



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

## DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACION CON SECCIONES COMPUESTAS

MONOGRAFÍA PREVIA A  
LA  
OBTENCION DEL TITULO  
DE ESPECIALISTA EN  
ANÁLISIS Y DISEÑO DE  
ESTRUCTURAS DE ACERO  
Y HORMIGÓN ARMADO

**AUTOR:**

Pedro Roberto Espinoza Hernández

**DIRECTOR:**

Ing. Roberto Gamón Torres PhD

CUENCA-ECUADOR

JULIO - 2015





***A mi compañera de vida, mis padres y mi hijo***





## **RESUMEN:**

El diseño de edificaciones con un sistema estructural de pórticos de hormigón armado es el que más frecuentemente se utiliza en la ciudad de Cuenca, debiendo indicarse que las estructuras con pórticos de secciones compuestas han venido ganando espacio en el mercado local, especialmente en cuanto a estructuras de menor a mediana complejidad. La construcción con secciones compuestas de hormigón-acero tiene cierta ventaja en cuanto a los tiempos de construcción con relación a la de hormigón armado, lo que se traduce en un menor tiempo de alquiler de equipos y menor uso de la mano de obra, factor preponderante al momento de programar un trabajo de construcción.

En el presente trabajo se coloca una base teórica del dimensionamiento para los elementos estructurales (vigas y columnas) de carácter combinado, realizando al final una comparación del mismo proyecto, desde un análisis con estructura aporticada de hormigón armado vs estructura aporticada de secciones compuestas (hormigón-acero), tanto a nivel de diseño de los elementos estructurales, presupuesto y programación de obra.

## **ABSTRACT:**

The design of buildings with structural system of reinforced concrete frames is the most frequently used in Cuenca city, it is pointed that the composite structures with porches sections have been increased space in the local market, mainly in structures of low to medium complexity. Construction with steel-concrete sections has an advantage in terms of construction time in contrast to reinforced concrete, consequently in a shorter rental equipment and less use of labor, it is an important factor when we are planning a construction job.

This work show a theoretical basis of dimension for structural elements (beams and columns)of combined kinds, making a comparison of the same project, since an analysis of reinforced concrete frame structure vs. composite frame structure sections (concrete is placed -steel), therefore design of structural elements, budget and work programming.

**Palabras claves:** Hormigón, Acero, Secciones compuestas, Vigas, Columnas





## Contenido

1	CAPITULO I .....	12
1.1	Introducción.....	12
1.2	Justificación.....	12
1.3	Objetivo General .....	12
1.4	Objetivos específicos .....	12
1.5	Hipótesis .....	13
2	CAPITULO II: ESTADO DEL ARTE .....	14
2.1	Reseña Histórica.....	14
2.2	Secciones compuestas: .....	15
2.3	Principales características de la construcción compuesta .....	15
2.3.1	Ventajas y desventajas de las secciones compuestas .....	17
2.4	Elementos con secciones compuestas .....	21
2.4.1	Columnas compuestas .....	21
2.4.2	Viga-Losa compuesta .....	25
2.4.3	Conectores .....	35
2.5	Propiedades de los materiales que componen las secciones compuestas 39	
2.5.1	Propiedades mecánicas del hormigón.....	39
2.5.2	Propiedades mecánicas del acero estructural .....	43
2.6	Resistencia por flexión .....	45
2.7	Deflexiones .....	55
2.7.1	Deflexiones a largo plazo por flujo plástico.....	55
2.7.2	Deflexiones de vigas compuestas .....	56
2.7.3	Deflexión en vigas embebidas.....	56
2.8	Resistencia de columnas compuestas cargadas axialmente .....	56
2.9	Resistencia de columnas compuestas sometidas a flexión.....	60
3	CAPITULO 3 DETALLE DE PROBLEMÁTICA .....	64
3.1	Detalle del problema .....	64
3.2	Descripción de la estructura.....	64
3.3	Reglamento a utilizar.....	66
3.4	Descripción de las etapas de análisis .....	66
3.4.1	Análisis Dinámico Modal Espectral.....	67
3.4.2	Diseño Estructural .....	85
3.4.3	Presupuesto y Cantidades de Obra: .....	103
3.4.4	Programación y Control .....	107
4	CAPITULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	111
5	Referencias Bibliográficas.....	113



## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Esquema secciones compuestas.....	19
Ilustración 2	Esquema del trabajo de conectores.....	21
Ilustración 3	Tipo de columnas compuestas.....	22
Ilustración 4	Columnas Rellenas.....	23
Ilustración 5	Columnas Recubiertas.....	23
Ilustración 6	Columnas Abiertas.....	23
Ilustración 7	Columnas Híbridas.....	24
Ilustración 8	Esquema constructivo viga-losa.....	25
Ilustración 9	Tipos de placa metálica.....	26
Ilustración 10	Tipología de la sección parcial de hormigón.....	27
Ilustración 11	Tipos constructivos de la sección parcial de hormigón.....	28
Ilustración 12	Definición de nervios para el cálculo de secciones.....	28
Ilustración 13	Disposición de armaduras en nervios peraltados.....	29
Ilustración 14	Disposición de nervios con recubrimiento.....	29
Ilustración 15	Tipos de anclajes.....	31
Ilustración 16	Ejemplo de vigas compuestas.....	32
Ilustración 17	Viga con cubre-placa.....	33
Ilustración 18	Vigas con cubierta de acero troquelada.....	33
Ilustración 19	Viga embebida.....	33
Ilustración 20	Viga cajón.....	34
Ilustración 21	Ejemplos de conectores.....	35
Ilustración 22	Esquema Gráfico del Módulo de Elasticidad.....	40
Ilustración 23	Curva idealizada esfuerzo-deformación del acero.....	44
Ilustración 24	Eje neutro en la losa de concreto.....	46
Ilustración 25	Eje neutro en el patín superior de la viga de acero.....	47
Ilustración 26	Eje neutro en el alma de la viga de acero.....	48
Ilustración 27	Eje neutro en la viga de acero.....	49
Ilustración 28	Eje neutro en el concreto.....	50
Ilustración 29	Curva de flujo plástico (carga o esfuerzo constante).....	55
Ilustración 30	Curva de relajación de esfuerzos (deformación constante).....	55
Ilustración 31	Cargas en estructura.....	65
Ilustración 32	Pórtico en el eje X.....	65
Ilustración 33	Pórtico en el eje Y.....	66
Ilustración 34	Espectro sísmico elástico de aceleraciones.....	68
Ilustración 35	Mapa para Diseño Sísmico NEC 2011.....	69
Ilustración 36	Hoja electrónica espectro en aceleraciones.....	73
Ilustración 37	Ingreso de espectro en SAP.....	73
Ilustración 38	Modelo tridimensional pórticos de Hormigón Armado.....	86
Ilustración 39	Modelo tridimensional pórticos con secciones compuestas.....	87
Ilustración 40	Detalle de Momentos 2-2 en la edificación.....	88
Ilustración 41	Detalle de Momentos en vigas y columnas.....	88
Ilustración 42	Detalle de Momentos en Vigas y Columnas Compuestas.....	89





## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ductilidad vs Resistencia a la compresión .....	41
Tabla 2 Razones Ancho Espesor límites de acero comprimidos en miembros sujetos a compresión axial .....	59
Tabla 3 Valores del factor Z en función de la zona sísmica .....	69
Tabla 4 Clasificación de los perfiles de suelo .....	70
Tabla 5 Tipo de suelo y Factores de sitio Fa .....	71
Tabla 6 Tipo de suelo y Factores de sitio Fd .....	71
Tabla 7 Tipo de suelo y Factores de sitio Fs .....	71
Tabla 8 Factor de importancia de la estructura I .....	74
Tabla 9 Coeficiente de reducción de respuesta estructural R .....	75
Tabla 10 Coeficiente de irregularidad en planta .....	76
Tabla 11 Coeficiente de irregularidad en elevación .....	77
Tabla 12 Configuraciones recomendadas en planta y elevación .....	78
Tabla 13 Hoja electrónica control cortante basal .....	79
Tabla 14 Deriva de piso (contrapiso-1era planta alta) .....	81
Tabla 15 Deriva de piso (1era planta alta - 2da planta alta) .....	81
Tabla 16 Deriva de piso (2da planta alta - 3era planta alta) .....	82
Tabla 17 Deriva de piso (3era planta alta - planta de cubierta) .....	82
Tabla 18 Fuerzas laterales en cada nivel .....	84
Tabla 19 Estabilidad de pisos .....	85



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**Fundada en 1867**

Yo, Pedro Roberto Espinoza Hernández, autor de la monografía “DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN CON SECCIONES COMPUESTAS”, 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 HORMIGÓN ARMADO. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor

**PEDRO ROBERTO ESPÍNOZA HERNÁNDEZ**  
**CI: 0103774253**



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**Fundada en 1867**

Yo, Pedro Roberto Espinoza Hernández, autor de la monografía “DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN CON SECCIONES COMPUESTAS, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

**PEDRO ROBERTO ESPÍNOZA HERNÁNDEZ**  
**CI: 0103774253**



# CAPITULO I

## 1.1 Introducción

Se denominan *secciones compuestas* a aquellas estructuras que poseen secciones resistentes en las cuales el acero estructural y el hormigón trabajan en forma solidaria. En la actualidad, el uso de las secciones compuestas en las construcciones es de mucha importancia para combinar la eficacia del hormigón a resistir la compresión y la resistencia del acero ante la tracción. Ambos materiales pueden trabajar tanto de manera conjunta como por separado para resistir las solicitaciones que la estructura demande de dicho elemento; en el Ecuador se puede visualizar que el uso de este tipo de estructuras va ganando terreno no solo en obras como puentes por ejemplo, sino también en varios edificios que se están levantando con un número considerable de pisos, y bajo solicitaciones importantes como oficinas o incluso parqueaderos.

Con un diseño correcto y trabajo a detalle de los elementos que conforman la estructura se puede llegar a obtener diferentes mejoras en cuanto a la eficacia, funcionalidad y rentabilidad del proyecto, haciendo de este tipo de solución una muy importante a tener en cuenta para cualquier caso de análisis en el que nos encontremos.

## 1.2 Justificación

El uso de edificaciones con pórticos de secciones compuestas conlleva una serie de ventajas sobre la construcción aporticada con estructuras únicamente de hormigón armado o acero estructural.

Luces mayores, optimización de los materiales, mayor rapidez en la ejecución, entre otras son los motivos por los que una construcción de este tipo puede llegar a ser la más eficaz y solvente al momento de decidir que método constructivo utilizar para tal o cual proyecto.

## 1.3 Objetivo General

Realizar el análisis y diseño estructural de una edificación aporticada con secciones compuestas de acero y hormigón armado.

## 1.4 Objetivos específicos

- Modelar la estructura resistente en base a las normas y códigos vigentes.
- Evaluar el comportamiento estructural del proyecto.
- Diseñar los elementos que componen la estructura.



- Comparar los costos y rendimientos entre la construcción con pórticos de hormigón armado y la construcción con pórticos con secciones compuestas de acero-hormigón.

## 1.5 Hipótesis

La construcción con pórticos utilizando secciones compuestas (hormigón-acero) requiere de menor tiempo de ejecución que la construcción con pórticos de hormigón armado, no así en el costo ya que la construcción con elementos metálicos suele ser más elevada.



## CAPITULO II: ESTADO DEL ARTE

### 2.1 Reseña Histórica

El acero corrugado, antecesor del acero estructural de la actualidad, fue patentado en 1829. La idea de dar forma al acero en delgadas láminas con ondulaciones que le aportan rigidez la tuvo Henry Robinson Palmer. No obstante, las losas combinadas no aparecieron hasta finales de la década de 1930 para sustituir las losas de hormigón armado, ya que aportaban una notable reducción de carga. En los comienzos se asumieron ciertos criterios que simplificaban la interacción de la losa de hormigón y la viga de acero. Las secciones compuestas no eran proyectadas como tales o, simplemente se disponían las secciones parciales de acero y hormigón sin elementos conectores. Los soportes metálicos se recubrían de hormigón como protección frente al fuego, y hasta tal punto se despreciaba la resistencia del hormigón, que los soportes metálicos se diseñaban para resistir el peso adicional del hormigón.

Es en 1950 cuando por primera vez en San Luis (EE.UU.) se patenta un sistema compuesto de placa colaborante que para conseguir la adherencia entre los dos elementos incorpora una serie de hilos de acero soldados transversalmente a la placa. A partir de ese momento, determinados fabricantes ponen en el mercado losas nervadas, es decir sin ningún tipo de embutición, por lo que generalmente necesitaban de mallas soldadas o elementos similares para lograr la acción compuesta placa-hormigón.

La aparición de algunas normas como la británica BS449 de 1959, los estudios experimentales desarrollados por diversos autores en Inglaterra así como lo diversos artículos aparecidos en la revista especializada dieron pie a la publicación en España en 1966, de la primera obra dedicada íntegramente a la construcción compuesta. En dicha publicación se propone el cálculo de las secciones compuestas mediante análisis elástico, y la comprobación de las secciones mediante el criterio de tensiones admisibles.

Los estudios teóricos y experimentales desarrollados en años posteriores condujeron a la aparición de una nueva obra, donde se recogen las modernas técnicas de cálculo de agotamiento, las cuales relegan a los métodos elásticos a la comprobación en servicio.

El American Institute of Steel Construction (AISC), con sede en Chicago, es un instituto técnico sin fines de lucro fundado en 1921 enfocado en la industria del acero, diseño estructural y la construcción en los Estados Unidos. La misión del AISC es hacer del acero estructural el material líder al momento de la elección de un sistema constructivo para una estructura, incluyéndose dentro de las actividades que realiza las especificaciones y desarrollo del código, investigación, educación, asistencia técnica, certificación de calidad, normalización y desarrollo del mercado. El AISC ya por la década de los años 70 publicaba las primeras instrucciones para la construcción de estructuras compuestas, teniendo en la actualidad todo un capítulo dentro de su código.



La laboriosidad del cálculo, no sólo debida a la geometría de las secciones, sino también a la complejidad del análisis elástico y la presencia de los efectos de los materiales que conforman el hormigón, son factores que pueden instar hacia el diseño con el uso aislado de estructuras metálicas o de hormigón; pero la racionalidad de costes que supone la construcción compuesta frente a las anteriores, creciente con el aumento de las luces y acciones, incita cada día más, a reconsiderar esta postura.

## 2.2 Secciones compuestas:

En la construcción, la combinación más frecuente de materiales es la que se da entre el acero y el hormigón de manera que, ya sea que estos trabajen en conjunto o cada uno de estos por separado, servirán para soportar las diferentes cargas a la cual una estructura puede estar sometida.

Se denominan *secciones compuestas* a aquellas estructuras resistentes que poseen secciones compuestas, es decir secciones resistentes en las cuales el acero estructural y el hormigón trabajan en forma solidaria.<sup>1</sup>

No se consideran como secciones compuestas a las “estructuras combinadas” formadas por la utilización de piezas resistentes de materiales diversos, pero que no presentan colaboración conjunta en las secciones de dichas piezas.

Conjuntamente con el acero estructural y el hormigón armado pueden colaborar distintos tipos de materiales como son: armaduras pasivas, armaduras pretensadas, etc. La construcción compuesta posibilita la total utilización simultánea de los dos materiales de construcción de mayor importancia.

El empleo de la construcción compuesta no se limita exclusivamente al campo de los puentes, en donde básicamente el uso de este tipo de secciones es indispensable, abarca también el campo de la edificación, en especial en aquellas construcciones donde los claros y cargas de importancia viene incrementándose en base a sus peculiaridades; así como también sirve para el refuerzo de antiguas estructuras metálicas o de hormigón armado, siendo esta una de las formas más adecuadas para incrementar la capacidad portante de las mismas, y hacer frente al creciente aumento de las sobrecargas de utilización por motivo de nuevas necesidades como pueden ser maquinarias adicionales o nuevos métodos de trabajo, que sobrepasen los límites a los cuales fueron diseñados.

## 2.3 Principales características de la construcción compuesta

Las características básicas de los sistemas compuestos, se pueden clasificar en varios grupos, cada uno de estos atendiendo a diferentes aspectos de importancia:

- Aspecto Estructural
- Aspecto Constructivo

---

<sup>1</sup> (Roberto Gamón. Especialidad Estructuras de Acero y Hormigón Armado, 2010)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



- Aspecto Estético

**Aspecto Estructural.-** Una pieza compuesta consta esencialmente de tres elementos estructurales fundamentales:

- Sección de hormigón
- Sección metálica
- Conectores

Pudiendo los conectores estar sustituidos, total o parcialmente, por la adherencia acero-hormigón.

El hormigón está obligado a deformarse en conjunto con el acero, por la acción de ciertos elementos incluidos en el hormigón y solidarios con la pieza metálica. La función de estos elementos (conectores) consiste en evitar o controlar los deslizamientos relativos de ambos materiales. El hormigón, independientemente de otras posibles funciones estructurales, colabora en la zona comprimida aumentando la capacidad resistente del conjunto.

Los principales fenómenos que inducen acciones tales como térmicas, geológicas, etc., son:

- Retracción del hormigón: el acortamiento del hormigón, coartado por el acero a través de la conexión, provoca esfuerzos en ambos materiales, con posible fisuración en zonas locales de la sección de hormigón.
- Deformación diferida del hormigón por fluencia: las pérdidas de tensión en el hormigón a lo largo del tiempo incrementan las tensiones correspondientes al acero estructural.
- Efectos térmicos: la similitud de coeficientes de dilatación térmica del acero y el hormigón no produce normalmente esfuerzos internos apreciables por cambios homogéneos de temperatura, pero la gran diferencia en las inercias térmicas (muy pequeña en el acero y grande en el hormigón) lleva a originar fuertes diferencias y gradientes térmicos en las secciones y, consiguientemente, esfuerzos en las secciones parciales de acero y hormigón, así como en los conectores.

Entre las principales características estructurales de la construcción compuesta pueden citarse:

- Reducción de canto en dinteles
- Mayor esbeltez de soportes
- Incremento en la rigidez
- Ahorro de acero

**Aspecto Constructivo.-** Entre las posibilidades de materiales y sistemas con que se cuenta, pueden destacarse:





- Puede fabricarse la sección de hormigón in situ o prefabricarse en taller; utilizarse hormigón en masa, armado o pretensado; emplearse hormigones ligeros; unirse rígida o elásticamente al acero; dejarse la sección metálica exenta o recubrirla total o parcialmente, etc.
- La sección de acero puede estar constituida por todo tipo de elementos: perfiles laminados o plegados, placas, tubos; ser soldada, atornillada o roblonada; con disposición de alma llena, de celosía, o aligerada; puede pretensarse o incurvarse, etc.
- La conexión puede efectuarse antes o después del endurecimientos del hormigón, antes o después de pretensar el hormigón o el acero, etc.

El proceso constructivo cobra, en la construcción con metodología en base a pórticos con secciones compuestas, una trascendencia muy superior a lo normal, tanto desde el punto de vista estructural y de cálculo como del económico, lo cual exige en muchas ocasiones una concepción global muy profunda y en conexión con la posible creación tipológica.

Una posibilidad del proceso constructivo, en ocasiones de gran interés, radica en la utilización de refuerzos provisionales con el fin de transferir al conjunto las acciones globales de peso propio, descargando la sección metálica de gran parte de estos refuerzos.

En cualquier caso el proceso constructivo debe estar absolutamente presente desde el propio arranque de la concepción de la obra, e influye directamente en su definición, junto a los factores estructurales, funcionales y formales.

**Aspecto Estético.-** El hormigón y el acero, por separado, han dado lugar a formas estructurales propias extraídas de las condiciones intrínsecas de cada material o de sus procesos de fabricación y puesta en obra. La introducción de tecnologías adicionales (pretensado en el hormigón, soldadura o las uniones mediante tornillos de alta resistencia en el acero) han introducido grandes modificaciones estructurales y han contribuido a la creación de notables formas específicas de estas técnicas con muy pocos aspectos comunes con las soluciones matrices, bien por el incremento de posibilidades, bien por la diferente distribución de material, canalización y equilibrio de las fuerzas externas e internas.

La construcción con secciones compuestas propone nuevas soluciones y combinaciones, nuevos límites y proporciones y, consiguientemente, originará nuevas formas.

### 2.3.1 Ventajas y desventajas de las secciones compuestas <sup>2</sup>

La construcción compuesta usando acero y hormigón en conjunto, utiliza las mejores características de cada material, combinando la rapidez de construcción,

---

<sup>2</sup> (Jumaro2. Sitio Web. Introducción a las estructuras, 2013)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



resistencia, capacidad de cubrir grandes luces y baja relación peso/resistencia del acero, con la rigidez, amortiguamiento y economía del hormigón. El resultado de esta combinación son estructuras más eficientes y económicas.

En las construcciones con grandes luces y cargas importantes el empleo de estas secciones compuestas ha ido ganando posiciones por sus ventajas tales como: apropiada rigidez, arriostramientos sin fragilidad, economía de bajos costes. Además ofrece grandes posibilidades para el uso de los materiales prefabricados por la facilidad de las uniones, permitiendo la fácil y rápida ejecución.

Para el refuerzo de antiguas estructuras metálicas o de hormigón es una de las formas más adecuadas para incrementar la capacidad portante del edificio. Al transformar la estructura a compuesta, logra soportar el aumento de las sobrecargas si es el caso en que se cambia la función del edificio por nuevas necesidades, y con este recurso consigue sobrepasar y reforzar en forma óptima los dimensionamientos a que fueron calculadas inicialmente.

Donde más se aprovechan las secciones compuestas son los casos de barras a flexión ya que se produce una doble sollicitación de compresión y tracción, favorable a las propiedades de los materiales básicos, y en apropiado paralelismo con las condiciones de uso de las construcciones. Es importante también el empleo en estos casos del hormigón en zonas de trabajo a tracción de las piezas compuestas, ya que puede ser apto tanto como soporte físico de armaduras embebidas en el mismo como para su mejora en las condiciones de estabilidad, inercia o funcionales de las secciones de acero estructural con costos razonables.

El empleo del hormigón como elemento protector del acero estructural es una manera de protección contra la corrosión y el fuego. Puede utilizarse al hormigón como parte resistente colaborando con el acero, por ejemplo en los casos de elementos comprimidos o en soportes; o como elemento de arriostramiento frente a situaciones de inestabilidad tales como piezas embebidas, soportes, hormigón conectado con delgadas placas metálicas en las almas o fondos de grandes vigas.

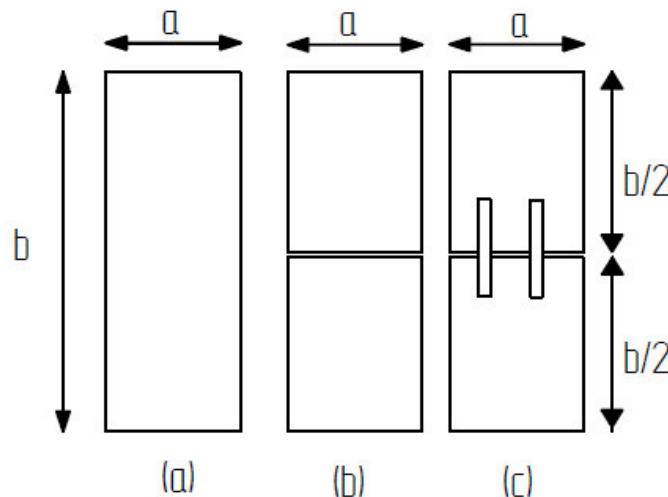
El empleo conjunto y racional de ambos permite aprovechar las características beneficiosas de cada material, limitando o eliminado sus aspectos desfavorables. Resumiendo, las características beneficiosas del empleo de ambos materiales conjuntamente son:

- Calidad de forma del hormigón, fácilmente adaptable a superficies y volúmenes.
- Distribución de las zonas comprimidas y traccionadas dentro de una sección
- Resistencia a bajo coste de los esfuerzos de compresión, proporcionado por el hormigón.
- Enormes posibilidades del acero en tracción.



- La fragilidad y débil resistencia del hormigón en tracción quedan contrarrestada al confiarse al acero esta misión.
- Los problemas de inestabilidad, propios del acero en compresión (pandeo, abolladura,..) desaparecen al trabajar a tracción, o estar unido íntimamente a grandes secciones de hormigón.
- Se incorpora a los sistemas del hormigón armado y pretensado el empleo del acero en su fabricación estructural.
- Refuerzo de antiguas estructuras convirtiéndolas en compuestas.
- Protección del acero contra el fuego por el hormigón que lo recubre.

Como principal desventaja de la construcción con secciones compuestas se puede anotar que no siempre será fácil lograr que exista un trabajo compenetrado entre los dos tipos de materiales, ya que si no se procede con un control exhaustivo en lo referente a las uniones y conectores se puede llegar a obtener resultados muy diferentes a lo proyectado; para entender este concepto vamos a comparar dos secciones, ambas homogéneas y con las mismas dimensiones globales  $a \times b$ , pero la (a) formada por una sola pieza y la (b) formada por dos mitades sin conexión entre ellas.



**Ilustración 1 Esquema secciones compuestas**

Las propiedades de la sección entera (a) son:

$$\text{Momento de inercia } I_1 = \frac{a \cdot b^3}{12} \quad (\text{C2.1})$$

$$\text{Módulo resistente } W_1 = \frac{\frac{a \cdot b^3}{12}}{\frac{b}{2}} = \frac{a \cdot b^2}{6} \quad (\text{C2.2})$$

Mientras que las propiedades de la sección (b), formada por dos rectángulos superpuestos de dimensión  $a \cdot (b/2)$  son el doble de cada una de ellas:

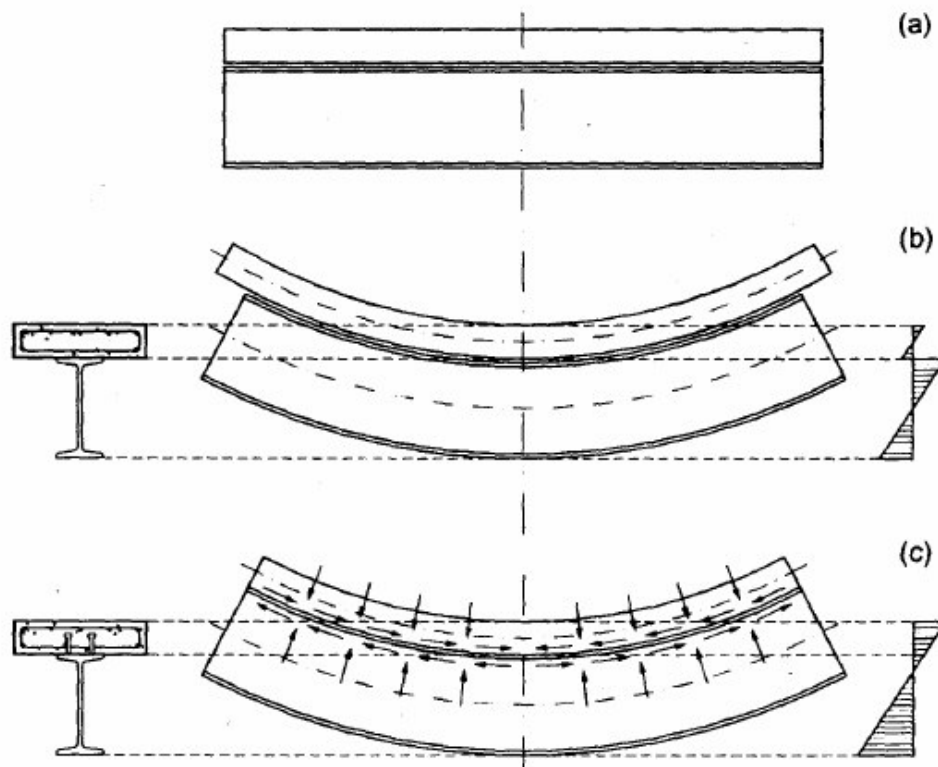


$$\text{Momento de inercia } I_2 = 2 \cdot \frac{a \cdot (b/2)^3}{12} = \frac{a \cdot b^3}{48} \quad (\text{C2.3})$$

$$\text{Módulo resistente } W_2 = 2 \cdot \frac{\frac{a \cdot b^3}{96}}{\frac{b}{4}} = \frac{a \cdot b^2}{12} \quad (\text{C2.4})$$

Como se observa, en la primera el momento de inercia es cuatro veces mayor y el módulo resistente el doble; esto justifica la colocación de pasadores entre las dos partes de la pieza (*b*) para que trabajen unidas sin posibilidad de deslizamientos y se comporten como en (*a*), formando la sección compuesta representada en (*c*), que es la función principal de los conectores en una viga compuesta.

La variación de las características afecta a la resistencia global de la pieza: si suponemos inicialmente una viga formada por la cabeza de hormigón y el perfil metálico sin elemento de conexión, ilustración 2 (*a*), no podemos considerarla una pieza compuesta puesto que al cargarla como se indica en (*b*), hay deslizamiento relativo en la superficie de contacto entre los materiales comportándose como las dos partes superpuestas de la ilustración 2 (*b*) y soportan cargas proporcionalmente a su rigidez bajo el estado tensional indicado para cada una, con tracciones y compresiones. Este modo de trabajo no justifica la construcción compuesta, puesto que no empleamos cada material para absorber las tensiones convenientes y, además, las dos partes de la viga por separados resisten menos que conjuntamente. Si en la misma viga disponemos elementos de conexión que impidan el deslizamiento obligando a que se comporte como una sola pieza, (*c*), se produce otro estado tensional, sin tracciones en el hormigón y con compresiones pequeñas en el acero.



**Ilustración 2 Esquema del trabajo de conectores**

## 2.4 Elementos con secciones compuestas<sup>3</sup>

Los elementos compuestos pueden clasificarse de algunas maneras ya sea por su función estructural, por su configuración, entre otras. A continuación englobaremos a estos en dos grandes grupos como son: columnas y vigas-losas (interacción vigas-losas)<sup>4</sup>

### 2.4.1 Columnas compuestas

Las columnas compuestas de acero y hormigón, especialmente las de perfiles tubulares de acero rellenos de hormigón y perfiles embebidos en hormigón, presentan una importante serie de ventajas en el campo de la arquitectura, estructural y económico, las cuales son muy valoradas por los diseñadores. Algunos de los aspectos cualitativos, que marcan las preferencias de los

<sup>3</sup> (Roberto Gamón. Especialidad Estructuras de Acero y Hormigón Armado, 2010)

<sup>4</sup> (María Graciela Fratelli. Temas Especiales de Estructuras Metálicas, 2005)

arquitectos y de los profesionales del mundo de la construcción, son detallados a continuación:

- El relleno de hormigón proporciona a los perfiles tubulares mayor rigidez y **mayor capacidad de soportar carga**, por tanto con estéticas columnas **esbeltas** se pueden soportar mayores cargas sin incrementar las dimensiones externas. Este resultado se puede intensificar mediante el uso de armaduras de refuerzo.
- La **superficie útil resultante por planta es mayor**, gracias a las reducidas dimensiones de las columnas.
- La estructura de acero es visible y transparente. El acero visible permite un diseño arquitectónico con **colorido** diverso. Tanto los **costes del pintado** como los de protección frente a la corrosión, como por ejemplo pulverizaciones, pinturas, etc. son bajos debido a la reducida superficie externa de las columnas.
- El trabajo conjunto hormigón-acero otorga al acero una mejor capacidad para soportar y contrarrestar los efectos del pandeo local.
- El perfil tubular sirve a la vez **de encofrado y de refuerzo** para el hormigón. No son necesarios encofrados adicionales para el hormigón.
- El relleno con hormigón del perfil tubular **no requiere equipos especiales** diferentes a los utilizados en los trabajos habituales de hormigonado.
- La ganancia de resistencias del hormigón no condiciona el desarrollo de la construcción. El **tiempo necesario para el ensamble y montaje es reducido** y sin esperas.
- El núcleo de hormigón **incrementa el tiempo de resistencia frente al fuego** de las columnas de perfiles tubulares. Usando la correspondiente cuantía de armaduras, las columnas de perfiles tubulares pueden resistir frente al fuego durante más de 90 minutos. En esta situación no se necesita protección externa frente al fuego para dicho perfil.

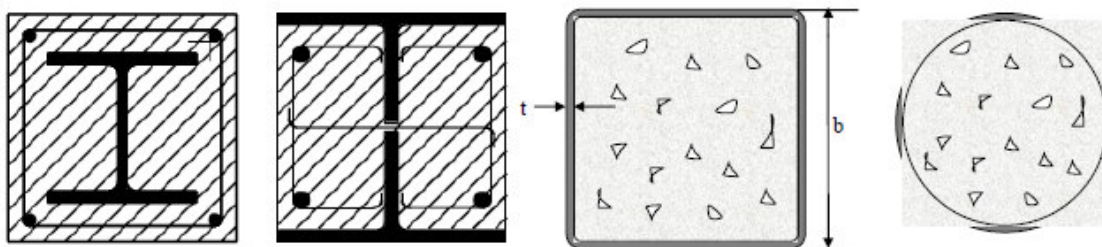


Ilustración 3 Tipo de columnas compuestas

### Tipos de columnas compuestas<sup>5</sup>.-

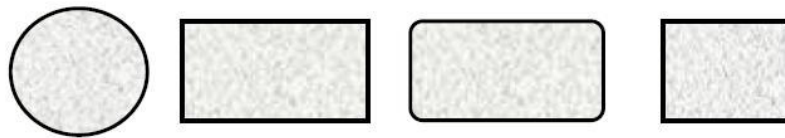
Se pueden clasificar en cuatro grupos a las columnas compuestas, siendo estos:

<sup>5</sup> (María Graciela Fratelli. Temas Especiales de Estructuras Metálicas, 2005)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



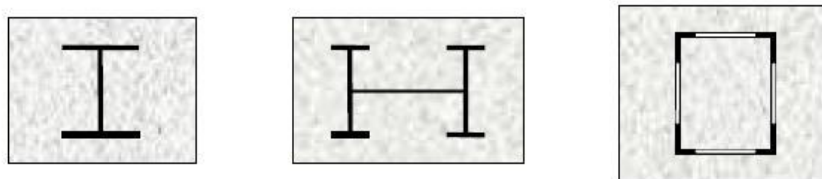
**Rellenas.-** Las columnas rellenas de hormigón proporcionan una capacidad de soportar cargas mayores que la de las columnas de acero. En lo referente a la ductilidad y a la capacidad de rotación, las columnas de secciones de acero rellenas de hormigón ofrecen un funcionamiento óptimo al compararlas con otros tipos de columnas compuestas. Junto a la posibilidad de construir columnas sólo de acero o de hormigón, la respuesta a compresión de las columnas compuestas está básicamente gobernado por la cantidad de acero estructural dispuesta.

Para la sección de acero son adecuadas secciones huecas tubulares o rectangulares, o perfiles soldados ente sí. Las columnas compuestas rellenas tienen la ventaja de no precisar un encofrado adicional para el hormigonado. Para cargas muy elevadas se utilizan piezas de acero adicionales dispuestas en el interior de la sección hueca.



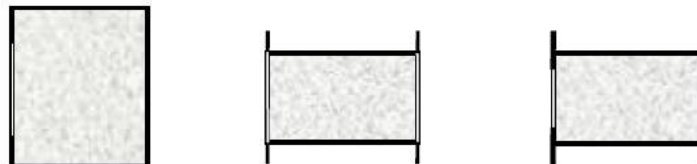
**Ilustración 4 Columnas Rellenas**

**Recubiertas.-** Para la sección de acero son adecuados perfiles laminados I los que pueden ser recubiertos parcial o completamente con hormigón. En algunos casos las secciones metálicas son compactas, y en otras esbeltas, sus piezas están unidas por celosías; son de muy frecuente uso en ambientes agresivos.



**Ilustración 5 Columnas Recubiertas**

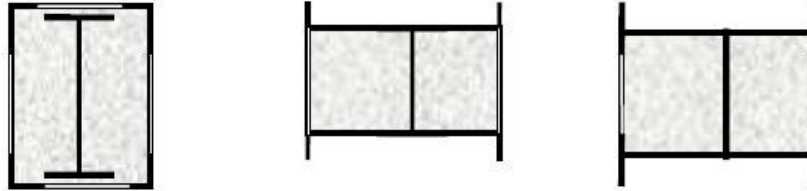
**Abiertas.-** Este tipo de elementos son empleados para casos industriales, o para soportar fuertes cargas laterales, se emplean perfiles metálicos muy diferentes unidos por celosías, que vienen a completar en las zonas de huecos entre piezas metálicas con el relleno del hormigón.



**Ilustración 6 Columnas Abiertas**



**Híbridas.-** Son convenientes cuando se soportan al mismo tiempo flexiones importantes y fuertes cargas localizadas. Las piezas metálicas que forman este tipo de columnas compuestas son unidas de forma compacta, pero pueden existir uniones auxiliares con celosías en las zonas exteriores.



**Ilustración 7 Columnas Híbridas**

**Especificaciones:** Para que una columna compuesta se pueda considerar como tal, debe cumplir con ciertas condiciones, tales como:<sup>6</sup>

- Para columnas compuestas el área del perfil de acero estructural debe representar por lo menos el 1% del área transversal total de la sección compuesta, ya que si es menor que lo indicado la sección se diseñará como una columna de concreto reforzado.
- Para las secciones embebidas:
  - El concreto que rodea al núcleo de acero debe ser reforzado con barras longitudinales continuas y armaduras transversales, materializadas como estribos, ganchos o armaduras helicoidales. El refuerzo transversal mínimo debe ser al menos de  $60\text{cm}^2$  por m de espaciamiento entre trabas.
  - La cuantía mínima del refuerzo longitudinal continuo,  $\rho_{sr}$ , debe ser 0,004, donde  $\rho_{sr}$  es dado por:

$$\rho_{sr} = \frac{A_{sr}}{A_g} \quad (C2.5)$$

Donde

$A_{sr}$  = área de barras de refuerzo continuo,  $\text{cm}^2$   
 $A_g$  = área bruta del miembro compuesto,  $\text{cm}^2$

- El refuerzo transversal debe tener un espaciamiento mínimo de 16 veces el diámetro de barra longitudinal, 48 veces el diámetro de amarra, o 0,5 veces la dimensión menor de la sección compuestas. El recubrimiento mínimo para las barras longitudinales y laterales de ser de 3.8cm
- Para columnas compuestas rellenas:

<sup>6</sup> (American Institute of Steel Construction. AISC 360-10, 2010)  
 Pedro Roberto Espinoza Hernández

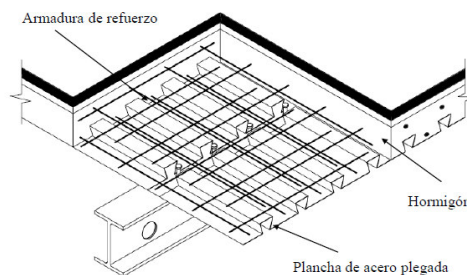




- La razón ***b/t*** máxima para un perfil tubular rectangular relleno con concreto debe ser igual a  $2,26\sqrt{E/F_y}$ . Se permiten razones mayores cuando su uso es justificado por ensayos o análisis.
- La razón ***D/t*** máxima para un perfil tubular redondo relleno con concreto será igual a  $0,15E/F_y$ . Se permiten razones mayores cuando su uso es justificado por ensayos o análisis.
- Adicionalmente:
  - La resistencia a compresión del concreto normal  $f_c$  debe ser como mínimo  $210\text{kg/cm}^2$  y como máximo  $560\text{kg/cm}^2$ , para concreto ligero como mínimo de  $280\text{kg/cm}^2$  y máximo de  $560\text{kg/cm}^2$ .
  - Para los cálculos, los esfuerzos de fluencia de los perfiles de acero y de las barras de refuerzo longitudinal no deben ser mayores que  $3866.5\text{kg/cm}^2$ . Este valor supone la disgregación del concreto bajo una deformación unitaria de 0.0018.

## 2.4.2 Viga-Losa compuesta

Una losa compuesta cuyo esquema básico aparece en la figura siguiente está formada por una placa colaborante de acero, usada como encofrado durante la construcción de la losa capaz de soportar el hormigón vertido, la armadura metálica (perfil estructural), la armadura de refuerzo y las cargas de ejecución mismas que funcionan solidariamente con el hormigón una vez de fraguado.



**Ilustración 8 Esquema constructivo viga-losa**



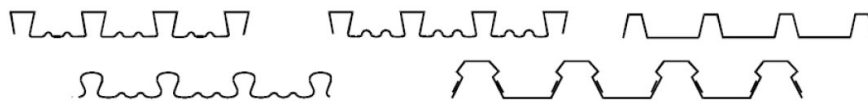
La función colaborante (total o parcial) entre el acero y el hormigón sólo es posible si se garantiza la transferencia de esfuerzos rasantes entre ambos elementos. De lo contrario se producen flexiones independientes de los elementos, a modo de losas en paralelo.

### Elementos constituyentes de una losa compuesta.-

**Placa Colaborante:** En la fabricación de losas compuestas se emplean numerosos tipos de placas perfiladas; en la figura siguiente se muestran algunos ejemplos. Éstas presentan diferentes formas, profundidades y separaciones entre nervios, anchos, recubrimiento lateral, rigidizadores planos y conexiones mecánicas entre la placa colaborante de acero y el hormigón.

Las características principales de la placa perfilada son las siguientes:

- Espesores comprendidos entre 0,75 mm y 1,5 mm, en la mayoría de los casos entre 0,75 mm y 1 mm.
- Profundidades que van desde 40 mm hasta 80 mm.
- Protección contra la corrosión mediante una fina capa de galvanizado en ambas caras.



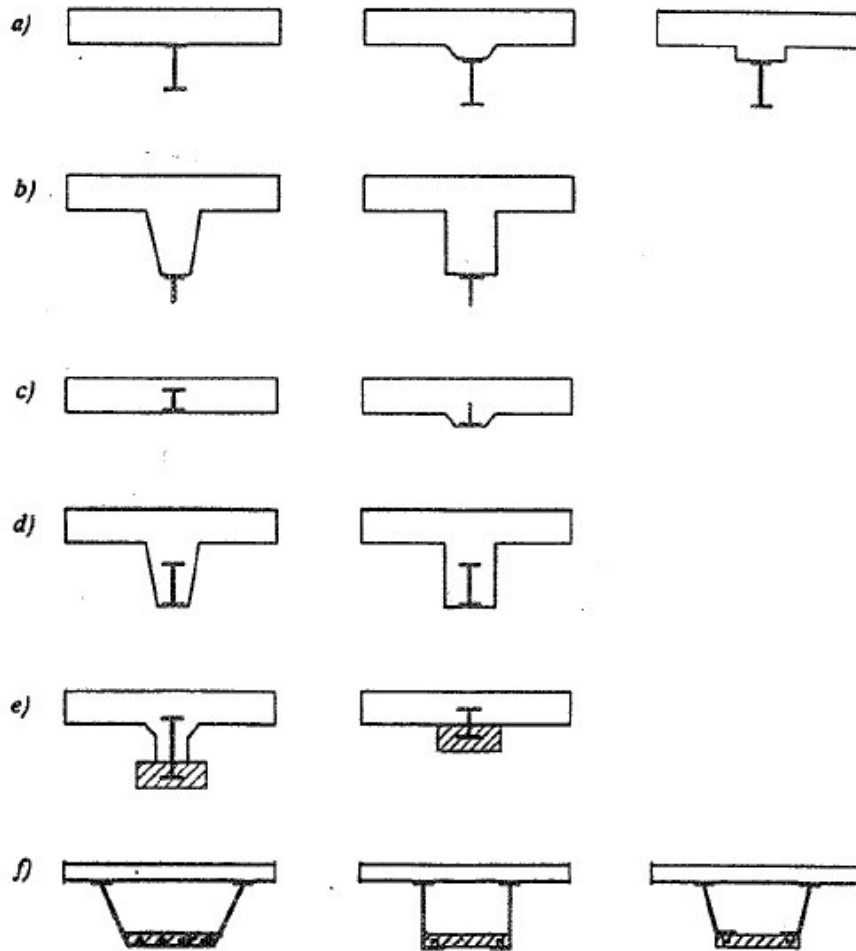
**Ilustración 9 Tipos de placa metálica**

En relación a la forma de la sección de hormigón pueden establecerse los siguientes tipos:

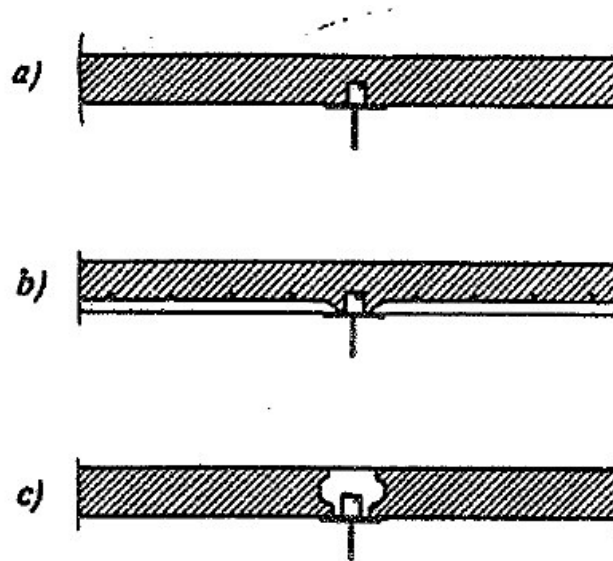
- a) Losas rectangulares, o con nervios reducidos, que se apoyan directamente sobre las secciones metálicas.
- b) Losas rectangulares con nervios muy peraltados apoyados directamente sobre la sección metálica.
- c) Losas rectangulares o con nervios reducidos que recubren las secciones metálicas.
- d) Losas rectangulares con nervios peraltados que recubren las secciones metálicas.
- e) Secciones de hormigón inferior colaborante que recubre parte del perfil metálico.
- f) Secciones de hormigón inferior colaborante en el interior o exterior de piezas metálicas en cajón.

En relación a la constitución de la losa y, eventualmente, de sus nervios, pueden establecerse los siguientes grupos:

- a) Losas fabricadas in situ
- b) Losas semi-prefabricadas
- c) Losas prefabricadas



**Ilustración 10** Tipología de la sección parcial de hormigón

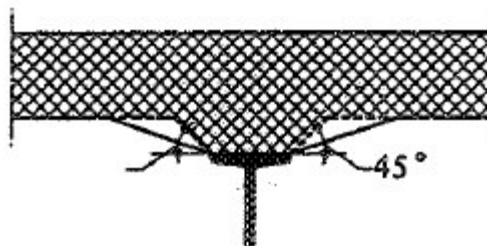


**Ilustración 11 Tipos constructivos de la sección parcial de hormigón**

**Nervios de la Losa:** Pueden cumplir varias funciones diferentes:

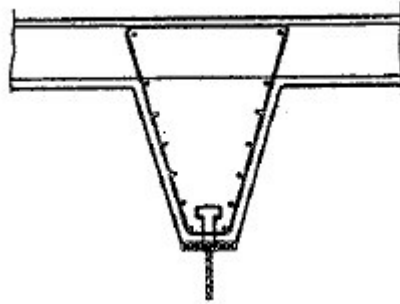
- Resistir los momentos y esfuerzos cortantes en los apoyos que el reparto transversal de cargas provoque, en cuyo caso el acartelamiento tiene una altura relativamente reducida y no son precisamente precauciones especiales.

El hormigón del nervio no suele tenerse en cuenta y en el caso de considerarse, debe tomarse solamente el área del hormigón limitada por planos inclinados  $45^\circ$  y trazados a partir de los bordes inferiores de dicho nervio



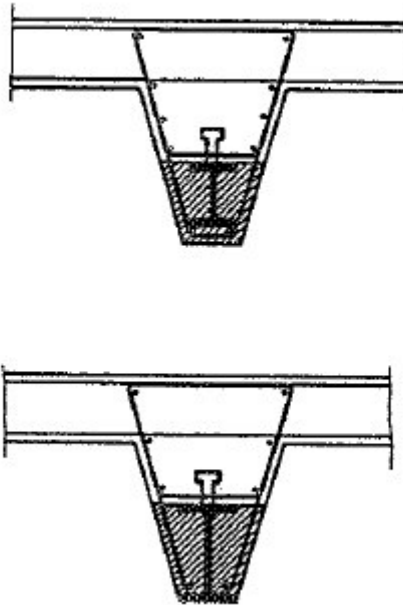
**Ilustración 12 Definición de nervios para el cálculo de secciones**

- Aumentar el canto de la viga compuesta, y entonces la altura del nervio puede ser considerable. En este caso es preciso colocar la armadura adecuada en las caras laterales del nervio para garantizar la transmisión de los esfuerzos de corte y de cizallamiento entre losa y conexión con el perfil. El enlace de esta armadura con la conexión debe ser muy cuidadosa, cuando esta última no presente elementos apropiados que alcancen la zona comprimida de hormigón.



**Ilustración 13 Disposición de armaduras en nervios peraltados**

- Recubrir total o parcialmente la sección metálica, al mismo tiempo que aumentar el canto de la viga compuesta. Las condiciones de la zona por encima del borde superior del perfil son análogas a las indicadas en el caso anterior. La zona de recubrimiento, cuando está exenta (sin ligar a nervios transversales de la losa o elementos de forjado o aligeramiento) conviene armarla adecuadamente para favorecer su monolitismo y mantener los espesores de fisura en los márgenes deseables.



**Ilustración 14 Disposición de nervios con recubrimiento**

**Ancho eficaz de la losa:** El valor del ancho de la sección de hormigón que trabaja eficazmente en unión con el perfil metálico para formar la sección compuesta depende de un gran número de factores:



- Tipo de la viga (continua o simplemente apoyada).
- Luz del vano.
- Distribución de las cargas y apoyos.
- Rigideces relativas losa/perfil.
- Espesor y ancho de la losa.
- Tipo de conexión.
- Disposiciones de nervios, etc.

Siendo su ancho variable generalmente para cada sección.

Para vigas compuestas, el ancho eficaz es el menor valor tomado entre la separación de las vigas y la longitud de la misma entre 4.

**Espesor eficaz de la losa:** Corresponde a la posibilidad de no poderse emplear el total del espesor real cuando se utilizan elementos prefabricados, debido a que las uniones longitudinales entre los mismos, con el fin de facilitar el proceso constructivo, pueden tener una zona de contacto en seco, no macizada completamente por el relleno de las juntas.

A efectos de constantes mecánicas (áreas, inercias, módulos de torsión) puede contarse con la sección llena, pero a efectos de agotamiento o estados tensionales del hormigón en servicio, debe tenerse en consideración la reducción motivada por estas circunstancias, en las secciones en que se presentan.

**Armadura de refuerzo<sup>7</sup>:** Normalmente conviene disponer armadura de refuerzo en la losa por las razones siguientes:

- Distribuir las cargas lineales y puntuales.
- Reforzar localmente las aberturas practicadas a la losa.
- Aumentar la resistencia al fuego.
- Reforzar la parte superior de la losa en las zonas de momentos flectores negativos.
- Controlar la fisuración debida a la retracción.

La malla de refuerzo puede colocarse sobre los nervios de la placa colaborante. La longitud y el recubrimiento del refuerzo deberán satisfacer los requisitos habituales del hormigón armado.

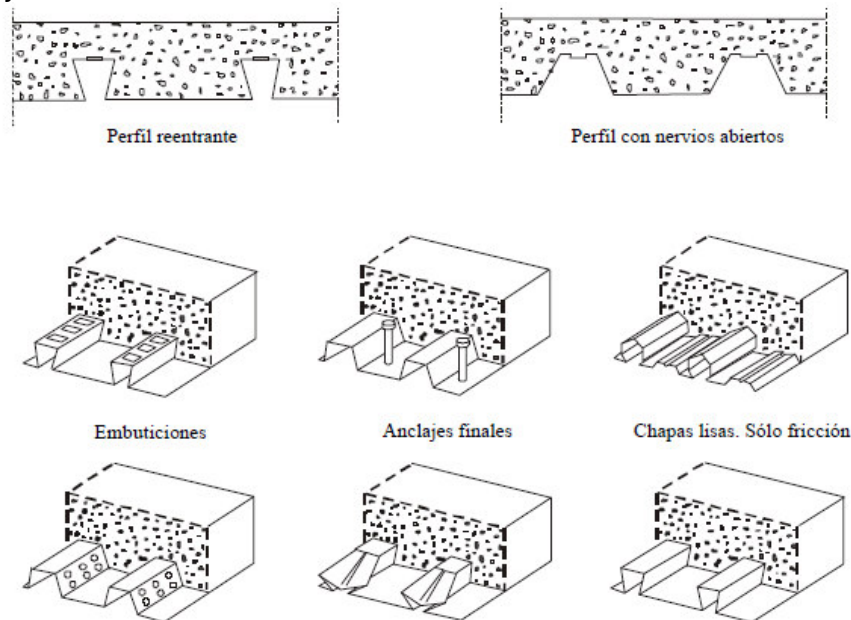
### **Mecanismos de interacción.-**

- **Adherencia química:** Enlace químico entre el hormigón y el acero, que se produce durante el proceso de fraguado. La resistencia de estos enlaces puede ser muy elevada pero no debería tenerse en cuenta debido a de su alta variabilidad y difícil control.

---

<sup>7</sup> (María Graciela Fratelli. Temas Especiales de Estructuras Metálicas, 2005)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández

- **Interferencia mecánica por textura de la placa colaborante:** Para conseguir una interacción razonable entre el acero y el hormigón se provocan, con intención análoga al corrugado de las barras de acero para el hormigón armado, ciertas rugosidades en la placa colaborante durante su proceso de conformado que actúan como interferencias mecánicas frente al deslizamiento. Al iniciarse el deslizamiento, estas interferencias mecánicas provocan unas deformaciones en la placa (flexión transversal) que incrementan notablemente las fuerzas necesarias para que el deslizamiento prosiga.
- **Interferencia mecánica por fricción:** Las fuerzas normales de contacto entre el hormigón y el acero producen esfuerzos de fricción que se oponen al deslizamiento. Éstas pueden llegar a ser muy importantes cuando existen rugosidades, al incrementar notablemente las fuerzas de contacto. También aparecen en el caso de placas lisas aunque a nivel mucho menor.
- **Anclajes mecánicos de conexión con las vigas:** Las vigas de apoyo de las losas pueden funcionar como vigas compuestas en su flexión propia (transversal a la losa). En estos casos, las vigas metálicas incorporan los típicos conectores soldados en el ala superior atravesando la placa y embebidos en la losa. Estos conectores actúan también como anclajes extremos de la losa en su dirección de flexión.
- **Anclajes mecánicos por deformación de la placa:** De forma similar a los conectores, en los extremos de las placas –donde no existe momento flector positivo– se puede practicar un aplastamiento de la misma a modo de anclaje.



**Ilustración 15 Tipos de anclajes**



## Grados de interacción.-<sup>8</sup>

- **Interacción total:** Si no existe deslizamiento relativo entre acero y hormigón, la interacción es total y puede aceptarse como válida la hipótesis de continuidad de deformaciones longitudinales entre los materiales. La ley de deformaciones se supone lineal. Los elementos estructurales actúan conjuntamente como un elemento único.
- **Interacción nula:** Si los elementos no transmiten nunca esfuerzos rasantes, el conjunto puede tratarse como la suma en paralelo de elementos estructurales independientes. Evidentemente, resulta obligado el armado de la losa de hormigón para resistir sus tracciones longitudinales y, en este caso, la contribución de la placa de acero pasa a tener un efecto despreciable en la flexión del conjunto, actuando únicamente como encofrado perdido.
- **Interacción parcial.-** Si existe cierto deslizamiento entre los materiales, la interacción es parcial y, aunque los elementos transmiten el esfuerzo rasante, no puede admitirse la continuidad de deformaciones. Al no existir continuidad de deformaciones entre los elementos, los respectivos ejes neutros no coinciden. Se acostumbra a suponer, no obstante, que las secciones de ambos elementos se mantienen planas y que sus curvaturas son iguales.

**Vigas compuestas:** En el diseño de vigas compuestas las que más fácilmente se diseñan y se construyen, es la sección formada por una viga laminada (simétrica, de patines anchos), y una losa de concreto que apoya en la viga de acero, como se muestra en la figura

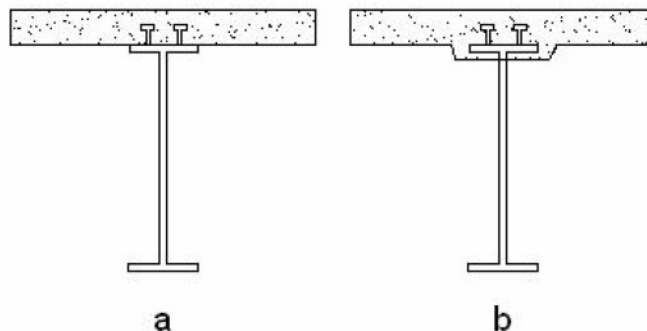
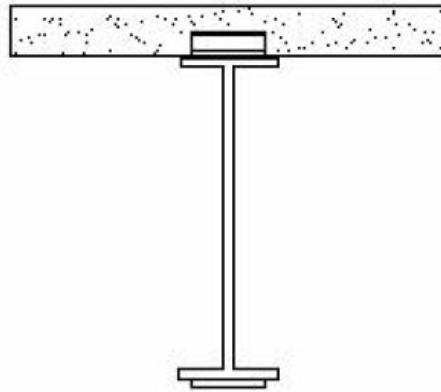


Ilustración 16 Ejemplo de vigas compuestas

En las vigas anteriores en ocasiones el eje neutro queda dentro de la losa, por lo cual la parte superior del eje neutro queda en compresión y la inferior en tensión, lo que provocaría que la parte que está en tensión de la losa se agriete, y con el paso del tiempo se deteriore. Para evitar este problema se le agrega una placa al patín inferior de la viga para que el eje neutro baje y pueda quedar en la unión de los elementos, para que de esta manera la viga trabaje totalmente a tensión y la losa de concreto a compresión, como se puede observar a continuación:

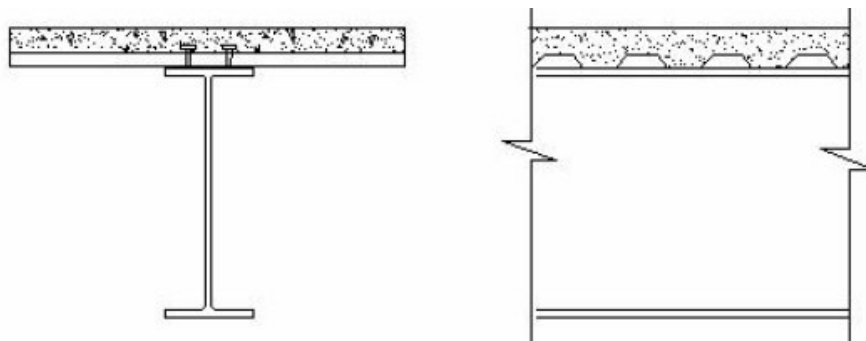
<sup>8</sup> (Marcelo Romo Proaño. Temas de Hormigón Armado, 2008)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



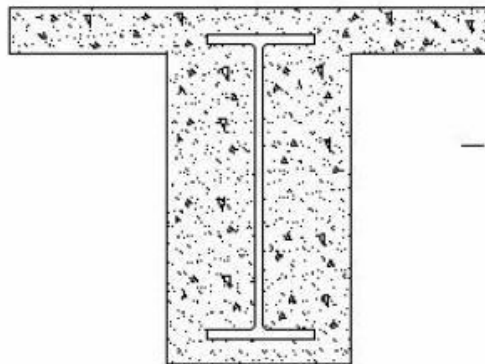


**Ilustración 17 Viga con cubre-placa**

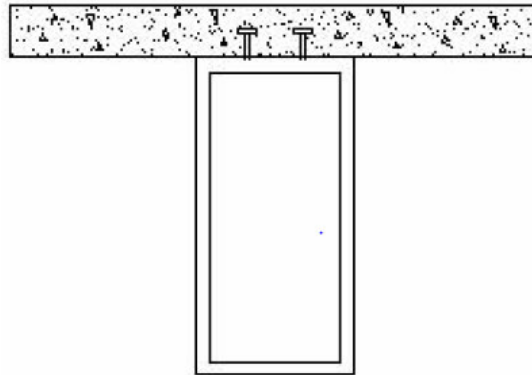
A continuación se muestran una serie de diferentes formas de vigas compuestas que suelen ser utilizadas en la construcción:



**Ilustración 18 Vigas con cubierta de acero troquelada**



**Ilustración 19 Viga embebida**



**Ilustración 20 Viga cajón**

**Procedimientos de construcción:** En el proceso de construcción del sistema de piso compuesto, para que se pueda considerar una acción compuesta, el concreto de la losa debe alcanzar por lo menos un 75% de su resistencia en compresión; antes de que se alcance la acción compuesta los pesos debidos a la losa, placa colaborante y otros que se puedan presentar, deben ser soportados por la viga de acero o los puntales.

La viga de acero se puede apuntalar antes de que soporte esas cargas, para que sean soportadas por los puntales y no por esta. Si no se apuntala las cargas son soportadas por la viga de acero, por lo que la viga debe resistir todas esas cargas incluyendo su peso propio.

- Apuntalamiento: antes de colarse el concreto, se colocan las vigas de acero; se apuntalan por debajo, posteriormente se cuela el concreto. Después de que el concreto alcanza su resistencia de diseño (75% de su resistencia a compresión), se quita el apuntalamiento, y la viga compuesta soporta los esfuerzos debidos a todas las cargas.
- Sin apuntalamiento: las vigas de acero, una vez colado el concreto, y sin la presencia de puntales que colaboren con el sostenimiento de éstas, deben resistir los esfuerzos causados por dicho concreto, la placa colaborante, su propio peso y otros que se puedan presentar durante la construcción; posteriormente cuando se alcance el 75% de su resistencia de compresión, la acción compuesta soporta los esfuerzos debidos a las cargas muertas y vivas que se presentaren durante la vida útil de la estructura.

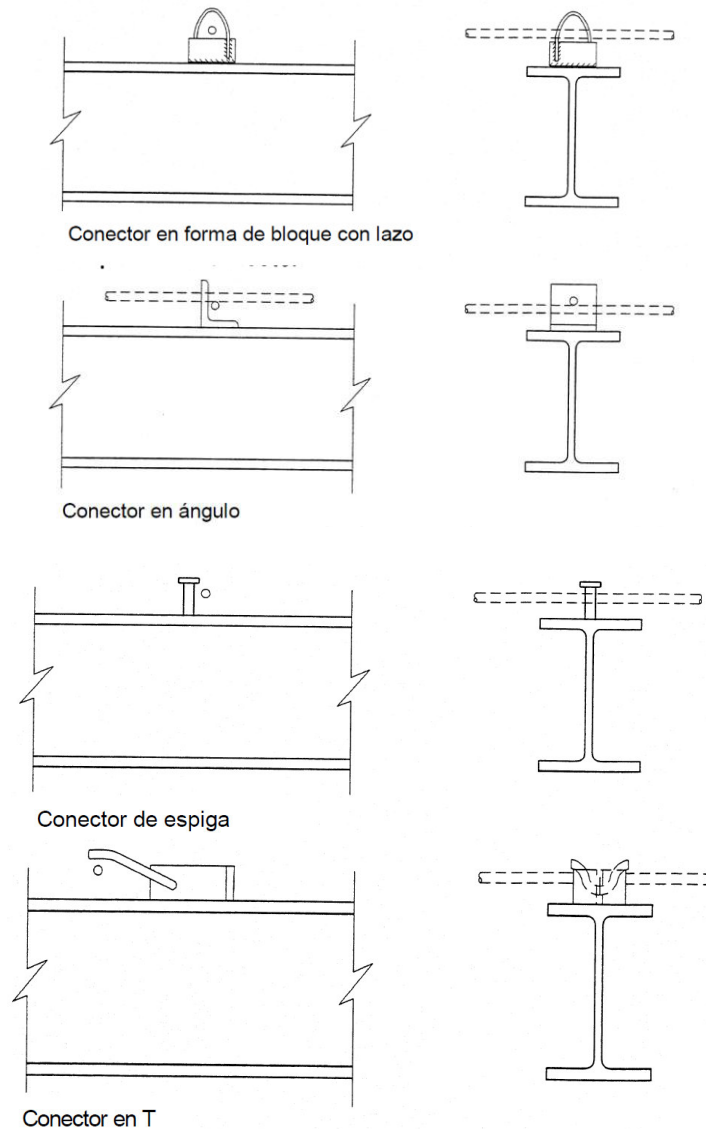
Como las cargas son mayores en vigas no apuntaladas que en vigas apuntaladas antes de que el concreto fragüe, esto provoca que los esfuerzos en la losa de concreto de la viga apuntalada sean mayores, y los esfuerzos en el acero sean menores. Pero la resistencia última de las vigas no depende de lo anterior.

La construcción apuntalada permite el uso de vigas más pequeñas en su sección, ya que la viga no tiene que soportar las cargas antes de que el concreto fragüe, lo cual permite ahorro en el acero en comparación con la construcción no apuntalada; sin embargo al no apuntalar las vigas puede compensarse este

aumento en la sección de acero con la posibilidad de llevar a cabo trabajos inmediatamente y una vez fundida la losa de concreto.

### 2.4.3 Conectores<sup>9</sup>

Se denominan así los elementos de unión que aseguran el trabajo conjunto de las secciones parciales de hormigón y acero estructural. Las primeras formas de conectores se soldaban en el taller, utilizando la convencional soldadura por arco.



**Ilustración 21 Ejemplos de conectores**

La unión establecida por la conexión, no sólo debe asegurar la capacidad frente a los esfuerzos rasantes, sino que debe impedir el posible despegue de la losa de hormigón respecto de las secciones metálicas; principalmente en los casos de

<sup>9</sup> (María Graciela Fratelli. Temas Especiales de Estructuras Metálicas, 2005)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



acciones dinámicas o de impacto, y cuando las cargas están aplicadas directamente sobre la sección de acero estructural.

Los conectores, dependiendo de sus características, pueden garantizar la igualdad prácticamente absoluta de las deformaciones de ambos materiales en la superficie de contacto, o permitir, con ligeros deslizamientos relativos, que la diferencia de deformaciones no sobrepase determinados límites.

En función de su grado de flexibilidad se dividen en:

- Conectores rígidos
- Conectores flexibles o semirrígidos
- Conectores deslizantes o muy flexibles

### **Conectores rígidos**

Los movimientos relativos de deslizamiento entre el hormigón y la sección metálica son muy pequeños aun estando próximas las acciones a la rotura de la conexión. Esta suele presentarse: por cizallamiento local o agrietamiento del hormigón que rodea el conector; por cizallamiento global de la losa en un plano paralelo al eje de la pieza; por rotura del medio de unión entre el conector y pieza metálica, normalmente soldadura; o por una combinación simultánea de estas causas.

La utilización de este tipo de conectores, resulta preferente en:

- Estructuras dimensionadas con arreglo a criterios elásticos estrictos, bien sea por sus características de forma, cargas, o trabajo; como por la elección de este sistema de análisis como más apropiado.
- Estructuras que requieran un margen muy estricto de deformaciones
- Sistemas con fuertes variaciones en los estados de carga o con acciones dinámicas o repetidas
- Sistemas en los que el trabajo como piezas compuestas se efectúa en un porcentaje medio o reducido, absorbiendo las secciones metálicas solas gran parte de las sollicitaciones totales.

Por el contrario su empleo debe radicalmente descartarse, en los casos de estructuras analizadas mediante criterios de estados límites últimos dominantes, o con redistribuciones notables de esfuerzos.

Los conectores rígidos, incluyen tanto las soluciones de transmisión por presión, adherencia y anclajes; como otras basadas en rozamiento, etc. Se dividen básicamente en:

- Tacos
- Anclajes
- Tornillos de alta resistencia



- Resinas

**Tacos.-** Conectores relativamente cortos y gruesos que transmiten los esfuerzos de unión directamente al hormigón por presión. Respecto a la sección de acero pueden estar soldados, roblonados o atornillados.

**Anclajes.-** Conectores formados por barras que transmiten los esfuerzos de unión por medio de ganchos, incluidos en el hormigón y soldados a la sección de acero estructural.

**Tornillos de alta resistencia.-** Conectores que transmiten los esfuerzos de unión por rozamiento entre el hormigón y el acero, estando sometidas las superficies de contacto de los materiales al esfuerzo de pretensado del tornillo, normal a dichas superficies.

**Resinas.-** Conexiones continuas efectuadas por aplicación de resinas epóxicas que unen directamente el hormigón al acero. Su empleo aislado no parece apropiado, pero podría contarse con su total capacidad incorporando algunos tornillos de alta resistencia a fin de evitar pérdidas de la unión por tensiones locales de tracción y despegue progresivo.

### **Conectores flexibles**

Con este tipo de conectores se producen, en las condiciones normales de trabajo, débiles deslizamientos relativos entre el acero y el hormigón de la sección, y de un orden relativamente elevado cuando las acciones sobre el conector se aproximan a las de rotura del mismo.

La rotura de estos tipos de conexión se produce, en general, por un conjunto de efectos: plasticidad local de zonas de hormigón y zonas del conector con fuertes deformaciones de éste, culminando bien en agrietamiento del hormigón o en colapso del metal del conector o de la base del soporte del mismo, y en muchas ocasiones combinación de todos ellos.

La utilización preferente de estas conexiones es adecuada en:

- Estructuras bajo cargas de tipo estático dimensionadas por métodos de estados límites y redistribución
- Estructuras dimensionadas con criterios elásticos pero en las que el control de las deformaciones no sea extremadamente estricto.
- Estructuras en las que no se efectúe un preciso estudio de las condiciones de retracción y fluencia, ya que este tipo de conexión garantiza en parte una redistribución apropiada de sus efectos.

Por el contrario, deben ser descartados, salvo que se elijan sistemas con un grado de flexibilidad medio o controlado:



- Cuando se emplean hormigones ligeros o muy deformables, ya que suelen crear hendiduras marcadas; salvo que la componente de presión supere a la de flexión.
- Cuando existen cargas predominantemente dinámicas o cíclicas de importancia.
- Cuando se presenten esfuerzos locales de gran importancia (pretensado), salvo que se combinen o adapten con otros tipos de conexión en tales zonas, o se densifique adecuadamente su espaciamiento.

Dentro de este tipo de conexiones se diferenciarán:

- Pernos y vástagos
- Espirales y bucles
- Perfiles y planos rigidizados

**Pernos y vástagos.-** Se incluyen en este grupo las piezas cuya unión con el material metálico base suele realizarse por procedimientos semiautomáticos, mediante la pistola de soldeo. Un arco eléctrico, creado entre el perno y la pieza metálica a la que se fija, funde el extremo inferior del perno y la zona de contacto de la pieza metálica.

**Espirales y bucles.-** Su unión con la pieza metálica se realiza mediante soldadura. La capacidad última de estos sistemas viene muy vinculada a la calidad de las soldaduras de unión, de difícil garantía, y debe establecerse en base a ensayos apropiados, entre los cuales el push-out puede ser difícil realizar por las dimensiones requeridas.

**Perfiles y planos rigidizados.-** Se incluyen en este grupo los elementos compuestos por perfiles soldados formando sistemas rigidizados: ángulos, tés, úes, etc.

### **Conectores deslizantes**

Empleando este tipo de conexión se producen grandes deslizamientos entre el hormigón y el acero, que deben ser incluidos en el cálculo. En general el sistema no llega a requerir la rotura del conector ya que cuentan con escalones de cedencia muy marcados que superan las necesidades requeridas por la estructura en agotamiento. Este escalón se considera como carga última admisible del conector.

En general, su empleo no es recomendable, salvo casos especiales en los que se pretenda cubrir una eventual situación o limitar la colaboración de zonas de la estructura a valores bien determinados.



Puede dividirse en:

- Ménsulas
- Celosías
- Bandas elásticas

**Ménsulas.-** Se denominan así, a conectores de cualquiera de los tipos flexibles antedichos, a los que se incorpora al hormigonar un elemento inerte separador entre el perfil metálico y el extremo superior del conector.

**Celosías.-** Está conformado por una celosía plana, situada en un plano paralelo a la directriz de la pieza compuesta, uno de cuyos cordones está unido al hormigón y el otro al acero estructural. El grado de deslizamiento de la conexión viene determinado por las características de las diagonales y de sus uniones con los cordones principales.

**Bandas elásticas.-** Se incorporan entre acero y hormigón bandas de materiales de tipo elastomérico adecuadamente pegadas. El espesor y el módulo de rigidez transversal del material permiten deducir analíticamente la elasticidad del medio continuo.

## 2.5 Propiedades de los materiales que componen las secciones compuestas

El hormigón es un material que se forma al mezclar apropiadamente cuatro componentes básicos: cemento, arena, grava y agua.

Las propiedades del hormigón dependen en gran medida de la calidad y proporciones de los componentes en la mezcla, y de las condiciones de humedad y temperatura, durante los procesos de fabricación y de fraguado. El hormigón es un material sumamente resistente a la compresión, pero extremadamente frágil y débil a solicitaciones de tracción. Para aprovechar sus fortalezas y superar sus limitaciones, en estructuras se utiliza el hormigón combinado ya sea con barras de acero o perfiles metálicos resistentes a la tracción.

### 2.5.1 Propiedades mecánicas del hormigón<sup>10</sup>

Para el diseño de estructuras de hormigón simple, de hormigón armado, de hormigón pre-esforzado, de hormigón con perfiles laminados en caliente de acero, de hormigón con perfiles soldados de acero, etc., se utilizan las propiedades mecánicas del hormigón endurecido. Entre las más importantes se tiene:

- Resistencia a la compresión
- Módulo de elasticidad
- Ductilidad

---

<sup>10</sup> (Marcelo Romo Proaño. Temas de Hormigón Armado, 2008)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández

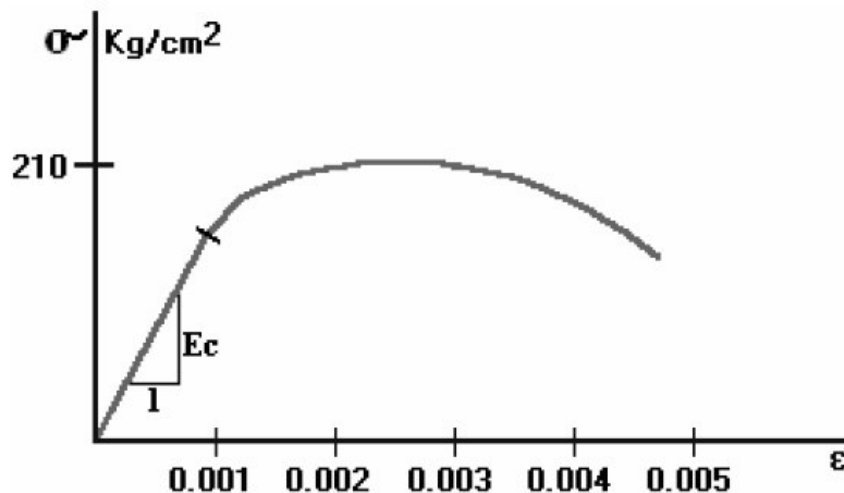


- Resistencia a la tracción
- Resistencia al corte
- Flujo Plástico

A continuación se dará una breve explicación de cada una de las propiedades antes señaladas.

**Resistencia a la compresión.-** La resistencia a la compresión de hormigones normales (210 - 280 Kg/cm<sup>2</sup>) y de mediana resistencia (350-420 Kg/cm<sup>2</sup>) está dominada por la relación agua/cemento (a menor relación agua/cemento mayor resistencia) y por el nivel de compactación (a mayor compactación mayor resistencia), pero también son factores importantes la cantidad de cemento (a mayor cantidad de cemento mayor resistencia) y la granulometría de los agregados (mejores granulometrías dan lugar a mayores resistencias). En hormigones de alta resistencia ( $f'c > 420$  Kg/cm<sup>2</sup>), a más de los factores antes mencionados, tiene especial importancia la resistencia del material constitutivo de los agregados (roca de origen), ya que este parámetro impone un tope máximo a la resistencia del concreto pues el modo de fisurarse, cuando se aproxima a la rotura, involucra fisuras de agregado que lo atraviesan, por lo que el hormigón jamás podrá alcanzar una resistencia superior a la de la roca de origen del agregado grueso.

**Módulo de elasticidad.-** La pendiente de la curva en el rango de comportamiento lineal recibe la denominación de **Módulo de Elasticidad** del material o **Módulo de Young**, que se simboliza "**Ec**"



**Ilustración 22 Esquema Gráfico del Módulo de Elasticidad**

El Módulo de Elasticidad puede calcularse mediante la siguiente expresión.





$$E_C = \frac{\sigma_{C,1}}{\varepsilon_{C,1}} \quad (C2.6)$$

También puede calcularse mediante la siguiente expresión:<sup>11</sup>

$$E_C = w_c^{1.5} 0.043 \sqrt{f'_c} \text{ en MPa}^{12} ; \text{ para valores de } W_c \text{ comprendidos entre } 1500 \text{ y } 2500 \text{ kg/m}^3$$

Para concreto de densidad normal<sup>13</sup>,  $E_c$  puede tomarse como  $E_C = 4700 \sqrt{f'_c}$  Mpa.

Donde:

$E_c$ : Módulo de elasticidad del hormigón.

$f'_c$ : Resistencia a la compresión del hormigón medida.

$W_c$ : densidad de concreto

**Ductilidad.-** Si se define como ductilidad de un material a la capacidad que tiene para continuar deformándose no linealmente a pesar de que los incrementos de carga sean mínimos, nulos e inclusive si existe una disminución de la carga, una medida cuantitativa de esa ductilidad sería el cociente entre la deformación de rotura y la deformación máxima con comportamiento lineal elástico.<sup>14</sup>

$$D_d = \frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_e} \quad (C2.7)$$

Donde:

$D_d$ : Índice de ductilidad por deformación

$\varepsilon_u$ : Deformación unitaria de rotura

$\varepsilon_e$ : Deformación unitaria elástica máxima

Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Índice de Ductilidad por Deformación
210	4.5 – 6.0
280	3.5 – 4.5
350	3.0 – 3.5
420	2.5 – 3.0
630	2.0 – 2.5
840	1.5 – 2.0

**Tabla 1 Ductilidad vs Resistencia a la compresión**

<sup>11</sup> (American Concrete Institute. ACI 318-11, 2011)

<sup>12</sup>  $0.136 w_c^{1.5} \sqrt{f'_c}$  en kgf/cm<sup>2</sup> de acuerdo al (American Institute of Steel Construction. AISC 360-10, 2010)

<sup>13</sup> (American Concrete Institute. ACI 318-11, 2011)

<sup>14</sup> (Marcelo Romo Proaño. Temas de Hormigón Armado, 2008)



**Resistencia a la tracción<sup>15</sup>.**- El hormigón es un material ineficiente resistiendo cargas de tracción; comparativamente esta resistencia representa hasta un 10% de su capacidad a la compresión. Es por ello que en el hormigón armado los esfuerzos de tracción son absorbidos por el acero de refuerzo.

La siguiente expresión determina un valor aproximado del esfuerzo máximo de tracción “ $f_t$ ” que puede soportar el hormigón.

$$f_{ct} = \lambda 0,56 \sqrt{f'_c} \quad (C2.8)$$

Donde:

$f_{ct}$ : Resistencia promedio a la tracción del hormigón, en MPa.

$f'_c$ : Resistencia a la compresión del hormigón medida en MPa.

$\lambda$ : Factor de resistencia a la tracción del concreto (1: para concreto de peso normal; 0,85: para concreto de peso liviano)

**Resistencia al corte<sup>16</sup>.**- Debido a que las fuerzas cortantes se transforman en tracciones diagonales, la resistencia al corte del hormigón “ $v_c$ ”, en elementos no preesforzados, tiene órdenes de magnitud y comportamiento similares a la resistencia a la tracción.

Como expresión para la resistencia al corte del concreto en elementos no preesforzados, se puede anotar:

$$v_c = 0.17 \lambda \sqrt{f'_c} b_w d \quad (C2.9)$$

Donde:

$V_c$ : Resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto, en N.

$f'_c$ : Resistencia a la compresión del hormigón, en MPa.

$b_w$ : ancho del alma, espesor del muro o diámetro de la sección circular en mm.

$d$ : Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción, en mm.

$\lambda$ : Factor de resistencia a la tracción del concreto (1: para concreto de peso normal; 0,85: para concreto de peso liviano)

**Flujo Plástico.**- Cuando se somete al hormigón a cargas de larga duración, el material tiene una deformación instantánea en el momento inicial de la carga y una deformación adicional a largo plazo como producto del flujo plástico del hormigón.

<sup>15</sup> (American Concrete Institute. ACI 318-11, 2011)

<sup>16</sup> (American Concrete Institute. ACI 318-11, 2011)



La deformación a largo plazo depende de la resistencia del hormigón, y es comparativamente mayor cuando se utilizan hormigones de menor resistencia. En el caso de los hormigones entre 210 y 280 Kg/cm<sup>2</sup> la deformación diferida es aproximadamente 2.2 veces mayor que la deformación instantánea. El fenómeno del flujo plástico se produce por la migración de las partículas de agua que no alcanzan a combinarse con el cemento, y que debido a las altas presiones se mueven por las micro-porosidades del hormigón.

## 2.5.2 Propiedades mecánicas del acero estructural<sup>17</sup>

El acero es una aleación basada en hierro, que contiene carbono y pequeñas cantidades de otros elementos químicos metálicos. Generalmente el carbono representa entre el 0.5% y el 1.5% de la aleación.

El acero estructural, según su forma, se clasifica en:

- **PERFILES ESTRUCTURALES:** Los perfiles estructurales son piezas de acero laminado cuya sección transversal puede ser en forma de I, H, T, canal o ángulo, entre otras.
- **BARRAS:** Las barras de acero estructural son piezas de acero laminado, cuya sección transversal puede ser circular, hexagonal o cuadrada en todos los tamaños.
- **PLANCHAS:** Las planchas de acero estructural son productos planos de acero laminado en caliente.

El acero utilizado en estructuras es un material apto para resistir solicitaciones de tracción, lo que lo convierte en el componente ideal para combinarse técnicamente con el hormigón simple, con el que conforma el hormigón armado y el hormigón pre-esforzado.

La descripción más completa de las propiedades mecánicas de los aceros (propiedades utilizadas en el diseño estructural) se la realiza mediante sus curvas esfuerzo – deformación bajo cargas de tracción, las mismas que varían dependiendo de la composición química del material y de sus procesos de fabricación.

**Rango de comportamiento elástico.-** Es el rango de esfuerzos, a partir de la carga nula, en que el acero se deforma por cargas de tracción, pero cuando se retira tal carga recupera su geometría inicial. En la curva esfuerzo – deformación ese rango coincide con la recta que parte desde el punto de esfuerzo y deformación nulos.

---

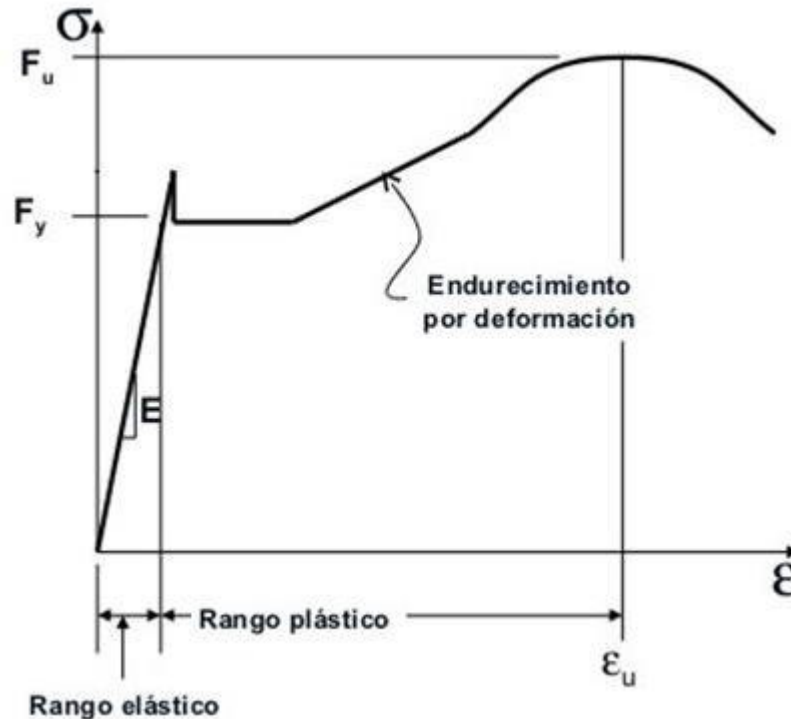
<sup>17</sup> (Marcelo Romo Proaño. Temas de Hormigón Armado, 2008)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



**Esfuerzo de fluencia.-** Se define como el esfuerzo bajo el cual el acero continúa deformándose sin necesidad de incrementar las cargas de tracción. En el diagrama esfuerzo – deformación de los aceros tradicionales, la fluencia coincide con una recta horizontal (o casi horizontal), a continuación del rango elástico y de un pequeño tramo de transición. El esfuerzo asociado se identifica como “**F<sub>y</sub>**”.

**Resistencia a la rotura.-** Es el mayor esfuerzo que puede soportar el acero, previo al proceso de colapso del material. Dentro del diagrama esfuerzo-deformación del material el inicio del colapso queda identificado mediante el punto de mayor ordenada, que se representa “**F<sub>u</sub>**”.

El esfuerzo de rotura es siempre superior al esfuerzo de fluencia, para todo tipo de acero estructural.



**Ilustración 23 Curva idealizada esfuerzo-deformación del acero**

**Módulo de elasticidad.-** Es la pendiente de la recta que identifica al rango elástico de comportamiento de los materiales, y en el caso del acero se representa “**E<sub>s</sub>**”.

Numéricamente el módulo de elasticidad es el cociente entre el esfuerzo y la deformación unitaria dentro del rango elástico.



$$E_s = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (C2.10)$$

Básicamente se puede asumir por módulo de Elasticidad para todos los aceros el valor de  $E_s = 2'100.000 \text{ kg/cm}^2$

**Ductilidad.-** La ductilidad por deformación de los aceros estructurales utilizados en hormigón armado fácilmente supera el valor de diez. Los aceros de alta resistencia empleados en hormigón pre-esforzado tienen una ductilidad limitada, del orden de tres a cinco.

$$D_d = \frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_y} \quad (C2.11)$$

Donde:

$D_d$ : Índice de ductilidad por deformación

$\varepsilon_u$ : Deformación unitaria de rotura

$\varepsilon_y$ : Deformación unitaria de inicio de fluencia

## 2.6 Resistencia por flexión<sup>18</sup>

El ancho efectivo de la losa de concreto es la suma de los anchos efectivos a cada lado del eje de la viga, cada uno de los cuales no puede exceder:

- Un octavo de la luz de la viga, medida centro a centro de los apoyos;
- Un medio de la distancia al eje de la viga adyacente;
- La distancia al borde de la losa.

Cuando el método constructivo se llevará a cabo sin apuntalamiento, se debe garantizar que la sección de acero sola debe tener la resistencia suficiente para soportar todas las cargas aplicadas antes que el concreto obtenga el 75% de su resistencia especificada  $f_c$ .

Para regiones de momento positivo la resistencia de diseño por flexión  $\phi M_n$  se determina como sigue:

**2.6.1** Si el alma de la viga de acero es compacta, es decir, si  $\frac{h}{tw} \leq 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ ,  $M_n$  se

calcula con la distribución plástica de esfuerzos de la sección compuesta.

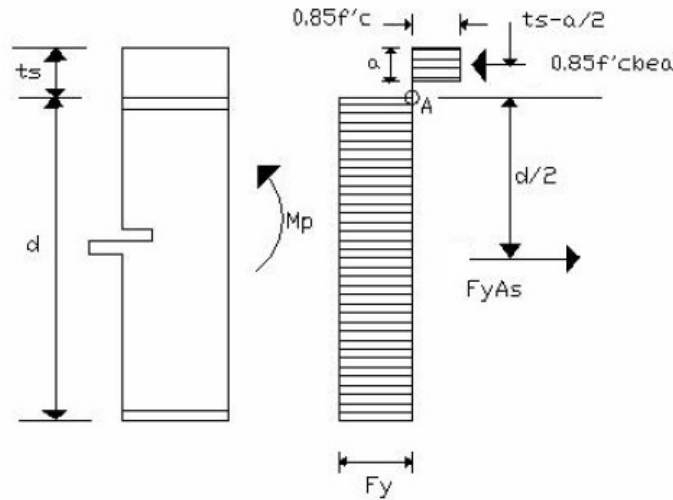
Donde se considera que la sección de acero se ha plastificado totalmente, y un esfuerzo uniforme de compresión en la losa de concreto igual a  $0.85f_c$ , también se considera que la parte de la losa que está en tensión no soporta esfuerzos.

El eje neutro plástico puede presentarse en el espesor de la losa de concreto, en el patín superior de la viga de acero y en el alma de la viga de acero.

<sup>18</sup> (American Institute of Steel Construction. AISC 360-10, 2010)

### Eje neutro en la losa de concreto:

La fuerza de compresión resultante en la losa es  $0,85f'_c b_e a$  y actúa a una distancia de  $a/2$  desde la parte superior de la losa y la fuerza de tensión resultante en el acero es  $F_y A_s$  la misma que actúa en el centroide de la viga de acero.



**Ilustración 24 Eje neutro en la losa de concreto**

Por equilibrio se tiene:

$$F_y A_s = 0,85 f'_c b_e a \quad (C2.12)$$

Despejando  $a$ :

$$a = \frac{A_s F_y}{0,85 f'_c b_e} \quad (C2.13)$$

Si el eje neutro cae en el espesor de la losa, es decir que  $a \leq t_s$

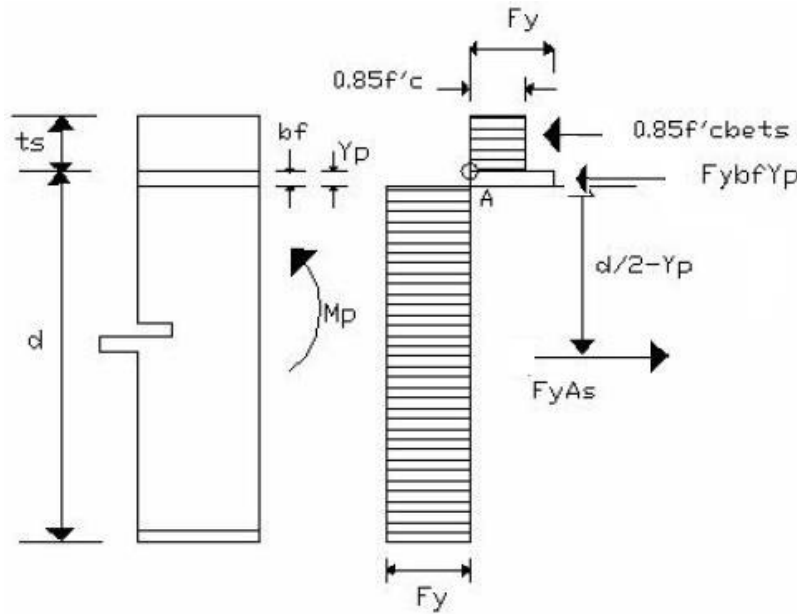
La capacidad por momento plástico  $M_p$  es igual a  $F_y A_s$  o  $0,85 f'_c b_e a$  multiplicado por la distancia que hay entre sus puntos de aplicación.

$$M_p = F_y A_s \left[ \frac{d}{2} + \left( t_s - \frac{a}{2} \right) \right] = 0,85 f'_c b_e a \left[ \frac{d}{2} + \left( t_s - \frac{a}{2} \right) \right] \quad (C2.14)$$

### Eje neutro en el patín superior de la viga de acero



La fuerza resultante de compresión es  $0,85f'_c b_e t_s + F_y b_f Y_p$ , y la fuerza de tensión correspondiente en el acero es  $F_y(A_s - b_f Y_p)$



**Ilustración 25 Eje neutro en el patín superior de la viga de acero**

Por equilibrio:

$$0.85f'_c b_e t_s + F_y b_f Y_p = F_y (A_s - b_f Y_p) \quad (C2.15)$$

$$0.85f'_c b_e t_s + 2F_y b_f Y_p = F_y A_s \quad (C2.16)$$

$Y_p = \frac{F_y A_s - 0.85f'_c b_e t_s}{2F_y b_f}$ , este da la posición del eje neutro plástico tomado desde la parte superior del patín

El eje neutro cae en el espesor del patín si  $0 \leq Y_p \leq t_s$ .

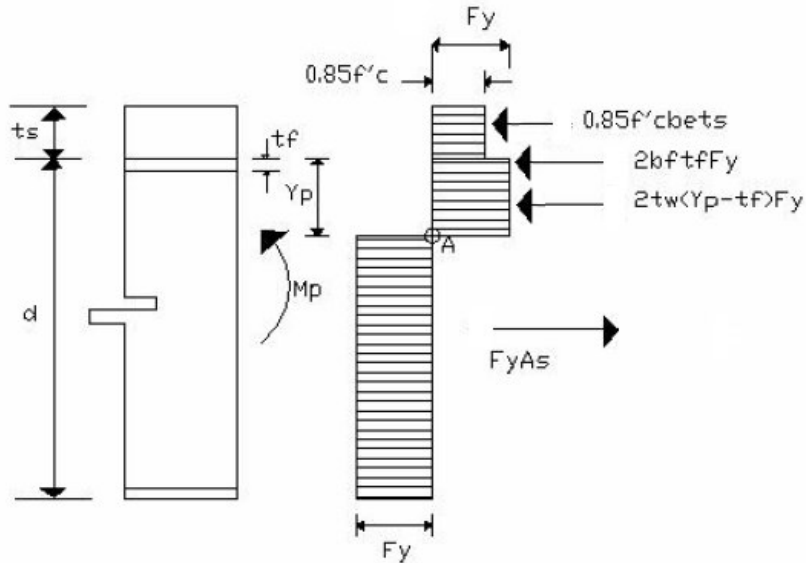
La capacidad por momento plástico  $M_p$  se obtiene tomando momentos en el punto A:

$$M_p = 0.85f'_c b_e t_s \left( Y_p + \frac{t_s}{2} \right) + 2F_y b_f Y_p \left( \frac{Y_p}{2} \right) + F_y A_s \left( \frac{d}{2} - Y_p \right) \quad (C2.17)$$

### Eje neutro en el alma de la viga de acero



La fuerza de compresión resultante es  $0.85f'_c b_e t_s + F_y b_f t_f + F_y t_w (Y_p - t_f)$  y la fuerza en tensión es  $F_y (A_s - F_y b_f t_f - t_w (Y_p - t_f))$



**Ilustración 26 Eje neutro en el alma de la viga de acero**

Por equilibrio:

$$0.85f'_c b_e t_s + 2F_y b_f t_f + 2t_w (Y_p - t_f) = F_y A_s \quad (C2.18)$$

Despejando  $Y_p$ :

$$Y_p = t_f + \left[ \frac{A_s}{2t_w} - \frac{b_f t_f}{t_w} - \frac{0.85f'_c b_e t_s}{2F_y t_w} \right], \text{ tomado desde la parte superior del patín de la viga de acero.}$$

La capacidad por momento plástico  $M_p$ , se hace tomando momentos de acuerdo al punto A:

$$M_p = 0.85f'_c b_e t_s \left( Y_p + \frac{t_s}{2} \right) + 2F_y b_f t_s \left( Y_p - \frac{t_f}{2} \right) + F_y t_w (Y_p - t_f)^2 + F_y A_s \left( \frac{d}{2} - Y_p \right) \quad (C2.19)$$

Por lo tanto si  $A_s F_y$  es menor que  $0.85f'_c A_c$  el eje neutro plástico cae en la losa y si es en forma contraria el eje neutro plástico cae en el acero. Para secciones parcialmente compuestas donde  $\Sigma Q_n$  es menos que  $A_s F_y$  el eje neutro plástico estará en la sección de acero y si cae en el patín se puede determinar con la expresión correspondiente.





**2.6.2** Si el alma de la viga no es compacta, es decir  $\frac{h}{tw} > 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ ,  $M_n$  se calcula

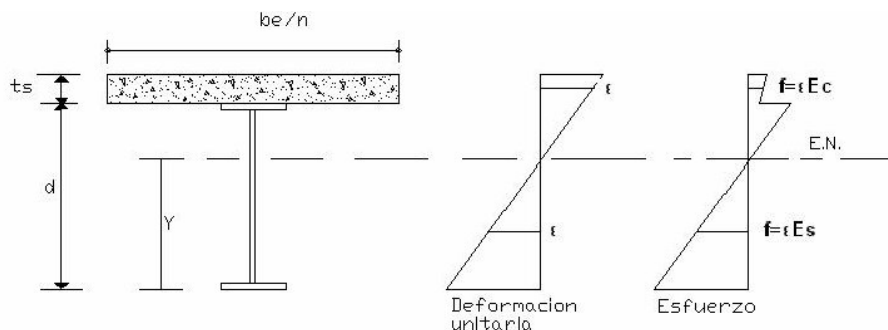
con la distribución elástica de esfuerzos, considerando los efectos de apuntalamiento. donde el esfuerzo es proporcional a la deformación unitaria, y las deformaciones en el acero y en el concreto son proporcionales a la distancia del eje neutro, en donde el esfuerzo de tensión o compresión del acero es igual a la deformación por  $E_s \leq F_y$  y el esfuerzo a compresión del concreto es igual a la deformación por  $E_c \leq 0.85 f'_c$ .

El ancho del concreto se transforma en una sección equivalente de acero reducida al ancho efectivo de la losa entre la relación modular,  $b_e/n$ , donde la relación modular  $n = E_s/E_c$ ; entonces, se necesitan  $n \text{ cm}^2$  de concreto para resistir el mismo esfuerzo total que  $1 \text{ cm}^2$  de acero.

En este análisis son posibles dos distribuciones de esfuerzos, uno es cuando el eje neutro está en la viga de acero y el otro cuando el eje neutro está en la losa de concreto.

### Eje neutro en la viga de acero

La viga de acero se supone simétrica. El eje neutro se determina tomando un momento estático respecto a la base:



**Ilustración 27 Eje neutro en la viga de acero**

$$Y \left( A_s + \frac{t_s * b_e}{n} \right) = \frac{A_s d}{2} + \frac{t_s b_e}{n} \left( d + \frac{t_s}{2} \right) \quad (C2.20)$$

Despejando Y:



$$Y = \frac{\frac{A_s d}{2} + \frac{t_s b_e}{n} \left( d + \frac{t_s}{2} \right)}{\left( A_s + \frac{t_s b_e}{n} \right)} \quad (C2.21)$$

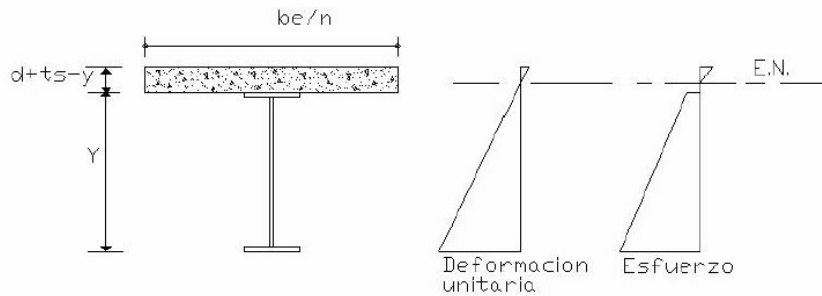
Si  $Y \leq d$ , el eje neutro se encuentra en el acero, esto se da cuando  $A_s d \geq t_s^2 \frac{b_e}{n}$

Una vez localizado el eje neutro se calcula el momento de inercia transformado:

$$I_{tr} = I_s + A_s \left( Y - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{b_e t_s^3}{12n} + \frac{b_e t_s}{n} \left( d + \frac{t_s}{2} - Y \right)^2 \quad (C2.22)$$

### Eje neutro en el concreto

Se toman momentos estáticos respecto a la base



**Ilustración 28 Eje neutro en el concreto**

$$Y \left[ A_s + \frac{b_e}{n} (d + t_s - Y) \right] = \frac{A_s d}{2} + \frac{b_e}{n} (d + t_s - Y) \left( d + t_s - \frac{d + t_s - Y}{2} \right) \quad (C2.23)$$

De donde se despeja Y:

$$y = \frac{A_s n}{b_e} + d + t_s - \frac{A_s n}{b_e} \left( \sqrt{1 + \frac{b_e (d + 2t_s)}{A_s n}} \right) \quad (C2.24)$$

Calculando el momento de inercia transformado respecto al eje neutro se tiene:

$$I_{tr} = I_s + A_s \left( Y - \frac{d}{2} \right)^2 + \frac{b_e (d + t_s - y)^3}{3n} \quad (C2.25)$$

El esfuerzo máximo de flexión se presenta en la parte inferior del acero para los dos casos, de la siguiente forma:



Para la parte superior del acero:

$$f_{st} = \frac{M_u (d - y)}{I_{tr}} \leq \phi_b F_y = 0.9 F_y \quad (C2.26)$$

El esfuerzo máximo de flexión de la losa de concreto se presenta en su parte superior, así:

$$f_c = \frac{M_u (d + t_s - y)}{n I_{tr}} \leq \phi_b * 0.85 f'_c = 0.9 (0.85 f'_c) \quad (C2.27)$$

Por lo que, las dos limitaciones para la resistencia a la flexión son los esfuerzos máximos del acero y del concreto, es decir que la resistencia a la flexión de la sección compuesta es el valor menor de las siguientes expresiones:

$$M_u \leq \phi_b M_n = \phi_b S_{tr,t} F_y \quad (C2.28)$$

Donde  $S_{tr,t} = \frac{I_{tr}}{y}$ , módulo de sección elástico referido al lado de tensión.

$$M_u \leq \phi_b M_n = \phi_b n S_{tr,c} (0.85 f'_c) \quad (C2.29)$$

Donde  $S_{tr,c} = \frac{I_{tr}}{d + t_s - y}$ , módulo de sección elástico referido al lado de compresión.

Si las vigas no tienen el soporte lateral adecuado para evitar que el patín de compresión se pandee local o lateral-torsionante, se debe reducir la resistencia por flexión de la viga, ya que ésta depende en parte de la longitud no soportada y de la relación ancho-espesor del alma, como del patín. Si el soporte lateral es inadecuado, la resistencia por momento es limitada por el pandeo lateral torsionante.

### Resistencia para flexión negativa<sup>19</sup>

La resistencia de diseño para flexión negativa,  $\phi_b M_n$ , debe ser determinada solo para la sección de acero sola, de acuerdo a los requisitos del Capítulo F del AISC. Alternativamente, la resistencia de flexión negativa debe ser determinada a partir de una distribución de tensiones plásticas en la sección compuesta, para el estado límite de fluencia (momento plástico), con

$$\phi_b = 0.90 \text{ (LRFD)}$$

<sup>19</sup> (American Concrete Institute. ACI 318-11, 2011)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



Bajo la suposición que:

- La viga de acero es compacta y está debidamente arriostrada.
- La losa está vinculada a la viga de acero en la región de momento negativo mediante conectores de corte.
- El refuerzo de losa paralelo a la viga de acero se desarrolla apropiadamente dentro del ancho efectivo de la losa.

A continuación se colocaran ciertas especificaciones que deben tener las vigas compuestas con placas colaborantes de acero<sup>20</sup>.

- La altura nominal del nervio no debe ser mayor que 75mm. El ancho promedio del nervio de concreto  $w_f$ , no debe ser menor que 50mm, y para efectos de cálculo no mayor que la distancia libre al borde superior de la placa colaborante.
- La losa de concreto debe ser conectada a la viga de acero con conectores de corte soldados de 19mm de diámetro o menor. Los conectores de corte pueden ser soldados a través de la placa colaborante de acero o pueden soldarse directamente a la sección de acero. Luego de su instalación, deben extenderse no menos que 38mm por sobre el borde superior de la placa colaborante de acero y debe haber por lo menos 13mm de recubrimiento de concreto por sobre la cabeza de los espárragos instalados.
- El espesor de losa por sobre la placa colaborante de acero no debe ser menor que 50mm.
- La placa colaborante de acero debe quedar anclada a todos los miembros soportantes con un espaciamiento que no debe exceder 460mm. Tal anclaje debe ser realizado mediante conectores de corte.

### **Conectores de corte.-**

- **Transferencia de Carga para momento positivo.**

El corte horizontal total en la interfase entre la viga de acero y la losa de concreto debe suponerse que es transferida por conectores de corte. Para la acción colaborante con concreto solicitado en compresión por flexión, el corte horizontal total,  $V'$ , entre el punto de máximo momento positivo y el punto de momento cero debe ser determinado como el menor valor de acuerdo a lo siguiente:

- Para el estado límite de aplastamiento del concreto

$$V' = 0,85 f_c' A_c \quad (C2.30)$$

<sup>20</sup> (American Institute of Steel Construction. AISC 360-10, 2010)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



- Para el estado límite de fluencia en tracción de la sección de acero

$$V' = F_y A_s \quad (C2.31)$$

- Para el estado límite de resistencia del conector de corte

$$V' = \Sigma Q_n \quad (C2.32)$$

Donde

- $A_c$  = área de la losa de concreto dentro del ancho efectivo.
- $A_s$  = área de la sección de acero
- $\Sigma$  = suma de las resistencias nominales de los conectores de corte entre el punto de máximo momento positivo y el punto de momento cero.

- o **Transferencia de Carga para momento negativo.**

Para vigas compuestas continuas donde el refuerzo de acero longitudinal en la región de momentos negativos se considera que actúa en colaboración con la viga de acero, el corte horizontal total entre el punto de máximo momento negativo y el punto de momento cero debe ser determinado como el menor valor de acuerdo con los siguientes estados límite:

- Para el estado límite de fluencia en tracción del refuerzo de losa

$$V' = F_{yr} A_{sr} \quad (C2.33)$$

Donde

- $A_r$  = área de refuerzo de acero longitudinal debidamente desarrollado dentro del ancho efectivo de la losa de concreto.
- $F_{yr}$  = tensión de fluencia mínima del acero de refuerzo.

- Para el estado límite de resistencia del conector de corte

-

$$V' = \Sigma Q_n \quad (C2.34)$$

- o **Resistencia de Conectores de Corte tipo Espárrago.-**

La resistencia nominal de un conector de corte tipo espárrago embebido en concreto sólido o en una losa compuesta debe ser determinada como:

$$Q_n = 0,5 A_{sc} \sqrt{f'_c E_c} \leq R_g R_p A_{sc} F_u \quad (C2.35)$$

donde:



$A_{sc}$	=	área de la sección transversal del espárrago de corte, $cm^2$
$E_c$	=	módulo de elasticidad del concreto
$F_u$	=	resistencia mínima a tracción especificada de un espárrago de corte, $kgf/cm^2$
$R_g$	=	1,0
	-	Para un espárrago soldado en un nervio de la placa colaborante orientada perpendicularmente al perfil de acero;
	-	Para cualquier número de espárragos soldados en una fila directamente al perfil de acero;
	-	Para cualquier número de espárragos soldados en una fila a través de la placa colaborante paralelamente al perfil de acero y con una razón ancho promedio a profundidad del nervio $\geq 1,5$
	=	0,85
	-	Para dos espárragos soldados en un nervio de la placa colaborante orientada perpendicularmente al perfil de acero;
	-	Para un espárrago soldado a través de la placa colaborante orientada paralelamente al perfil de acero y con una razón ancho promedio a profundidad del nervio $< 1,5$
	=	0,70
	-	Para tres o más espárragos soldados en un nervio de la placa colaborante orientada perpendicularmente al perfil de acero.
$R_p$	=	1,0
	-	Para espárragos soldados directamente al perfil de acero (no existe placa colaborante) y teniendo un detallamiento de nervios con no más de 50% del ala superior cubierta por el cierre de la losa de concreto.
	=	0,75
	-	Para espárragos soldados en una losa compuesta con placa colaborante orientada perpendicularmente a la viga y con $e_{md-ht} \geq 50mm$ ;
	-	Para espárragos soldados a través de la placa colaborante, o la plancha de acero usado como material de relleno en vigas, y embebidas en una losa compuesta con placa colaborante orientada paralela a la viga.
	=	0,6
	-	Para espárragos soldados en una losa compuesta con placa colaborante orientada perpendicularmente a la viga y con $e_{md-ht} < 50mm$
$e_{md-ht}$	=	distancia desde el borde del espárrago hasta el alma de la placa colaborante, mitad a media altura del nervio de la placa, y en la dirección de carga del conector, cm.
$W_c$	=	peso del concreto por unidad de volumen, $kg/m^3$



## 2.7 Deflexiones

### 2.7.1 Deflexiones a largo plazo por flujo plástico

El flujo plástico es la variación de la deformación causada por cargas o esfuerzos constantes a través del tiempo.

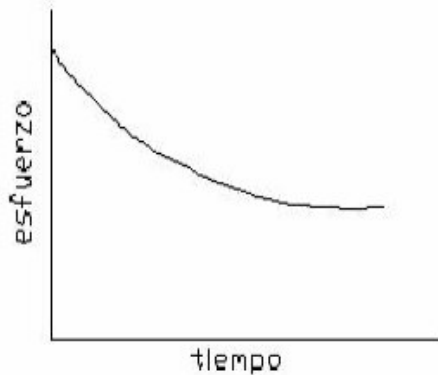
La relajación de esfuerzos es la pérdida o disminución de esfuerzos causados por una deformación constante a través del tiempo.

En la figura a continuación, se muestra la forma básica de las curvas de flujo plástico: al aplicar la carga se produce una deformación instantánea del concreto, seguida de deformaciones adicionales dependientes del tiempo.



**Ilustración 29 Curva de flujo plástico (carga o esfuerzo constante)**

La relajación de esfuerzos es la disminución de estos bajo deformación constante, mostrándose en la siguiente figura la curva típica.



**Ilustración 30 Curva de relajación de esfuerzos (deformación constante)**



## 2.7.2 Deflexiones de vigas compuestas

Las deflexiones de una viga compuesta son menores que una viga no compuesta, ya que la primera tiene mayor momento de inercia de la sección transformada y por ende mayor rigidez; la deflexión de la sección compuesta es del orden del 35 al 55% de la de una no compuesta. Para el cálculo de las deflexiones se emplean las fórmulas del análisis elástico y como la deflexión es un estado límite de servicio, no de resistencia, se calculan con las cargas de servicio.

Las deflexiones causadas por las cargas aplicadas antes de que el concreto fragüe, deben calcularse con el momento de inercia del perfil de acero.

Para la deflexión causada por cargas vivas y para la deflexión inicial causada por las cargas muertas aplicadas cuando la losa actúa en forma compuesta con la viga de acero se calcula el momento de inercia de la sección transformada calculado con la relación modular  $n$ .

Para deflexiones a largo plazo causadas por cargas muertas aplicadas en la acción compuesta se emplea el momento de inercia de la sección transformada con la relación modular según el AISC de  $2n$ , para considerar los efectos de flujo plástico y relajación de esfuerzos. La relación modular incrementada se utiliza para reducir el área de concreto en la sección transformada que reduce el momento de inercia, y aumenta la deflexión.

## 2.7.3 Deflexión en vigas embebidas

El AISC permite el cálculo de las deflexiones de las vigas embebidas utilizando cualquier método de mecánica estructural. Para el cálculo de las deflexiones se puede utilizar el momento de inercia empleado para el diseño por momento positivo, debiendo despreciarse el concreto en la zona de tensión.

## 2.8 Resistencia de columnas compuestas cargadas axialmente

Existen un sinnúmero de variables que resultan en dificultar el desarrollo de una fórmula teórica para el diseño de columnas compuestas, entre los principales pueden nombrarse que el hormigón no es tan homogéneo como el acero, así como el módulo de elasticidad del concreto varía con el tiempo y bajo la acción de cargas de larga duración o permanentes, la cantidad de agrietamiento por flexión en el concreto varía a lo largo de la altura de la columna, etc. Por estas razones existen un conjunto de fórmulas empíricas para el diseño de columnas compuestas.

### Columnas embebidas<sup>21</sup>.-

El AISC diferencia el diseño tanto para columnas embebidas como para rellenas de hormigón. La resistencia de diseño de compresión,  $\phi_c P_n$  de una columna

<sup>21</sup> (American Concrete Institute. ACI 318-11, 2011)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández





compuesta embebida cargada axialmente debe ser determinada para el estado límite de pandeo por flexión basado en la esbeltez de la columna como sigue:

$$\phi_c = 0,75 \text{ (LRFD)}$$

a) Cuando  $\frac{P_{no}}{P_e} \leq 2.25$

$$P_n = P_o \left[ 0.658 \left( \frac{P_o}{P_e} \right) \right] \quad (C2.36)$$

b) Cuando  $\frac{P_{no}}{P_e} > 2.25$

$$P_n = 0.877 P_e \quad (C2.37)$$

donde

$$P_{no} = A_s F_y + A_{sr} F_{yr} + 0.85 A_c f'_c \quad (C2.38)$$

$$P_e = \pi^2 (EI_{eff}) / (KL)^2 \quad (C2.39)$$

y donde

- $A_s$  = área de la sección de acero,  $\text{cm}^2$
- $A_c$  = área de concreto,  $\text{cm}^2$
- $A_{sr}$  = área de refuerzo continuo de barras,  $\text{cm}^2$
- $E_c$  = módulo de elasticidad del concreto,  $\text{kgf/cm}^2$
- $E_s$  = módulo de elasticidad del acero,  $\text{kgf/cm}^2$
- $f'_c$  = resistencia a compresión del concreto,  $\text{kgf/cm}^2$
- $F_y$  = tensión de fluencia mínima especificada de la sección de acero,  $\text{kgf/cm}^2$
- $F_{yr}$  = tensión de fluencia mínima especificada de las barras de refuerzo,  $\text{kgf/cm}^2$
- $I_c$  = momento de inercia de la sección de concreto,  $\text{cm}^4$
- $I_s$  = momento de inercia del perfil de acero,  $\text{cm}^4$
- $I_{sr}$  = momento de inercia de las barras de refuerzo,  $\text{cm}^4$
- $K$  = factor de longitud efectiva
- $L$  = longitud no arriostrada lateralmente del miembro,  $\text{cm}$
- $w_c$  = peso del concreto por unidad de volumen,  $\text{kgf/m}^3$

donde



$$E_{\text{eff}} = \text{rigidez efectiva de la sección compuesta, kgf/cm}^2$$

$$E_{\text{eff}} = E_s I_s + 0.5 E_s I_{sr} + C_1 E_c I_c$$

donde

$$C_1 = 0.1 + 2 \left( \frac{A_s}{A_c + A_s} \right) \leq 0,3 \quad (\text{C2.40})$$

La resistencia disponible de tracción en columnas compuestas embebidas cargadas axialmente debe ser determinada por el estado límite de fluencia, así:

$$P_n = A_s F_y + A_{sr} F_{yr} \quad (\text{C2.41})$$

con

$$\phi_t = 0.90 \text{ (LFRD)}$$

Como detalles adicionales debe indicarse que las columnas compuestas embebidas deberán llevar por lo menos cuatro barras continuas de refuerzo longitudinal. El refuerzo transversal debe tener un espaciamiento mínimo de 16 veces el diámetro de barra longitudinal, 28 veces el diámetro de amarra, o 0,5 veces la dimensión menor de la sección compuesta. Debe disponerse un recubrimiento mínimo de 38mm.

### **Columnas rellenas.-**

La resistencia de compresión de diseño,  $\phi_c P_n$  de una columna compuesta rellena cargada axialmente debe ser determinada para el estado límite de pandeo por flexión basado en lo anota para secciones embebidas, con las siguientes modificaciones:

a) Para secciones compactas

$$P_{no} = P_p \quad (\text{C2.42})$$

donde

$$P_p = A_s F_y + C_2 f'_c \left( A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c} \right) \quad (\text{C2.43})$$

$C_2 = 0,85$  para secciones rectangulares y  $0,95$  para secciones circulares.



b) Para secciones no compactas

$$P_p = P_p - \frac{P_p - P_y}{(\lambda_r - \lambda_p)^2} (\lambda - \lambda_p)^2 \quad (C2.44)$$

donde

$\lambda$ ,  $\lambda_p$  y  $\lambda_r$  son las razones de esbeltez determinadas por

Razones Ancho-Espesor límites para elementos de acero comprimidos en miembros compuestos sujetos a compresión axial Para Uso con Sección I2.2				
Descripción del Elemento	Razón Ancho-espesor	$\lambda_r$ Compacto/ No compacto	$\lambda_p$ No compacto/ Esbelto	Máximo Permitido
Paredes de secciones tubulares rectangulares (HSS) y de cajón de espesor uniforme	$b/t$	$2.26 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$3.00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.00 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
Secciones tubulares (HSS) redondas	$D/t$	$\frac{0.15E}{F_y}$	$\frac{0.19E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$

**Tabla 2 Razones Ancho Espesor límites de acero comprimidos en miembros sujetos a compresión axial**

$$P_y = F_y A_s + 0.7 f_c' \left( A_c + A_{sr} \frac{E}{E_c} \right) \quad (C2.45)$$

c) Para secciones esbeltas

$$P_y = F_{cr} A_s + 0.7 f_c' \left( A_c + A_{sr} \frac{E}{E_c} \right) \quad (C2.46)$$

donde

- Para secciones rectangulares rellenas

$$F_{cr} = \frac{9.0 E_s}{\left( \frac{b}{t} \right)^2} \quad (C2.47)$$

- Para secciones redondas rellenas

$$F_{cr} = \frac{0.72 F_y}{\left( \left( \frac{D}{t} \right) \frac{F_y}{E_s} \right)^{0.2}} \quad (C2.48)$$



La rigidez efectiva de una sección compuesta.  $EI_{eff}$ , para todas las secciones debe ser:

$$EI_{eff} = E_s I_s + E_s I_{sr} + C_3 E_c I_c \quad (C2.49)$$

$$C_3 = 0.6 + 2 \left( \frac{A_s}{A_c + A_s} \right) \leq 0.9 \quad (C2.50)$$

La resistencia disponible de tracción en columnas compuestas embebidas cargadas axialmente debe ser determinada por el estado límite de fluencia, así:

$$P_n = A_s F_y + A_{sr} F_{yr} \quad (C2.51)$$

con

$$\phi_t = 0.90 \text{ (LFRD)}$$

En el manual LFRD se detallan una serie de tablas para determinar las resistencias de diseños por carga axial de varios perfiles W embebidos en secciones cuadradas y rectangulares de concreto, así como tubos y tubulares estructurales rellenos de concreto.

## 2.9 Resistencia de columnas compuestas sometidas a flexión<sup>22</sup>

Las siguientes fórmulas de interacción se usan para diseñar miembros de acero sujetos a flexión y carga axial.

Si  $P_u / \phi P_n \geq 0.2$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1.0 \quad (C2.52)$$

Si  $P_u / \phi P_n < 0.2$

$$\frac{P_u}{2\phi P_n} + \left( \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1.0 \quad (C2.53)$$

<sup>22</sup> (American Institute of Steel Construction. AISC 360-10, 2010)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



Donde:

$$\phi = 0.90$$

$\phi_b M_{nx}$ ,  $\phi_b M_{ny}$  = resistencias de diseño por flexión

$\phi P_n$  = Resistencia de diseño a la compresión

$P_u$  = Resistencia requerida a la compresión

$M_{ux}$ ,  $M_{uy}$  = resistencias requeridas a la flexión incluyendo efectos de segundo orden.

Los momentos de segundo orden en viga-columna son métodos adicionales, causados por las fuerzas axiales de compresión que actúan sobre una estructura desplazada.

$$M_r = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt} \quad (C2.54)$$

$$P_r = P_{nt} + B_2 P_{lt} \quad (C2.55)$$

Donde

$M_r$  = resistencia requerida de segundo orden a flexión.

$M_{nt}$  = resistencia a la flexión requerida en un miembro suponiendo que no hay transición lateral de la estructura

$M_{lt}$  = resistencia a la flexión requerida en un miembro, debida a la translación lateral de la estructura. Con arriostramiento es igual a cero. Si el marco y las cargas son simétricos también es cero.

$P_r$  = resistencia requerida a esfuerzo axial.

$P_{nt}$  = fuerza axial cuando en el marco no hay desplazamiento lateral

$P_{lt}$  = fuerza axial originada solo por el desplazamiento lateral

$B_1$  y  $B_2$  = factores de mayoración para viga-columna

Con:

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - \alpha \frac{P_r}{P_{el}}} \geq 1 \quad (C2.56)$$

$P_u$  = fuerza axial de compresión en el miembro mayorado

$P_{el}$  = carga crítica de pandeo elástico de Euler

$\alpha = 1$

$C_m$  = coeficiente que depende a la forma de la carga, así



- En vigas-columnas empotradas no sujetas a cargas transversales entre sus apoyos en el plano de flexión es igual a:

$$C_m = 0.6 - 0.4 \frac{M_1}{M_2} \quad (C2.57)$$

En donde  $M_1/M_2$  es la relación del momento menor al momento mayor en los extremos de la porción del miembro no arriostrado en el plano a flexión bajo consideración; si las rotaciones son opuestas esta relación es negativa, de otra manera es positiva.

- En vigas-columnas sometidas a carga entre los apoyos, para el valor de  $C_m$  se adoptará conservadoramente el valor de 1,0 para todos los casos.

Para  $B_2$ , de acuerdo a la especificación del AISC, se tiene:

$$B_2 = \frac{C_m}{1 - \frac{\alpha \sum P_{nt}}{\sum P_{e2}}} \geq 1 \quad (C2.58)$$

Donde

$\Sigma P_{nt}$  = resistencia axial requerida en todas las columnas de un piso, es decir, la carga de gravedad mayorada por los factores por encima de ese nivel.

$\Sigma P_{e2}$  = resistencia a pandeo elástico del piso, determinada mediante análisis al pandeo suponiendo desplazamiento lateral.

### Modificaciones de las ecuaciones de interacción viga-columna

- Las cargas de pandeo elástico de Euler ( $P_{ex}$ ,  $P_{ey}$ ) que se emplean en el cálculo de los factores  $B_1$  y  $B_2$  deben determinarse con la siguiente expresión, en la cual  $F_{my}$  es el esfuerzo de fluencia modificado:

$$P_e = \frac{A_s F_{my}}{(KL)^2} \quad (C2.59)$$

Siendo la fórmula crítica de Euler para el pandeo inelástico:

$$P_e = \frac{\pi^2 I}{(KL)^2} \quad (C2.60)$$

Teniendo



$$K = 1$$

I = Momento de inercia

L = Longitud no restringida

I y L se toman únicamente en el plano de flexión.

Los valores de  $P_{ex}$  y  $P_{ey}$  multiplicados por el cuadrado de la longitud efectiva dividido entre  $10^4$  se presentan en las tablas del manual LRFD para cada una de las columnas compuestas.

El procedimiento es en base a tanteos en el que se selecciona una sección, se aplica la fórmula de interacción apropiada, probablemente la elección de otra sección de prueba, otra aplicación de la fórmula, etc., y así sucesivamente hasta encontrar una sección que sea satisfactoria para el diseño.



## CAPITULO 3 DETALLE DE PROBLEMÁTICA

### 3.1 Detalle del problema

A continuación se procederá a llevar a cabo el análisis y comparación de un proyecto de construcción de un edificio de 4 plantas, idealizado para que su uso sea el habitacional ya sea como departamentos o un hotel, primeramente con estructura aporticada de hormigón armado y en segundo caso una estructura aporticada con la utilización de secciones compuestas.

Se procederá al diseño respectivo de la estructura bajo los dos métodos señalados, y a continuación se realizará una comparación del presupuesto como de la programación de la obra (cronograma) para poder compararlos, basándose en precios, rendimientos del mercado y mano de obra local.

Así, el trabajo estará dividido en cuatro partes: la primera un análisis dinámico modal espectral, la segunda el diseño estructural, la tercera el presupuesto y como última fase el desarrollo del cronograma de trabajo.

### 3.2 Descripción de la estructura

Para el desarrollo del presente trabajo, se ha idealizado una estructura modelo que consta de una planta baja, tres plantas altas y una planta de cubiertas, con desniveles entre cada una de las plantas de 2,88m y luces de vigas que oscilan entre 4 y 5,50m.

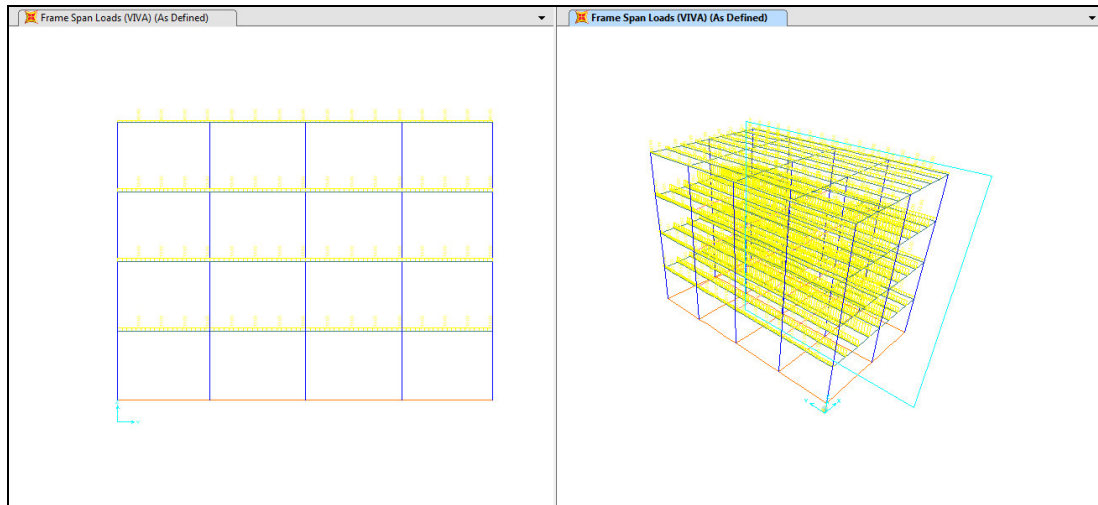
Se asumió un terreno con características relativamente buenas y cuya ubicación para objetos del desarrollo del espectro de respuesta para el análisis sismo-resistente es la ciudad de Cuenca.

El uso que se pretende dar a la edificación es para la vivienda, ya sea como hotel o departamentos de arriendo, dato que nos brinda las cargas con las cuales va a ser diseñada la estructura.

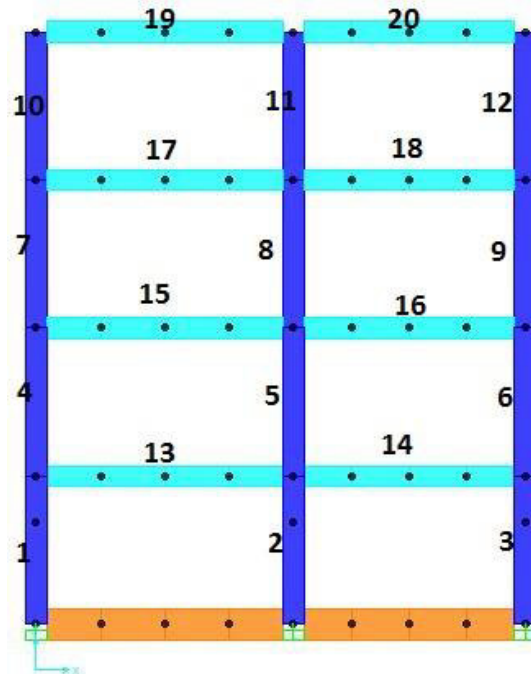
Como se puede observar en la ilustración 31, el edificio tiene una regularidad y simetría en las dos direcciones.

En las ilustraciones 32 y 33, se muestran los pórticos del edificio a ser diseñados, de acuerdo a la amenaza sísmica de la ciudad de Cuenca y los parámetros de análisis dados por la Norma Ecuatoriana de la Construcción.





**Ilustración 31 Cargas en estructura**



**Ilustración 32 Pórtico en el eje X**

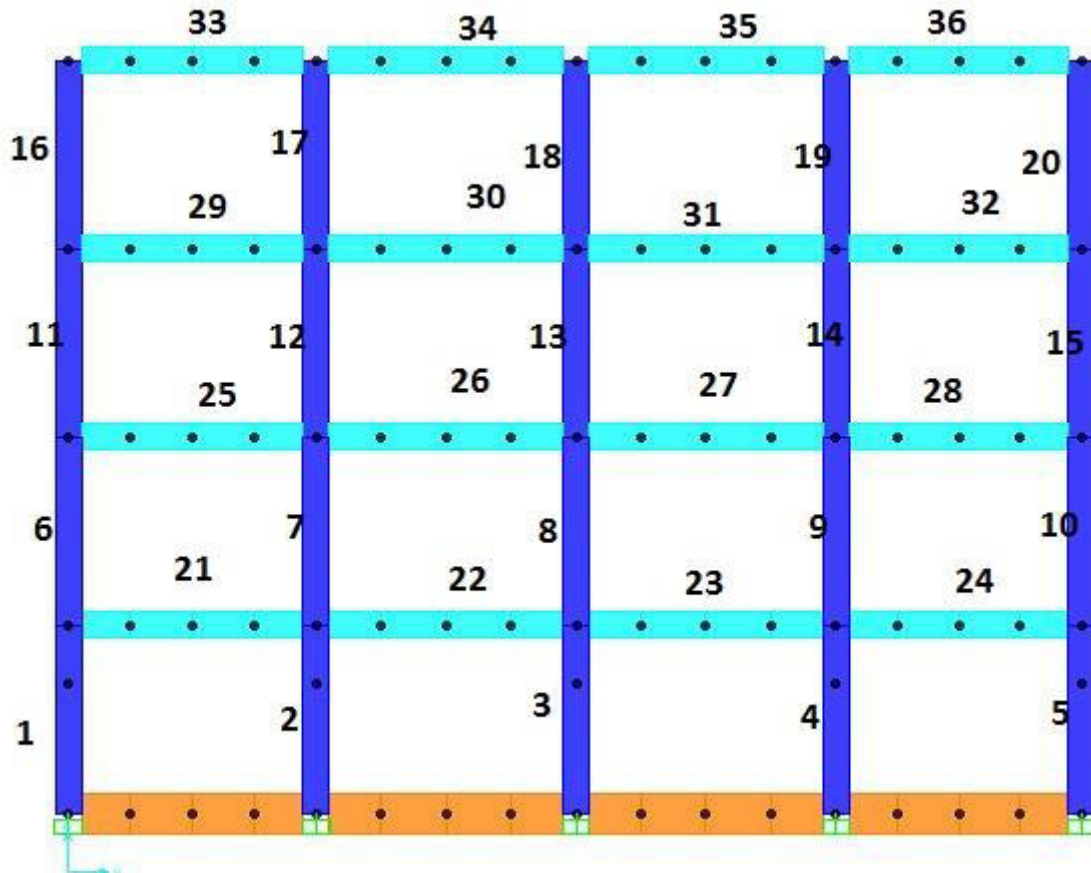


Ilustración 33 Pórtico en el eje Y

### 3.3 Reglamento a utilizar

Se tomará en cuenta las siguientes normativas para el diseño de la estructura:

- American Concrete Institute, ACI 318-11
- American Institute of Steel Construction, AISC 360-10
- Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC 2011

### 3.4 Descripción de las etapas de análisis

Como se mencionó en párrafos anteriores, el desarrollo de esta monografía se dividirá en cuatro etapas, mismas que se detallan a continuación:

- Análisis Dinámico Modal Espectral<sup>23</sup>: Como resultados de este análisis se conseguirá llevar a cabo el control del *Cortante Basal*, *Derivas de Piso* y *Efecto P-Δ* (Índice de estabilidad de pisos).

<sup>23</sup> (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC 2011, 2011)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



- **Diseño estructural:** Bajo las dos diferentes metodologías constructivas mencionadas en el punto 3.1 del presente documento, se procederá a llevar a cabo el diseño estructural con las respectivas hojas de cálculo de sustento y la elaboración de planos respectiva.
- **Presupuesto:** En base a lo estipulado en los planos, se obtendrán las cantidades de obra obtenidas para llevar a cabo un presupuesto estimado de obra, en base a los precios que se manejan en la actualidad en la ciudad de Cuenca, con el objeto de verificar la diferencia existente entre ambos tipos de metodología constructiva.
- **Programación y Control:** Con la ayuda del programa Microsoft Office Project se procederá con la programación de las actividades principales, con la utilización de los recursos y rendimientos que normalmente se manejan en la construcción, para de esta manera obtener para los dos casos, los tiempos y la ruta crítica de los proyectos.

A continuación se procederá al desarrollo de cada una de las etapas antes mencionadas:

### **3.4.1 Análisis Dinámico Modal Espectral**

Dentro del diseño de una edificación, el análisis dinámico modal espectral de la misma es factor preponderante para una correcta elaboración del estudio procurando plasmar en el mismo las características fundamentales que deberá tener la estructura para soportar y reaccionar, de la mejor manera posible, al posible efecto de un sismo, entendiéndose ésta como que la estructura no sufra daños mayores o en un caso peor, pueda soportar los mismos para la evacuación de la gente al interior del mismo.

Como resultados de este análisis, se procede con el control de tres aspectos fundamentales:

- Control del Cortante Basal
- Control de la Deriva de Pisos
- Efecto  $P-\Delta$  (Índice de estabilidad de pisos)

### **Espectro elástico de diseño en aceleraciones**

Para ingresar al programa de cálculo y proceder con los respectivos controles y diseño de los diferentes elementos de la estructura, es necesario llevar a cabo el ingreso del correspondiente espectro elástico que para nuestro caso, viene definido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción. A continuación se colocará una breve descripción de este espectro.



El espectro de respuesta elástico de aceleraciones expresado como fracción de la aceleración de la gravedad  $S_a$ , para el nivel del sismo de diseño, se proporciona en la ilustración 34, consistente con el factor de zona sísmica  $Z$ , el tipo de suelo del sitio de emplazamiento de la estructura y considerando los valores de los coeficiente de amortiguamiento o de amplificación de suelo<sup>24</sup>. Dicho espectro, que obedece a una fracción de amortiguamiento respecto al crítico de 0.05, se obtiene mediante las siguientes ecuaciones, válidas para periodos de vibración estructural  $T$  pertenecientes a 2 rangos:

$$S_a = \eta Z F_a \text{ para } 0 \leq T \leq T_C \quad (C3.1)$$

$$S_a = \eta Z F_a \left( \frac{T_C}{T} \right)^r \text{ para } T > T_C \quad (C3.2)$$

con  $T_C = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}$  y  $T_L = 2.4 F_d$

$$S_a = Z F_a \left( 1 + (\eta - 1) \frac{T}{T_o} \right) \text{ para } T \leq T_o \quad (C3.3)$$

con  $T_o = 0.10 F_s \frac{F_d}{F_a}$

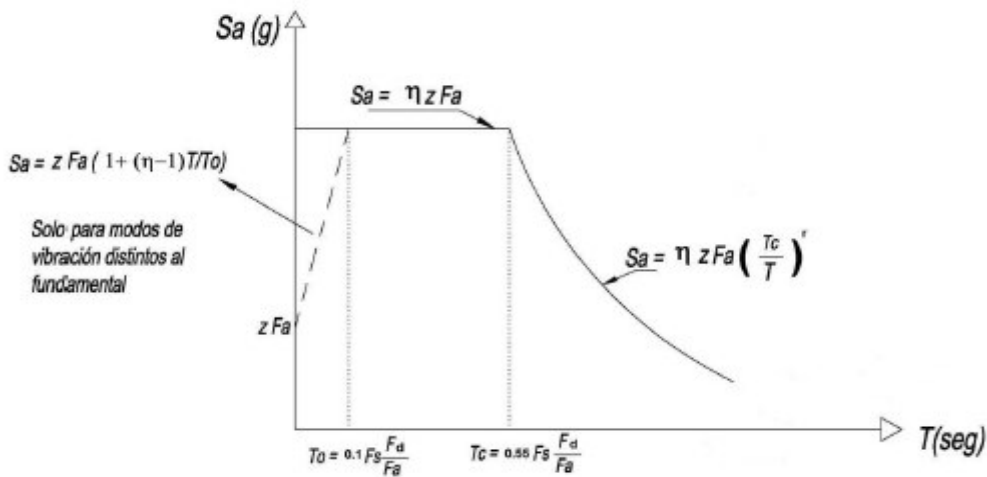


Ilustración 34 Espectro sísmico elástico de aceleraciones

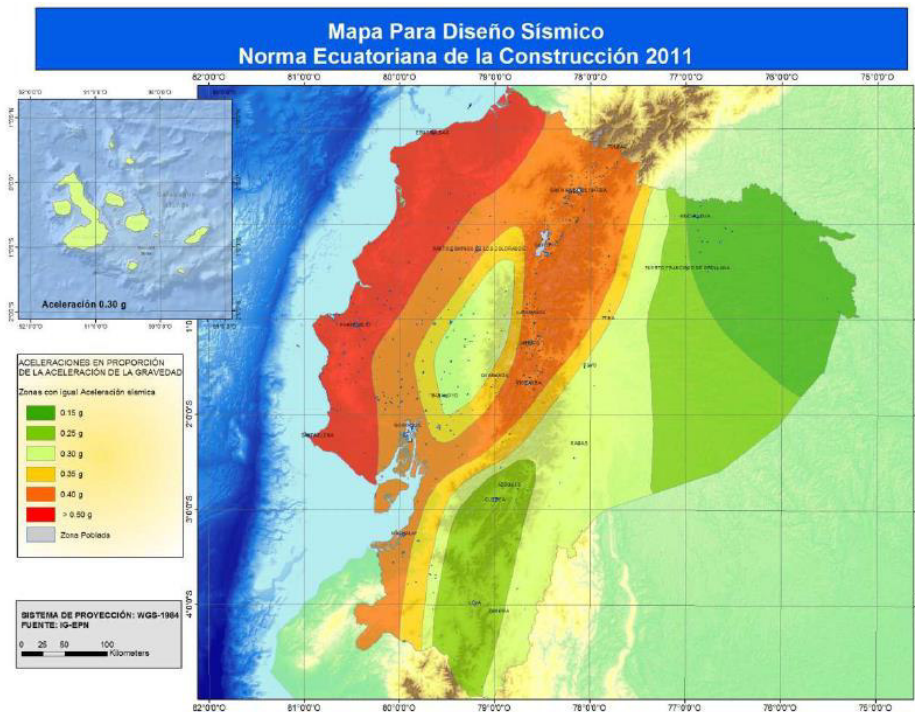
<sup>24</sup> (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC 2011, 2011)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



Los diferentes coeficientes ( $r$ ,  $\eta$ ,  $Z$ ,  $F_a$ ,  $F_d$ ,  $F_s$ ) vienen dados en la misma Norma Ecuatoriana de la Construcción, en donde dependiendo del tipo de suelo y estructura que se posean, se escoge el correspondiente coeficiente.

A continuación se muestra una breve descripción de los datos necesarios para el cálculo de las fuerzas sísmicas de diseño, información tomada de la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

$\eta = 1.8$  (Provincias de la Costa, excepto Esmeraldas), 2.48 (Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos), 2.6 (Provincias del Oriente)



**Ilustración 35 Mapa para Diseño Sísmico NEC 2011**

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	$\geq 0.50$
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

**Tabla 3 Valores del factor Z en función de la zona sísmica**

Para escoger el tipo de suelo se toma en cuenta lo estipulado en la NEC.



Tipo de perfil	Descripción	Definición
<b>A</b>	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500$ m/s
<b>B</b>	Perfil de roca de rigidez media	$1500$ m/s $> \bar{V}_s \geq 760$ m/s
<b>C</b>	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760$ m/s $> \bar{V}_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50.0$ $\bar{S}_u \geq 100$ KPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360$ m/s $> \bar{V}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15.0$ $100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> ) $> \bar{S}_u \geq 50$ kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>E</b>	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$\bar{V}_s < 180$ m/s
	perfil que contiene un espesor total <b>H</b> mayor de 3 m de arcillas blandas	<b>IP</b> $> 20$ <b>w</b> $\geq 40\%$ $\bar{S}_u < 50$ kPa ( $\approx 0.50$ kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>F</b>	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista (Ver 2.5.4.9). Se contemplan las siguientes subclases: <b>F1</b> —Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. <b>F2</b> —Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( <b>H</b> $> 3$ m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). <b>F3</b> —Arcillas de muy alta plasticidad ( <b>H</b> $> 7.5$ m con índice de Plasticidad <b>IP</b> $> 75$ ) <b>F4</b> —Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( <b>H</b> $> 30$ m) <b>F5</b> —Suelos con contrastes de impedancia $\alpha$ ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte. <b>F6</b> —Rellenos colocados sin control ingenieril.	

**Tabla 4 Clasificación de los perfiles de suelo**

El coeficiente **r** depende del tipo de suelo, siendo  $r = 1$  para tipo de suelo A, B o C y  $r = 1,5$  para tipo de suelo D o E.

Una vez escogido el tipo de suelo, se procede a encontrar los valores de los coeficientes<sup>25</sup>:

- **Fa**: que amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones para diseño de roca, tomando en cuenta los efectos del sitio.

<sup>25</sup> (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC 2011, 2011)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



**Tabla 5 Tipo de suelo y Factores de sitio Fa**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D		1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E		1.8	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

Nota: para los suelos tipo F no se proporcionan valores de Fa, Fd ni de Fs, debido a que requieren un estudio especial

- **Fd:** que amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño de roca, considerando los efectos de sitio.

**Tabla 6 Tipo de suelo y Factores de sitio Fd**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D		1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E		2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

Nota: para los suelos tipo F no se proporcionan valores de Fa, Fd ni de Fs, debido a que requieren un estudio especial

- **Fs:** que considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos.

**Tabla 7 Tipo de suelo y Factores de sitio Fs<sup>26</sup>**

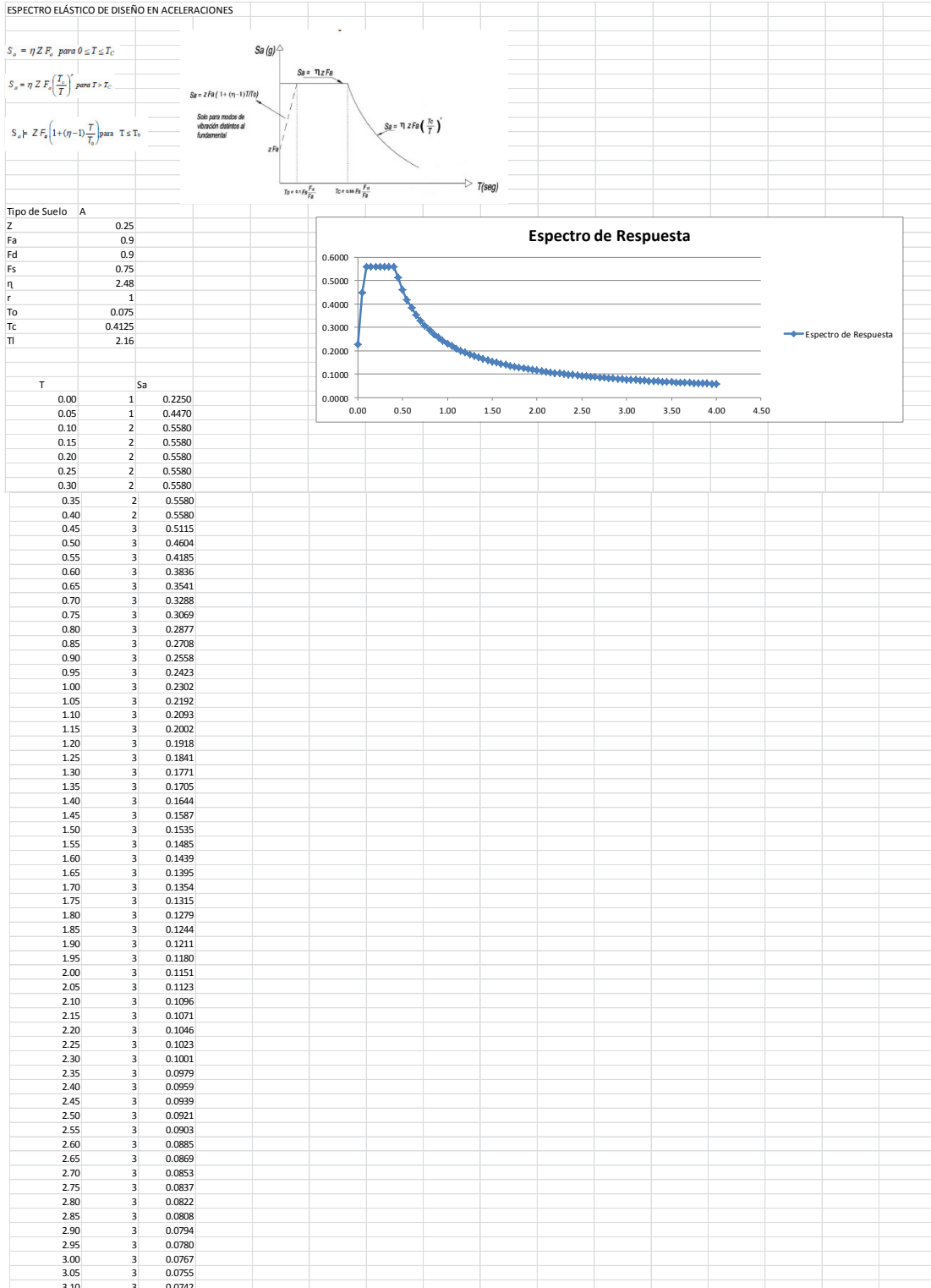
Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C		1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D		1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
E		1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

Nota: para los suelos tipo F no se proporcionan valores de Fa, Fd ni de Fs, debido a que requieren un estudio especial

<sup>26</sup> (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC 2011, 2011)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



Una vez que se han obtenido los valores correspondientes para la estructura, se procede a llevar a cabo una hoja electrónica en donde se obtienen los valores necesarios para colocar en el programa SAP el espectro de respuesta, así:



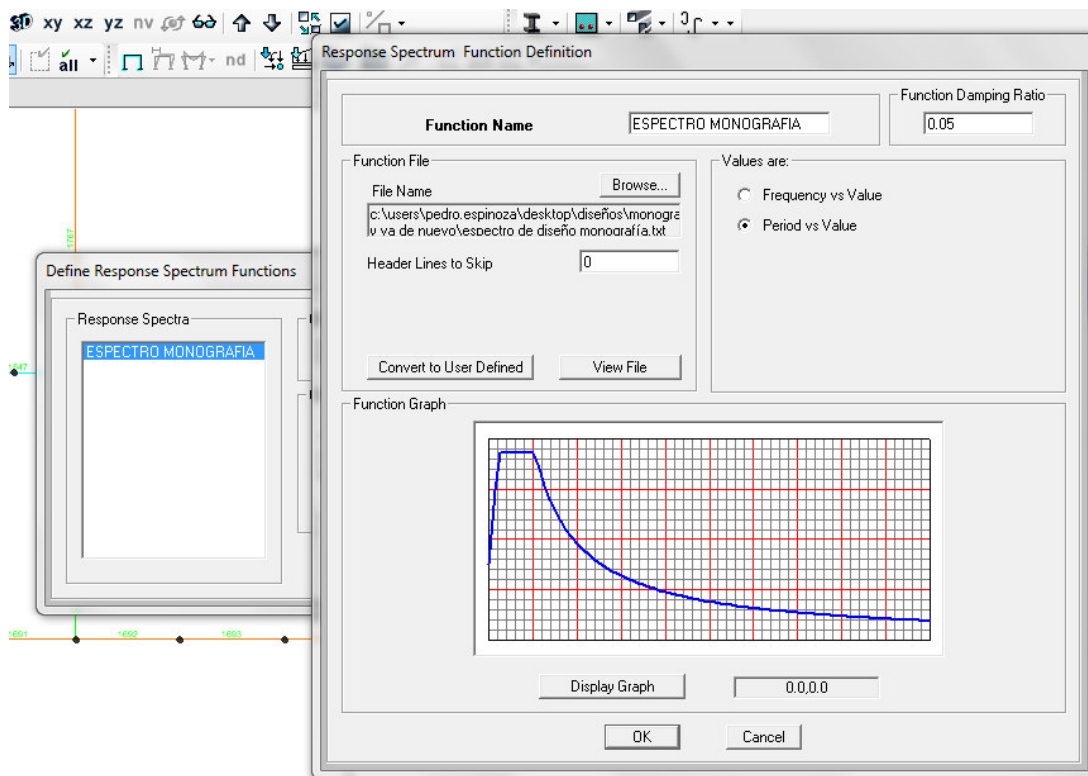




3.15	3	0.0731
3.20	3	0.0719
3.25	3	0.0708
3.30	3	0.0697
3.35	3	0.0687
3.40	3	0.0677
3.45	3	0.0667
3.50	3	0.0658
3.55	3	0.0648
3.60	3	0.0639
3.65	3	0.0631
3.70	3	0.0622
3.75	3	0.0614
3.80	3	0.0606
3.85	3	0.0598
3.90	3	0.0590
3.95	3	0.0583
4.00	3	0.0575

**Ilustración 36 Hoja electrónica espectro en aceleraciones**

Los valores obtenidos de periodo y aceleración se trasladan a un archivo de texto tipo .txt y se importa dicho archivo al programa de cálculo de elementos finitos, así:



**Ilustración 37 Ingreso de espectro en SAP**

Una vez que se trabaja la estructura en el programa computacional, se ingresan las cargas, secciones, propiedades de los materiales, restricciones, etc., se obtienen los diferentes resultados que servirán para el análisis dinámico y control de los tres aspectos antes mencionados.



## Cortante Basal:<sup>27</sup>

Se define como la fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño con o sin reducción.

A nivel de cargas últimas aplicadas en una dirección específica a una estructura, se define por:

$$V = \frac{IS_a}{R\phi_P\phi_E}W \quad (C3.4)$$

Donde

I = factor de importancia

W = Carga reactiva; es igual a la carga muerta total de la estructura más un 25% de la carga viva de piso.

S<sub>a</sub> = Aceleración Espectral correspondiente al espectro de respuesta elástico de diseño

R = Factor de reducción de respuesta estructural

φ<sub>P</sub> y φ<sub>E</sub> = Factores de configuración estructural en planta y en elevación.

Los diferentes coeficientes se detallan en la NEC, así:

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Factor
Edificaciones esenciales y/o peligrosas	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

**Tabla 8 Factor de importancia de la estructura I**

<sup>27</sup> (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC 2011, 2011)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



<b>Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales Dúctiles</b>	
<b>Sistemas Duales</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras, sean de hormigón o acero laminado en caliente.	7
Pórticos de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	7
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	7
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	6
<b>Pórticos resistentes a momentos</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	6
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	6
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	6
<b>Otros sistemas estructurales para edificaciones</b>	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

<b>Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada</b>	
<b>Pórticos resistentes a momento</b>	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en el capítulo 4, limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 4 metros.	3
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	3
<b>Muros estructurales portantes</b>	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

**Tabla 9 Coeficiente de reducción de respuesta estructural R**



<b>IRREGULARIDAD PENALIZADA EN PLANTA</b> <b>IRREGULARIDADES PERMITIDAS EN PLANTA</b>	
<p><b>Tipo 1</b> - Irregularidad torsional  <math>\phi_{\tau}=0.9</math>  <math>\Delta &gt; 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}</math></p> <p>Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.</p>	
<p><b>Tipo 2</b> - Retrocesos excesivos en las esquinas <math>\phi_{\tau}=0.9</math>  <math>A &gt; 0.15B</math> y <math>C &gt; 0.15D</math></p> <p>La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.</p>	
<p><b>Tipo 3</b> -Discontinuidades en el sistema de piso  <math>\phi_{\tau}=0.9</math>                      a) <math>CxD &gt; 0.5AxB</math>                      b) <math>[CxD + CxE] &gt; 0.5AxB</math></p> <p>La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.</p>	
<p><b>Tipo 4</b> - Ejes estructurales no paralelos  <math>\phi_{\tau}=0.9</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

**Tabla 10 Coeficiente de irregularidad en planta**



<b>IRREGULARIDAD PENALIZADA EN ELEVACIÓN</b>	
<p><b>Tipo 1 - Piso flexible</b>  <math>\phi_{pi}=0.9</math>                      Rigidez <math>K_c &lt; 0.70</math> Rigidez <math>K_0</math>  <math>Rigidez &lt; 0.80 \frac{(K_{0x} + K_{0y} + K_{0z})}{3}</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p>	
<p><b>Tipo 2 - Distribución de masa</b>  <math>\phi_{pi}=0.9</math>  <math>m_D &gt; 1.50 m_E</math> ó  <math>m_D &gt; 1.50 m_C</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.</p>	
<p><b>Tipo 3 - Irregularidad geométrica</b>  <math>\phi_{pi}=0.9</math>  <math>a &gt; 1.3 b</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

**Tabla 11 Coeficiente de irregularidad en elevación**



CONFIGURACIÓN RECOMENDADA			
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_E=1$		CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_P=1$	
<p>La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporricados, es constante en todos los niveles.</p> <p><math>\phi_E=1</math></p>		<p>La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa.</p> <p><math>\phi_P=1</math></p>	
<p>La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional.</p> <p><math>\phi_E=1</math></p>			

**Tabla 12 Configuraciones recomendadas en planta y elevación**

Una vez que se cuenta con todos los coeficientes, se procedió a realizar una hoja electrónica para el control del cortante basal<sup>28</sup>, así:

<sup>28</sup> (Luis García. Dinámica Estructural, 2006)  
 Pedro Roberto Espinoza Hernández



**2.7.2.1 CORTANTE BASAL DE DISEÑO**

El cortante basal total de diseño  $V$ , a nivel de cargas últimas, que será aplicado a una estructura en una dirección especificada, se determinará mediante las expresiones:

$$V = \frac{I S_a}{R \phi_p \phi_E} W \quad (2-19)$$

en donde:

- I factor de importancia definido en 2.6.4.
- W carga reactiva definida en 2.7.1.1.
- $S_a$  aceleración espectral correspondiente al espectro de respuesta elástico para diseño, definida en 2.5.5.1
- R Factor de reducción de respuesta estructural, definido en 2.7.2.3.
- $\Phi_p, \Phi_E$  Factores de configuración estructural en planta y en elevación, definidos en 2.6.6 y 2.6.7.

$$\Phi_p = \Phi_{PA} \times \Phi_{PB} \quad \Phi_E = \Phi_{EA} \times \Phi_{EB}$$

I=	1	NEC 2.6.4
R=	6	NEC 2.7.2.3
$\Phi_p$ =	1	NEC 2.6.6.2
$\Phi_E$ =	1	NEC 2.6.7.2

W	NEC 2.7.1.1						
Nivel	CM	0.25CV	Longitud	Ancho	W <sub>CM</sub> (kg)	W <sub>CV</sub> (kg)	Wtotal
4	450	37.5	18	10.41	84321	7026.75	91347.75
3	486	50	18	10.41	91066.68	9369	100435.68
2	486	50	18	10.41	91066.68	9369	100435.68
1	486	50	18	10.41	91066.68	9369	100435.68
							392654.79

$\eta$ =	2.48	NEC 2.5.5.1
Z=	0.25	NEC 2.5.2
Perfil de suelo=	A	NEC 2.5.4.5
r=	1	NEC 2.5.5.1
Fa=	0.9	NEC 2.5.4.8
Fd=	0.9	NEC 2.5.4.8
Fs=	0.75	NEC 2.5.4.8

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_a}{F_a} \quad T = C_s M_e^{\alpha}$$

$$T_0 = 0.10 F_s \frac{F_a}{F_a}$$

$$S_a = \eta Z F_a \text{ para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$S_a = \eta Z F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^{\gamma} \text{ para } T > T_c$$

Tc=	0.4125
To=	0.075
T=	0.456
Sa=	0.558
Sa(g)=	5.47398

Modo de Vibrar	Periodo SAP	Sa(g) SAP	Sa SAP	Sa NEC	V NEC
1	0.525492	4.30672	0.439	0.43801809	28664.983
2	0.496902	4.54713	0.464	0.46322011	30314.266
3	0.442614	5.0852	0.518	0.52003552	34032.406
4	0.176811	5.47398	0.558	0.558	36516.895
5	0.169918	5.47398	0.558	0.558	36516.895
6	0.150323	5.47398	0.558	0.558	36516.895
7	0.100818	5.47398	0.558	0.558	36516.895
8	0.098928	5.45064	0.556	0.558	36516.895
9	0.08546	5.15732	0.526	0.558	36516.895
10	0.066843	4.75187	0.484	0.558	36516.895
11	0.063678	4.68295	0.477	0.558	36516.895
12	0.06304	4.66906	0.476	0.558	36516.895
13	0.062706	4.66178	0.475	0.558	36516.895
14	0.06079	4.62005	0.471	0.558	36516.895
15	0.057053	4.53866	0.463	0.558	36516.895
16	0.055951	4.51467	0.460	0.558	36516.895
			<b>Cortante Basal Máximo</b>		<b>36516.895</b>

Sa (comprobación)	0.505	<b>Cortante Basal SAP</b>	<b>33054.213</b>
-------------------	-------	---------------------------	------------------

<b>Factor Control Cortante Basal</b>	<b>El factor de control para diseño es 1.105</b>
--------------------------------------	--

**Tabla 13 Hoja electrónica control cortante basal**



La norma dice que el valor del cortante dinámico total en la base obtenido por cualquier método de análisis dinámico, no puede ser menor que el 80% del cortante basal obtenido por el método estático, en el caso de estructuras regulares, ni menor que el 90% para el caso de estructuras irregulares.

### **Deriva de Piso<sup>29 30</sup>:**

Corresponde al desplazamiento lateral relativo de un piso con respecto al piso consecutivo, medido en dos puntos ubicados en la misma línea vertical de la estructura.

En varias ocasiones el control de las deformaciones en una estructura es el factor preponderante dentro del diseño de una edificación, ya que las deformaciones excesivas en algunos casos han ocasionado grandes pérdidas por daños tanto a elementos estructurales y no estructurales. Vale indicar que el cálculo debe llevarse a cabo con secciones agrietadas ( $0.5I_g$  para vigas y  $0.8I_g$  para columnas; para muros estructurales  $0.6I_g$  aplicados únicamente en los dos primeros pisos de la edificación, donde  $I_g$  es el valor de la inercia no agrietada de la sección transversal del elemento). Para el presente trabajo, este particular ha sido tomado en cuenta al momento de la elaboración del modelo de cálculo con la respectiva creación de las secciones agrietadas que se introdujeron en el mismo, secciones a las que, dentro de sus características geométricas, se les realizó la modificación de acuerdo al elemento y factor que corresponde.

Los valores de derivas de piso máxima ( $\Delta_M$ ), en función de la altura del piso, se detallan a continuación:

- Hormigón Armado, estructuras metálicas y de madera: 0.020
- Mampostería: 0.010

El control de la deriva de piso debe llevarse a cabo en cada una de las columnas de la edificación, piso por piso, para verificar el cumplimiento de la deriva de piso máxima estipulada en la norma.

Se llevó a cabo una hoja electrónica para el control de la deriva de piso y el cumplimiento de la norma, la que consistió en ubicar los nodos inmediatamente consecutivos verticalmente en la estructura (columnas) y proceder a chequear el desplazamiento máximo horizontal que los mismos tienen, así:

---

<sup>29</sup> (Alberto Sarria Molina. Ingeniería Sísmica, 2004)

<sup>30</sup> (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC 2011, 2011)





PLANTA BAJA				NIVEL +3.78						
		X	Y	X	Y	1	r	r/h		
262 MODAL	1	0	0	4	-0.001187	-0.000031	-0.001187	-0.000031	0.001187405	0.000412293
262 MODAL	2	0	0	4	-0.000037	0.00122	-0.000037	0.00122	0.001220561	0.000423806
262 MODAL	3	0	0	4	0.000088	-0.000019	0.000088	-0.000019	9.00278E-05	3.12596E-05
262 MODAL	4	0	0	4	0.003308	0.000072	0.003308	0.000072	0.003308783	0.001148883
262 MODAL	5	0	0	4	0.000088	-0.003395	0.000088	-0.003395	0.00339614	0.001179215
262 MODAL	6	0	0	4	-0.000259	-0.000022	-0.000259	-0.000022	0.000259933	9.02544E-05
262 MODAL	7	0	0	4	0.004161	0.000078	0.004161	0.000078	0.004161731	0.001445045
262 MODAL	8	0	0	4	0.000099	-0.004099	0.000099	-0.004099	0.004100195	0.001423679
262 MODAL	9	0	0	4	0.000358	0.000057	0.000358	0.000057	0.000362509	0.00125871
262 MODAL	10	0	0	4	0.000556	-0.000021	0.000556	-0.000021	0.000556396	0.000193193
262 MODAL	11	0	0	4	0.006286	0.000149	0.006286	0.000149	0.006287766	0.002183252
262 MODAL	12	0	0	4	-0.000164	0.006428	-0.000164	0.006428	0.006430092	0.002232671
262 MODAL	13	0	0	4	0.000033	-0.001023	0.000033	-0.001023	0.001023532	0.000355393
262 MODAL	14	0	0	4	-0.001325	0.000034	-0.001325	0.000034	0.001325436	0.000460221
262 MODAL	15	0	0	4	-0.000037	-0.000025	-0.000037	-0.000025	4.46542E-05	1.55049E-05
262 MODAL	16	0	0	4	-0.000486	0.00002	-0.000486	0.00002	0.000486411	0.000168893
262 VIVA		0	0	4	7.327E-07	1.138E-06	7.327E-07	1.138E-06	1.35347E-06	4.69956E-07
262 SISMO X		0	0	4	0.007357	0.00013	0.007357	0.00013	0.007358148	0.002554913
262 SISMO Y		0	0	4	7.409E-07	0.008574	7.409E-07	0.008574	0.008574	0.002977083
262 CM		0	0	4	4.292E-06	0.0000671	4.292E-06	0.0000671	7.96526E-06	2.76572E-06
262 CV		0	0	4	7.327E-07	1.138E-06	7.327E-07	1.138E-06	1.35347E-06	4.69956E-07
262 1.4CM		0	0	4	6.009E-06	9.394E-06	6.009E-06	9.394E-06	1.11515E-05	3.87204E-06
262 1.2CM+1.6CV		0	0	4	6.323E-06	9.873E-06	6.323E-06	9.873E-06	1.17242E-05	4.0709E-06
262 CM1		0	0	4	4.292E-06	0.0000671	4.292E-06	0.0000671	7.96526E-06	2.76572E-06
262 1.2CM+1CV+1SX		0	0	4	0.007363	0.000139	0.007363	0.000139	0.007364312	0.002557053
262 1.2CM+1CV+1SX		0	0	4	-0.007351	-0.00012	-0.007351	-0.00012	0.007351979	0.002552771
262 1.2CM+1CV+1SY		0	0	4	6.624E-06	0.008583	6.624E-06	0.008583	0.008583003	0.002980209
262 1.2CM+1CV+1SY		0	0	4	5.142E-06	-0.008564	5.142E-06	-0.008564	0.008564002	0.002973612
262 0.9CM+1SX		0	0	4	0.007361	0.000136	0.007361	0.000136	0.007362256	0.002556339
262 0.9CM+1SX		0	0	4	-0.007353	-0.000124	-0.007353	-0.000124	0.007354045	0.002553488
262 0.9CM+1SY		0	0	4	4.604E-06	0.00858	4.604E-06	0.00858	0.008580001	0.002979167
262 0.9CM+1SY		0	0	4	3.122E-06	-0.008568	3.122E-06	-0.008568	0.008568001	0.002975
262 0.9CM-1.4SY		0	0	4	-0.002158	-0.000246	-0.002158	-0.000246	0.002171976	0.000754158
										0.002980209

Tabla 14 Deriva de piso (contrapiso-1era planta alta)

NIVEL +3.78				NIVEL +6.66			
X	Y	1	r	r/h	2	r	r/h
4	-0.001187	-0.000031	-0.001187	-0.000031	3	-0.001893	-0.000056
4	-0.000037	0.00122	-0.000037	0.00122	3	-0.000093	0.003093
4	0.000088	-0.000019	0.000088	-0.000019	3	0.000231	-0.000049
4	0.003308	0.000072	0.003308	0.000072	3	0.005758	0.000124
4	0.000088	-0.003395	0.000088	-0.003395	3	0.00015	-0.005774
4	-0.000259	-0.000022	-0.000259	-0.000022	3	-0.000458	-0.000045
4	0.004161	0.000078	0.004161	0.000078	3	0.002429	0.000043
4	0.000099	-0.004099	0.000099	-0.004099	3	0.00006	-0.002382
4	0.000358	0.000057	0.000358	0.000057	3	0.000205	0.000039
4	0.000556	-0.000021	0.000556	-0.000021	3	-0.000337	0.000012
4	0.006286	0.000149	0.006286	0.000149	3	-0.0048	-0.000115
4	-0.000164	0.006428	-0.000164	0.006428	3	0.000126	-0.004964
4	0.000033	-0.001023	0.000033	-0.001023	3	-0.000021	0.000807
4	-0.001325	0.000034	-0.001325	0.000034	3	0.001195	-0.000026
4	-0.000037	-0.000025	-0.000037	-0.000025	3	6.423E-06	0.00001
4	-0.000486	0.00002	-0.000486	0.00002	3	0.000462	-0.000025
4	7.327E-07	1.138E-06	7.327E-07	1.138E-06	3	1.947E-06	3.693E-06
4	0.007357	0.00013	0.007357	0.00013	3	0.018924	0.000332
4	7.409E-07	0.008574	7.409E-07	0.008574	3	0.000018	0.019807
4	4.292E-06	0.0000671	4.292E-06	0.0000671	3	0.000011	0.000022
4	7.327E-07	1.138E-06	7.327E-07	1.138E-06	3	1.947E-06	3.693E-06
4	6.009E-06	9.394E-06	6.009E-06	9.394E-06	3	0.000016	0.00003
4	6.323E-06	9.873E-06	6.323E-06	9.873E-06	3	0.000017	0.000032
4	4.292E-06	0.0000671	4.292E-06	0.0000671	3	0.000011	0.000022
4	0.007363	0.000139	0.007363	0.000139	3	0.018939	0.000362
4	-0.007351	-0.00012	-0.007351	-0.00012	3	-0.018908	-0.000302
4	6.624E-06	0.008583	6.624E-06	0.008583	3	0.000033	0.019837
4	5.142E-06	-0.008564	5.142E-06	-0.008564	3	-2.455E-06	-0.019777
4	0.007361	0.000136	0.007361	0.000136	3	0.018934	0.000352
4	-0.007353	-0.000124	-0.007353	-0.000124	3	-0.018913	-0.000312
4	4.604E-06	0.00858	4.604E-06	0.00858	3	0.000028	0.019827
4	3.122E-06	-0.008568	3.122E-06	-0.008568	3	-7.762E-06	-0.019788
4	-0.002158	-0.000246	-0.002158	-0.000246	3	-0.00604	-0.000429
							0.00402

Tabla 15 Deriva de piso (1era planta alta - 2da planta alta)



NIVEL +6.66					NIVEL +9.54								
		2	r	r/h			3	r	r/h				
3	-0.00308	-0.000081	-0.001893	-0.00005	0.00189366	0.000657521	1	-0.005211	-0.000137	-0.002131	-0.000056	0.002131736	0.000740186
3	-0.000093	0.003093	-0.000056	0.001873	0.001873837	0.000650638	1	-0.000156	0.005232	-0.000063	0.002139	0.002139928	0.00074303
3	0.000231	-0.000049	0.000143	-0.00003	0.000146113	5.07337E-05	1	0.000393	-0.000076	0.000162	-0.000027	0.000164235	5.70259E-05
3	0.005758	0.000124	0.00245	0.000052	0.002450552	0.000850886	1	0.001832	0.000035	-0.003926	-0.000089	0.003927009	0.001363545
3	0.00015	-0.005774	0.000062	-0.002379	0.002379808	0.000826322	1	0.000047	-0.00174	-0.001013	0.004034	0.004035315	0.001401151
3	-0.000458	-0.000045	-0.000199	-0.000023	0.000200325	6.95572E-05	1	-0.000153	-0.000053	0.000305	-0.000008	0.000305105	0.000105939
3	0.002429	0.000043	-0.001732	-0.000035	0.001732354	0.000601512	1	-0.006374	-0.000119	-0.008803	-0.000162	0.008804491	0.003057115
3	0.00006	-0.002382	-0.000039	0.001717	0.001717443	0.000596334	1	-0.000155	0.006442	-0.000215	0.008824	0.008826619	0.003064798
3	0.000205	0.000039	-0.000153	-0.000018	0.000154055	5.34914E-05	1	-0.000546	-0.000102	-0.000751	-0.000141	0.000764122	0.00026532
3	-0.000337	0.000012	-0.000893	0.000033	0.00089361	0.000310281	1	-0.000045	6.171E-06	0.000292	-5.829E-06	0.000292058	0.000101409
3	-0.0048	-0.000115	-0.011086	-0.000264	0.011089143	0.003850397	1	0.002102	0.000048	0.006902	0.000163	0.006903924	0.002397196
3	0.000126	-0.004964	0.000029	-0.011392	0.011395691	0.003956837	1	-0.000056	0.002126	-0.000182	0.00709	0.007092336	0.002462617
3	-0.000021	0.000807	-0.000054	0.00183	0.001830797	0.000635693	1	-7.177E-06	-0.000414	1.3823E-05	-0.001221	0.001221078	0.000423986
3	0.001195	-0.000026	0.00252	-0.00006	0.002520714	0.000875248	1	-0.000792	5.035E-06	-0.001987	3.1035E-05	0.001987242	0.000690015
3	6.423E-06	0.00001	4.3423E-05	0.000035	5.57724E-05	1.93654E-05	1	0.000021	-0.000023	1.4577E-05	-0.000033	3.60762E-05	1.25264E-05
3	0.000462	-0.000025	0.000948	-0.000045	0.000949067	0.000329537	1	-0.000141	0.00001	-0.000603	0.000035	0.000604015	0.000209727
3	1.947E-06	3.693E-06	1.2143E-06	2.555E-06	2.82888E-06	9.82249E-07	1	3.444E-06	6.531E-06	1.497E-06	2.838E-06	3.20862E-06	1.1141E-06
3	0.018924	0.000332	0.011567	0.000202	0.011568764	0.004016932	1	0.0318	0.00056	0.012876	0.000228	0.012878018	0.004471534
3	0.000018	0.019807	1.7259E-05	0.011233	0.011233013	0.003900352	1	0.000029	0.030357	0.000011	0.01055	0.010550006	0.003663196
3	0.000011	0.000022	6.708E-06	0.00001529	1.66967E-05	5.79748E-06	1	0.000018	0.000038	0.000007	0.000016	1.74642E-05	6.06398E-06
3	1.947E-06	3.693E-06	1.2143E-06	2.555E-06	2.82888E-06	9.82249E-07	1	3.444E-06	6.531E-06	1.497E-06	2.838E-06	3.20862E-06	1.1141E-06
3	0.000016	0.00003	9.991E-06	2.0606E-05	2.29004E-05	7.95152E-06	1	0.000026	0.000054	0.00001	0.000024	0.000026	9.02778E-06
3	0.000017	0.000032	1.0677E-05	2.2127E-05	2.45683E-05	8.53067E-06	1	0.000027	0.000056	0.00001	0.000024	0.000026	9.02778E-06
3	0.000011	0.000022	6.708E-06	0.00001529	1.66967E-05	5.79748E-06	1	0.000018	0.000038	0.000007	0.000016	1.74642E-05	6.06398E-06
3	0.018939	0.000362	0.011576	0.000223	0.011578148	0.00402019	1	0.031826	0.000613	0.012887	0.000251	0.012889444	0.004475501
3	-0.018908	-0.000302	-0.011557	-0.000182	0.011558433	0.004013345	1	-0.031775	-0.000508	-0.012867	-0.000206	0.012868649	0.004468281
3	0.000033	0.019837	2.6376E-05	0.011254	0.011254031	0.00390765	1	0.000054	0.03041	0.000021	0.010573	0.010573021	0.003671188
3	-2.455E-06	-0.019777	-7.597E-06	-0.011213	0.011213003	0.003893404	1	-3.615E-06	-0.030304	-0.00000116	-0.010527	0.010527	0.003655208
3	0.018934	0.000352	0.011573	0.000216	0.011575016	0.004019103	1	0.031817	0.000595	0.012883	0.000243	0.012885292	0.00447406
3	-0.018913	-0.000312	-0.01156	-0.000188	0.011561529	0.004014442	1	-0.031784	-0.000526	-0.012871	-0.000214	0.012872779	0.004469715
3	0.000028	0.019827	2.3396E-05	0.011247	0.011247024	0.003905217	1	0.000045	0.030391	0.000017	0.010564	0.010564014	0.00366806
3	-7.762E-06	-0.019788	-1.0884E-05	-0.01122	0.011220005	0.003895835	1	-0.000013	-0.030322	-5.238E-06	-0.010534	0.010534001	0.003657639
3	-0.00604	-0.000429	-0.003882	-0.000183	0.003886311	0.001349414	1	-0.009582	-0.000548	-0.003542	-0.000119	0.003543998	0.001230555
													0.004045501

Tabla 16 Deriva de piso (2da planta alta - 3era planta alta)

NIVEL +9.54					NIVEL +12.48								
		3	r	r/h			4	r	r/h				
1	-0.005211	-0.000137	-0.002131	-0.000056	0.002131736	0.000740186	2	-0.006532	-0.00017	-0.001321	-0.000033	0.001321412	0.000458824
1	-0.000156	0.005232	-0.000063	0.002139	0.002139928	0.00074303	2	-0.000196	0.006533	-0.00004	0.001301	0.001301615	0.00045195
1	0.000393	-0.000076	0.000162	-0.000027	0.000164235	5.70259E-05	2	0.000496	-0.000088	0.000103	-0.000012	0.000103697	3.60058E-05
1	0.001832	0.000035	-0.003926	-0.000089	0.003927009	0.001363545	2	-0.00552	-0.000119	-0.007352	-0.000154	0.007353613	0.002553338
1	0.000047	-0.00174	-0.000103	0.004034	0.004035315	0.001401151	2	-0.00015	0.005521	-0.000197	0.007261	0.007263672	0.002522108
1	-0.000153	-0.000053	0.000305	-0.000008	0.000305105	0.000105939	2	0.000443	-0.000037	0.000596	0.000016	0.000596215	0.000207019
1	-0.006374	-0.000119	-0.008803	-0.000162	0.008804491	0.003057115	2	0.003502	0.00007	0.009876	0.000189	0.009877808	0.003429795
1	-0.000155	0.006442	-0.000215	0.008824	0.008826619	0.003064798	2	0.000089	-0.003605	0.000244	-0.010047	0.010049962	0.00348957
1	-0.000546	-0.000102	-0.000751	-0.000141	0.000754122	0.00026532	2	0.000295	-0.000014	0.000841	0.000088	0.000845592	0.000293608
1	-0.000045	6.171E-06	0.000292	-5.829E-06	0.000292058	0.000101409	2	0.000113	-8.577E-06	0.000158	-1.4748E-05	0.000158687	5.50996E-05
1	0.002102	0.000048	0.006902	0.000163	0.006903924	0.002397196	2	-0.000598	-0.00013	-0.0027	-0.000061	0.002700689	0.000937739
1	-0.000056	0.002126	-0.000182	0.00709	0.007092336	0.002462617	2	0.000018	-0.000597	0.000074	-0.002723	0.002724005	0.000945835
1	-7.177E-06	-0.000414	1.3823E-05	-0.001221	0.001221078	0.000423986	2	0.000014	0.000161	0.000021177	0.000575	0.00057539	0.000199788
1	-0.000792	5.035E-06	-0.001987	3.1035E-05	0.001987242	0.000690015	2	0.000033	2.723E-06	0.001122	-2.312E-06	0.001122002	0.000389584
1	0.000021	-0.000023	1.4577E-05	-0.000033	3.60762E-05	1.25264E-05	2	-0.000012	0.000034	-0.000033	0.000057	6.58635E-05	2.28693E-05
1	-0.000141	0.00001	-0.000603	0.000035	0.000604015	0.000209727	2	-0.000054	6.004E-06	0.000087	-3.996E-06	8.70917E-05	3.02402E-05
1	3.444E-06	6.531E-06	1.497E-06	2.838E-06	3.20862E-06	1.1141E-06	2	2.212E-06	6.915E-06	-0.000001232	3.84E-07	1.29046E-06	4.48075E-07
1	0.0318	0.00056	0.012876	0.000228	0.012878018	0.004471534	2	0.039887	0.000699	0.008087	0.000139	0.008088194	0.002808401
1	0.000029	0.030357	0.000011	0.01055	0.010550006	0.003663196	2	0.000035	0.035983	0.000006	0.005626	0.005626003	0.001953473
1	0.000018	0.000038	0.000007	0.000016	1.74642E-05	6.06398E-06	2	0.000014	0.000039	-0.000004	1E-06	4.12311E-06	1.43163E-06
1	3.444E-06	6.531E-06	1.497E-06	2.838E-06	3.20862E-06	1.1141E-06	2	2.212E-06	6.915E-06	-0.00001232	3.84E-07	1.29046E-06	4.48075E-07
1	0.000026	0.000054	0.00001	0.000024	0.000026	9.02778E-06	2	0.000019	0.000054	-0.000007	0	0.000007	2.43056E-06
1	0.000027	0.000056	0.00001	0.000024	0.000026	9.02778E-06	2	0.00002	0.000058	-0.000007	0.000002	7.28011E-06	2.52782E-06
1	0.000018	0.000038	0.000007	0.000016	1.74642E-05	6.06398E-06	2	0.000014	0.000039	-0.000004	1E-06	4.12311E-06	1.43163E-06
1	0.031826	0.000613	0.012887	0.000251	0.012889444	0.004475501	2	0.039906	0.000752	0.00808	0.000139	0.008081199	0.002805971
1	-0.031775	-0.000508	-0.012867	-0.000206	0.012868649	0.004468281	2	-0.039868	-0.000645	-0.008093	-0.000137	0.008094159	0.002810472
1	0.000054	0.03041	0.000021	0.010573	0.010573021	0.003671188	2	0.000054	0.036036	0	0.005626	0.005626	0.001953472
1	-3.615E-06	-0.030304	-0.00000116	-0.010527	0.010527	0.003655208	2	-0.000016	-0.03593	-0.000012385	-0.005626	0.005626014	0.001953477
1	0.031817	0.000595	0.012883	0.000243	0.012885292	0.00447406	2	0.039899	0.000734	0.008082	0.000139	0.008083195	0.002806665
1	-0.031784	-0.000526	-0.012871	-0.000214	0.012872779	0.004469715	2	-0.039874	-0.000664	-0.00809	-0.000138	0.008091177	0.002809436
1	0.000045	0.030391	0.000017	0.010564	0.010564014	0.00366806	2	0.000047	0.036018	2E-06	0.005627	0.005627	0.00195382
1	-0.000013	-0.0											



### Efecto P-Δ:

Cuando a una estructura deformada lateralmente se le aplica cargas verticales se producen efectos adicionales que pueden afectar las fuerzas cortantes, axiales y momentos flectores, debiendo tomarse en cuenta el análisis de la estabilidad estructural global<sup>31 32</sup>.

Se define mediante la siguiente expresión:

$$Q_i = \frac{P_i \Delta_i}{V_i h_i} \quad (C3.5)$$

En donde:

$Q_i$  = índice de estabilidad de piso  $i$

$P_i$  = suma de la carga vertical sin mayorar, del piso  $i$  y de todos los pisos localizados sobre el piso  $i$

$\Delta_i$  = deriva de piso en el centro de masas

$V_i$  = cortante sísmico del piso

$h_i$  = altura del piso considerado

El efecto P-Δ debe considerarse de acuerdo a los siguientes límites:

- Si  $Q_i \leq 0.10$  los efectos P-Δ no deben ser considerados
- Si  $0.10 < Q_i < 0.30$  tanto las derivas de piso, fuerzas internas y momentos de estructura deberán ser multiplicados por el factor de mayoración definido por  $f_{P-\Delta} = \frac{1}{1 - Q_i}$
- Si  $Q_i \geq 0.30$  la estructura es potencialmente inestable y debe rigidizarse, a menos que se sustente técnicamente que la estructura permanece estable y cumple con los requisitos de diseño sísmico normativo

Para proceder a analizar la estabilidad de piso, de acuerdo a la fórmula estipulada por la norma, deben encontrarse los cortantes en cada uno de los pisos o niveles de la estructura, valores que se encuentran mediante la siguiente formulación:

<sup>31</sup> (Luis García. Dinámica Estructural, 2006)

<sup>32</sup> (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC 2011, 2011)



$$V = \sum_{i=1}^n F_i \quad ; \quad V_x = \sum_{i=x}^n F_i \quad ; \quad F_x = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} V \quad (C3.6)$$

En donde:

- V cortante total en la base de la estructura
- V<sub>x</sub> cortante total en el piso x de la estructura
- F<sub>i</sub> fuerza lateral aplicada en el piso i de la estructura
- F<sub>x</sub> fuerza lateral aplicada en el piso x de la estructura
- n número de pisos de la estructura
- w<sub>x</sub> peso asignado al piso o nivel x de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W
- w<sub>i</sub> peso asignado al piso o nivel i de la estructura, siendo una fracción de la carga reactiva W
- h<sub>x</sub> altura del piso x de la estructura
- h<sub>i</sub> altura del piso i de la estructura
- k coeficiente relacionado con el periodo de vibración de la estructura T de acuerdo a lo siguiente:
  - Para valores de  $T \leq 0,5s$ .  $k=1,0$
  - Para valores de  $0,5s < T \leq 2,5s$ .  $k= 0,75 + 0,50T$
  - Para valores de  $T > 2,5$ .  $K=2,0$

Bajo estos antecedentes se procedió a llevar a cabo la correspondiente hoja de cálculo para encontrar la distribución de fuerzas laterales, así:

Nivel	w (carga reactiva)	H de piso	w*h <sup>k</sup>	Factor	F lateral
4	91347.75	12.48	1074363.88	0.359	13117.820
3	100435.68	9.54	908692.644	0.304	11094.999
2	100435.68	6.66	639750.463	0.214	7811.256
1	100435.68	3.78	367966.911	0.123	4492.820
			2990773.89	1.000	36516.895
NEC 2.7.2.4					
k=	0.9765	- Para valores de $T \leq 0.5s$ , $k=1.0$ - Para valores de $0.5s < T \leq 2.5s$ , $k = 0.75 + 0.50 T$ - Para valores de $T > 2.5$ , $k = 2.0$			
$V = \sum_{i=1}^n F_i \quad ; \quad V_x = \sum_{i=x}^n F_i \quad ; \quad F_x = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} V$					

**Tabla 18 Fuerzas laterales en cada nivel**

Una vez encontradas las correspondientes fuerzas laterales, se procedió con el control del índice de estabilidad<sup>33</sup>, así:

<sup>33</sup> (Luz Adriana Cristiano. Comparación del efecto P-Delta y la Deriva en Estructuras, 2008)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



$$Q_i = \frac{P_i \Delta_i}{V_i h_i} \quad (2-26)$$

en donde:

Q<sub>i</sub> índice de estabilidad del piso i, es la relación entre el momento de segundo orden y el momento de primer orden.

P<sub>i</sub> suma de la carga vertical total sin mayorar, incluyendo el peso muerto y la sobrecarga por carga viva, del piso i y de todos los pisos localizados sobre el piso i

Δ<sub>i</sub> deriva del piso i calculada en el centro de masas del piso.

V<sub>i</sub> cortante sísmico del piso i

h<sub>i</sub> altura del piso i considerado

Nivel	CM	CV	CT	Longitud	Ancho	Suma Carga	Peso Propio	Carga Vertical	Cortante Piso	Deriva de Piso	altura	Qi
4	450	150	600	18	10.41	112428	25050	137478	13117.81992	0.00349	12.48	0.003
3	480	200	680	18	10.41	239846.4	50100	427424.4	11094.99931	0.00405	9.54	0.016
2	480	200	680	18	10.41	367264.8	75150	869839.2	7811.256092	0.00402	6.66	0.067
1	480	200	680	18	10.41	494683.2	100200	1464722.4	4492.820153	0.00298	3.78	0.257

**Tabla 19 Estabilidad de pisos**

Una vez que se ha procedido con el análisis modal dinámico espectral, y sus respectivos controles, se procederá con el diseño estructural de cada uno de los elementos principales de la estructura.

### 3.4.2 Diseño Estructural

Como ya se dijo, se analizará una estructura que consta de una planta baja, tres plantas altas y una planta de cubiertas, con desniveles entre cada una de las plantas de 2,88m y luces de vigas que oscilan entre 4 y 5,50m.

En las ilustraciones 38 y 39 se puede observar el modelo de la misma, para los dos casos en estudio, es decir, una estructura aperticada de hormigón armado y otra de secciones compuestas.

A través del cálculo estructural realizado se determinó las dimensiones y refuerzo estructural requerido en los diferentes elementos estructurales de manera que la estructura cumpla satisfactoriamente las condiciones de resistencia y servicio para la cual está siendo proyectada. El resultado del diseño estructural se sintetiza en los planos estructurales, los cuales contienen los detalles necesarios para la construcción, incluyendo planillas de fierros y cantidades de obra.

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 mayoran las cargas.

Para la estructura se consideró las siguientes combinaciones de carga para analizar y verificar su comportamiento estructural<sup>34</sup>:

<sup>34</sup> (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC 2011, 2011)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



- $C_u = 1.4C_M$
- $C_u = 1.2C_M + 1.6C_V$
- $C_u = 1.2C_M + 1.0C_V + 1.0E$
- $C_u = 0.9C_M + 1.0E$

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  $E$  es la carga debido a sismo.

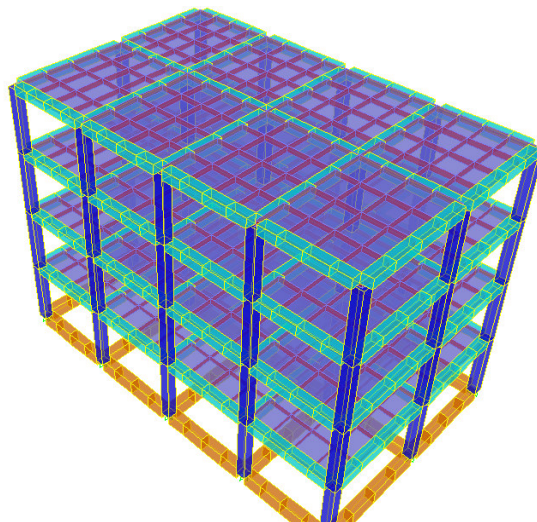
En el caso de la Carga Viva se consideró para los entrepisos un valor de  $200 \text{ kg/m}^2$  y para la losa de cubierta un valor de  $150 \text{ kg/m}^2$ . En el caso de la Carga Muerta se consideró una sobrecarga (recubrimientos, instalaciones, paredes, etc.) para los entrepisos de  $480 \text{ kg/m}^2$  y para la losa de cubierta un valor de  $450 \text{ kg/m}^2$ .

Para evaluar la carga sísmica se realizó un espectro elástico de diseño en aceleraciones<sup>35</sup>, mismo que se procedió al ingreso en el programa SAP.

### Idealización del modelo estructural

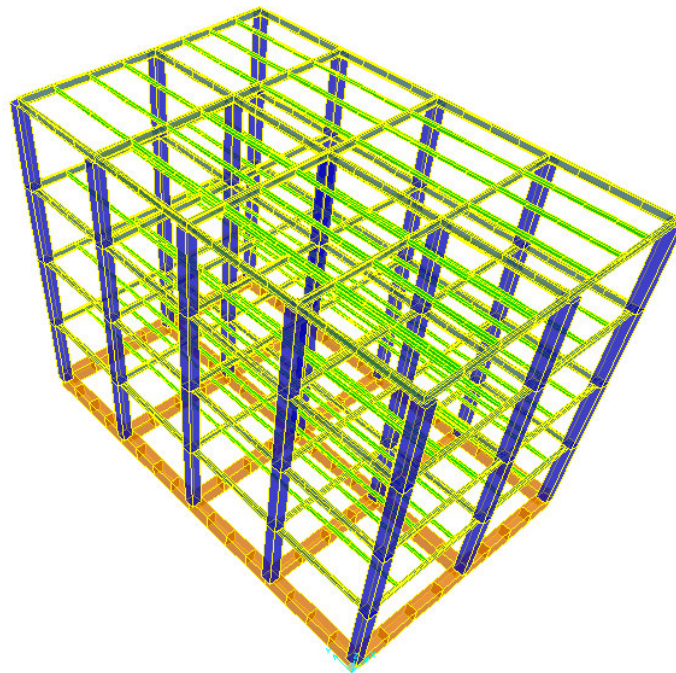
Para el análisis estructural del edificio se optó por realizar modelos tridimensionales idealizados a través del Método de los Elementos Finitos (MEF). Al modelar la estructura de forma tridimensional se tiene la ventaja de obtener de forma precisa la interacción de los diferentes elementos de la estructura.

La estructura del edificio se consideró como un solo bloque. Esta estructura tiene los siguientes niveles: planta baja, 3 plantas altas y la losa de cubierta.



**Ilustración 38 Modelo tridimensional pórticos de Hormigón Armado**

<sup>35</sup> (Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. NEC 2011, 2011)  
Pedro Roberto Espinoza Hernández



### **Ilustración 39 Modelo tridimensional pórticos con secciones compuestas**

Se caracterizaron los diferentes elementos, de acuerdo a las dimensiones obtenidas en un pre-diseño, estas secciones fueron modificadas en función de los esfuerzos obtenidos, lográndose un modelo que se comporta adecuadamente ante las diferentes acciones que actúan sobre la estructura.

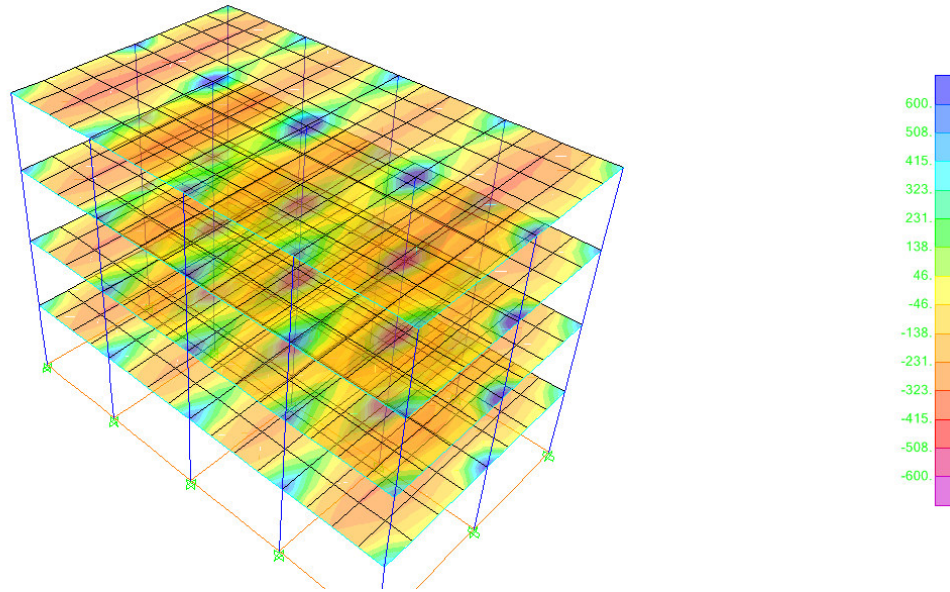
El sistema se modeló mediante un software de elementos finitos con elementos tipo frame y shells (SAP2000 v16).

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

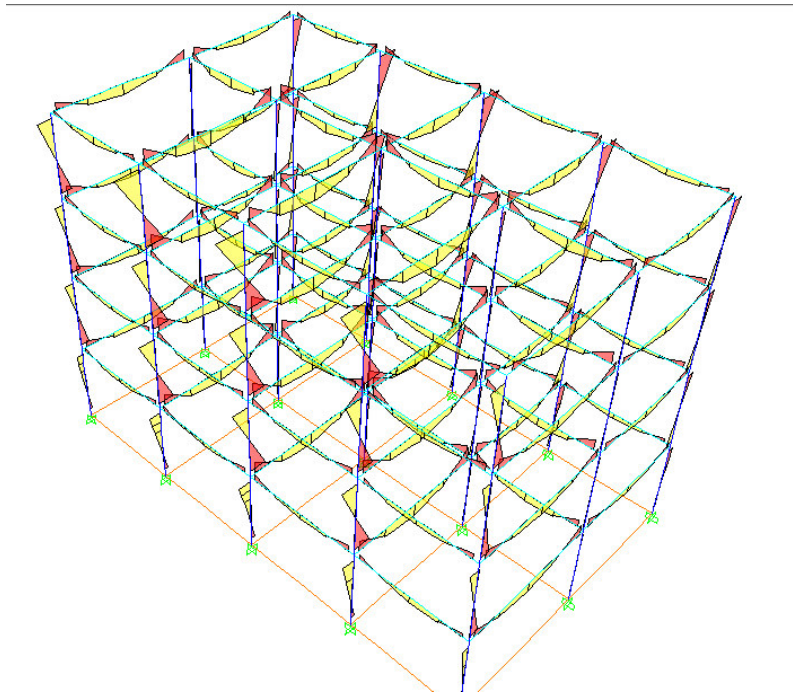
Como se mencionó las cargas que se consideraron en el modelo son la Carga Muerta (CM) o permanente, Carga Viva (CV) o de uso y Carga Sísmica (E). Debe indicarse que el programa considera adicionalmente el peso propio de cada uno de los elementos. Mientras que la Carga Viva (CV) o de uso proviene de la función que va a cumplir dicha estructura, para el presente caso, corresponde a vivienda.

#### **Resultados del modelo.-**

Para la determinación de las dimensiones y el refuerzo requerido en cada uno de los elementos se analizó el efecto de las diferentes combinaciones de carga, realizando el diseño para la condición más desfavorable. Como se mencionó anteriormente, los resultados están plasmados en los planos, con la información correspondiente para la construcción de la obra.

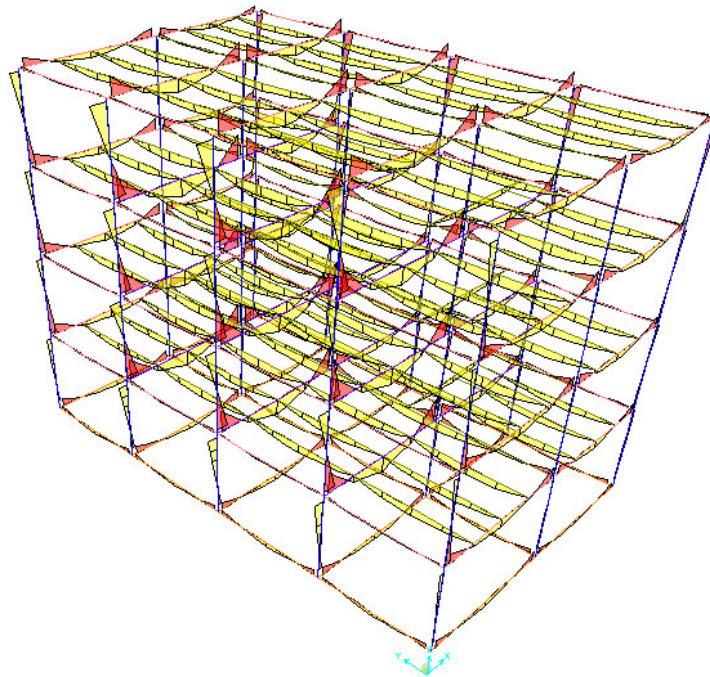


**Ilustración 40 Detalle de Momentos 2-2 en la edificación**



**Ilustración 41 Detalle de Momentos en vigas y columnas**





**Ilustración 42 Detalle de Momentos en Vigas y Columnas Compuestas**

Las losas son de hormigón con casetones de alivianamiento, en el caso de la estructura con pórticos de hormigón armado, y losa con placa colaborante con espesor de 12cm de hormigón en los pórticos con secciones compuestas.

Para el diseño de cimentación se consideró una presión admisible del suelo semejante a  $2.50 \text{ kg/cm}^2$ .

Se ha diseñado los elementos estructurales de hormigón armado con hormigón de  $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días y refuerzo de varillas de acero corrugadas de una resistencia a la fluencia de  $4200 \text{ kg/cm}^2$ . Los elementos estructurales están siendo considerados con una resistencia de  $2520 \text{ kg/cm}^2$ .

Para llevar a cabo los cálculos, se crearon hojas electrónicas en Microsoft Excel, para el diseño de los elementos principales como son zapatas, columnas y vigas.

A continuación se procederá a colocar las hojas de cálculo utilizadas para el dimensionamiento de los elementos estructurales, para ambos casos de análisis.



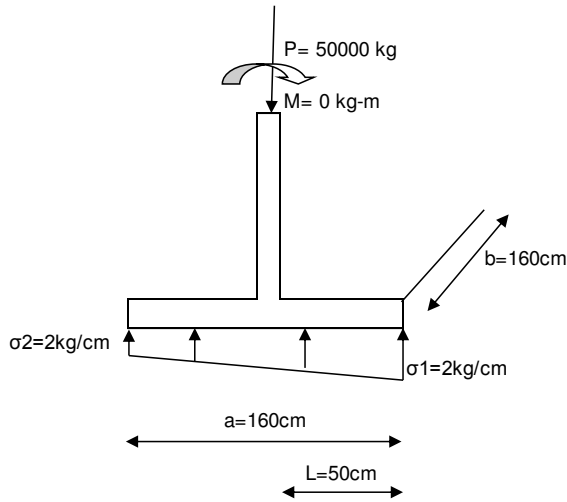
# DISEÑO ESTRUCTURAL DE ZAPATAS

Proyecto: Monografía Diseño Edificación Compuesta

Calculo de la Zapata Tipo 3 centrada bajo una columna Rectangular

## Calculo de los esfuerzos en la base

Tipo Zapata **C**  
 P= 50000 kg  
 M= 0 kg-m  
 b= 160 cm  
 a= 160 cm  
 e= 0.00 cm  
 $\sigma_1 = (P/A + 6Pe/a^2b)$  1.953125 kg/cm  
 $\sigma_2 = (P/A - 6Pe/a^2b)$  1.953125 kg/cm



b1col= 60 cm  
 b2col= 60 cm  
 oprom= 2.734375 kg/cm  
 FM= 1  
 L= 50 cm  
 Q/L= 43750 kg/m  
 M= 5469 kg-m

P(mayorado) 70000

## Calculo del Punzonamiento

Vu= 52500 kg  
 ez= 20 cm  
 Pervc= 320 cm  
 Avc= 6400 cm<sup>2</sup>  
 $\zeta_c = 17.04$  kg/cm<sup>2</sup>  
 $\theta = 0.85$   
 $\theta Vc = 92704$  kg

SI CUMPLE

## Diseño del refuerzo a flexion

Mmax= 5468.8 Kg-m

DISEÑO EN LOS EXTREMOS

SECCION	
Altura (h) =	20 cm
base (b) =	160 cm
Rercubrimiento (d) =	7.5 cm
Peralte Efec (d) =	12.5 cm
f <sub>c</sub> =	240 Kg/cm <sup>2</sup>

REFUERZO	
Diametro =	2 cm
# Varillas =	10.00
Area (A <sub>s</sub> )=	31.42 cm <sup>2</sup>
f <sub>y</sub> =	4200 Kg/cm <sup>2</sup>

As= 31.42 cm<sup>2</sup>

DISEÑO	
O = 0.90	0.9
$a = (A_s \cdot f_y) / (0.85 \cdot f_c \cdot b)$	4.04

OMn= O*(A <sub>s</sub> *f <sub>y</sub> *(d-a/2))	12444 Kg_m
--	------------

SI CUMPLE 1 ø 20mm c/14.5 cm

p <sub>min</sub> =	0.00333333
p <sub>util</sub> =	0.01570796
p <sub>max</sub> =	0.025

As min= 6.667 cm<sup>2</sup>  
 As max= 50.000 cm<sup>2</sup>



## Sistema de construcción sólo hormigón armado.-

### Hoja de cálculo para diseño de vigas de hormigón:

ELEMENTO	LUZ		Q (kg/m)	CORTE IZ (kg)	CORTE DE (kg)	MOM IZ (kg.m)	MOM DE (kg.m)	MOM + (kg.m)	
VIGA eje 1 (c-d)	L(m) = 5.41	CM	870	1244	1560	1059	1250	580	
		CV	240	163	215	156	200	100	
		SX		5109	4632	7388	7167	1656	
		SY		749	262	796	440	100	
		1.4CM		1218	1741.6	2184	1482.6	1750	812
		1.2CM + 1.6CV		1428.00	1753.60	2216.00	1520.40	1820.00	856.00
		1.2CM + 1CV + 1SX		1284.00	6764.80	6719.00	8814.80	8867.00	2452.00
		1.2CM + 1CV - 1SX		1284.00	-3453.20	-2545.00	-5961.20	-5467.00	-860.00
		1.2CM + 1CV + 1SY		1284.00	2404.80	2349.00	2222.80	2140.00	896.00
		1.2CM + 1CV - 1SY		1284.00	906.80	1825.00	630.80	1260.00	696.00
		0.9CM + 1SX		783.00	6228.60	6036.00	8341.10	8292.00	2178.00
		0.9CM - 1SX		783.00	-3989.40	-3228.00	-6434.90	-6042.00	-1134.00
		0.9CM + 1SY		783.00	1868.60	1666.00	1749.10	1565.00	622.00
		0.9CM - 1SY		783.00	370.60	1142.00	157.10	685.00	422.00
		<b>MAX</b>		1428.00	6764.80	6719.00	8814.80	8867.00	2452.00

#### VALORES MAXIMOS

<b>MOM MAX IZQ</b>	RU = 28.4086
8814.8 kg-m	$\rho = 0.00734$
<b>MOM MAX DER</b>	RU = 28.5768
8867 kg-m	$\rho = 0.00739$
<b>MOM MAX +/2</b>	RU = 14.2884
4433.5 kg-m	$\rho = 0.00354$
<b>MOM MAX</b>	RU = 7.90237
2452 kg-m	$\rho = 0.00193$

#### DATOS

recubri =	0.04	m	artículo 7.7.1 ACI 318
$\Phi$ estribo =	0.01	m	
$\Phi$ longitudinal =	0.022	m	
H =	0.4	m	
B =	0.3	m	
D =	0.339	m	
L =	5.41	m	
f'c =	240	kg / cm <sup>2</sup>	
fy =	4200	kg / cm <sup>2</sup>	
$\Phi$ =	0.9		

CODIGO  
ACI 318-08

<b>L/H &gt; 4</b>	13.53 ok	Cumple	artículo 21.5.1.2 ACI 318
<b>B/H &gt; 0.3</b>	0.75 ok	Cumple	artículo 21.5.1.3 ACI 318
<b>B &gt; 0.25</b>	0.3 ok	Cumple	artículo 21.5.1.4 ACI 318



**CALCULO DEL AREA DEL REFUERZO PRINCIPAL**

Asmin = 1.4bw\*d/Fy      3.39      cm2      articulo 21.5.2.1 ACI 318  
 Asmax = 0.025\*bw\*d      25.43      cm2      articulo 21.5.2.1 ACI 318

As iz =                      7.46                      cm2                      Colocar: 2 ϕ de 2.2cm                      7.6cm2  
 As de =                      7.51                      cm2                      Colocar: 2 ϕ de 2.2cm                      7.6cm2  
 As Pos min/2 =            3.60                      cm2                      Colocar: 1 ϕ de 2.2cm                      3.8cm2  
 As Pos =                      1.96                      cm2

# (unidades)	ϕ (cm)	# (unidades)	ϕ (cm)	As
2	2.2		2.5	7.60
2	2.2		2.5	7.60
1	2.2		2.2	3.80

**CALCULO DE LOS MOMENTOS PLASTICOS**

$$M_p = 1.25 A_s f_y (d - (1.25 A_s f_y / (2 * 0.85 f_c b)))$$

Mp1=                      12229.25                      kg-m  
 Mp2=                      6440.02                      kg-m  
 M'p1=                      6440.02                      kg-m  
 M'p2=                      12229.25                      kg-m

DE ESTOS MOMENTOS SE ESCOGE EL PAR MAYOR PARA CALCULAR EL

$$\alpha = ((M_{p1} + M_{p2}) / L) / \{ ((M_{p1} + M_{p2}) / L) + (0.5 * Q * L) \}$$

Mp1 =                      12229.25 kg-m  
 Mp2 =                      12229.25 kg-m

**CALCULO DE CORTANTE**

$\alpha = 0.566$

V1 =                      6924.10                      kg  
 V2 =                      -22.34                      kg  
 V1' =                      -22.34                      kg  
 V2' =                      6924.10                      kg

V1 = (Mp1 + Mp2) / L + 0.5LQ  
 V2 = (Mp1 + Mp2) / L - 0.5LQ  
 V1' = (M'p1 + M'p2) / L - 0.5LQ  
 V2' = (M'p1 + M'p2) / L + 0.5LQ

**VALORES DE SEPARACION PARA ESTRIBOS**

D/4 =                      8.475                      cm  
 8 ϕ arilla lon =            17.6                      cm  
 24 ϕ arilla trans =        24                      cm  
                                     30                      cm

MAXIMA SEPARACION	
8.475	≈ 7 cm

$\alpha = 0.566$

Pu < 0.05 \* Ag \* fc      cumple  
 Se considera Vc = 0

Av/s = Vu / (0.85fyD)      0.06  
 s =                                      7                      cm  
 Av = s \* Vu / (0.85fyD)      0.40                      cm2

Colocar: 2 ramas de 1cm      1.57cm2

# (unidades)	ϕ (cm)	As
2	1	1.57

Vsmax = 2.1 fc^0.5 Bw      33086 kg  
 Avmax / s = Vsmax /      0.23 cm SsS  
 vmin / s = 3.5 Bw / fy      0.03 cm



VALORES SIN ROTULA PLASTICA

V2H =	5903.508582	kg
Vc = .53*(fc)^.5*B*D	8350.31	kg
Av/s =	0.048	
<b>s =</b>	<b>10</b>	cm
Av =	0.48	cm2

Colocar: 2 ramas de 1cm 1.57cm2

# (unidades)	φ (cm)	As
2	1	1.57

Hoja de cálculo para el diseño de columnas de hormigón:

DATO

Columna =	C2	
f'c =	240	kg / cm2
fy =	4200	kg / cm2
recubrimiento =	0.04	m
Φ longitudinal =	0.022	m
Φ estribo =	0.01	m
h =	0.5	m
b =	0.5	m
f'c =	240	kg/cm2
Φ =	0.85	
Nivel Inferior =	0.9	m
Nivel Superior =	12.42	m

d =	0.46
d/t =	0.92

DISEÑO DEL APOYO INFERIOR SISMO X				DIRECCION X-X		DIRECCION Y-Y			
ELEMENTO	NIVEL		AXIAL (COMP) kg	CORTE X (kg)	CORTE Y (kg)	MOM. INFE (kg.m)	MOM. SUPE (kg.m)	MOM. INFE (kg.m)	MOM. SUPE (kg.m)
COLUMNA C2 Sección: B= 0.5m H= 0.5m	0.9 a +12.42	CM	-100222	404	37	460	460	73	73
		CV	-14649	70	7	80	80	13	13
		SISMO X	3916	17412	275	39689	39689	625	625
		1.2M+1.6V	-143704.8	596.8	55.6	680	680	108.4	108.4
		1.2M+1V+1S	-130999.4	17966.8	326.4	40321	40321	725.6	725.6
		1.2M+1V-1S	-138831.4	-16857.2	-223.6	-39057	-39057	-524.4	-524.4
		0.9M+1S	-86283.8	17775.6	308.3	40103	40103	690.7	690.7
0.9M-1S	-94115.8	-17048.4	-241.7	-39275	-39275	-559.3	-559.3		

	Carga	Momento en X-X	Momento en Y-Y	Armadura (cm2)
Pu1= Mu1=	143705	680	108	25.00
Max(Pu2,Pu3)= Max(Mu2,Mu3)=	138831	40321	726	25.00
Min(Pu2,Pu3)= Max(Mu2,Mu3)=	130999	40321	726	25.00
Max(Pu4,Pu5)= Max(Mu4,Mu5)=	94116	40103	691	25.00
Min(Pu4,Pu5)= Max(Mu4,Mu5)=	86284	40103	691	25.00

$\alpha = Pn / (Ag * f'c)$	$\beta = Mn / (Ag * f'c * h)$	$e = Mn / Pn$
----------------------------	-------------------------------	---------------

0.28	0.00	0.00	$\rho 1 =$	0.005	0.1
0.27	0.16	0.29	$\rho 2 =$	0.010	0.2
0.26	0.16	0.31	$\rho 3 =$	0.010	0.2
0.18	0.16	0.43	$\rho 4 =$	0.010	0.2
0.17	0.16	0.46	$\rho 5 =$	0.010	0.2

DISEÑO DEL APOYO INFERIOR SISMO Y				DIRECCION X-X		DIRECCION Y-Y			
ELEMENTO	NIVEL		AXIAL (COMP) kg	CORTE X (kg)	CORTE Y (kg)	MOM. INFE (kg.m)	MOM. SUPE (kg.m)	MOM. INFE (kg.m)	MOM. SUPE (kg.m)
COLUMNA C2 Sección: B= 0.5m H= 0.5m	0.9 a +12.42	CM	-100222	404	37	460	460	73	73
		CV	-14649	70	7	80	80	13	13
		SISMO Y	9034	773	17825	1685	1685	38787	38787
		1.2M+1.6V	-143704.8	596.8	55.6	680	680	108.4	108.4
		1.2M+1V+1S	-125881.4	1327.8	17876.4	2317	2317	38887.6	38887.6
		1.2M+1V-1S	-143949.4	-218.2	-17773.6	-1053	-1053	-38686.4	-38686.4
		0.9M+1S	-81165.8	1136.6	17858.3	2099	2099	38852.7	38852.7
0.9M-1S	-99233.8	-409.4	-17791.7	-1271	-1271	-38721.3	-38721.3		



	Carga	Momento en X-X	Momento en Y-Y	Armadura (cm <sup>2</sup> )
Pu1= Mu1=	143705	680	108	25.01
Max(Pu2,Pu3)= Max(Mu2,Mu3)=	143949	2317	38888	25.00
Min(Pu2,Pu3)= Max(Mu2,Mu3)=	125881	2317	38888	25.00
Max(Pu4,Pu5)= Max(Mu4,Mu5)=	99234	2099	38853	26.71
Min(Pu4,Pu5)= Max(Mu4,Mu5)=	81166	2099	38853	30.36

$\alpha = Pn / (Ag \cdot f_c)$	$\beta = Mn / (Ag \cdot f_c \cdot h)$	$e = Mn / Pn$	$\omega$
0.28	0.00	0.00	$\rho_1 = 0.010$ 0.206
0.28	0.15	0.02	$\rho_2 = 0.009$ 0.18
0.25	0.15	0.02	$\rho_3 = 0.009$ 0.18
0.19	0.15	0.02	$\rho_4 = 0.011$ 0.22
0.16	0.15	0.03	$\rho_5 = 0.012$ 0.25

DISEÑO DEL APOYO SUPERIOR SISMO X			AXIAL (COMP) (kg)	CORTE X (kg)	CORTE Y (kg)	DIRECCION X-X (kg.m)		DIRECCION Y-Y (kg.m)	
ELEMENTO	NIVEL					MOM. INFE	MOM. SUPE	MOM. INFE	MOM. SUPE
COLUMNA C2 Sección: B= 0.5m H= 0.5m	0.9 a +12.42	CM	-97731	404	37	703	748	36	31
		CV	-14649	70	7.79	122	129	8.78	8
		SISMO X	3916	17322	274	10451	28222	194	432
		1.2M+1.6V	-140716	597	57	1039	1104	57	50
		1.2M+1V+1S	-128010	17877	326	11417	29249	246	477
		1.2M+1V-1S	-135842	-16767	-222	-9485	-27195	-142	-387
		0.9M+1S	-84042	17686	307	11084	28895	226	460
		0.9M-1S	-91874	-16958	-241	-9818	-27549	-162	-404

	Carga	Momento en X-X	Momento en Y-Y	Armadura (cm <sup>2</sup> )
Pu1= Mu1=	140716	1104	57	25.00
Max(Pu2,Pu3)= Max(Mu2,Mu3)=	135842	29249	477	25.00
Min(Pu2,Pu3)= Max(Mu2,Mu3)=	128010	29249	477	25.00
Max(Pu4,Pu5)= Max(Mu4,Mu5)=	91874	28895	460	25.00
Min(Pu4,Pu5)= Max(Mu4,Mu5)=	84042	28895	460	25.00

$\alpha = Pn / (Ag \cdot f_c)$	$\beta = Mn / (Ag \cdot f_c \cdot h)$	$e = Mn / Pn$	$\omega$
0.28	0.00	0.01	$\rho_1 = 0.005$ 0.1
0.27	0.11	0.22	$\rho_2 = 0.005$ 0.1
0.25	0.11	0.23	$\rho_3 = 0.005$ 0.1
0.18	0.11	0.31	$\rho_4 = 0.005$ 0.1
0.16	0.11	0.34	$\rho_5 = 0.006$ 0.12

DISEÑO DEL APOYO SUPERIOR SISMO Y			AXIAL (COMP) (kg)	CORTE X (kg)	CORTE Y (kg)	DIRECCION X-X (kg.m)		DIRECCION Y-Y (kg.m)	
ELEMENTO	NIVEL					MOM. INFE	MOM. SUPE	MOM. INFE	MOM. SUPE
COLUMNA C2 Sección: B= 0.5m H= 0.5m	0.9 a +12.42	CM	-97731	404	37	703	748	36	31
		CV	-14649	70	7.79	122	129	8.78	8
		SISMO Y	9034	768	17731	546	1216	12506	27529
		1.2M+1.6V	-140716	597	57	1039	1104	57	50
		1.2M+1V+1S	-122892	1323	17783	1512	2243	12558	27574
		1.2M+1V-1S	-140960	-213	-17679	420	-189	-12454	-27484
		0.9M+1S	-78924	1132	17764	1179	1889	12538	27557
		0.9M-1S	-96892	-404	-17698	87	-543	-12474	-27501



	Carga	Momento en X-X	Momento en Y-Y	Armadura (cm2)
Pu1= Mu1=	140716	1104	57	25.00
Max(Pu2,Pu3)= Max(Mu2,Mu3)=	140960	2243	27574	25.00
Min(Pu2,Pu3)= Max(Mu2,Mu3)=	122892	2243	27574	25.00
Max(Pu4,Pu5)= Max(Mu4,Mu5)=	96992	1889	27557	25.00
Min(Pu4,Pu5)= Max(Mu4,Mu5)=	78924	1889	27557	25.00

$\alpha=Pn/(Ag*f'c)$	$\beta=Mn/(Ag*f'c*h)$	$e = Mn/Pn$	$\omega$
0.28*	0.00	0.01	$\rho_1 = 0.005$
0.28	0.11	0.02	$\rho_2 = 0.005$
0.24	0.11	0.02	$\rho_3 = 0.007$
0.19	0.11	0.02	$\rho_4 = 0.008$
0.15	0.11	0.02	$\rho_5 = 0.009$

# (unidades)	$\phi$ (cm)	# (unidades)	$\phi$ (cm)	As
4	2.5	4	2.2	34.84

Armadura Principal = 30.35714286 cm2 Colocar: 4 $\phi$  de 2.5cm y 4  $\phi$  de 2.2cm 34.84cm2

Hc = 0.41 largo maximo entre los centros de los estribos  
 Bc= 0.41 ancho maximo entre los centros de los estribos  
 Ach = Hc\*Bc = 0.17 m2  
 Ag = b\*h = 0.25 m2  
 s = 10.25 m

La menor separacion de	
B/4=	12.5 cm
6 $\phi$ long=	13.2 cm
D/4=	10.25 m

de las siguientes ecuaciones se escoge el valor mayor

$$A_{sh} = 0.3 \frac{sb_c f'_c}{f_{yt}} \left[ \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

en esta ecuacion "bc" se reemplaza por "Hc" ya que consideramos a Hc como la menor dimension del elemento se redondea "s" a un valor manejable  $s \approx 0.05$  m

$$A_{sh} = 0.09 \frac{sb_c f'_c}{f_{yt}}$$

Ash1= 1.71 cm2  
 Ash2 = 1.054285714 cm2  
 Ash = 1.71 cm2

3.14cm2

Colocar: 4ramas de 1cm



## Diseño Capacidad Columna – Viga Nudo D1 Nivel +3.78

$\phi_c =$	0.85	
$f_c =$	240	kg/cm <sup>2</sup>
$f_y =$	5250	kg/cm <sup>2</sup>

MOMENTOS PLASTICOS VIGA		$f_y = 1.25 f_y$
Mp1 =	647993.3	kg-cm
Mp2 =	1230908	kg-cm

MOMENTOS PLASTICOS COLUMNA		$f_y = 1.25 f_y$	
b =	50	cm	h = 50
d barra =	2.5	cm	
# barras =	4		
As col infe =	25.00	cm <sup>2</sup>	As col supe = 35.21 cm <sup>2</sup>
recubri =	2	cm	
destribo =	0.08		

inferior	Mpc1 =	3008250	( Ascolumna/2)* $f_y$ ** $(b-2*recu-2*destribo)$
superior	Mpc2 =	4237335	( Ascolumna/2)* $f_y$ ** $(b-2*recu-2*destribo)$

### VIGAS

M1 b=	647993.3	kg-cm
M2 b=	1230908	kg-cm
M3 b=	0	kg-cm
M4 b=	0	kg-cm

Verificar  $\Sigma M_c / \Sigma M_v > 6/5 = 3.818099$

**CUMPLE**

### COLUMNAS

M1c =	3008250	kg-cm
M2 c=	4237335	kg-cm





## Sistema de construcción Compuesto.-

### Hoja de cálculo para diseño de vigas compuestas:

DATOS	VIGA COMPUESTA TIPO C SECCION COMERCIAL
Luz de viga=	5.10 m
Espaciamiento Vigas=	2.50 m
Espesor Losa=	12.00 cm
Carga Muerta de Servicio=	100.00 kg/m <sup>2</sup>
Carga Viva=	250.00 kg/m <sup>2</sup>
Carga de Construcción (Viva)=	100.00 kg/m <sup>2</sup>
Tipo de Acero=	A36
fc=	240.00 kg/cm <sup>2</sup>
Densidad de Hormigón=	2400.00 kg/m <sup>3</sup>
Fy=	2520.00 kg/cm <sup>2</sup>
	100kg=1KN
	1MPa=10kg/cm <sup>2</sup>
	Eacero= 2100000 kg/cm <sup>2</sup>
	Ehormigon= 243013.50 kg/cm <sup>2</sup>

NO SE CONSIDERA APUNTALAMIENTO EN LA VIGA

1.) Obtención de las cargas.-

Peso de la losa de H <sup>o</sup> =	288.00 kg/m <sup>2</sup>
Carga muerta de Servicio=	100.00 kg/m <sup>2</sup>
<b>Carga Muerta TOTAL=</b>	<b>388.00 kg/m<sup>2</sup></b>
<b>Carga viva (Wlo)=</b>	<b>250.00 kg/m<sup>2</sup></b>

2.) Reducción de la carga viva

$$w_L = w_{L0} \left( 0.25 + \frac{4.5}{\sqrt{A_1}} \right); \text{Carga viva reducida}$$

**WL= 218.48 kg/m<sup>2</sup>** Carga viva reducida

Peralte asumido teórico (L/25) m	Peralte asumido según tablas (m)	Tipo de perfil asumido	Kg/ml del perfil asumido
0.20	0.21	IPE200	22.4

3.) Carga requerida por construcción factorizada

Wcd= Carga muerta de la losa de hormigón + Peso de la viga

Para un ancho de 2.5 (Separación entre vigas)

**Se supone un perfil tipo IPE200 obtenido con una relación peralto de la viga/Luz de L/25 equivalente a=0.2**

**Wcd= 742.4 kg/m**

Wcl= Carga de construcción viva

**Wcl= 250 kg/m**

Wcu = Carga requerida por construcción factorizada  $1.2Wcd + 1.6Wcl$

**Wcu= 1290.88 kg/m**

Mcu = Momento Flector Requerido por carga de construcción

**Mcu = 4196.97 kg.m**

4.) Obtención del perfil que se requiere para la carga de construcción (Considerando que no hay apuntalamiento) más el sismo de diseño

**Zreq= 185.05 cm<sup>3</sup>**



Tipo de perfil para construcción	Peralte perfil según tablas (m)	Peso del perfil (kg/m)	h del perfil (m)	tw del perfil (m)	ts del perfil (m)
IPE220	0.22	26.20	0.22	0.0059	0.0092

Ancho ala (m)	0.11	area=	33.40 cm <sup>2</sup>
		inercia perfil=	2770 cm <sup>4</sup>

**Para la aproximación de la carga de construcción utilizamos un perfil IPE220**

5.) Momento de diseño (Mu)

**Mu= 6896.00 kg.m**

**Zu= 304.06**

6.) Comprobación que el perfil IPE220 trabaja en sección compuesta con la losa de hormigón

Ancho efectivo (be) es el menor entre:

L/4	Espac. Entre vigas
1.28	2.50

**be= 1.28 m**

Definición de la teoría a emplear para la comprobación (Elástica o plástica)

Si  $\frac{h}{t_w} \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$  se aplica la teoría plástica

Si  $\frac{h}{t_w} > 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$  se aplica la teoría elástica

h/tw	37.29
3.76*(E/fy)^0.5	108.54

**YA QUE h/tw ES MENOR QUE 3.76\*(E/fy)^0.5 SE DEBE APLICAR LA TEORÍA PLÁSTICA**

Cálculo de la profundidad de compresión de la losa de hormigón (a)

$a = \frac{A_s F_y}{0,85 f_c b_e}$       **As = 33.40**

**a= 1.65 cm**

El eje neutro está en la losa de hormigón

h perfil      **22.00**

**Mn= 18664.11 kg.m**

**φ.Mn= 16797.69 kg.m**

**En el diseño rige la fase constructiva**

**LA SECCIÓN ES SATISFACTORIA**



7.) Deflexión por carga viva de servicio

Como  $f'c$  es diferente a  $210\text{kg/cm}^2$ , debe aplicarse la fórmula para hallar la relación modular  
 $E_c = 0.043 \cdot w^{1.5} \cdot \text{raiz}(f'c)$  8.48

La deflexión permisible es  $L/360$

$$\Delta_p = L/360 \quad 1.42 \text{ cm}$$

Cálculo de las propiedades de la sección transversal compuesta

$$A_{\text{losa}} = (b \cdot e / n) \cdot t \quad 353.83 \text{ cm}^2$$

Distancia del centroide de losa transformada a la base del patín inferior del perfil:  $y_{\text{losa}}$

$$y_{\text{losa}} = d + t_{\text{losa}}/2 \quad 28.00 \text{ cm}$$

Distancia del centroide del perfil a la parte inferior del patín inferior del perfil:  $y_p$

$$y_p = d/2 \quad 11 \text{ cm}$$

Obtención del eje centroidal

$$y_c = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i} = \frac{A_{\text{losa}} \cdot y_{\text{losa}} + A_s \cdot y_p}{A_{\text{losa}} + A_s}$$

$$y_c = 26.53 \text{ cm}$$

El eje centroidal x-x de la sección compuesta se encuentra a 26.53cm de la parte inferior del perfil

Obtención del momento de inercia de la sección compuesta respecto al eje centroidal  $I_x$

$$I_x = I_{\text{losa}} + A_{\text{losa}} \cdot y_{x\text{losa}}^2 + I_{\text{perfil}} + A_{\text{perfil}} \cdot y_{x\text{perfil}}^2$$

$I_{\text{losa}} =$	4245.942857
$A_{\text{losa}} =$	353.8285714
$(d + t_{\text{losa}} - y_c - t_{\text{losa}}/2)^2$	2.15
$I_{\text{perfil}} =$	2770
$A_{\text{perfil}} =$	33.4
$(y_c - y_p)^2 =$	241.30

$$I_x = 15835.97 \text{ cm}^2$$

El desplazamiento de una viga simplemente apoyada con carga uniformemente distribuida es:

$$\Delta = \frac{5 \cdot w_L \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$\Delta = 0.19 \text{ cm}$$

Cumple el valor mayor de desplazamiento



8.) Número de conectores de cortantes, tipo de conectores: Pernos de diámetro 15mm

# de conectores de cortante =  $V' / Q_n$       diametro perno= 0.015

$V' = 0.85 \cdot f_c \cdot b_e \cdot t$       612000 kg

$V' = A_s \cdot f_y$       84168 kg

**Se debe tomar el menor valor de V' siendo este 84168kg**

La resistencia a cortante de un conector tipo perno es:

$Q_n = 0.5 \cdot A_{sc} \cdot \sqrt{f_c \cdot E_c}$

$A_{sc} = (\pi \cdot d^2) / 4$       1.77 cm

$f_c =$       240.00 kg/cm<sup>2</sup>

$E_c = 0.043 \cdot w^{1.5} \cdot \sqrt{f_c}$       247680

$Q_n =$       6812.30 kg

# de conectores=      12

**Utilizaremos 14 conectores y se colocarán de dos en dos sobre la viga** 14

9.) Espaciamiento entre conectores

**Espaciamiento en la mitad de la luz= 36.42857143 cm centro a centro**

Comprobación de la separación de conectores

Mínima permisible a lo largo de la viga= 6 \* diam conector= 9 cm centro a centro

Mínima permisible transversalmente= 4 \* diam conector= 6 cm centro a centro

Separación máxima permisible= 8 \* t l = 96 cm centro a centro

**Separación entre el rango mínimo y máximo: CUMPLE**



## Hoja de cálculo para el diseño de columnas compuestas:

DATOS		COLUMNA MIXTA TIPO 1 PERFIL COMERCIAL	
	Nivel Inferior=	0.9 m	
	Nivel Superior=	3.78 m	
	Altura columna=	2.88 m	Es= 2100000
	Pu=	150000.00 kg	Ec= 243013.50
	fy barras=	4200.00 kg/cm <sup>2</sup>	
	fy perfiles=	2520.00 kg/cm <sup>2</sup>	Mu= 50000 kg.m
	fc hormigón=	240.0 kg/cm <sup>2</sup>	
	Cm=	0.85	
	peso específico H°	2400 kg/m <sup>3</sup>	
KL=		9.45	

1) Se elige un perfil de las tablas del Manual del LRFD

A total	1483.08 cm <sup>2</sup>		
Tipo de perfil:	IPE 450 (450x190x9.40) embebido en sección de 60x35cm	1 espesor pared	Perfil embebido cm
As=	98.75 cm <sup>2</sup>		
Ac=	1384.33 cm <sup>2</sup>		
Diámetro estrí	1.00 cm	Dimensiones columna	Alto o diam externo 54.99 cm
Area de estribo	0.79 cm <sup>2</sup>		Ancho o diametro inter 26.97 cm
Diámetro varillas	1.6 cm		ry 0 cm
# varillas	0		ls 33740
Asr=Área de acero varillas	12.06 cm <sup>2</sup>		lsr 1.286796351
Espaciamiento estribos	26 cm		lc 339982.6022
Recubrimiento	4 cm		
Espaciamiento varillas	43.39 cm		

2) Verificamos requisitos mínimos de área y separación estribos

Porcentaje mínimo de sección acero:	As/Atotal=	0.067	Cumple con requerimiento
Separación mínima especificada de estribos:	16" diametro varilla=	25.60	La separación de 26 cm está correcta
	0,5" menor dimensión sección	13.49	La separación de 26 cm está correcta
Revisión del área de acero lateral:	As>0.018S	0.468	Cumple cuantía de acero
Espesor mínimo de la pared lateral	Perfil embebido en l	0.78	Cumple cuantía de acero
			Perfil embebido en hormigón
Acero longitudinal mínimo	Asr/Ag>=0.004	0.008	Asr cumple con el mínimo



3) Cálculo de resistencia a carga axial

PARA COLUMNAS EMBEBIDAS	PARA COLUMNAS RELLENAS DE HORMIGÓN
<p>(a) Cuando <math>\frac{P_{no}}{P_c} \leq 2,25</math></p> $P_n = P_c \left[ 0,658 \left( \frac{P_n}{P_c} \right) \right]$ <p>(b) Cuando <math>\frac{P_{no}}{P_c} &gt; 2,25</math></p> $P_n = 0,877 P_c$ <p>donde:</p> $P_{no} = F_c A_c + F_w A_w + 0,85 f_c' A_c$ $P_c = \pi^2 (EI_{eff}) / (KL)^2$ <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <p><math>EI_{eff}</math> = rigidez efectiva de la sección compuesta, kgf-cm<sup>2</sup> (N-mm<sup>2</sup>)</p> <p>= <math>E_c I_c + 0,5 E_w I_w + C_1 E_c I_c</math></p> <p><math>C_1</math> = coeficiente para el cálculo de la rigidez efectiva de una sección compuesta embebida en compresión</p> <p>= <math>0,1 + 2 \left( \frac{A_w}{A_c + A_w} \right) \leq 0,3</math></p> </div>	<p>(a) Para secciones compactas</p> $P_{no} = P_p \tag{12-9a}$ <p>donde</p> $P_p = F_c A_c + C_2 f_c' \left( A_c + A_w \frac{E_w}{E_c} \right)$ <p><math>C_2 = 0,85</math> para secciones rectangulares y <math>0,95</math> para secciones circulares</p> <p>(b) Para secciones no compactas</p> $P_p = P_c - \frac{P_c - P_y}{(\lambda_y - \lambda_p)^2} (\lambda - \lambda_p)^2$ <p>donde:</p> <p><math>\lambda, \lambda_p</math> y <math>\lambda_r</math> son las razones de esbeltez</p> <p><math>P_p</math> es determinado de ecuación 12-9b</p> $P_y = F_c A_c + 0,7 f_c' \left( A_c + A_w \frac{E_w}{E_c} \right)$ <p>(c) Para secciones esbeltas</p> $P_y = F_w A_w + 0,7 f_c' \left( A_c + A_w \frac{E_w}{E_c} \right)$ <p>donde</p> <p>(i) Para secciones rectangulares rellenas</p> $F_w = \frac{9,0 E_w}{(b/t)^2}$ <p>(ii) Para secciones redondas rellenas</p> $F_w = \frac{0,72 F_c}{\left( (D/t) \frac{E_w}{E_c} \right)^{0,2}}$ <p>La rigidez efectiva de una sección compuesta, <math>EI_{eff}</math>, para todas las secciones debe ser de:</p> $EI_{eff} = E_c I_c + E_w I_w + C_3 E_c I_c$ <p>donde</p> <p><math>C_3</math> = coeficiente para el cálculo de la rigidez efectiva de miembros compuestos rellenos en compresión</p> $= 0,6 + 2 \left( \frac{A_w}{A_c + A_w} \right) \leq 0,9$

Es columna embebida o rellena de hormigón: 1 si es embebida, 2 si es rellena de hormigón	1
Si es columna rellena, la sección es rectangular o circular? Rectangular=1, circular=2	1

C3=	0.733
C2=	0.850
C1=	0.233
Eleff=	90119790663
Pe=	3172761186
Po=	581919.6663
Pn=	581874.9959
φPn=	436406.2469

**CUMPLE FUERZA AXIAL**



E <sub>c</sub> =	154919.33 kg/cm <sup>2</sup>
F <sub>my</sub> =	5379.79 kg/cm <sup>2</sup>
E <sub>m</sub> =	2968701.03 kg/cm <sup>2</sup>
r <sub>m</sub> =	16.497 cm

4) Cálculo del parámetro de esbeltez

$$\lambda_c = \left( \frac{KL}{\pi r_m} \right) \sqrt{\frac{F_{my}}{E_m}}$$

λ <sub>c</sub> =	0.237
------------------	-------

5) Cálculo resistencia a momento

$$\frac{P_u}{\phi P_n} = 0.344$$

$$P_e = \frac{A_g F_{my}}{\lambda_c^2} = 9493494.158$$

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - (P_u/P_e)} = 0.863645859$$

B <sub>1</sub> M =	43.18	φb M <sub>x</sub> =	132236.72
--------------------	-------	---------------------	-----------

$$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8}{9} \frac{M_u}{\phi_b M_x} = 0.680$$

**CUMPLE MOMENTO**

$$\frac{\sum M_{pc}^*}{\sum M_{pb}^*} > 1 \quad 2.77256204$$

$$\sum M_{pc}^* = \sum [M_n^* + V_{uc} \cdot L_c] \quad 87526.98 \text{ kg.m}$$

$$\sum M_{pb}^* = \sum [1.1 \cdot R_y \cdot F_{yb} \cdot Z_b + M_{uv}] \quad 31568.99 \text{ hg.m}$$

**Cumple criterio columna fuerte-viga debil**

En los planos A 1/3 a A 3/3 y H 1/3 a H 3/3 se detallan los resultados del diseño estructural para las dos alternativas.

### 3.4.3 Presupuesto y Cantidades de Obra<sup>36, 37</sup>

Para la elaboración del presupuesto referencial para ambos casos, se toma como base las cantidades de obra que se muestran en los planos estructurales.

<sup>36</sup> (DIPAC. Catálogo de Productos de Acero, 2015)

<sup>37</sup> (Contraloría del Ecuador. Sueldos de Mano de Obra, 2015)



Para el resto de cantidades de obra, se lleva a cabo una estimación de las mismas.

Para la colocación de los salarios de mano de obra, se toma como referencia los precios de la construcción publicados por la Contraloría General del Estado para el año 2015 (Anexo 1)

Para el costo de los materiales y equipos, se trabaja con los que actualmente se están presentando en los procesos de Contratación Pública en el Ecuador, mediante el Portal de Compras Públicas, actualizando los costos de estos en base a la experiencia que se tiene en el ejercicio de la profesión.

El porcentaje de indirectos se definió en un 21%, mismo que incluye rubros como utilidad, garantías (enfocado en contratación pública), administración e imprevistos. Este valor es un promedio de lo que sucede actualmente en la construcción, ya que oscila entre el 18% y 25%, generalmente.

Cabe recalcar que los presupuestos presentados, no incluyen el valor del IVA.

### Sistema de construcción pórticos hormigón armado.-

El presupuesto de la construcción, con uso del sistema de estructura netamente de hormigón armado, es de:

**PRESUPUESTO CONTRACTUAL  
TRABAJO DE MONOGRAFÍA  
UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
	<b>1 OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>9,407.74</b>
R14	Excavación a máquina incluye cargado para desalojo	m3	146.91	5.31	780.09
R17	Contrapiso de hormigón fc=210 kg/m2 e= 10cm, sobre suelo mejorado h=10cm	m2	195.99	22.30	4,370.58
R18	Relleno compactado manual con material de mejoramiento	m3	186.55	22.82	4,257.07
	<b>2 ALBAÑILERIA</b>				<b>13,818.27</b>
R21	Pared de ladrillo 15cm	m2	742.12	18.62	13,818.27
	<b>3 ACABADOS</b>				<b>72,854.89</b>
R28	Revestimiento de pared con porcelanato	m2	207.36	30.47	6,318.26
R25	Piso Flotante	m2	747.97	24.85	18,587.05
R83	Piso de porcelanato	m2	36.00	36.59	1,317.24
R34	Cielo raso de yeso bi-hidratado sobre estructura de hierro	m2	783.97	14.97	11,736.03
R35	Enlucido mortero arena cemento 1:3	m2	2,124.52	8.54	18,143.40
R36	Empastados	m2	2,908.49	3.46	10,063.38
R37	Pintura	m2	2,908.49	2.30	6,689.53
	<b>4 CARPINTERIA</b>				<b>33,557.12</b>
R41	Puerta de madera de 210x90 cm	u	40.00	255.48	10,219.20





R131	Mamparas en aluminio y vidrio de diferentes dimensiones	m2	192.00	83.21	15,976.32
R45	Suministro e instalación de aparatos sanitarios: Lavamanos para empotrar	u	16.00	235.05	3,760.80
R46	Suministro e instalación de aparatos sanitarios:Inodoros	u	16.00	225.05	3,600.80
<b>5 ESTRUCTURA</b>					<b>111,741.26</b>
R48	Provisión figuración y armado de acero de refuerzo Fy 4200kg/cm2	Kg	25,129.49	2.20	55,284.88
R49	Malla electrosoldada 15x15 d=4mm	m2	979.97	3.71	3,635.69
R50	Suministro y colocación de hormigón fc=240kg/cm2	m3	176.94	186.59	33,015.23
R55	Suministro y colocación cacetones de 40x40x20 cm para alivianamiento de losa	u	2,278.00	3.59	8,178.02
R56	Encofrado recto	m2	1,146.69	10.14	11,627.44
<b>6 INSTALACIONES</b>					-
<b>6.01 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>					<b>2,949.44</b>
R84	Punto de agua fria	pto	32.00	45.79	1,465.28
R85	Punto de desagüe	pto	32.00	46.38	1,484.16
<b>6.02 INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					<b>12,611.52</b>
R86	Suministro, instalacion luminaria fluorescente 2x32w	U	96.00	131.37	12,611.52
<b>TOTAL =</b>					<b>256,940.24</b>

SON: DOSCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL NOVECIENTOS CUARENTA CON 24/100 DOLARES AMERICANOS

ESTOS VALORES NO INCLUYEN IVA

Las cantidades de obra y análisis de precios unitarios se detallan en el Anexo 02

### Sistema de construcción pórticos secciones compuestas (hormigón-acero).-

El presupuesto del proyecto con secciones compuestas hormigón-acero es:

#### PRESUPUESTO CONTRACTUAL

#### TRABAJO DE MONOGRAFÍA

#### UNIVERSIDAD DE CUENCA

#### FACULTAD DE INGENIERÍA

CODIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL
<b>1 OBRAS PRELIMINARES</b>					<b>9,407.74</b>
R14	Excavación a máquina incluye cargado para desalojo	m3	146.91	5.31	780.09
R17	Contrapiso de hormigón fc=210 kg/m2 e= 10cm, sobre suelo mejorado h=10cm	m2	195.99	22.30	4,370.58



R18	Relleno compactado manual con material de mejoramiento	m3	186.55	22.82	4,257.07
	<b>2 ALBAÑILERIA</b>				<b>13,818.27</b>
R21	Pared de ladrillo 15cm	m2	742.12	18.62	13,818.27
	<b>3 ACABADOS</b>				<b>72,854.89</b>
R28	Revestimiento de pared con cerámica	m2	207.36	30.47	6,318.26
R25	Piso Flotante	m2	747.97	24.85	18,587.05
R83	Piso de porcelanato	m2	36.00	36.59	1,317.24
R34	Cielo raso de yeso bi-hidratado sobre estructura de hierro	m2	783.97	14.97	11,736.03
R35	Enlucido mortero arena cemento 1:3	m2	2,124.52	8.54	18,143.40
R36	Empastados	m2	2,908.49	3.46	10,063.38
R37	Pintura	m2	2,908.49	2.30	6,689.53
	<b>4 CARPINTERIA</b>				<b>33,557.12</b>
R41	Puerta de madera de 210x90 cm	u	40.00	255.48	10,219.20
R131	Mamparas en aluminio y vidrio de diferentes dimensiones	m2	192.00	83.21	15,976.32
R45	Suministro e instalación de aparatos sanitarios: Lavamanos para empotrar	u	16.00	235.05	3,760.80
R46	Suministro e instalación de aparatos sanitarios:Inodoros	u	16.00	225.05	3,600.80
	<b>5 ESTRUCTURA</b>				<b>168,034.82</b>
R48	Acero A36 para estructura metálica	Kg	35,876.47	3.19	114,445.95
R49	Malla electrosoldada 15x15 d=4mm	m2	979.97	3.71	3,635.69
R50	Suministro y colocación de hormigón fc=240kg/cm2	m3	110.41	186.59	20,601.40
R51	Acero corrugado f'c=4200kg/cm2	kg	6,409.12	2.20	14,100.06
R55	Placa colaborante e= 0.74mm	m2	783.97	18.45	14,462.32
R56	Encofrado recto	m2	77.85	10.14	789.40
	<b>6 INSTALACIONES</b>				-
	<b>6.01 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>				<b>2,949.44</b>
R84	Punto de agua fría	pto	32.00	45.79	1,465.28
R85	Punto de desagüe	pto	32.00	46.38	1,484.16
	<b>6.02 INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>12,611.52</b>
R86	Suministro, instalacion luminaria fluorescente 2x32w	U	96.00	131.37	12,611.52
				<b>TOTAL =</b>	<b>313,233.80</b>

SON: TRESCIENTOS TRECE MIL DOSCIENTOS TREINTA Y TRES  
CON 80/100 DOLARES

ESTOS VALORES NO INCLUYEN IVA

En el Anexo 2 se coloca el respaldo de las hojas de cálculo con la cuantificación de las cantidades de obra y precios unitarios respectivos.



### 3.4.4 Programación y Control

El programa Microsoft Office Project permite llevar a cabo un seguimiento a las actividades que se ingresan dentro de la programación de un proyecto, ingresando los rendimientos que se manejan en la construcción actual, concatenando las actividades a ejecutar para de esta manera obtener la *Ruta Crítica* que regirá el desarrollo del proyecto.

De la misma manera, para que el cálculo sea coherente con las necesidades del proyecto, se ingresan los precios de los materiales y equipos, al igual que se colocan los rendimientos de la mano de obra para cada una de las actividades.

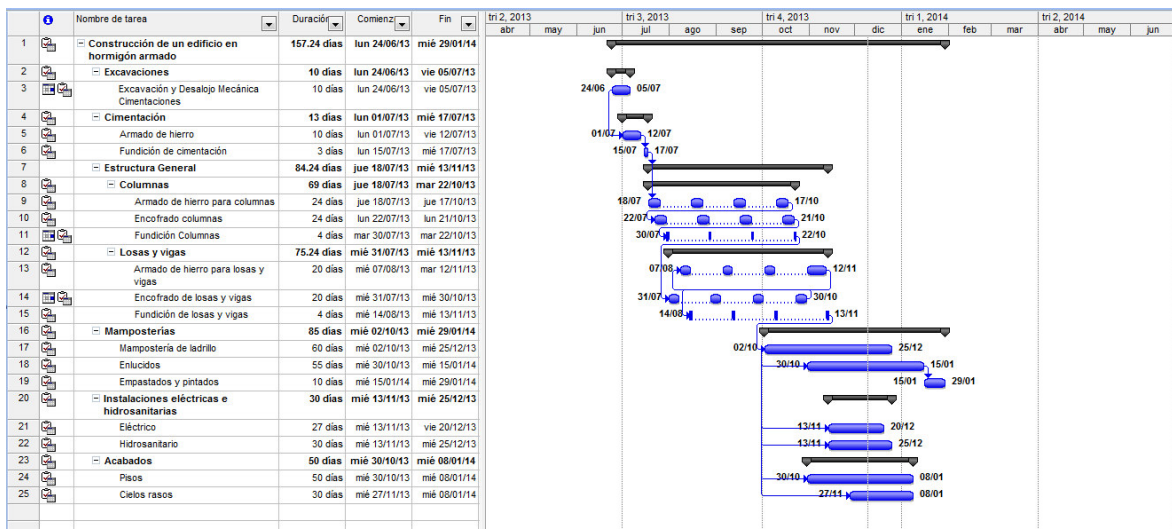
Con el análisis de las dos alternativas, se procederá a comparar los tiempos estimados de finalización del proyecto para de esta manera cotejar la variación de presupuesto debido a cantidades de obra vs la que concierne del tiempo de ejecución de los trabajos.

Para la contabilización de los tiempos, se llevó a cabo una semana de 5 días con una jornada laboral de 8 horas diarias, tiempos que comúnmente son utilizados en obras privadas o públicas de envergadura menor a media.

A continuación se colocará los resultados principales obtenidos, luego del trabajo en el respectivo programa

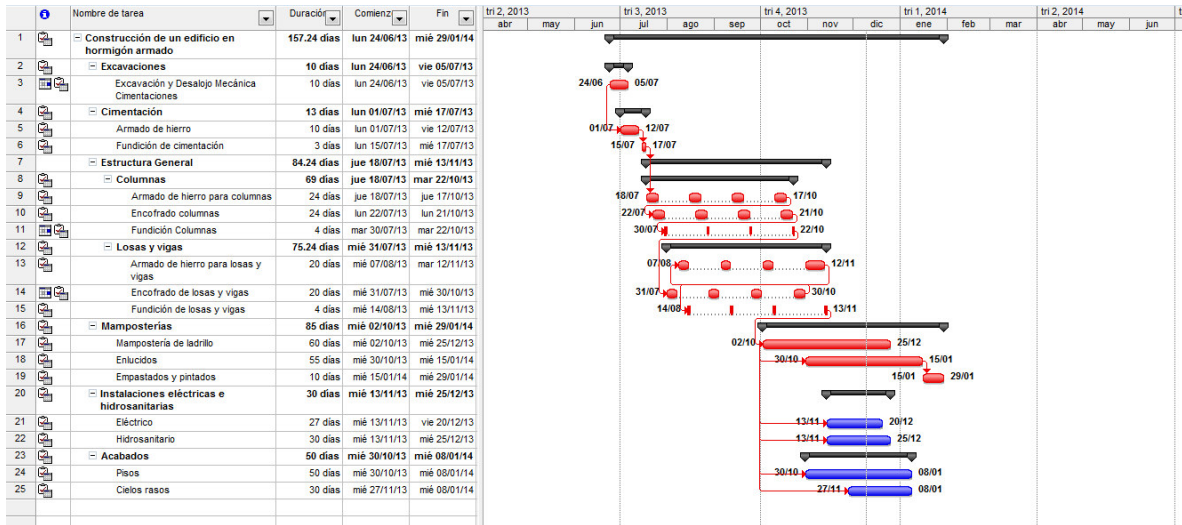
### Sistema de construcción sólo hormigón armado.-

#### Diagrama de Gantt:



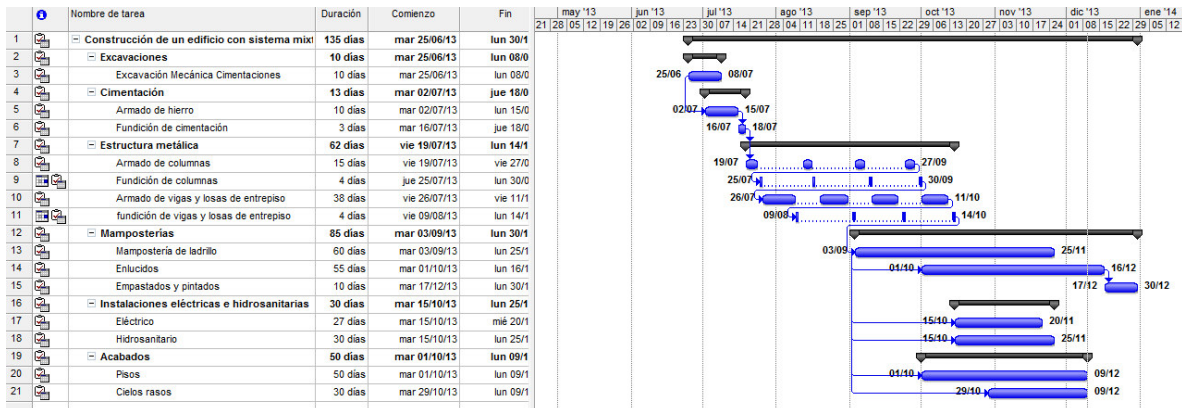


### Ruta crítica trabajos sólo hormigón armado:



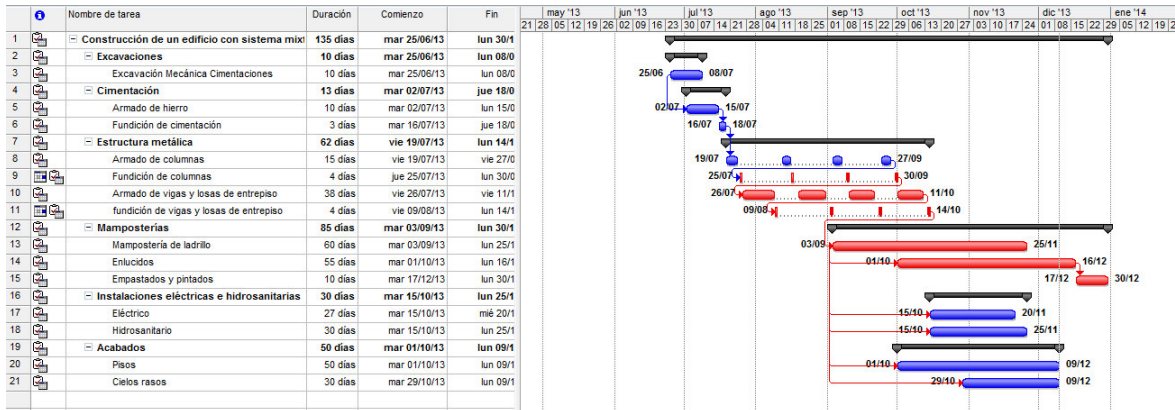
### Sistema de construcción Mixto.-

#### Diagrama de Gantt:





**Ruta crítica trabajos construcción compuesta:**



En el Anexo 03 se coloca las hojas que sustentan los cálculos de actividades, es decir, los recursos utilizados y la secuencia lógica de actividades a seguir.

**ANÁLISIS DE RESULTADOS**

1. El tiempo estimado de construcción de la obra, tomando en cuenta una estructura únicamente de hormigón armado es de aproximadamente 158 días (5,26 meses) versus los trabajos de con secciones compuestas que son 135 días (4,50 meses). Cabe recalcar que estos días son los netamente trabajables (5 días a la semana, 8 horas al día), por lo que en tiempo total calendario los trabajos tuvieran una duración de 219 días (7,3 meses) y 188 días (6,27 meses) para estructura únicamente de hormigón armado y secciones compuestas respectivamente.
2. El costo en el mercado local del kilogramo de acero estructural versus el kilogramo de varilla corrugada tiene una considerable diferencia (US\$3,19 vs US\$2,20 respectivamente), valor que muchas veces influye al momento de elegir el tipo de metodología de construcción a aplicar.
3. Los presupuestos estimados para la construcción de esta estructura en particular, demuestran que la construcción con pórticos de hormigón armado resulta ser US\$ 56.293,56 dólares menor a la ejecutada mediante pórticos de sección compuesta.
4. El costo por metro de construcción con pórticos de hormigón armado es de USD 342,80 y el costo por metro de construcción con pórticos de secciones compuestas que es de USD 417,91.
5. Las secciones, tanto para hormigón armado y compuestas, cumplen con los controles mínimos del análisis dinámico.



6. El control del cortante basal resultó en la necesidad de ajustar el diseño para que cumpla con la normativa NEC.
7. Los perfiles utilizados para la construcción compuesta son los que se encuentran en stock en el mercado local, lo que conlleva a una fácil obtención de los mismos.
8. La normativa para secciones compuestas, enmarcada en el AISC tiene muy claras disposiciones sobre la obligatoriedad de cumplimiento de ciertas disposiciones para asumir y diseñar un elemento como compuesto.
9. Para la simulación de los tiempos de construcción se consideró una metodología constructiva, para el sistema de pórticos compuestos, sin apuntalamiento que en la práctica es la que mayormente suele ser utilizada.
10. Los análisis de precios para cada uno de los rubros presentados reflejan un valor medio entre los que se puede obtener en un proyecto de carácter público (Municipalidad, EMUVI, Instituto de Contratación de Obras ICO, etc.) y un proyecto de carácter privado, ya que la diferencia de precios entre uno y otro, en algunos casos, varía sustancialmente.



## CAPITULO 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La construcción aporticada a momento con secciones compuestas tiene ventaja con respecto a la construcción con estructuras con pórticos a momento de hormigón armado, pero en el mercado local no está completamente masificada y para construcciones que consten con luces y requerimientos no tan exigentes, se sigue optando por trabajos en hormigón clásico.
2. Si bien la construcción compuesta *No Apuntalada* resulta en que las secciones y espesores de los perfiles de acero sean mayores, los tiempos de construcción disminuyen sopesando esto, en la mayoría de los casos, en una finalización más pronta de los trabajos, disminuyendo así los costos debidos al pago de mano de obra que muchas veces es uno de los factores que a largo plazo influyen más dentro de un proyecto de construcción.
3. En este proyecto en particular la diferencia en el presupuesto entre ambos tipos de construcción (US\$ 55.568,05) es un indicador que debería tomarse en cuenta al momento de decidir el tipo de metodología constructiva a seguir, sin embargo ya que la diferencia en tiempos entre uno y el otro es el factor preponderante, debería analizarse desde la perspectiva privada y pública, ya que en el primer caso la erogación de mayor dinero puede no ser lo más conveniente, pudiendo esperar un poco más de tiempo en la finalización de los trabajos, no así en el sector público donde lo que se espera es la entrega más oportuna de las obras.
4. Los trabajos de conexión entre los elementos acero-hormigón, deben ser llevados a cabo con la mayor minuciosidad del caso, ya que una correcta ejecución puede garantizar el trabajo conjunto de los elementos, de acuerdo a lo diseñado.
5. Para estructuras con mayores cargas la sección compuesta óptima para columnas suele ser el perfil metálico embebido en hormigón, aunque la trabajabilidad en este tipo de secciones disminuye el rendimiento constructivo comparado con los perfiles metálicos rellenos de hormigón, ya que se requiere, por ejemplo, trabajos de encofrado y refuerzo con armadura de acero corrugado longitudinal y transversal.
6. El análisis dinámico de la estructura es básico, ya que en varias ocasiones la principal causa de la falla de estructuras no es la resistencia sino las deformaciones excesivas en los miembros que la componen.



7. Ya que el presente trabajo ha sido desarrollado para denotar las nociones básicas sobre el diseño e idealización de una estructura en hormigón armado y secciones compuestas, se asumieron condiciones óptimas tanto del terreno de implantación como de la regularidad de la estructura, tanto en planta como elevación, por lo que podría llevarse a cabo la misma comparación con características no tan favorables a nivel de cimentación y diferentes requerimientos y exigencias arquitectónicas, para un trabajo adicional y comparar los resultados ahí obtenidos.
  
8. De la misma manera se pudiera aumentar la altura de los entresijos para analizar las derivas existentes.





## Referencias Bibliográficas

1. **Aguiar, Roberto. 2008. *Análisis Sísmico de edificios*. Quito, 2008**
2. **Alberto Sarria Molina. *Ingeniería Sísmica*, Bogotá, 2004**
3. **American Concrete Institute. *ACI 318-11*, 2011.**
4. **American Institute of Steel Construction. *AISC 360-10*,. 2010.**
5. **Comité Ejecutivo de la Norma Ecuatoriana de la Construcción. *NEC 2011*, 2011.**
6. **Contraloría del Ecuador. *Sueldos de Mano de Obra*, 2015.**
7. **DIPAC. *Catálogo de Productos de Acero*. 2015.**
8. **Luis García. *Dinámica Estructural*, 2006.**
9. **Luz Adriana Cristiano. *Comparación del efecto P-Delta y la Deriva en Estructuras*,. 2008.**
10. **Marcelo Romo Proaño. *Temas de Hormigón Armado*. 2008.**
11. **María Graciela Fratelli. *Temas Especiales de Estructuras Metálicas*, 2005.**
12. **Roberto Gamón. *Especialidad Estructuras de Acero y Hormigón Armado*, 2010.**
13. **Jumaro2. *Sitio Web. Introducción a las estructuras*, **Blog Scribd**. 2013.  
<http://es.scribd.com/doc/127456584/Capitulo-1-Introduccion-a-las-estructuras-mixtas>.**



# ANEXO 01 PRECIOS DE MANO DE OBRA SEGÚN CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO



CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO  
DIRECCIÓN DE AUDITORIA DE PROYECTOS Y AMBIENTAL  
REAJUSTE DE PRECIOS  
SALARIOS MINIMOS POR LEY

ENERO A -----> DE 2 015  
(SALARIOS EN DÓLARES)

CATEGORIAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCER	DÉCIMO CUARTO	TRANS- PORTE	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
REMUNERACION BASICA UNIFICADA MINIMA	354,00								
<b>CONSTRUCCION Y SERVICIOS TECNICOS Y ARQUITECTONICOS</b>									
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2</b>									
Peso	363,74	363,74	354,00		530,33	363,74	5 976,69	25,43	3,18
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2</b>									
Albanil	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Operador de equipo liviano	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Pintor	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Pintor de exteriores	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Pintor empapelador	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Fierrero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Carpintero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Encofrador	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Carpintero de ribera	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Piomero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Electricista	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Instalador de revestimiento en general	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Ayudante de perforador	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Cadenero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Mampostero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Enlucidor	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Hojalatero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Técnico liniero eléctrico	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Técnico en montaje de subestaciones	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Técnico electromecánico de construcción	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Obrero especializado en la elaboración de prefabricados de hormigón	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Parqueteros y colocadores de pisos	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1</b>									
Maestro electrico/liniero/subestacion	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2</b>									
Operador de planta de hormigón	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Perforador	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Perfitero	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Técnico albanilería	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Técnico obras civiles	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2</b>									
Piomero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3</b>									
Inspector de obra	411,53	411,53	354,00		600,01	411,53	6 715,43	28,58	3,57
Supervisor eléctrico general	411,53	411,53	354,00		600,01	411,53	6 715,43	28,58	3,57



<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL B1</b>									
Ingeniero Electrico	412,59	412,59	354,00	601,56	412,59	6 731,82	28,65	3,58	
Residente de Obra	412,59	412,59	354,00	601,56	412,59	6 731,82	28,65	3,58	
<b>LABORATORIO</b>									
Laboratorista 2: experiencia mayor de 7 años(Estr. Oc. C1)	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
<b>TOPOGRAFÍA</b>									
Topografo 2: titulo exper. mayor a 5 años(Estr.Oc.C1)	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
<b>DIBUJANTES</b>									
Dibujante (Estr.Oc.C2)	389,93	389,93	354,00	568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39	
<b>OPERADORES Y MECANICOS DE EQUIPO PESADO Y CAMINERO DE EXCAVACION, CONSTRUCCION, INDUSTRIA Y OTRAS SIMILARES</b>									
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 (GRUPO I)</b>									
Motoniveladora	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Excavadora	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Grúa puente de elevación	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Pala de castillo	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Grúa estacionaria	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Draga/Dráglina	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Tractor carriles o ruedas (bulldozer, topador, roturador, malacate, traililla)	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Tractor tiende tubos (side bone)	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Mototrailla	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Cargadora frontal (Payloader sobre ruedas u orugas)	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Retroexcavadora	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Auto-tren cama baja (trayler)	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Fresadora de pavimento asfáltico / Rotomil	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Recicladora de pavimento asfáltico / Rotomil	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Planta de emulsion asfáltico	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Máquina para sellos asfálticos	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Squidder	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Operador de Camion articulado con volteo	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Operador de Camion mezclador para micropavimentos	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Operador de camión cisterna para cemento y asfalto	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Operador de perforadora de brazos múltiples (jumbo)	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Operador maquina tuneladora (lopo)	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Operador de concretera rodante	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Operador de máquina extendidora de adoquín	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	
Operador de máquina sanjadora	410,82	410,82	354,00	598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57	

Nota: El listado corresponde exclusivamente a las estructuras ocupacionales que constan en la publicación de los salarios de las Comisiones Sectoriales del Ministerio del Trabajo, en los Acuerdos No. 0256 y 0257, de 30 de diciembre de 2014, que están en vigencia a partir del 1 de enero de 2015.



CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO  
DIRECCIÓN DE AUDITORIA DE PROYECTOS Y AMBIENTAL  
REAJUSTE DE PRECIOS  
SALARIOS MINIMOS POR LEY

ENERO A -----> DE 2015  
(SALARIOS EN DÓLARES)

CATEGORIAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DECIMO TERCER	DECIMO CUARTO	TRANS- PORTE	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2 (GRUPO II)</b>									
Operador responsable de la planta hormigonera	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Operador responsable de la planta trituradora	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Operador responsable de la planta asfáltica	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Operador de track drill	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Rodillo autopropulsado	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Distribuidor de asfalto	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Distribuidor de agregados	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Acabadora de pavimento de hormigon	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Acabadora de pavimento asfáltico	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Grado elevadora	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Canastilla elevadora	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Bomba lanzadora de concreto	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Tractor de ruedas (barridora, cegadora, rodillo remolcado, franjeadora)	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Caldero planta asfáltica	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Barridora autopropulsada	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Martillo punzon neumático	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Compresor	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Camión de carga frontal	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Operador canguro	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Operador de camión de volteo con o sin articulación / Botomi	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Operador minicavadora/minicargadora con sus aditamentos	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Operador termo formado	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Tecnico en carpinteria	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Tecnico en mantenimiento de viviendas y edificios	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C3</b>									
Operador maquina estacionaria clasificadora de material	374,28	374,28	354,00		545,70	374,28	6 139,62	26,13	3,27
<b>MECANICOS</b>									
Mecánico de equipo pesado caminero (Estr.0c.C1)	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
Mecánico de equipo liviano (Estr.0c.C3)	374,28	374,28	354,00		545,70	374,28	6 139,62	26,13	3,27
<b>SIN TITULO</b>									
Engrasador o abastecedor responsable (Estr.0c.02)	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22



<b>CHOFERES PROFESIONALES</b>									
CHOFER: De vehículos de emergencia (Estr. Oc.C1)	544,94	544,94	354,00		794,52	544,94	8 777,68	37,35	4,67
CHOFER: Para camiones pesados y extra pesados con o sin remolque de más de 4 toneladas (Estr. Oc.C1)	544,94	544,94	354,00		794,52	544,94	8 777,68	37,35	4,67
CHOFER: Trailer (Estr. Oc.C1)	544,94	544,94	354,00		794,52	544,94	8 777,68	37,35	4,67
CHOFER: Volquetas (Estr. Oc.C1)	544,94	544,94	354,00		794,52	544,94	8 777,68	37,35	4,67
CHOFER: Tanqueros (Estr. Oc.C1)	544,94	544,94	354,00		794,52	544,94	8 777,68	37,35	4,67
CHOFER: Plataformas (Estr. Oc.C1)	544,94	544,94	354,00		794,52	544,94	8 777,68	37,35	4,67
CHOFER: Otros camiones (Estr. Oc.C1)	544,94	544,94	354,00		794,52	544,94	8 777,68	37,35	4,67
CHOFER: Para ferrocarriles (Estr. Oc.C1)	544,94	544,94	354,00		794,52	544,94	8 777,68	37,35	4,67
CHOFER: Para auto ferros (Estr. Oc.C1)	544,94	544,94	354,00		794,52	544,94	8 777,68	37,35	4,67
CHOFER: Camiones para transportar mercancías o sustancias peligrosas y otros vehículos especiales (Estr. Oc.C1)	544,94	544,94	354,00		794,52	544,94	8 777,68	37,35	4,67
CHOFER: Para transporte Escolares- Personal y turismo, hasta 45 pasajeros (Estr. Oc.C2)	539,22	539,22	354,00		786,18	539,22	8 689,26	36,98	4,62
CHOFER: Para camiones sin acoplados (Estr. Oc.C3)	526,52	526,52	354,00		767,67	526,52	8 492,95	36,14	4,52
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1 OPERADORES</b>									
Operador de bomba	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
Equipo en general	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
Equipos móviles	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
Maquinaria	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
Molino de amianto	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
Planta dosificadora	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
De productos terminados	410,82	410,82	354,00		598,98	410,82	6 704,46	28,53	3,57
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2</b>									
Operador de bomba impulsadora de hormigón	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Equipos móviles de planta	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Molino de amianto	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Planta dosificadora de hormigón	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
Productos terminados	389,93	389,93	354,00		568,52	389,93	6 381,54	27,16	3,39
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2</b>									
Preparador de mezcla de materias primas	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
Tubero	368,48	368,48	354,00		537,24	368,48	6 049,96	25,74	3,22
<b>ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2</b>									
Resanador en general	363,74	363,74	354,00		530,33	363,74	5 976,69	25,43	3,18
Tinero de pasta de amianto	363,74	363,74	354,00		530,33	363,74	5 976,69	25,43	3,18

Nota: El listado corresponde exclusivamente a las estructuras ocupacionales que constan en la publicación de los salarios de las Comisiones Sectoriales del Ministerio del Trabajo, en los Acuerdos No. 0256 y 0257, de 30 de diciembre de 2014, que están en vigencia a partir del 1 de enero de 2015.



## ANEXO 02 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS



TRABAJO DE MONOGRAFÍA							
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO							
COD: R14							
GRUPO: OBRA PRELIMINARES							
RUBRO: Excavación a máquina incluye cargado para desalojo							
COD	DESCRIPCION	LARGO	ANCHO	ALTURA	NUMERO	VOLUMEN	COMENTARIO
R14	Excavación para Zapatas Z1	2.10	2.10	1.95	3	25.80	
R14	Excavación para Zapatas Z2	1.80	1.80	1.95	6	37.91	
R14	Excavación para Zapatas Z3	1.50	1.50	1.95	6	26.33	
R14	Excavación para vigas de cimentación	106.50	0.25	0.40	1	10.65	
R14	Excavación contrapiso	11.41	18.60	0.10	1	21.22	
R14	Excavaciones varias	5.00	5.00	1.00	1	25.00	
					<b>TOTAL</b>	<b>146.91</b>	<b>m3</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
UNIVERSIDAD DE CUENCA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Excavación a máquina incluye cargado para desalojo				UNIDAD: m3		
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENT	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.565	0.565	0.10	0.06	
Retroexcavadora	1	16.00	16.00	0.10	1.60	
Volquete	1	16.00	16.00	0.10	1.60	
<b>SUBTOTAL M</b>					3.26	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENT	COSTO	
Operador Grupo II	1	3.39	3.39	0.10	0.34	
Chofer tipo E	1	4.67	4.67	0.10	0.47	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.10	0.32	
<b>SUBTOTAL N</b>					1.13	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
<b>SUBTOTAL O</b>					0.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.39	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%					0.92	
OTROS INDIRECTOS 0.00%					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.31	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>5.31</b>	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						





TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R17						
GRUPO: OBRAS PRELIMINARES						
RUBRO: Contrapiso de hormigón $f_c=210 \text{ kg/m}^2$ $e=10\text{cm}$ , sobre suelo mejorado $h=10\text{cm}$						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ALTURA	NUMERO	AREA	COMENTARIO
R17	Losa de contrapiso N +0.00	10.71	18.30	1	195.99	Nivel +0.00
				<b>TOTAL</b>	<b>195.99</b>	<b>m2</b>
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Contrapiso de hormigón $f_c=210 \text{ kg/m}^2$ $e=10\text{cm}$ , sobre suelo mejorado $h=10\text{cm}$ UNIDAD: m2						
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	1.623	1.623	0.15	0.24	
rodillo vibratorio	1	20.00	20.00	0.15	3.00	
Vibroapisonador	1	2.00	2.00	0.15	0.30	
Concretera	1	2.50	2.50	0.15	0.38	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>3.92</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	0.15	0.54	
Albañil Categ III	2	3.22	6.44	0.15	0.97	
Ayudante Categ II	2	3.22	6.44	0.15	0.97	
Peón Categ I	5	3.18	15.90	0.15	2.39	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>4.87</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Malla electrosoldada $\varnothing 6 \text{ mm}$ @ 10 cm (Incluye tra	m2	0.24	5.60	1.34		
varios para colocacion	global	1.00	0.10	0.10		
Cemento	Saco	0.70	7.00	4.90		
Arena	m3	0.06	21.00	1.26		
Grava	m3	0.10	19.00	1.90		
Agua	galón	7.00	0.02	0.14		
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>9.64</b>	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
					0.00	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>	
				<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>18.43</b>
				<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%</b>		<b>3.87</b>
				<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>		<b>0.00</b>
				<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>22.30</b>
				<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>22.30</b>
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA							
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO							
COD: R18							
GRUPO: OBRA PRELIMINARES							
RUBRO: Relleno compactado manual con material de mejoramiento							
COD	DESCRIPCION	LARGO	ANCHO	ALTURA	NUMERO	VOLUMEN	COMENTARIO
R18	Zapatas Z1	2.10	2.10	1.45	3	19.18	
R18	Zapatas Z2	1.80	1.80	1.45	6	28.19	
R18	Zapatas Z3	1.50	1.50	1.45	6	19.58	
R18	Losa de contrapiso	10.71	18.30	0.10	1	19.60	
R18	Excavaciones varias	10.00	10.00	1.00	1	100.00	
					<b>TOTAL</b>	<b>186.55</b>	<b>m3</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
UNIVERSIDAD DE CUENCA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Relleno compactado manual con material de mejoramiento					UNIDAD: m3	
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.640	0.640	0.25	0.16	
Vibroapisonador	1	2.00	2.00	0.25	0.50	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.66</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Albañil Categ III	1	3.22	3.22	0.25	0.81	
Peón Categ I	3	3.18	9.54	0.25	2.39	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3.20</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
material de mejoramiento	m3	1.25	12.00	15.00		
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>15.00</b>	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.00</b>	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				18.86		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				3.96		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				22.82		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>22.82</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R21 GRUPO: ALBANILERIA RUBRO: Pared de ladrillo 15cm						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ALTURA	NUMERO	AREA	COMENTARIO
R21	Paredes Perimetrales	10.41	2.88	8	239.85	Todos los niveles
R21	Paredes Perimetrales	18.00	0.29	8	41.47	Todos los niveles
R21	Paredes Internas promedio	20.00	2.88	8	460.80	Todos los niveles
R21						
				<b>TOTAL</b>	<b>742.12</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Pared de ladrillo			UNIDAD: m2			
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.498	0.498	0.30	0.15	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.15	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	0.30	1.07	
Albañil Categ III	1	3.22	3.22	0.30	0.97	
Peón Categ I	1	3.18	3.18	0.30	0.95	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>					2.99	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Ladrillo tipo jaboncillo 20x15x8cm	Unidad	50.00	0.20	10.00		
Cemento	Saco	0.25	7.00	1.75		
Arena	m3	0.02	21.00	0.42		
Agua	galón	4.00	0.02	0.08		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
<b>SUBTOTAL O</b>					12.25	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
				0.00		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				15.39		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				3.23		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				18.62		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>18.62</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R28						
GRUPO: ACABADOS						
RUBRO: Revestimiento de pared con porcelanato						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ALTURA	NUMERO	AREA	COMENTARIO
R28	Paredes para baños	18.00	2.88	4	207.36	
				<b>TOTAL</b>	<b>207.36</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
UNIVERSIDAD DE CUENCA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Porcelanato para paredes baños					UNIDAD: m2	
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.501	0.501	0.50	0.25	
cortadora de ceramica	1	0.10	0.10	0.50	0.05	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.30</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	0.50	1.79	
Albañil Categ III	1	3.22	3.22	0.50	1.61	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.50	1.61	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>5.01</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Poecelanato de pared clase A	m2	1.02	16.00	16.32		
Pega de Porcelanato	saco	0.30	11.00	3.30		
Empore de Porcelatato	kg	0.10	2.50	0.25		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>19.87</b>		
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
				0.00		
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>		
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		25.18
				INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%		5.29
				OTROS INDIRECTOS 0.00%		0.00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		30.47
				<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>30.47</b>
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R25 GRUPO: ACABADOS RUBRO: Piso Flotante						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ANCHO	NUMERO	AREA	COMENTARIO
R25	Pisos generales	10.71	18.30	4	783.97	
R25	Descuento baños	3.00	3.00	4	-36.00	
				<b>TOTAL</b>	<b>747.97</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Suministro y colocación de Piso flotante				UNIDAD: m2		
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.323	0.323	0.30	0.10	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.10	
<b>SUBTOTAL M</b>						
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Albañil Categ III	1	3.22	3.22	0.30	0.97	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.30	0.97	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					1.94	
<b>SUBTOTAL N</b>						
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Piso Flotante de alto trafico e=12mm	m2	1.00	18.00	18.00		
Lamina y varios para colocacion	global	1.00	0.50	0.50		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				18.50		
<b>SUBTOTAL O</b>						
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
				0.00		
<b>SUBTOTAL P</b>						
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		20.54
				INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%		4.31
				OTROS INDIRECTOS 0.00%		0.00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		24.85
				<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>24.85</b>
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R83 GRUPO: ACABADOS RUBRO: Piso de porcelanato						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ANCHO	NUMERO	AREA	COMENTARIO
R83	Pisos para baños	3.00	3.00	4	36.00	
				<b>TOTAL</b>	<b>36.00</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Suministro y colocación de Porcelanato para piso				UNIDAD: m2		
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.501	0.501	0.40	0.20	
cortadora de ceramica	1	0.10	0.10	0.40	0.04	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.24	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	0.40	1.43	
Albañil Categ III	1	3.22	3.22	0.40	1.29	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.40	1.29	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>					4.01	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Porcelanato clase A	m2	1.02	22.00	22.44		
Pega de Porcelanato	saco	0.30	11.00	3.30		
Empore de Porcelatato	kg	0.10	2.50	0.25		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
<b>SUBTOTAL O</b>					25.99	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
				0.00		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				30.24		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				6.35		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				36.59		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>36.59</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R34 GRUPO: ACABADOS RUBRO: Cielo raso de yeso bi-hidratado sobre estructura de hierro						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ANCHO	NUMERO	AREA	COMENTARIO
R34	Cielo raso general	10.71	18.30	4	783.97	
				<b>TOTAL</b>	<b>783.97</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Cielo raso de yeso bi-hidratado sobre estructura de hierro				UNIDAD: m2		
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENT	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.340	0.340	0.50	0.17	
andamios	1	0.20	0.20	0.50	0.10	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.27	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENT	COSTO	
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	0.50	1.79	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.50	1.61	
<b>SUBTOTAL N</b>					3.40	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
panel de yeso bi-hidratado e= 1.25cm	m2	1.00	3.20	3.20		
perfilaría de acero galvanizado	global	1.00	3.00	3.00		
empaste acrílico y pintura	global	1.00	2.00	2.00		
tornillos, cinta y otros	global	1.00	0.50	0.50		
<b>SUBTOTAL O</b>					8.70	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				12.37		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				2.60		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				14.97		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>14.97</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R35						
GRUPO: ACABADOS						
RUBRO: Enlucido mortero arena cemento 1:3						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ALTURA	NUMERO	AREA	COMENTARIO
R35	Paredes Perimetrales	10.41	2.88	8	239.85	
R35	Paredes Perimetrales	18.00	0.29	8	41.47	
R35	Paredes Internas promedio	40.00	2.88	16	1843.20	
<b>TOTAL</b>					<b>2124.52</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
UNIVERSIDAD DE CUENCA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Enlucido mortero 1:3			UNIDAD: m2			
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.499	0.499	0.40	0.20	
andamios	1	0.20	0.20	0.40	0.08	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.28</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	0.40	1.43	
Albañil Categ III	1	3.22	3.22	0.40	1.29	
Peón Categ I	1	3.18	3.18	0.40	1.27	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3.99</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Cemento	Saco	0.30	7.00	2.10		
Arena	m3	0.03	21.00	0.63		
Agua	galón	3.00	0.02	0.06		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>2.79</b>		
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
				0.00		
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>		
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>7.06</b>		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				1.48		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>8.54</b>		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>8.54</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						





TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R36 GRUPO: ACABADOS RUBRO: Empastados						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ALTURA	NUMERO	AREA	COMENTARIO
R36	Paredes Perimetrales	10.41	2.88	8	239.85	
R36	Paredes Perimetrales	18.00	0.29	8	41.47	
R36	Paredes Internas promedio	40.00	2.88	16	1843.20	
R36	Cielo raso general	10.71	18.30	4	783.97	
				<b>TOTAL</b>	<b>2908.49</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Empastado			UNIDAD: m2			
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.322	0.322	0.25	0.08	
andamios	1	0.20	0.20	0.25	0.05	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.13	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Albañil Categ III	1	3.22	3.22	0.25	0.81	
Peón Categ I	1	3.18	3.18	0.25	0.80	
<b>SUBTOTAL N</b>					1.61	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
empaste	kg	2.00	0.50	1.00		
lijas y otros	global	1.00	0.10	0.10		
Agua	galón	1.00	0.02	0.02		
<b>SUBTOTAL O</b>					1.12	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				2.86		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				0.60		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3.46		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>3.46</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R37 GRUPO: ACABADOS RUBRO: Pintura						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ALTURA	NUMERO	AREA	COMENTARIO
R37	Paredes Perimetrales	10.41	2.88	8	239.85	
R37	Paredes Perimetrales	18.00	0.29	8	41.47	
R37	Paredes Internas promedio	40.00	2.88	16	1843.20	
R37	Cielo raso general	10.71	18.30	4	783.97	
				<b>TOTAL</b>	<b>2908.49</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Pintura			UNIDAD: m2			
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obra	1	0.325	0.325	0.120	0.04	
andamios	1	0.20	0.20	0.120	0.02	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.06	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Albañil Categ III	1	3.22	3.22	0.120	0.39	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.12	0.39	
<b>SUBTOTAL N</b>					0.78	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
pintura látex fondo y otros	galón	0.08	12.00	0.96		
	global	1.00	0.10	0.10		
<b>SUBTOTAL O</b>					1.06	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				1.90		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				0.40		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				2.30		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>2.30</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R41 GRUPO: CARPINTERIA RUBRO: Puerta de madera de 210x90 cm						
COD	DESCRIPCION			NUMERO	TOTAL	COMENTARIO
R41	Puertas generales			40	40.00	
				<b>TOTAL</b>	<b>40.00</b>	u

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Puerta de madera 0.9m para accesos incluye cerradura				UNIDAD: u		
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENT	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.483	0.483	8.00	3.86	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL M</b>					3.86	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENT	COSTO	
Carpintero Categ III	1	3.22	3.22	8.00	25.76	
Ayudante Categ II	2	3.22	6.44	8.00	51.52	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>					77.28	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Tablas, tiras, tabloncitos y otros en laurel	global	1.00	30.00	30.00		
clavos, bisagras,	global	1.00	5.00	5.00		
masilla para madera, cola blanca	global	1.00	7.00	7.00		
sellador, disolvente, laca	global	1.00	18.00	18.00		
madera contrachapada de 15mm	global	1.00	35.00	35.00		
cerradura de pomo y bisagra	global	1.00	35.00	35.00		
					0.00	
<b>SUBTOTAL O</b>					130.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				211.14		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				44.34		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				255.48		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>255.48</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R131						
GRUPO: CARPINTERIA						
RUBRO: Mamparas en aluminio y vidrio de diferentes dimensiones						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ALTURA	NUMERO	AREA	COMENTARIO
R131	Ventanas perimetrales generales	16.00	1.50	8	192.00	
<b>TOTAL</b>					<b>192.00</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
UNIVERSIDAD DE CUENCA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Mamparas en aluminio y Vidrio de diferentes dimensiones				UNIDAD: m2		
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obra	1	0.501	0.501	1.50	0.75	0.00
					0.00	0.00
					0.00	0.00
					0.00	0.00
					0.00	0.00
<b>SUBTOTAL M</b>					0.75	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Maestro secap Categ V	1	3.57	3.57	1.50	5.36	
Albañil Categ III	1	3.22	3.22	1.50	4.83	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	1.50	4.83	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>					15.02	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Cristal claro de 4 y 6 mm	m2	1.00	45.00	45.00		
Aluminio anodizado bronce	global	1.00	6.00	6.00		
silicon, felpas agarraderas, seguridades y otros	global	1.00	2.00	2.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
<b>SUBTOTAL O</b>					53.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					68.77	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%					14.44	
OTROS INDIRECTOS 0.00%					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					83.21	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>83.21</b>	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R45 GRUPO: CARPINTERIA RUBRO: Suministro e instalación de aparatos sanitarios: Lavamanos para empotrar						
COD	DESCRIPCION			NUMERO	TOTAL	COMENTARIO
R45	Baños generales			16	16.00	
				<b>TOTAL</b>	<b>16.00</b>	<b>u</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Suministro e instalación de aparatos sanitarios: Lavamanos para empotrar				UNIDAD: u		
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.340	0.340	2.00	0.68	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.68	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	2.00	7.14	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	2.00	6.44	
<b>SUBTOTAL N</b>					13.58	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Lavamanos	Unidad	1.00	45.00	45.00		
Meson para lavamanos	Unidad	1.00	55.00	55.00		
tubo de abasto y llave angular	Unidad	1.00	10.00	10.00		
grifería prismática	Unidad	1.00	60.00	60.00		
sifón, deagüe y varios para instalación	global	1.00	10.00	10.00		
<b>SUBTOTAL O</b>					180.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				194.26		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				40.79		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				235.05		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>235.05</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R46 GRUPO: CARPINTERIA RUBRO: Suministro e instalación de aparatos sanitarios:Inodoros						
COD	DESCRIPCION			NUMERO	TOTAL	COMENTARIO
R46	Baños generales			16	16.00	
				<b>TOTAL</b>	<b>16.00</b>	u

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Suministro y colocación de inodoro			UNIDAD: u			
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.322	0.322	2.00	0.64	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.64	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Plomero Categ III	1	3.22	3.22	2.00	6.44	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	2.00	6.44	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>					12.88	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Inodoro Elongado	Unidad	1.00	160.00	160.00		
Accesorio, teflon, pasta IPS	global	1.00	3.50	3.50		
Laves Angulares	Unidad	1.00	8.00	8.00		
Cemento	Saco	0.10	7.00	0.70		
Arena	m3	0.01	21.00	0.21		
Agua	galón	3.00	0.02	0.06		
				0.00		
<b>SUBTOTAL O</b>				172.47		
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
				0.00		
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				185.99		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				39.06		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				225.05		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>225.05</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA													
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO													
ESTRUCTURA													
Figuración y armado de acero de refuerzo Fy 4200kg/cm2													
COD	MARCA	φ	#	TIPO	A	B	G	Ganchos	Long. Unidad	Long. Total	Peso (Kg/m)	Peso Total	Comentario
R48	001	20.00	84.00	C	1.95	0.20			2.35	197.40	2.466	486.79	
R48	002	20.00	144.00	C	1.65	0.20			2.05	295.20	2.466	727.96	
R48	003	20.00	132.00	C	1.45	0.20			1.85	244.20	2.466	602.20	
R48	004	16.00	18.00	I1	17.85			0.10	18.05	324.90	1.578	512.69	Nivel +0.00
R48	005	16.00	30.00	I1	10.25			0.10	10.45	313.50	1.578	494.70	Nivel +0.00
R48	006	10.00	1458.00	O	0.20	0.20	0.05		0.90	1312.20	0.617	809.63	Estribos Vigas de Amarre
R48	006*	10.00	1458.00	G	0.20			0.05	0.30	437.40	0.617	269.88	
R48	101	10.00	18.00	I1	17.92			0.10	18.12	326.16	0.617	201.24	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	102	10.00	27.00	I1	17.92			0.10	18.12	489.24	0.617	301.86	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	103	10.00	18.00	I1	7.92			0.10	8.12	146.16	0.617	90.18	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	104	12.00	6.00	I1	17.92			0.10	18.12	108.72	0.888	96.54	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	105	12.00	15.00	I1	6.78			0.10	6.98	104.70	0.888	92.97	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	106	20.00	6.00	I1	3.60			0.10	3.80	22.80	2.466	56.22	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	107	12.00	3.00	I1	6.75				6.75	20.25	0.888	17.98	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	108	22.00	6.00	I1	17.92			0.10	18.12	108.72	2.984	324.42	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	109	25.00	6.00	I1	17.92			0.10	18.12	108.72	3.853	418.90	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	110	22.00	6.00	I1	17.92			0.10	18.12	108.72	2.984	324.42	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	111	22.00	6.00	C2	17.92	0.15	0.10		18.42	110.52	2.984	329.79	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	112	25.00	6.00	C2	17.92	0.15	0.10		18.42	110.52	3.853	425.83	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	113	22.00	6.00	C2	17.92	0.15	0.10		18.42	110.52	2.984	329.79	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	114	20.00	6.00	C2	3.68	0.15	0.10		4.18	25.08	2.466	61.85	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	115	12.00	3.00	C	2.50	0.15			2.80	8.40	0.888	7.46	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	116	12.00	3.00	C	2.25	0.15			2.55	7.65	0.888	6.79	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	117	12.00	3.00	C	2.00	0.15			2.30	6.90	0.888	6.13	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	118	12.00	60.00	C	1.25	0.15			1.55	93.00	0.888	82.58	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	119	12.00	60.00	C	2.50	0.15			2.80	168.00	0.888	149.18	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	120	12.00	45.00	C	2.25	0.15			2.55	114.75	0.888	101.90	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	121	12.00	18.00	C	1.15	0.15			1.45	26.10	0.888	23.18	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	122	12.00	60.00	C	2.00	0.15			2.30	138.00	0.888	122.54	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	123	12.00	60.00	C	1.15	0.15			1.45	87.00	0.888	77.26	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	124	22.00	12.00	C2	10.33	0.15	0.10		10.83	129.96	2.984	387.80	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	125	25.00	12.00	C2	10.33	0.15	0.10		10.83	129.96	3.853	500.74	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	126	25.00	6.00	C2	10.33	0.15	0.10		10.83	64.98	3.853	250.37	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	127	20.00	6.00	C2	5.60	0.15	0.10		6.10	36.60	2.466	90.26	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	128	14.00	9.00	C	2.60	0.15			2.90	26.10	1.208	31.53	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	129	10.00	108.00	C	1.25	0.15			1.55	167.40	0.617	103.29	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	130	12.00	108.00	C	2.65	0.15			2.95	318.60	0.888	282.92	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	131	12.00	21.00	C	0.90	0.15			1.20	25.20	0.888	22.38	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	132	10.00	87.00	C	1.36	0.15			1.66	144.42	0.617	89.11	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	133	10.00	3.00	I1	5.60			0.10	5.80	17.40	0.617	10.74	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	134	10.00	18.00	I1	8.00			0.10	8.20	147.60	0.617	91.07	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	135	10.00	63.00	I1	10.33			0.10	10.53	663.39	0.617	409.31	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	136	12.00	24.00	I1	10.33			0.10	10.53	252.72	0.888	224.42	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	137	14.00	9.00	I1	2.50				2.50	22.50	1.208	27.18	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	138	20.00	6.00	I1	5.73			0.10	5.93	35.58	2.466	87.74	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	139	25.00	6.00	I1	10.33			0.10	10.53	63.18	3.853	243.43	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	140	22.00	12.00	I1	10.33			0.10	10.53	126.36	2.984	377.06	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	141	25.00	12.00	I1	10.33			0.10	10.53	126.36	3.853	486.87	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	142	14.00	9.00	I1	2.71				2.71	24.39	1.208	29.46	Niveles +3.78, +6.66, +9.54
R48	201	10.00	16.00	I1	17.92			0.10	18.12	289.92	0.617	178.88	Nivel +12.42
R48	202	12.00	7.00	I1	17.92			0.10	18.12	126.84	0.888	112.63	Nivel +12.42
R48	203	12.00	1.00	I1	6.75				6.75	6.75	0.888	5.99	Nivel +12.42
R48	204	20.00	2.00	I1	17.92			0.10	18.12	36.24	2.466	89.37	Nivel +12.42
R48	205	20.00	4.00	I1	17.92			0.10	18.12	72.48	2.466	178.74	Nivel +12.42
R48	206	20.00	2.00	C2	17.92	0.15	0.10		18.42	36.84	2.466	90.85	Nivel +12.42
R48	207	20.00	4.00	C2	17.92	0.15	0.10		18.42	73.68	2.466	181.69	Nivel +12.42
R48	208	12.00	1.00	C	2.50	0.10			2.70	2.70	0.888	2.40	Nivel +12.42
R48	209	12.00	1.00	C	2.25	0.10			2.45	2.45	0.888	2.18	Nivel +12.42
R48	210	12.00	1.00	C	2.00	0.10			2.20	2.20	0.888	1.95	Nivel +12.42
R48	211	12.00	20.00	C	1.25	0.10			1.45	29.00	0.888	25.75	Nivel +12.42
R48	212	12.00	20.00	C	2.50	0.10			2.70	54.00	0.888	47.95	Nivel +12.42
R48	213	12.00	20.00	C	2.25	0.10			2.45	49.00	0.888	43.51	Nivel +12.42
R48	214	12.00	20.00	C	2.00	0.10			2.20	44.00	0.888	39.07	Nivel +12.42
R48	215	12.00	20.00	C	1.15	0.10			1.35	27.00	0.888	23.98	Nivel +12.42
R48	216	20.00	4.00	C2	10.33	0.15	0.10		10.83	43.32	2.466	106.83	Nivel +12.42
R48	217	20.00	6.00	C2	10.33	0.15	0.10		10.83	64.98	2.466	160.24	Nivel +12.42
R48	218	12.00	3.00	C2	2.65	0.15	0.10		3.15	9.45	0.888	8.39	Nivel +12.42
R48	219	12.00	36.00	C2	1.25	0.15	0.10		1.75	63.00	0.888	55.94	Nivel +12.42
R48	220	12.00	36.00	C2	2.65	0.15	0.10		3.15	113.40	0.888	100.70	Nivel +12.42
R48	221	12.00	36.00	C2	1.40	0.15	0.10		1.90	68.40	0.888	60.74	Nivel +12.42
R48	222	10.00	31.00	I1	10.33			0.10	10.53	326.43	0.617	201.41	Nivel +12.42
R48	223	12.00	8.00	I1	10.33			0.10	10.53	84.24	0.888	74.81	Nivel +12.42
R48	224	20.00	4.00	I1	10.33			0.10	10.53	42.12	2.466	103.87	Nivel +12.42
R48	225	20.00	6.00	I1	10.33			0.10	10.53	63.18	2.466	155.80	Nivel +12.42
R48	226	10.00	654.00	O	0.27	0.17	0.05		0.98	640.92	0.617	395.45	Estribos de Vigas en todos los niveles
R48	227	25.00	60.00	L	14.15	0.50			14.65	879.00	3.853	3386.79	Hierros Columnas a lo largo de todos los niveles
R48	227*	25.00	78.00	L	8.39	0.50			8.89	693.42	3.853	2671.75	Hierros Columnas a lo largo de todos los niveles
R48	227**	25.00	16.00	L	5.51	0.50			6.01	96.16	3.853	370.50	Hierros Columnas a lo largo de todos los niveles
R48	228	22.00	30.00	L	14.15	0.50			14.65	439.50	2.984	1311.47	Hierros Columnas a lo largo de todos los niveles
R48	228*	22.00	6.00	L	8.36	0.50			8.86	53.16	2.984	158.63	Hierros Columnas a lo largo de todos los niveles
R48	229	10.00	3244.00	O	0.41	0.41	0.05		1.74	5644.56	0.617	3482.69	Estribos en las Columnas (medida promedio)
R48	230	10.00	3244.00	G	0.41			0.05	0.51	1654.44	0.617	1020.79	Estribos en las Columnas (medida promedio)
R48					<b>TOTAL</b>				<b>25129.49</b>	<b>kg</b>			



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
UNIVERSIDAD DE CUENCA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Acero de refuerzo fy= 4200 Kg/cm2 (incluye corte y doblado)				UNIDAD: Kg		
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.500	0.500	0.07	0.04	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.04	
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Maestro secap Categ V	1	3.57	3.57	0.07	0.25	
Fierrero Categ III	1	3.18	3.18	0.07	0.22	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.07	0.23	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>					0.70	
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
hierro corrugado	Kg	1.00	1.04	1.04		
Alambre de amarre	Kg	0.02	2.20	0.04		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
<b>SUBTOTAL O</b>				1.08		
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
				0.00		
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				1.82		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				0.38		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				2.20		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>2.20</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						





TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R49						
GRUPO: ESTRUCTURA						
RUBRO: Malla electrosoldada 15x15 d=4mm						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ALTURA	NUMERO	AREA	COMENTARIO
R49	Losas	10.71	18.30	5	979.97	Todos los niveles
				<b>TOTAL</b>	<b>979.97</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
UNIVERSIDAD DE CUENCA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:		malla electro soldada			UNIDAD: m3	
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.650	0.650	0.06	0.04	0.00
					0.00	0.00
					0.00	0.00
					0.00	0.00
					0.00	0.00
<b>SUBTOTAL M</b>						0.04
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	0.06	0.21	
Fierrero Categ III	1	3.18	3.18	0.06	0.19	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.06	0.19	
Peón Categ I	1	3.18	3.18	0.06	0.19	
					0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>						0.78
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
malla metálica	m2	1.05	2.10	2.21		
Alambre de amarre	Kg	0.02	2.20	0.04		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
<b>SUBTOTAL O</b>						2.25
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>						0.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					3.07	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%					0.64	
OTROS INDIRECTOS 0.00%					0.00	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					3.71	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>3.71</b>	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA							
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO							
COD: R50 GRUPO: ESTRUCTURA RUBRO: Suministro y colocación de hormigón fc=240kg/cm2							
COD	DESCRIPCION	LARGO	ANCHO	ALTURA	NUMERO	VOLUMEN	COMENTARIO
R50	Losas en todos los niveles	10.71	18.30	0.25	4	195.99	
R50	Descuento de casetones 40x40x20cm	0.40	0.40	0.20	1960	-62.72	
R50	Descuento de casetones 40x20x20cm	0.40	0.20	0.20	636	-10.18	
R50	Hormigón en Zapatas Z1	2.10	2.10	0.30	3	3.97	
R50	Hormigón en Zapatas Z2	1.80	1.80	0.25	6	4.86	
R50	Hormigón en Zapatas Z3	1.50	1.50	0.20	6	2.70	
R51	Hormigón en columnas	0.50	0.50	7.56	15	28.35	
R50	Hormigón en columnas	0.40	0.40	5.82	15	13.97	
					<b>TOTAL</b>	<b>176.94</b>	<b>m3</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Suministro y colocación de hormigón fc=240kg/cm2				UNIDAD: m3		
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	1.620	1.620	1.000	1.62	
bomba de hormigón 5"	1	15.00	15.00	1.000	15.00	
andamios	1	0.20	0.20	1.000	0.20	
<b>SUBTOTAL M</b>					16.82	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	1.000	3.57	
Albañil Categ III	3	3.22	9.66	1.00	9.66	
Ayudante Categ II	2	3.22	6.44	1.00	6.44	
Peón Categ I	4	3.18	12.72	1.00	12.72	
<b>SUBTOTAL N</b>					32.39	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Hormigón premezclado fc= 240kg/cm2	m3	1.00	105.00	105.00		
<b>SUBTOTAL O</b>					105.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				154.21		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				32.38		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				186.59		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>186.59</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA					
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO					
COD: R55 GRUPO: ESTRUCTURA RUBRO: Suministro y colocación casetones de 40x40x20 cm para alivianamiento de losa					
COD	DESCRIPCION		NUMERO	TOTAL	COMENTARIO
R55	Casetones 40x40x20		2278	2278.00	
			<b>TOTAL</b>	<b>2278.00</b>	<b>u</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Casetones para alivianamiento			UNIDAD: u			
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.650	0.650	0.02	0.01	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.01	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	0.02	0.07	
Albañil Categ III	1	3.22	3.22	0.02	0.06	
Ayudante Categ II	2	3.22	6.44	0.02	0.13	
<b>SUBTOTAL N</b>					0.26	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Casetones 40x40x20cm	unidad	1.00	2.60	2.60		
Varios para instalación	global	1.00	0.10	0.10		
<b>SUBTOTAL O</b>					2.70	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				2.97		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				0.62		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				3.59		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>3.59</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA							
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO							
COD: R56 GRUPO: ESTRUCTURA RUBRO: Encofrado recto							
COD	DESCRIPCION	LARGO	ALTURA		Nº	AREA	COMENTARIO
R56	Encofrado de losas	10.71	18.30		4.00	783.97	
R56	Encofrado de columnas	1.20	14.15		15.00	254.70	
R56	Encofrado lateral de losas	58.02	0.25		4.00	58.02	
R56	Encofrado Varios	10.00	5.00		1.00	50.00	
R56						0.00	
R56				<b>TOTAL</b>		<b>1146.69</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:		Encofrado Recto			UNIDAD: m2	
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENT	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.641	0.641	0.350	0.22	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.22	
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENT	COSTO	
Albañil Categ III	1	3.22	3.22	0.350	1.13	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.350	1.13	
Peón Categ I	2	3.18	6.36	0.350	2.23	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>					4.49	
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
tabla de encofrado	m2	1.00	2.60	2.60		
Tiras 4x5m, pingos, clavos y otros	global	1.00	1.07	1.07		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
<b>SUBTOTAL O</b>					3.67	
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
				0.00		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				8.38		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				1.76		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				10.14		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>10.14</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



<b>TRABAJO DE MONOGRAFÍA</b>					
<b>CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO</b>					
COD: R84 GRUPO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS RUBRO: Punto de agua fría					
COD	DESCRIPCION		NUMERO	TOTAL	COMENTARIO
R84	Baños generales		32	32.00	
			<b>TOTAL</b>	<b>32.00</b>	pto

<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
RUBRO: Instalación de agua potable			UNIDAD: pto			
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENT	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.662	0.662	1.50	0.99	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.99	
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENT	COSTO	
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	1.50	5.36	
Plomero Categ III	1	3.22	3.22	1.50	4.83	
Ayudante Categ II	2	3.22	6.44	1.50	9.66	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL N</b>					19.85	
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Tubería y accesorios PVC roscable de 1/2"	global	1.00	8.00	8.00		
Llave de paso, teflon, pasta impermeabilizante	Unidad	1.00	7.00	7.00		
	global	1.00	2.00	2.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
<b>SUBTOTAL O</b>					17.00	
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>				<b>37.84</b>		
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%</b>				<b>7.95</b>		
<b>OTROS INDIRECTOS 0.00%</b>				<b>0.00</b>		
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>				<b>45.79</b>		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>45.79</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFIA					
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO					
COD: R85 GRUPO: INSTALACIONES HIDROSANITARIAS RUBRO: Punto de desague					
COD	DESCRIPCION		NUMERO	TOTAL	COMENTARIO
R85	Baños generales		32	32.00	
			<b>TOTAL</b>	<b>32.00</b>	pto

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
TRABAJO DE MONOGRAFIA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERIA					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO: Instalaciones sanitarias			UNIDAD: pto		
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas					
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.662	0.662	2.00	1.32
	1				0.00
					0.00
					0.00
					0.00
					0.00
<b>SUBTOTAL M</b>					1.32
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	2.00	7.14
Plomero Categ III	1	3.22	3.22	2.00	6.44
Ayudante Categ II	2	3.22	6.44	2.00	12.88
					0.00
					0.00
<b>SUBTOTAL N</b>					26.46
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
Tubería PVC 4"	Unidad	0.50	11.60	5.80	
Accesorios PVC 4" y 2"	global	1.00	2.00	2.00	
Pegatubo y otros	global	1.00	0.50	0.50	
Tubería de pvc 2"	Unidad	0.50	4.50	2.25	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
<b>SUBTOTAL O</b>				10.55	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
				0.00	
<b>SUBTOTAL P</b>				0.00	
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		38.33
			INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%		8.05
			OTROS INDIRECTOS 0.00%		0.00
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		46.38
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>46.38</b>
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA					
Cuenca, abril 2015					



TRABAJO DE MONOGRAFÍA					
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO					
COD: R86 GRUPO: INSTALACIONES ELECTRICAS RUBRO: Suministro, instalacion luminaria fluorescente 2x32w					
COD	DESCRIPCION	NUMERO	TOTAL	COMENTARIO	
R86	Luminarias generales	96	96.00		
<b>TOTAL</b>			<b>96.00</b>	U	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Suministro, instalacion luminaria fluorescente 2x32w				UNIDAD: U		
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIEN	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.340	0.340	0.50	0.17	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.17	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIEN	COSTO	
Maestro electricista Categ IV	1	3.57	3.57	0.50	1.79	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.50	1.61	
<b>SUBTOTAL N</b>					3.40	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Luminaria fluorescente 2x32W	Unidad	1.00	60.00	60.00		
Cableado, ductería y varios	global	1.00	45.00	45.00		
<b>SUBTOTAL O</b>					105.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		108.57	
			INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%		22.80	
			OTROS INDIRECTOS 0.00%		0.00	
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		131.37	
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>131.37</b>	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril 2015						



TRABAJO DE MONOGRAFIA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R48 GRUPO: ESTRUCTURA RUBRO: Acero A36 para estructura metálica						
COD	DESCRIPCION	LARGO	PESO POR M (kg/m)	NUMERO	PESO	COMENTARIO
R48	Columnas C1	8.64	77.70	9	6041.95	De nivel +0.9 a nivel +9.54
R48	Columnas C2	11.58	63.30	6	4398.08	De nivel +0.9 a nivel +9.54
R49	Columnas C2	2.94	63.30	15	2791.53	De nivel +9.54 a nivel +12.48
R48	Viga eje2, eje 4 y eje 3 tramo BD	10.61	36.10	12	4596.25	Niveles +3.78, +6.66, +9.54, +12.48
R48	Viga eje 1 y eje 5, tramo BD	10.61	26.20	8	2223.86	Niveles +3.78, +6.66, +9.54, +12.48
R48	Viga eje B,eje C y eje D tramo 1-3	10.00	22.40	39	8736.00	Niveles +3.78, +6.66, +9.54, +12.48
R48	Viga eje B, eje C y eje D tramo 3-5	8.00	22.40	39	6988.80	Niveles +3.78, +6.66, +9.54, +12.48
R48	Platinas, accesorios y otros	10.00	10.00	1	100.00	
				<b>TOTAL</b>	<b>35876.47</b>	<b>Kg</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFIA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERIA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: Acero estructural			UNIDAD: Kg			
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.340	0.340	0.05	0.02	
Soldadora	1	0.90	0.90	0.05	0.05	
cortadora de hierro	1	0.30	0.30	0.05	0.02	
andamios	1	0.20	0.20	0.05	0.01	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.10	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro secap Categ V	1	3.57	3.57	0.05	0.18	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.05	0.16	
<b>SUBTOTAL N</b>					0.34	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
Perfiles metalicos, planchas de acero	kg	1.00	1.50	1.50		
pintura anticorrosiva	gl	0.01	20.00	0.20		
suelda 6011	global	1.00	0.50	0.50		
<b>SUBTOTAL O</b>					2.20	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				2.64		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				0.55		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3.19		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>3.19</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, diciembre del 2013						





TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R49 GRUPO: ESTRUCTURA RUBRO: Malla electrosoldada 15x15 d=4mm						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ALTURA	NUMERO	AREA	COMENTARIO
R49	Losas	10.71	18.30	5	979.97	Todos los niveles
R49						
				<b>TOTAL</b>	<b>979.97</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:		malla electrosoldada			UNIDAD: m3	
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Herramientas manuales 5% Man obr	1	0.650	0.650	0.06	0.04	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
					0.04	
<b>SUBTOTAL M</b>					0.04	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMENT	COSTO	
Maestro de obra Categ IV	1	3.57	3.57	0.06	0.21	
Fierrero Categ III	1	3.18	3.18	0.06	0.19	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.06	0.19	
Peón Categ I	1	3.18	3.18	0.06	0.19	
					0.00	
					0.78	
<b>SUBTOTAL N</b>					0.78	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
malla metálica	m2	1.05	2.10	2.21		
Alambre de amarre	Kg	0.02	2.20	0.04		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				2.25		
<b>SUBTOTAL O</b>					2.25	
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
				0.00		
<b>SUBTOTAL P</b>					0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				3.07		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				0.64		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				3.71		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>3.71</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, diciembre del 2013						



TRABAJO DE MONOGRAFÍA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD: R55 GRUPO: ESTRUCTURA RUBRO: Placa colaborante e= 0.74mm						
COD	DESCRIPCION	LARGO	ANCHO	NUMERO	TOTAL	COMENTARIO
R55	Losa colaborante espesor 0.74mm	10.71	18.30	4	783.97	
<b>TOTAL</b>					<b>783.97</b>	<b>m2</b>

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
TRABAJO DE MONOGRAFÍA UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE INGENIERÍA						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
<b>RN 03</b>						
RUBRO: placa metálica colaborante e=0.65mm				UNIDAD: m2		
DETALLE: se ejecutará de acuerdo a las especificaciones técnicas						
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas manuales 5% m obra	1	0.340	0.340	0.20	0.07	
cortadora de hierro	1	0.30	0.30	0.20	0.06	
					0.00	
					0.00	
					0.00	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.13</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HR	COST HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro secap Categ V	1	3.57	3.57	0.20	0.71	
Ayudante Categ II	1	3.22	3.22	0.20	0.64	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.36</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO		
placa colaborante	m2	1.10	12.10	13.31		
disco de corte	U	0.05	9.00	0.45		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>13.76</b>		
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
				0.00		
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>		
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				15.25		
INDIRECTOS Y UTILIDADES 21.00%				3.20		
OTROS INDIRECTOS 0.00%				0.00		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				18.45		
<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>18.45</b>		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA						
Cuenca, abril del 2015						



## ANEXO 03 RESPALDO DE PROGRAMACIÓN EN MICROSOFT PROJECT



# ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO



	Nombre de tarea	Duración	Comenzar	Fin	Predecesores	Nombres de los recursos
1	Construcción de un edificio en hormigón armado	157.24 días	lun 24/06/13	mié 29/01/14		
2	Excavaciones	10 días	lun 24/06/13	vie 05/07/13		
3	Excavación y Desalojo Mecánica Cimentaciones	10 días	lun 24/06/13	vie 05/07/13		Ingeniero Residente[40%],Maestro de obra[40%],Topógrafo, Operador de retroexcavadora, Retroexcavadora, Chofer de volqueta, Voqueta, Peon[200%]
4	Cimentación	13 días	lun 01/07/13	mié 17/07/13		
5	Armado de hierro	10 días	lun 01/07/13	vie 12/07/13	3CC-5 días	Ingeniero Residente[60%],Maestro de obra[60%],Albañil[500%],Peón[1,000%],Acero corrugado[0,1],Encofrado General[0,05]
6	Fundición de cimentación	3 días	lun 15/07/13	mié 17/07/13	5	Ingeniero Residente, Maestro de obra, Albañil[200%], Peon[400%], Ayudante[200%], Hormigón [0,2]
7	Estructura General	84.24 días	jue 18/07/13	mié 13/11/13	6	
8	Columnas	69 días	jue 18/07/13	mar 22/10/13		
9	Armado de hierro para columnas	24 días	jue 18/07/13	jue 17/10/13	6	
10	Encofrado columnas	24 días	lun 22/07/13	lun 21/10/13	9FC-64 días	Ingeniero Residente[50%],Maestro de obra[167%],Albañil[500%],Ayudante[400%],Peon[750%],Acero corrugado[0,25],Herramientas manuales[0,2]
11	Fundición Columnas	4 días	mar 30/07/13	mar 22/10/13	10FC-60 días	Ingeniero Residente[167%],Maestro de obra,Albañil[500%],Ayudante[600%],Peon[500%],Encofrado General[0,2],Herramientas manuales[0,2]
12	Losas y vigas	75.24 días	mié 31/07/13	mié 13/11/13		Ingeniero Residente, Maestro de obra, Albañil[300%],Ayudante[300%],Herramientas manuales[0,1], Hormigón [0,13]
13	Armado de hierro para losas y vigas	20 días	mié 07/08/13	mar 12/11/13	14FC-60 días	Ingeniero Residente, Maestro de obra,Albañil[500%],Ayudante[600%],Acero corrugado[0,55],Herramientas manuales[0,55],Peón[1,000%]
14	Encofrado de losas y vigas	20 días	mié 31/07/13	mié 30/10/13	11FC-60 días	Ingeniero Residente, Maestro de obra,Albañil[500%],Ayudante[600%],Peón[300%],Encofrado General[0,62],Herramientas manuales[0,62]
15	Fundición de losas y vigas	4 días	mié 14/08/13	mié 13/11/13	13FC-64 días	Ingeniero Residente, Maestro de obra,Albañil[300%],Ayudante[300%],Herramientas manuales[1],Hormigón [1]
16	Mamposterías	85 días	mié 02/10/13	mié 29/01/14		
17	Mampostería de ladrillo	60 días	mié 02/10/13	mié 25/12/13	15FC-30 días	Ingeniero Residente[50%],Maestro de obra[50%],Albañil[500%],Peon[500%],Ladrillos[1],Herramientas manuales[0,3]
18	Enlucidos	55 días	mié 30/10/13	mié 15/01/14	17CC-20 días	Ingeniero Residente[50%],Maestro de obra[50%],Ayudante[500%],Herramientas manuales[0,2],enlucidos[1]
19	Empastados y pintados	10 días	mié 15/01/14	mié 29/01/14	18	Ingeniero Residente, Maestro de obra empastados y pintura[1], Herramientas manuales[0,5],Ayudante[500%]
20	Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias	30 días	mié 13/11/13	mié 25/12/13		
21	Eléctrico	27 días	mié 13/11/13	vie 20/12/13	17CC-30 días	Maestro de obra ingeniero eléctrico[200%], Peon[200%],Herramientas manuales[0,3],Instalaciones eléctricas[1]
22	Hidrosanitario	30 días	mié 13/11/13	mié 25/12/13	17CC-30 días	plomero[200%],Maestro de obra, Peon[200%],Herramientas manuales[0,4],Instalaciones hidrosanitarias[1]
23	Acabados	50 días	mié 30/10/13	mié 08/01/14		
24	Pisos	50 días	mié 30/10/13	mié 08/01/14	17CC-20 días	Maestro de obra,Ingeniero Residente,Albañil[400%],Ayudante[400%],pisos[1],Herramientas manuales[0,6]
25	Cielos rasos	30 días	mié 27/11/13	mié 08/01/14	17CC-40 días	Ingeniero Residente, Maestro de obra,Albañil[300%],Ayudante[300%],cielos rasos[1],Herramientas manuales[0,1]

Diagrama de Gantt



	Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de materi	Iniciales	Grupo	Capacidad máxir	Tasa estándar	Tasa horas exti	Costo/Us	Acumula	Calendario bas	Códig
1	Maestro de obra	Trabajo		M		100%	\$ 3.02/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
2	Albañil	Trabajo		A		500%	\$ 2.82/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
3	Peón	Trabajo		P		1,000%	\$ 2.78/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
4	Ingeniero Residente	Trabajo		I		100%	\$ 3.06/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
5	Soldador	Trabajo		S		200%	\$ 2.94/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
6	Ayudante	Trabajo		A		600%	\$ 2.82/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
7	Operador de retroexcavadora	Trabajo		O		100%	\$ 3.02/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
8	Chofer de volqueta	Trabajo		C		100%	\$ 4.16/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
9	Retroexcavadora	Trabajo		R		100%	\$ 16.00/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
10	Volqueta	Trabajo		V		100%	\$ 16.00/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
11	Acero corrugado	Material		A			\$ 36,000.00		\$ 0.00	Prorrato		
12	Hormigón	Material		H			\$ 27,000.00		\$ 0.00	Prorrato		
13	Topógrafo	Trabajo		T		100%	\$ 3.02/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
14	Encofrado General	Material		E			\$ 11,000.00		\$ 0.00	Prorrato		
15	Herramientas manuales	Material		H			\$ 200.00		\$ 0.00	Prorrato		
16	Ladrillos	Material		L			\$ 17,000.00		\$ 0.00	Prorrato		
17	instalaciones eléctricas	Material		i			\$ 14,400.00		\$ 0.00	Prorrato		
18	instalaciones hidrosanitarias	Material		i			\$ 9,600.00		\$ 0.00	Prorrato		
19	pisos	Material		p			\$ 18,000.00		\$ 0.00	Prorrato		
20	cielos rasos	Material		c			\$ 14,200.00		\$ 0.00	Prorrato		
21	enlucidos	Material		e			\$ 16,700.00		\$ 0.00	Prorrato		
22	empastados y pint	Material		e			\$ 17,130.00		\$ 0.00	Prorrato		
23	plomero	Trabajo		p		200%	\$ 2.82/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
24	ingeniero eléctrico	Trabajo		i		200%	\$ 3.06/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	

Hoja de recursos



SECCIONES  
HORMIGON

COMPUESTAS

ACERO-



Diagrama de Gantt

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
1	6  Construcción de un edificio con sistema mixto	135 días	mar 25/06/13	lun 30/12/13		
2	Excavaciones	10 días	mar 25/06/13	lun 08/07/13		
3	Excavación Mecánica y Desalaje para Ciner	10 días	mar 25/06/13	lun 08/07/13		Operador de retroexcavadora, Peón[200%], Retroexcavadora, Ingeniero Residente[40%], Topógrafo, Maestro de obra[59%], Chofer de
4	Cimentación	13 días	mar 02/07/13	jue 18/07/13		Acero corrugado[0.2], Maestro de obra[75%], Albañil[400%], Ayudante[400%], Peón[800%], Hormigón [0.2], Encofrado Ge
5	Armado de hierro	10 días	mar 02/07/13	lun 15/07/13	3CC-5 días	Ingeniero Residente[75%], Maestro de obra[75%], Albañil[500%], Peón[1.000%], Encofrado General[0.05], Acero corrugado[0.1]
6	Fundición de cimentación	3 días	mar 16/07/13	jue 18/07/13	5	Ingeniero Residente, Maestro de obra, Albañil[200%], Peón[400%], Ayudante[200%], Hormigón [0.2]
7	Estructura metálica	62 días	vie 19/07/13	lun 14/10/13	6	
8	Armado de columnas	15 días	vie 19/07/13	vie 27/09/13	6	Ingeniero Residente, Maestro de obra, Albañil, Ayudante, perfiles acero estructural[1]
9	Fundición de columnas	4 días	jue 25/07/13	lun 30/09/13	8FC-52 días	Ingeniero Residente, Maestro de obra, Albañil, Peón, Ayudante, Hormigón [1]
10	Armado de vigas y losas de entrepiso	38 días	jue 26/07/13	vie 11/10/13	8FC-47 días	Ingeniero Residente, Maestro de obra, Albañil, Ayudante perfiles acero estructural[1]
11	fundición de vigas y losas de entrepiso	4 días	vie 09/08/13	lun 14/10/13	10FC-46 días	Maestro de obra, Ingeniero Residente, Albañil, Ayudante, Peón, Hormigón [1]
12	Mamposterías	85 días	mar 03/09/13	lun 30/12/13		
13	Enlucidos	55 días	mar 01/10/13	lun 16/12/13	14CC-20 días	Ingeniero Residente[109%], Maestro de obra[109%], Ayudante[500%], Herramientas manuales[0.2], enlucidos[1]
14	Mampostería de ladrillo	60 días	mar 03/09/13	lun 25/11/13	11FC-36 días	Ingeniero Residente[109%], Maestro de obra[109%], Albañil[500%], Peón[500%], Ladriles[1], Herramientas manuales[0.3]
15	Empastados y pintados	10 días	mar 17/12/13	lun 30/12/13	13, 14	
16	Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias	30 días	mar 15/10/13	lun 25/11/13		
17	Eléctrico	27 días	mar 15/10/13	mié 20/11/13	14CC-30 días	Maestro de obra, ingeniero eléctrico[200%], Peón[200%], Instalaciones eléctricas[0.3], Herramientas manuales[1]
18	Hidrosanitario	30 días	mar 15/10/13	lun 25/11/13	14CC-30 días	plomero[200%], Maestro de obra[133%], Peón[200%], Herramientas manuales[0.4], Instalaciones hidrosanitarias[1]
19	Acabados	50 días	mar 11/10/13	lun 09/12/13		
20	Pisos	50 días	mar 01/10/13	lun 09/12/13	14CC-20 días	Maestro de obra, Ingeniero Residente, Albañil[400%], Ayudante[400%], pisos[1], Herramientas manuales[0.6]
21	Cielos rasos	30 días	mar 29/10/13	lun 09/12/13	14CC-40 días	Ingeniero Residente, Maestro de obra, Albañil[300%], Ayudante[300%], ciebs rasos[1], Herramientas manuales[0.1]



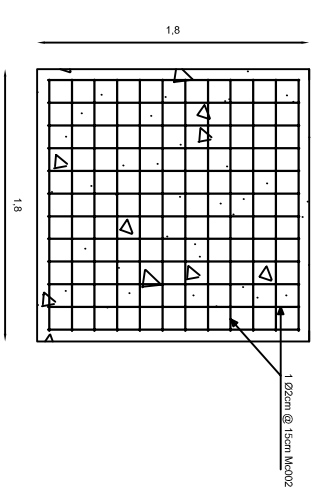
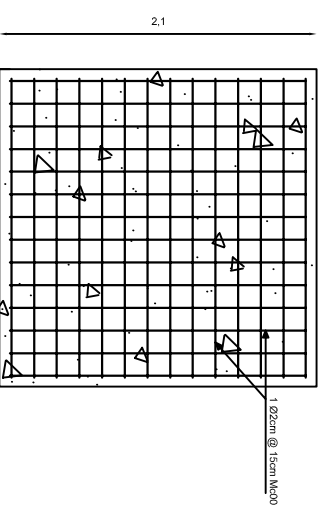
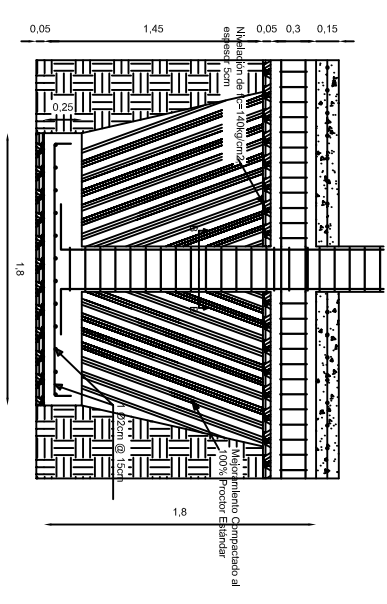
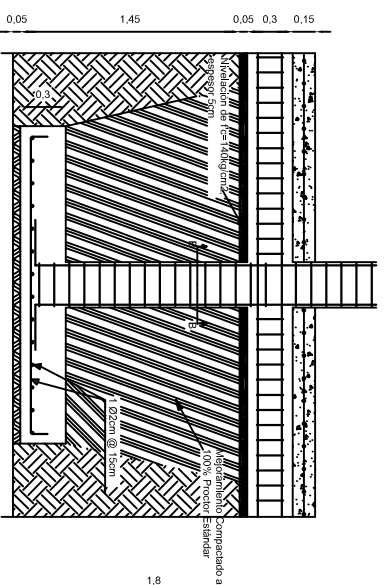


Nombre del recurso	Tipo	Etiqueta de material	Iniciales	Grupo	Capacidad máxima	Tasa estándar	Tasa horas extra	Costo/Uso	Acumular	Calendario base	Código
1 Maestro de obra	Trabajo		M		100%	\$ 3.02/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
2 Albañil	Trabajo		A		500%	\$ 2.82/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
3 Peón	Trabajo		P		1,000%	\$ 2.78/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
4 Ingeniero Residente	Trabajo		I		100%	\$ 3.06/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
5 Soldador	Trabajo		S		200%	\$ 2.94/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
6 Ayudante	Trabajo		A		600%	\$ 2.82/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
7 Operador de retroexcavadora	Trabajo		O		100%	\$ 3.02/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
8 Chofer de volqueta	Trabajo		C		100%	\$ 4.16/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
9 Retroexcavadora	Trabajo		R		100%	\$ 16.00/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
10 Volqueta	Trabajo		V		100%	\$ 16.00/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
11 Acero corrugado	Material		A			\$ 4,773.00		\$ 0.00	Prorrato		
12 Hormigón	Material		H			\$ 16,006.00		\$ 0.00	Prorrato		
13 Topógrafo	Trabajo		T		100%	\$ 3.02/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
14 Encofrado General	Material		E			\$ 800.00		\$ 0.00	Prorrato		
15 Herramientas man	Material		H			\$ 200.00		\$ 0.00	Prorrato		
16 Ladrillos	Material		L			\$ 17,000.00		\$ 0.00	Prorrato		
17 instalaciones eléct	Material		I			\$ 14,400.00		\$ 0.00	Prorrato		
18 instalaciones hidrc	Material		I			\$ 9,600.00		\$ 0.00	Prorrato		
19 pisos	Material		P			\$ 18,000.00		\$ 0.00	Prorrato		
20 cielos rasos	Material		C			\$ 14,200.00		\$ 0.00	Prorrato		
21 enlucidos	Material		E			\$ 16,700.00		\$ 0.00	Prorrato		
22 empastados y pint	Material		E			\$ 17,130.00		\$ 0.00	Prorrato		
23 plomero	Trabajo		P		200%	\$ 2.82/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
24 ingeniero eléctrico	Trabajo		I		200%	\$ 3.06/hora	\$ 0.00/hora	\$ 0.00	Prorrato	Estándar	
25 perfiles acero estr	Material		P			\$ 43,481.00		\$ 0.00	Prorrato		

Hoja de recursos

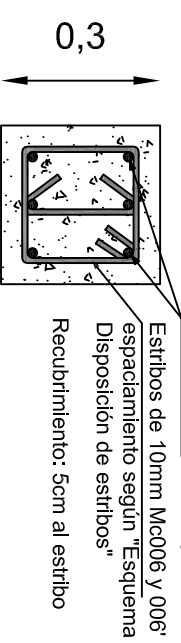
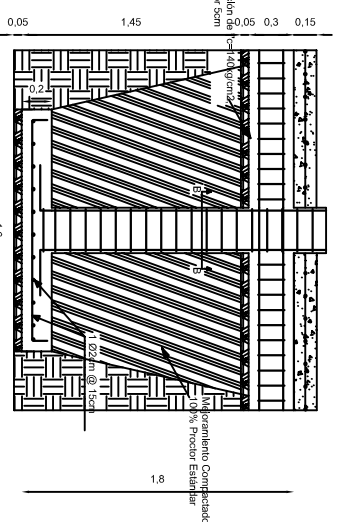
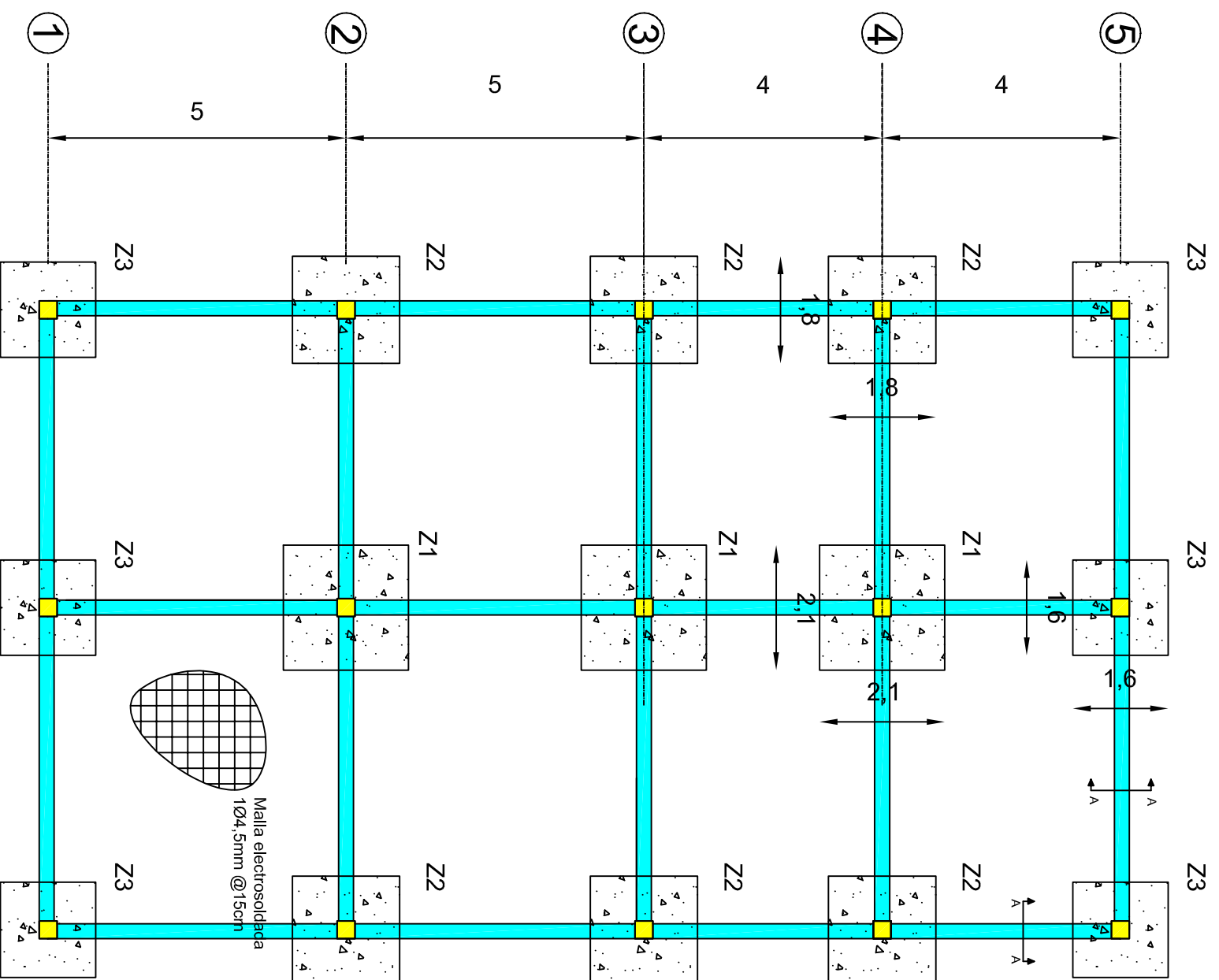


## ANEXO 04 PLANOS

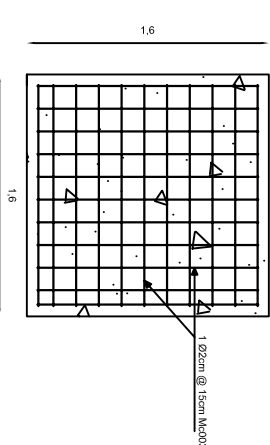


Zapata Tipo 1  
Escala 1:50

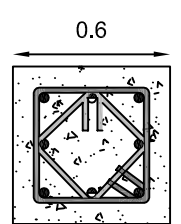
Zapata Tipo 2  
Escala 1:50  
SECCION A-A Vigas de amarre



MATERIALES		MATERIALES		MATERIALES	
TIPO	DESCRIPCIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN
1	ACERO	1	ACERO	1	ACERO
2	ACERO	2	ACERO	2	ACERO
3	ACERO	3	ACERO	3	ACERO
4	ACERO	4	ACERO	4	ACERO
5	ACERO	5	ACERO	5	ACERO
6	ACERO	6	ACERO	6	ACERO
7	ACERO	7	ACERO	7	ACERO
8	ACERO	8	ACERO	8	ACERO
9	ACERO	9	ACERO	9	ACERO
10	ACERO	10	ACERO	10	ACERO
11	ACERO	11	ACERO	11	ACERO
12	ACERO	12	ACERO	12	ACERO
13	ACERO	13	ACERO	13	ACERO
14	ACERO	14	ACERO	14	ACERO
15	ACERO	15	ACERO	15	ACERO
16	ACERO	16	ACERO	16	ACERO
17	ACERO	17	ACERO	17	ACERO
18	ACERO	18	ACERO	18	ACERO
19	ACERO	19	ACERO	19	ACERO
20	ACERO	20	ACERO	20	ACERO
21	ACERO	21	ACERO	21	ACERO
22	ACERO	22	ACERO	22	ACERO
23	ACERO	23	ACERO	23	ACERO
24	ACERO	24	ACERO	24	ACERO
25	ACERO	25	ACERO	25	ACERO
26	ACERO	26	ACERO	26	ACERO
27	ACERO	27	ACERO	27	ACERO
28	ACERO	28	ACERO	28	ACERO
29	ACERO	29	ACERO	29	ACERO
30	ACERO	30	ACERO	30	ACERO
31	ACERO	31	ACERO	31	ACERO
32	ACERO	32	ACERO	32	ACERO
33	ACERO	33	ACERO	33	ACERO
34	ACERO	34	ACERO	34	ACERO
35	ACERO	35	ACERO	35	ACERO
36	ACERO	36	ACERO	36	ACERO
37	ACERO	37	ACERO	37	ACERO
38	ACERO	38	ACERO	38	ACERO
39	ACERO	39	ACERO	39	ACERO
40	ACERO	40	ACERO	40	ACERO
41	ACERO	41	ACERO	41	ACERO
42	ACERO	42	ACERO	42	ACERO
43	ACERO	43	ACERO	43	ACERO
44	ACERO	44	ACERO	44	ACERO
45	ACERO	45	ACERO	45	ACERO
46	ACERO	46	ACERO	46	ACERO
47	ACERO	47	ACERO	47	ACERO
48	ACERO	48	ACERO	48	ACERO
49	ACERO	49	ACERO	49	ACERO
50	ACERO	50	ACERO	50	ACERO
51	ACERO	51	ACERO	51	ACERO
52	ACERO	52	ACERO	52	ACERO
53	ACERO	53	ACERO	53	ACERO
54	ACERO	54	ACERO	54	ACERO
55	ACERO	55	ACERO	55	ACERO
56	ACERO	56	ACERO	56	ACERO
57	ACERO	57	ACERO	57	ACERO
58	ACERO	58	ACERO	58	ACERO
59	ACERO	59	ACERO	59	ACERO
60	ACERO	60	ACERO	60	ACERO
61	ACERO	61	ACERO	61	ACERO
62	ACERO	62	ACERO	62	ACERO
63	ACERO	63	ACERO	63	ACERO
64	ACERO	64	ACERO	64	ACERO
65	ACERO	65	ACERO	65	ACERO
66	ACERO	66	ACERO	66	ACERO
67	ACERO	67	ACERO	67	ACERO
68	ACERO	68	ACERO	68	ACERO
69	ACERO	69	ACERO	69	ACERO
70	ACERO	70	ACERO	70	ACERO
71	ACERO	71	ACERO	71	ACERO
72	ACERO	72	ACERO	72	ACERO
73	ACERO	73	ACERO	73	ACERO
74	ACERO	74	ACERO	74	ACERO
75	ACERO	75	ACERO	75	ACERO
76	ACERO	76	ACERO	76	ACERO
77	ACERO	77	ACERO	77	ACERO
78	ACERO	78	ACERO	78	ACERO
79	ACERO	79	ACERO	79	ACERO
80	ACERO	80	ACERO	80	ACERO
81	ACERO	81	ACERO	81	ACERO
82	ACERO	82	ACERO	82	ACERO
83	ACERO	83	ACERO	83	ACERO
84	ACERO	84	ACERO	84	ACERO
85	ACERO	85	ACERO	85	ACERO
86	ACERO	86	ACERO	86	ACERO
87	ACERO	87	ACERO	87	ACERO
88	ACERO	88	ACERO	88	ACERO
89	ACERO	89	ACERO	89	ACERO
90	ACERO	90	ACERO	90	ACERO
91	ACERO	91	ACERO	91	ACERO
92	ACERO	92	ACERO	92	ACERO
93	ACERO	93	ACERO	93	ACERO
94	ACERO	94	ACERO	94	ACERO
95	ACERO	95	ACERO	95	ACERO
96	ACERO	96	ACERO	96	ACERO
97	ACERO	97	ACERO	97	ACERO
98	ACERO	98	ACERO	98	ACERO
99	ACERO	99	ACERO	99	ACERO
100	ACERO	100	ACERO	100	ACERO

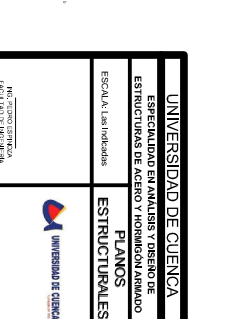
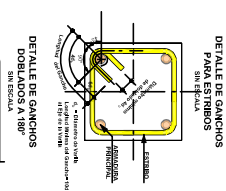
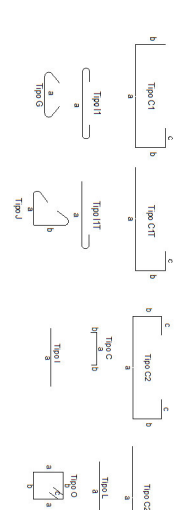


Zapata Tipo 3  
Escala 1:50



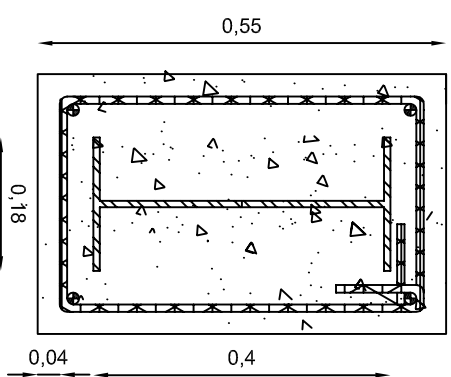
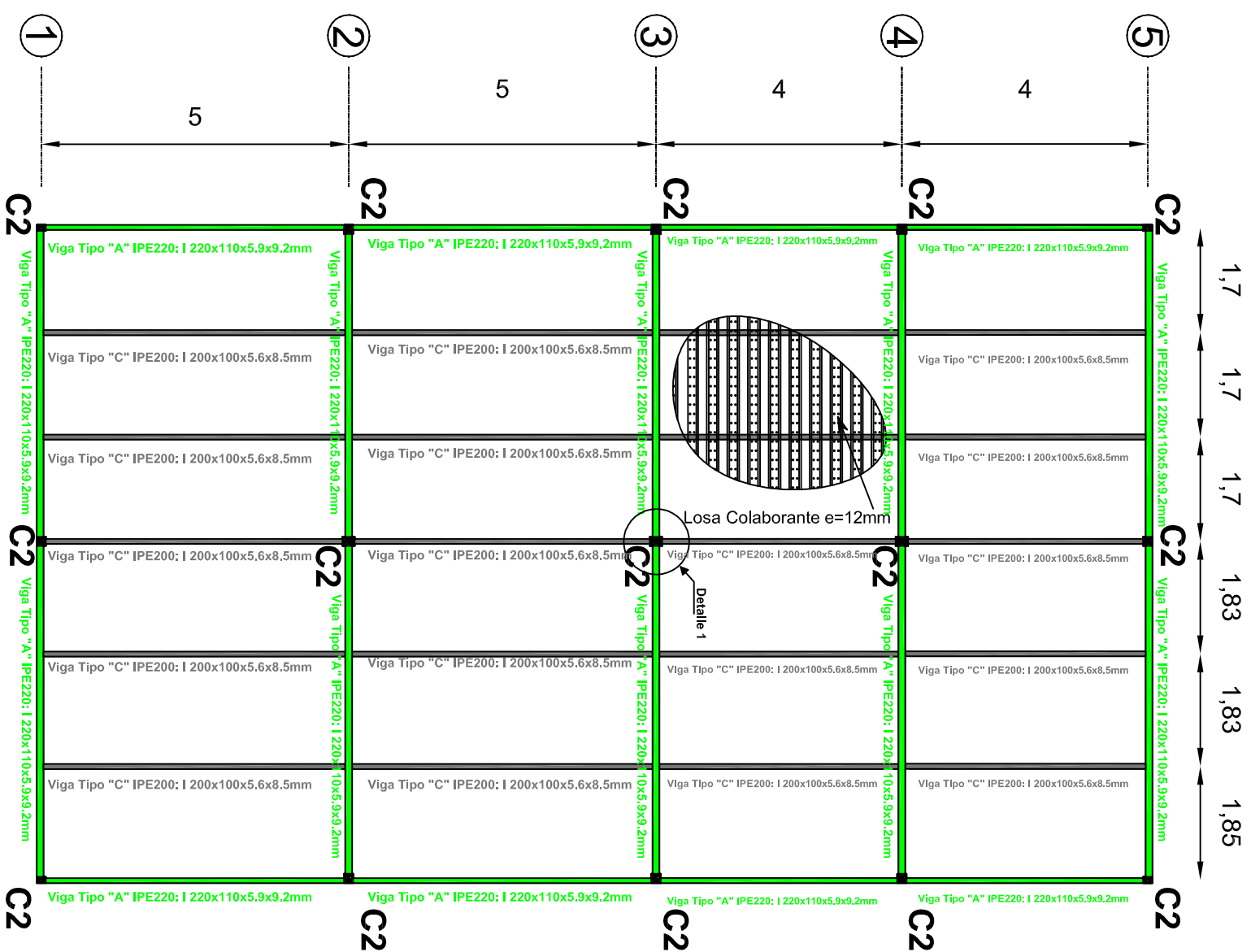
SECCION B-B Columnas  
cimentación

Estribos: 1010mm @ 5cm Mc007  
1010mm @ 5cm Mc007  
Recubrimiento: 2cm al estribo

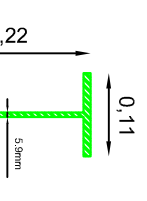
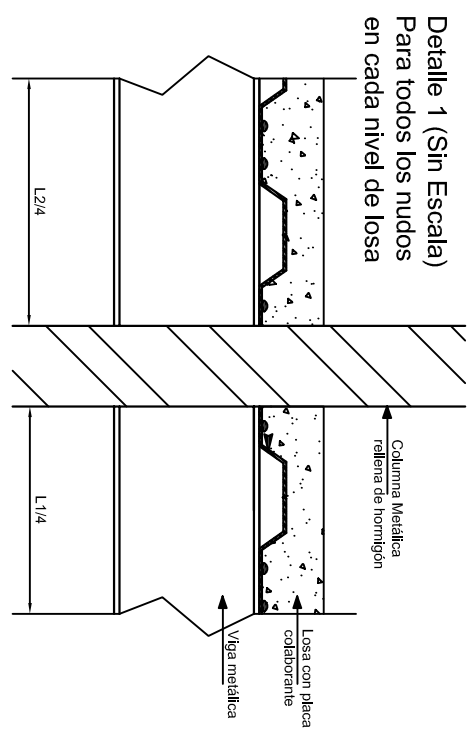


Planta de cimentación Nivel +0.90  
Escala 1:100

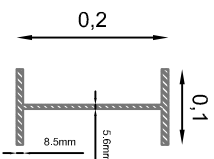
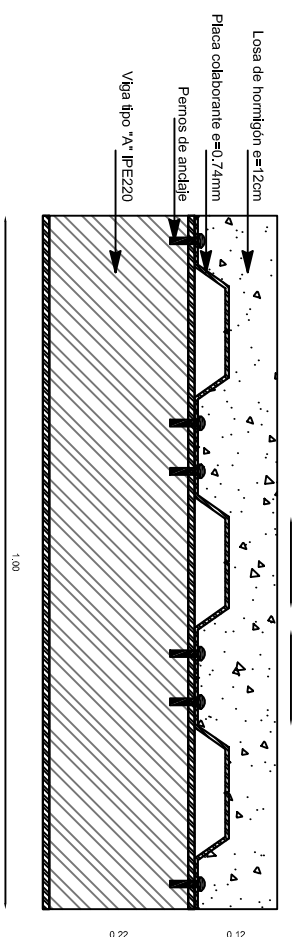




**SECCIÓN COLUMNA TIPO C2**  
 I 400X180X8,60mm  
 Acero A36  
 Columna compuesta embebida  
 4 Ø 16mm Mc 008  
 Estribos 1Ø10mm @ 26cm Mc 010  
 De nivel +0.9 hasta +12.48



**SECCIÓN VIGA TIPO A**  
 IPE 220: 220X110X5.9X9.2mm  
 Acero A36  
 24 Conectores de 2 en 2 Ø 2cm @ 40cm  
 Escala 1:10



**SECCIÓN VIGA TIPO C**  
 IPE 200: 200X100X5.6X8.5mm  
 Acero A36  
 20 conectores de 2 en 2 Ø 2cm @ 50cm  
 Escala 1:10

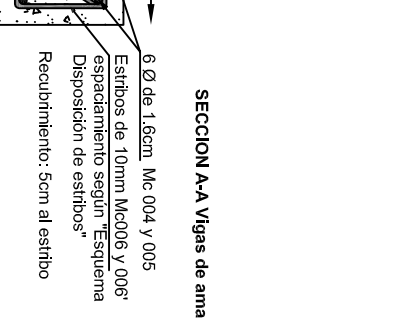
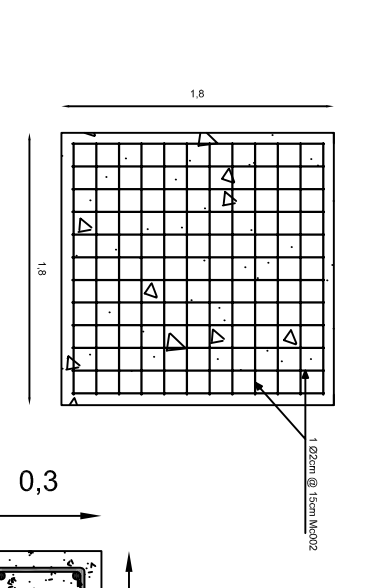
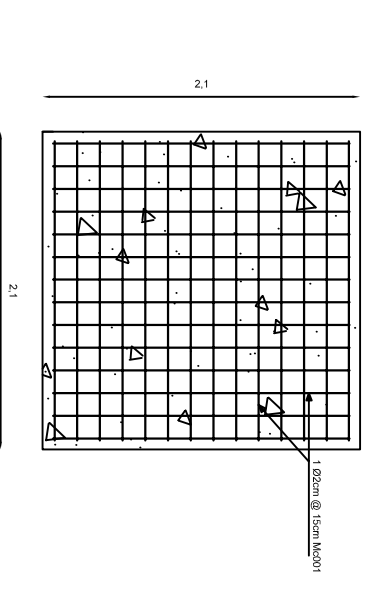
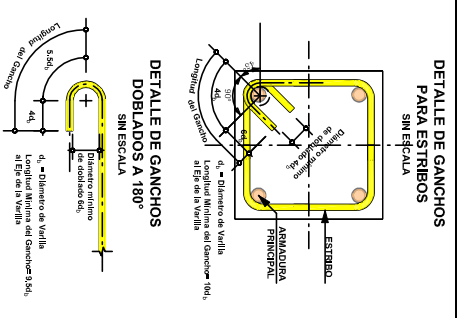
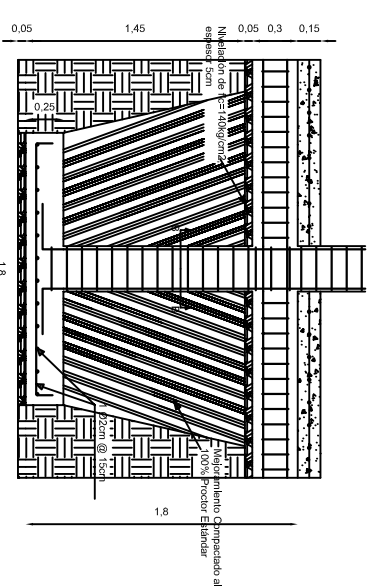
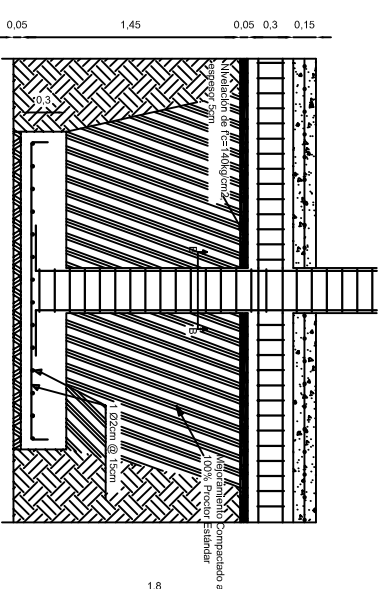
TRABAJO DE MONOGRAFIA						
CANTIDADES DE OBRA PARA EL PROYECTO						
COD.	DESCRIPCION	LARGO	PESO POR M (kg/m)	NUMERO	PESO	COMENTARIO
R48	Columnas C1	8.64	77.70	9.0000	6041.95	De nivel +0.9 a nivel +9.54
R48	Columnas C2	11.58	63.30	6.0000	4398.08	De nivel +0.9 a nivel +9.54
R49	Columnas C2	2.94	63.30	15.0000	2791.53	De nivel +9.54 a nivel +12.48
R48	Viga eje2, eje 4 y eje 3 tramo BD	10.61	36.10	12.0000	4596.25	Niveles +3.78, +6.66, +9.54, +12.48
R48	Viga eje 1 y eje 5, tramo BD	10.61	26.20	8.0000	2223.86	Niveles +3.78, +6.66, +9.54, +12.48
R48	Viga eje B,eje C y eje D tramo 1-3	10.00	22.40	39.0000	8736.00	Niveles +3.78, +6.66, +9.54, +12.48
R48	Viga eje B, eje C y eje D tramo 3-5	8.00	22.40	39.0000	6988.80	Niveles +3.78, +6.66, +9.54, +12.48
R48	Platinas, accesorios y otros	10.00	10.00	1.0000	100.00	
				<b>TOTAL</b>	<b>35876.47</b>	

- ESPECIFICACIONES GENERALES**
- Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días:  $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$
  - Resistencia a la tracción de las varillas corrugadas:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
  - Resistencia a la fluencia de las varillas corrugadas:  $f_u = 2520 \text{ kg/cm}^2$
  - Tamaño máximo del árido: 35 mm
  - Los trabajos deben cumplir con el código ACI 318-08
  - Concreto colado directamente sobre el suelo: 7 cm
  - Concreto expuesto a la acción del suelo: 5 cm
  - Losa y muro: 2 cm
  - Las juntas soldadas deben cumplir con las especificaciones del código AWS
  - Normas aplicables para el diseño:
    - ASCE-05
    - ASCE-08
    - ASCE-10
    - ASCE-11
    - ASCE-13
    - ASCE-17
    - ASCE-31
    - ASCE-33
    - ASCE-38
    - ASCE-41
    - ASCE-43
    - ASCE-48
    - ASCE-58
    - ASCE-62
    - ASCE-68
    - ASCE-74
    - ASCE-78
    - ASCE-88
    - ASCE-95
    - ASCE-108
    - ASCE-110
    - ASCE-115
    - ASCE-118
    - ASCE-122
    - ASCE-132
    - ASCE-138
    - ASCE-142
    - ASCE-145
    - ASCE-152
    - ASCE-158
    - ASCE-162
    - ASCE-168
    - ASCE-172
    - ASCE-178
    - ASCE-182
    - ASCE-188
    - ASCE-192
    - ASCE-198
    - ASCE-202
    - ASCE-208
    - ASCE-212
    - ASCE-218
    - ASCE-222
    - ASCE-228
    - ASCE-232
    - ASCE-238
    - ASCE-242
    - ASCE-248
    - ASCE-252
    - ASCE-258
    - ASCE-262
    - ASCE-268
    - ASCE-272
    - ASCE-278
    - ASCE-282
    - ASCE-288
    - ASCE-292
    - ASCE-298
    - ASCE-302
    - ASCE-308
    - ASCE-312
    - ASCE-318
    - ASCE-322
    - ASCE-328
    - ASCE-332
    - ASCE-338
    - ASCE-342
    - ASCE-348
    - ASCE-352
    - ASCE-358
    - ASCE-362
    - ASCE-368
    - ASCE-372
    - ASCE-378
    - ASCE-382
    - ASCE-388
    - ASCE-392
    - ASCE-398
    - ASCE-402
    - ASCE-408
    - ASCE-412
    - ASCE-418
    - ASCE-422
    - ASCE-428
    - ASCE-432
    - ASCE-438
    - ASCE-442
    - ASCE-448
    - ASCE-452
    - ASCE-458
    - ASCE-462
    - ASCE-468
    - ASCE-472
    - ASCE-478
    - ASCE-482
    - ASCE-488
    - ASCE-492
    - ASCE-498
    - ASCE-502
    - ASCE-508
    - ASCE-512
    - ASCE-518
    - ASCE-522
    - ASCE-528
    - ASCE-532
    - ASCE-538
    - ASCE-542
    - ASCE-548
    - ASCE-552
    - ASCE-558
    - ASCE-562
    - ASCE-568
    - ASCE-572
    - ASCE-578
    - ASCE-582
    - ASCE-588
    - ASCE-592
    - ASCE-598
    - ASCE-602
    - ASCE-608
    - ASCE-612
    - ASCE-618
    - ASCE-622
    - ASCE-628
    - ASCE-632
    - ASCE-638
    - ASCE-642
    - ASCE-648
    - ASCE-652
    - ASCE-658
    - ASCE-662
    - ASCE-668
    - ASCE-672
    - ASCE-678
    - ASCE-682
    - ASCE-688
    - ASCE-692
    - ASCE-698
    - ASCE-702
    - ASCE-708
    - ASCE-712
    - ASCE-718
    - ASCE-722
    - ASCE-728
    - ASCE-732
    - ASCE-738
    - ASCE-742
    - ASCE-748
    - ASCE-752
    - ASCE-758
    - ASCE-762
    - ASCE-768
    - ASCE-772
    - ASCE-778
    - ASCE-782
    - ASCE-788
    - ASCE-792
    - ASCE-798
    - ASCE-802
    - ASCE-808
    - ASCE-812
    - ASCE-818
    - ASCE-822
    - ASCE-828
    - ASCE-832
    - ASCE-838
    - ASCE-842
    - ASCE-848
    - ASCE-852
    - ASCE-858
    - ASCE-862
    - ASCE-868
    - ASCE-872
    - ASCE-878
    - ASCE-882
    - ASCE-888
    - ASCE-892
    - ASCE-898
    - ASCE-902
    - ASCE-908
    - ASCE-912
    - ASCE-918
    - ASCE-922
    - ASCE-928
    - ASCE-932
    - ASCE-938
    - ASCE-942
    - ASCE-948
    - ASCE-952
    - ASCE-958
    - ASCE-962
    - ASCE-968
    - ASCE-972
    - ASCE-978
    - ASCE-982
    - ASCE-988
    - ASCE-992
    - ASCE-998
  - Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2011
  - ASCE-10
  - ASCE-11
  - ASCE-12
  - ASCE-13
  - ASCE-14
  - ASCE-15
  - ASCE-16
  - ASCE-17
  - ASCE-18
  - ASCE-19
  - ASCE-20
  - ASCE-21
  - ASCE-22
  - ASCE-23
  - ASCE-24
  - ASCE-25
  - ASCE-26
  - ASCE-27
  - ASCE-28
  - ASCE-29
  - ASCE-30
  - ASCE-31
  - ASCE-32
  - ASCE-33
  - ASCE-34
  - ASCE-35
  - ASCE-36
  - ASCE-37
  - ASCE-38
  - ASCE-39
  - ASCE-40
  - ASCE-41
  - ASCE-42
  - ASCE-43
  - ASCE-44
  - ASCE-45
  - ASCE-46
  - ASCE-47
  - ASCE-48
  - ASCE-49
  - ASCE-50
  - ASCE-51
  - ASCE-52
  - ASCE-53
  - ASCE-54
  - ASCE-55
  - ASCE-56
  - ASCE-57
  - ASCE-58
  - ASCE-59
  - ASCE-60
  - ASCE-61
  - ASCE-62
  - ASCE-63
  - ASCE-64
  - ASCE-65
  - ASCE-66
  - ASCE-67
  - ASCE-68
  - ASCE-69
  - ASCE-70
  - ASCE-71
  - ASCE-72
  - ASCE-73
  - ASCE-74
  - ASCE-75
  - ASCE-76
  - ASCE-77
  - ASCE-78
  - ASCE-79
  - ASCE-80
  - ASCE-81
  - ASCE-82
  - ASCE-83
  - ASCE-84
  - ASCE-85
  - ASCE-86
  - ASCE-87
  - ASCE-88
  - ASCE-89
  - ASCE-90
  - ASCE-91
  - ASCE-92
  - ASCE-93
  - ASCE-94
  - ASCE-95
  - ASCE-96
  - ASCE-97
  - ASCE-98
  - ASCE-99
  - ASCE-100
  - El refuerzo transversal tanto en Vigas como columnas deberá incluirse con gancho de 135°

- PARAMETROS ASUMIDOS PARA EL SUELO**
- Nivel de cimentación mínimo 1.4m por debajo del nivel
  - Peso específico ( $\gamma = 2000 \text{ kg/m}^3$ )
  - Peso específico ( $\gamma = 2000 \text{ kg/m}^3$ )
  - Ángulo de fricción interna ( $\phi = 30^\circ$ )
  - Presión admisible ( $q_{adm} = 250 \text{ kg/cm}^2$ )
  - Coeficiente de presión de tierra en reposo ( $k_0$ )=0.45

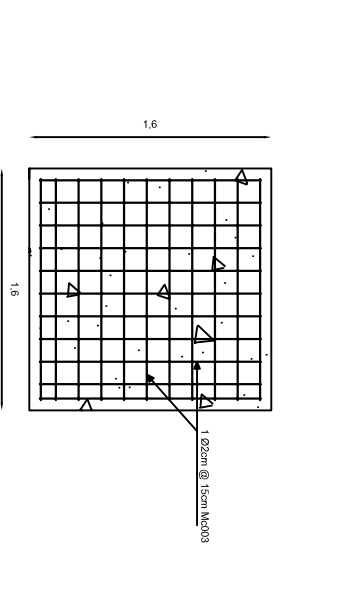
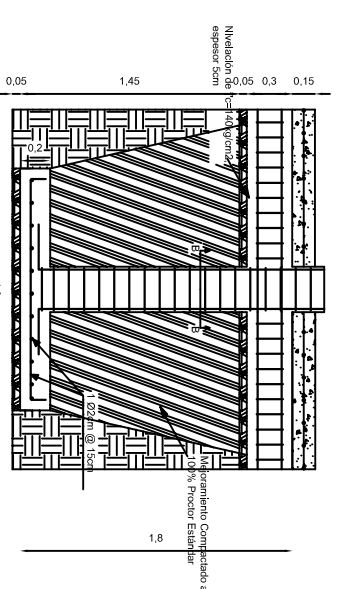
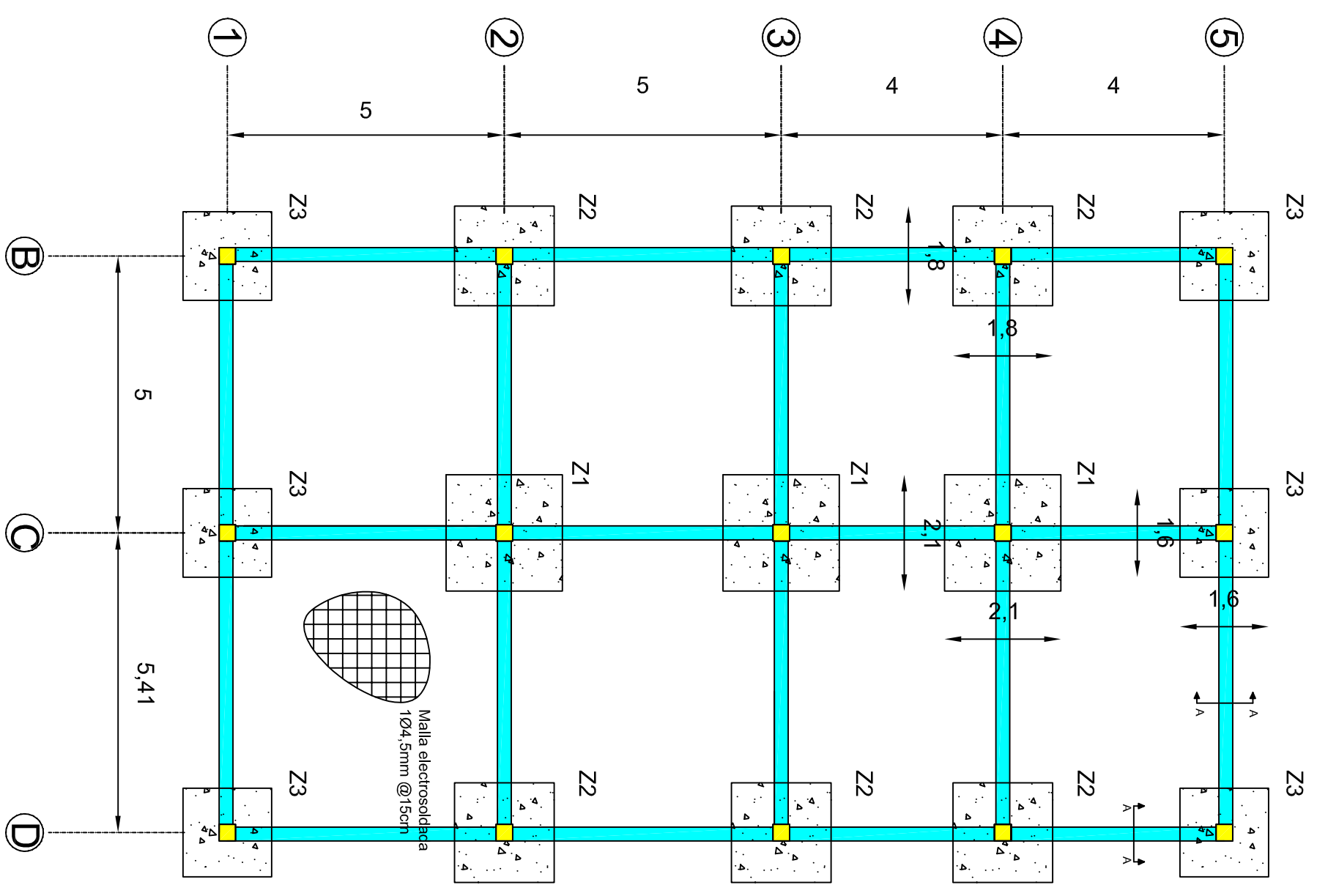
Losa Niveles +12.48  
 Escala 1:100

UNIVERSIDAD DE CIENCIA  
 ESTRUCTURAS DE ACERO Y HORMIGÓN ARMADO  
 PLANOS ESTRUCTURALES  
 DETALLE ESTRUCTURAL  
 Losa Niveles +12.48  
 Fecha: Abril 2015  
 A 3/3



Zapata tipo Z1  
Escala 1:50

Zapata tipo Z2  
Escala 1:50



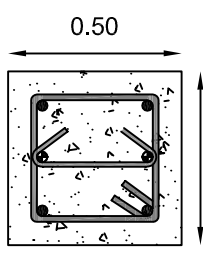
SECCION B-B' Columnas  
50x50

● 4 Ø de 2.5cm Mc 227  
● 2 Ø de 2.5cm Mc 227 y 227"  
● 2 Ø de 2.2cm Mc 228  
Estribos: 1Ø10mm @5cm Mc229  
Recubrimiento: 2cm al estribo  
Para columnas: B2, B3, B4, C1, C5, D2, D3, D4 hasta nivel +3.78

SECCION B-B' Columnas  
50x50  
● 4 Ø de 2.5cm Mc 227  
● 2 Ø de 2.2cm Mc 228  
● 2 Ø de 2.2cm Mc 228"  
Estribos: 1Ø10mm @5cm Mc229  
Recubrimiento: 2cm al estribo  
Para columnas: C2, C3, C4 hasta nivel +6.66

SECCION B-B' Columnas  
40x40  
● 4 Ø de 2.5cm Mc 227  
● 2 Ø de 2.2cm Mc 228  
Estribos: 1Ø10mm @5cm Mc229  
Recubrimiento: 2cm al estribo  
Para todas las columnas desde nivel +6.66

Zapata tipo Z3  
Escala 1:50

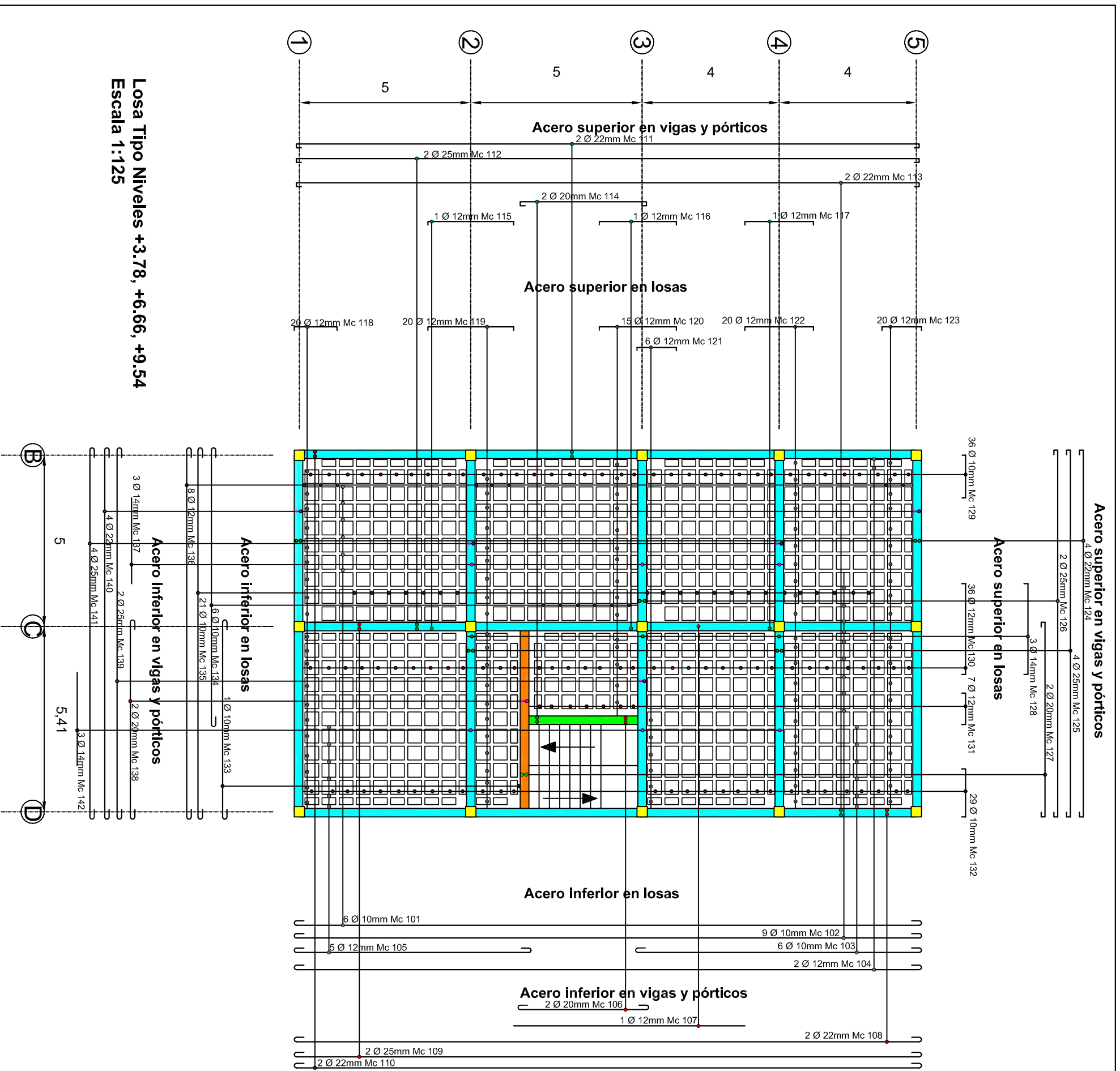


SECCION B-B' Columnas  
50x50  
● 4 Ø de 2.5cm Mc 227  
● 2 Ø de 2.2cm Mc 228  
Estribos: 1Ø10mm @5cm Mc229  
Recubrimiento: 2cm al estribo  
Para columnas: B2, B3, B4, C1, C5, D2, D3, D4 desde nivel +3.78 hasta +6.66

UNIVERSIDAD DE CUENCA	
ESPECIALIDAD EN ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO Y HORMIGÓN ARMADO	
ESCALA: Las indicadas	PLANOS ESTRUCTURALES
MA. TERCIO ZENTENO, FACULTAD DE INGENIERÍA	
DETALLE ESTRUCTURAL PLANTA DE CIMENTACION	Fecha: Abril 2015 H 1/3

- ESPECIFICACIONES GENERALES**
- 1.- Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días:
  - 2.- Resistencia a la tracción de las varillas compuestas:
  - 3.- Resistencia a la tracción de las perlas analógicas:
  - 4.- Tamaño máximo del árido = 35 mm
  - 5.- Las varillas deben cumplir con el código ACI 318-08
  - 6.- Concreto colado directamente sobre el suelo: 7 cm
  - 7.- Concreto expuesto a la acción del suelo: 5 cm
  - 8.- Vigas y Columnas: 4 cm
  - 9.- Las juntas soldadas deben cumplir con las especificaciones del código ACI 318-08
  - 10.- Las juntas de construcción de la columna mecánica: ANS99
  - 11.- El primer refuerzo en las vigas se colocará a no más de 10 cm. El refuerzo transversal tanto en vigas como columnas deberá anclarse con ganchos de 135°
- PARAMETROS ASUMIDOS PARA EL SUELO**
- 1.- Nivel de cimentación mínimo: 1.4m por debajo del nivel del subsuelo.
  - 2.- Preso específico (γ): 2000 kg/m<sup>3</sup>.
  - 3.- Módulo de elasticidad (E): 200000 kg/cm<sup>2</sup>.
  - 4.- Coeficiente de empuje activo (K<sub>a</sub>): 0.333
  - 5.- Coeficiente de presión de tierra en reposo (K<sub>p</sub>): 0.45

Planta de cimentación N +0.90  
Escala 1:100



**Losa Tipo Niveles +3.78, +6.66, +9.54**  
Escala 1:125

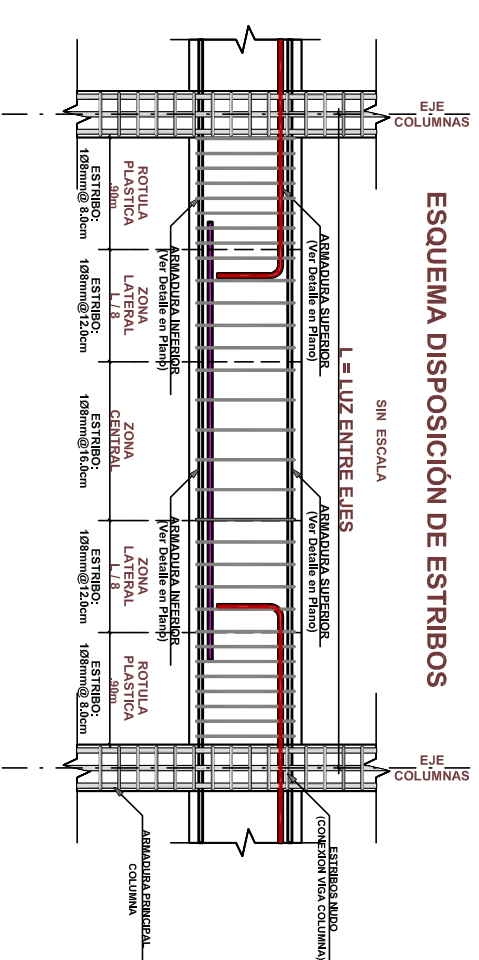
Acero superior en vigas y pórticos

Acero superior en losas

Acero inferior en losas

Acero inferior en vigas y pórticos

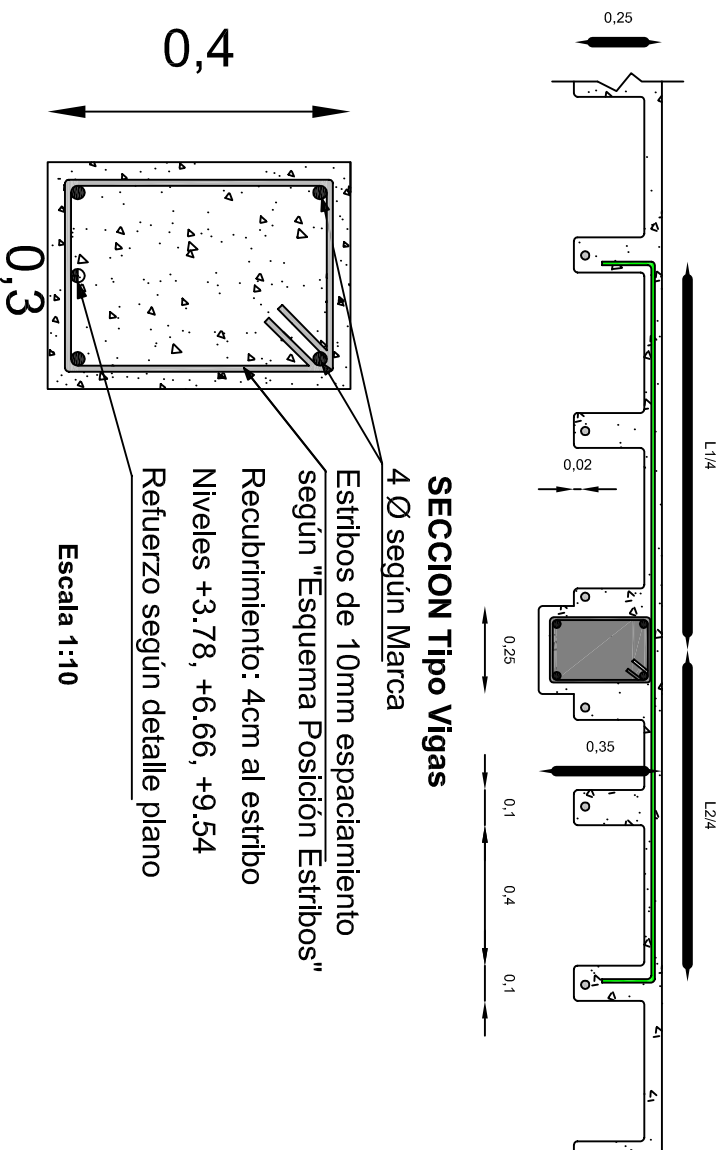
**ESQUEMA DISPOSICIÓN DE ESTRIBOS**



Esquema acero superior refuerzo en losas (sin escala)

**SECCION Tipo Vigas**  
4 Ø según Marca

Estribos de 10mm espaciamiento según "Esquema Posición Estribos"  
Recubrimiento: 4cm al estribo  
Niveles +3.78, +6.66, +9.54  
Refuerzo según detalle plano



Escala 1:10

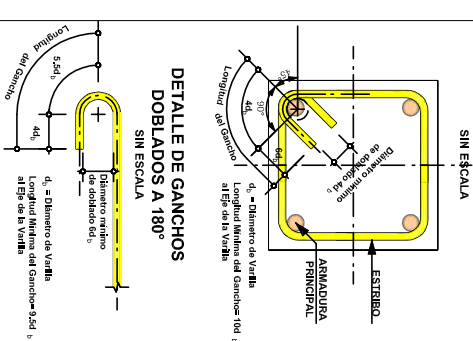
**ESPECIFICACIONES GENERALES PARA ESTRIBOS**

- 1.- Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días:
- 2.-  $f_c = 28 \text{ MPa}$
- 3.- Resistencia a la fluencia de las varillas corrugadas:
- 4.-  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- 5.- Resistencia a la fluencia de los perfiles metálicos:
- 6.-  $f_y = 2520 \text{ kg/cm}^2$
- 7.- Tamaño máximo del árido = 35 mm
- 8.- Los traslapos deben cumplir con el código ACI 318-08
- 9.- Recubrimiento del refuerzo:
- 10.- Concreto colado directamente sobre el suelo: 7 cm
- 11.- Concreto expuesto a la acción del suelo: 5 cm
- 12.- Vigas y Columnas: 4 cm
- 13.- Las juntas soldadas deben cumplir con las especificaciones del código AWS
- 14.- Normas utilizadas para el diseño:
- 15.- AISC-360-05
- 16.- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2011
- 17.- ANS-99
- 18.- El refuerzo se colocará a no más de 5cm del momento de apoyo
- 19.- El refuerzo transversal tanto en vigas como columnas deberá anclarse con ganchos de 135°

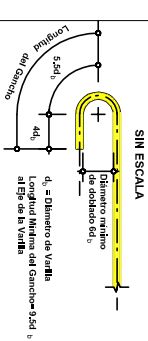
**PARAMETROS ASUMIDOS PARA EL SUELO**

- 1.- Nivel de cimentación mínimo 1.4m por debajo del nivel del subsuelo.
- 2.- Peso específico ( $\gamma$ ) = 2000 kg/m<sup>3</sup>
- 3.- Ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) = 30°
- 4.- Presión admisible ( $q_u$ ) = 250 kg/cm<sup>2</sup>
- 5.- Coeficiente de empuje activo ( $K_a$ ) = 0.333
- 6.- Coeficiente de presión de tierra en reposo ( $K_p$ ) = 0.45

**DETALLE DE GANCHOS PARA ESTRIBOS SIN ESCALA**



**DETALLE DE GANCHOS DOBLADOS A 180° SIN ESCALA**



UNIVERSIDAD DE CIENCIA		Facultad de Ingeniería	
ESPECIALIDAD EN ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO Y HORMIGÓN ARMADO		PLANS	
ESCALA: Las indicadas		ESTRUCTURALES	
DETALLE ESTRUCTURAL LOSA		Factor: Abril 2015	
Niveles +3.78, +6.66, +9.54		H 2/3	

