



INFLUENCIA EN EL COSTO DE LA ESTRUCTURA DE UN EDIFICIO TIPO DE CINCO PISOS, EN FUNCION DE LA TIPOLOGIA DE PLACA DE ENTREPISO

JORGE ENRIQUE ZAPATA GONZALEZ



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2013



Informe Final del Trabajo de Grado en la Modalidad Investigación

INFLUENCIA EN EL COSTO DE LA ESTRUCTURA DE UN EDIFICIO TIPO DE CINCO PISOS, EN FUNCION DE LA TIPOLOGIA DE PLACA DE ENTREPISO

JORGE ENRIQUE ZAPATA GONZALEZ

jorgezapata1980@gmail.com

Trabajo de Grado presentado como Requisito

Parcial para optar por el Título de

Ingeniero Civil

DIRECTOR

Ph.D RICARDO CRUZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2013



DEDICATORIA

*Este trabajo está dedicado a nuestro Señor y Dios Jesucristo
(Dr. 9.10), a mi familia y a todos los compañeros y amigos que
con su apoyo estuvieron presentes en todo momento*

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	11
1. TIPOLOGÍAS DE PLACAS UTILIZADAS	12
1.1. Sistema de placa constructivo liviano en seco	12
1.2. Sistema de placa en lámina colaborante:	13
1.3 Sistema de placa en ladrillo estructural:	13
1.4 Sistema de placa aligerada con casetón:	14
2. PROCEDIMIENTO	15
2.1 Sistema Estructural	15
2.2 Pre-dimensionamiento	15
2.3 Diseño	15
2.4 Cálculo de cantidades de obra	16
2.5 Programación de obra	16
2.6 Presupuesto	16
2.7 Comparación y análisis de resultados	16
3. RESULTADOS	16
3.1 Costos directos de concreto y acero en cimentación, vigas y columnas.	16
3.2. Costos directo de cada tipología de placa de entrepiso	17
3.3. Costo total directo de la estructura completa.	17
3.4. Costos Indirectos Administrativo Total	18
3.5 Costo Total Obra	18
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	19
5. CONCLUSIONES	19
REFERENCIAS	20
ANEXO	22



LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla. 1. <i>Costo directo total concreto en cimentación, columnas y vigas.</i>	17
Tabla. 2. <i>Costo directo total acero en cimentación, columnas y vigas.</i>	17
Tabla. 3. <i>Costo directo de cada tipología de placa</i>	17
Tabla. 4. <i>Costo directo total estructura.</i>	17
Tabla. 5. <i>% Costo directo total estructura tomando como base para un 100% a la placa aligerada.</i>	17
Tabla. 6. <i>Costo administrativo total Sistema Tradicional (S.A)</i>	18
Tabla. 7. <i>Costo administrativo Sistema en lámina colaborante (L.C)</i>	18
Tabla. 8. <i>Costo administrativo Sistema ladrillo estructural (L.E)</i>	18
Tabla. 9. <i>Costo administrativo Sistema liviano en seco (L.S)</i>	18
Tabla. 10. <i>Costo total estructura</i>	18
Figura. 11. <i>% Valor total del costo de la estructura para cada tipología de placa de entrepiso.</i>	19
Tabla. 11. <i>% Costo ítems respecto al costo total</i>	19



LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Componentes estructurales sistema de losa liviano en seco.</i>	12
Figura 2. <i>Fotografía ejemplo sistema de losa liviano en seco.</i>	13
Figura 3. <i>Componentes estructurales sistema de losa colaborante.</i>	13
Figura 4. <i>Fotografía ejemplo sistema de losa colaborante.</i>	13
Figura 5. <i>Componentes estructurales sistema de losa ladrillo estructural.</i>	14
Figura 6. <i>Fotografía ejemplo sistema de losa ladrillo estructural.</i>	14
Figura 7. <i>Componentes estructurales sistema de losa aligerada.</i>	15
Figura 8. <i>Fotografía ejemplo sistema de losa aligerada.</i>	15
Figura. 9. <i>Planta tipo cimentación</i>	16
Figura. 10. <i>% del valor total del costo directo de la estructura tomando como base para un 100% a la placa aligerada.</i>	18
Figura. 11. <i>% Valor total del costo de la estructura para cada tipología de placa de entrepiso.</i>	19



RESUMEN

TITULO: INFLUENCIA EN EL COSTO DE LA ESTRUCTURA DE UN EDIFICIO TIPO DE CINCO PISOS, EN FUNCION DE LA TIPOLOGIA DE PLACA DE ENTREPISO*

AUTOR: Jorge Enrique Zapata Gonzalez, jorgezapata1980@gmail.com**

PALABRAS CLAVES: -- Tipología de placa de entrepiso, Placa aligerada, sistema placa en lámina colaborante, sistema liviano en seco, sistema placa en ladrillo estructural, presupuesto, análisis de precios unitarios, costo directo, costo indirecto.

Breve reseña del proyecto:

En este artículo se presenta un estudio cuyo fin es comparar, para una edificación de cinco pisos, la variación en costos de estructura del mismo en función de la placa de entrepiso, utilizando cuatro diferentes tipologías de placa. Con este estudio se buscó optimizar el costo de la estructura utilizando sistemas de entrepiso que por su versatilidad puedan bajar costos de construcción. Para obtener los resultados, que sirvan como base para la comparación de costos, se analizó la estructura teniendo en cuenta la norma NSR-10 y posteriormente se realizó para cada modelo de placa el estudio de costos directos basados en los análisis de precios unitarios, costos administrativos basados en tiempos de ejecución derivados de una programación de obra y un presupuesto final que refleje los resultados obtenidos. Los resultados obtenidos demuestran que al variar el tipo de placa utilizando sistemas livianos, como el Sistema Liviano en Seco y el sistema en Ladrillo Estructural, se generan estructuras más económicas, debido a que éstas manejan pesos propios bajos, consumo de volúmenes de concreto bajo, dando como resultado elementos con menores cuantías de acero y mínimas dimensiones; optimizando la fuerza del sismo por disminución de masas generando así mayor estabilidad y ahorros económicos optimizando costos, con base en tarifas reales del mercado.

* Trabajo de Grado

** Facultad De Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela De Ingeniería Civil. Director. Ph.D Ricardo Cruz



ABSTRACT

TITLE: INFLUENCE OF THE FLOOR TYPE ON THE COST OF A FIVE-STORY BUILDING TYPE*

AUTHOR: Jorge Enrique Zapata Gonzalez, jorgezapata1980@gmail.com**

KEY WORDS: Mezzanine plate typology, lightened plate, plate system in steel deck, drywall system, brick plate structural system, budget, unit price analysis, direct cost, indirect cost.

Project brief:

In this article it is presented a study which aim is to compare, for a five-story building project, the variation in cost structure of the function of the deck slab, using four different typologies of floor. This aimed to optimize the cost of the structure using floor slab systems that for their versatility can reduce building costs. In order to obtain the results, to be used as a base for the cost comparison, it was necessary to analyze the structure taking into account the normative NSR-10 and then to make for each plate model the respective study of direct costs based on the analysis of the unit price, administrative costs based on execution times that derive from a construction schedule and a final budget that reflects the results obtained.

The results obtained reflect that when the type of plate varies using light systems, as the system drywall and structural brick system, it is generated more economical structures, because they handle low self-weight, low specific consumption of concrete, giving as a result elements with low quantity of steel and with minimum dimensions, optimizing the strength of the earthquake by decreasing the masses thus generating economic savings stability and optimizing costs, based on actual market rates.

* Work Degree

** Faculty of Physical Engineering Mechanical. School Of Civil Engineering. Manager. Ph.D Ricardo Cruz

INFLUENCIA EN EL COSTO DE LA ESTRUCTURA DE UN EDIFICIO TIPO DE CINCO PISOS, EN FUNCION DE LA TIPOLOGIA DE PLACA DE ENTREPISO

INTRODUCCION

La llegada a nuestro país de nuevas tecnologías en el sector de la construcción exige a los profesionales de hoy tener la capacidad de afrontar nuevos retos, adquiriendo de manera rápida los conocimientos necesarios para diseñar y construir no solo en forma tradicional sino aplicando los nuevos y modernos sistemas estructurales.

La problemática visible en los proyectos de construcción apunta básicamente a estar en capacidad de construir edificios que cumplan las exigencias de las normas, cuya optimización en los sistemas estructurales se reflejan en la disminución de insumos, materiales y tiempos de ejecución, dando como resultado procesos constructivos más eficientes.

Para optimizar los proyectos de construcción se ha buscado utilizar sistemas de placa que satisfagan de la mejor manera las necesidades que se plantean de acuerdo a factores externos tales como presupuestos ajustados, premura en la entrega, exigencias dadas por el diseño arquitectónico y condiciones naturales adversas (suelos deficientes y zonas de alta sismicidad).

Para una empresa constructora cuya permanencia en el mercado y su crecimiento empresarial dependen de generar proyectos de construcción de alta calidad que satisfagan las reglas planteadas por la demanda actual, es primordial ejecutar proyectos contra reloj, en donde se debe pensar en ejecutar obras rápidas, con menor consumo de material teniendo en cuenta el incremento constante en el precio de insumos determinantes como el cemento y el acero, siempre cumpliendo con las especificaciones técnicas planteadas, por lo que es necesario conocer sistemas constructivos que cumplan dichos requerimientos.

Un proyecto de construcción en concreto estructural tiene dos materiales claves a la hora de evaluar los costos: el acero y el concreto. Estos materiales hacen parte de todos los elementos estructurales, siendo el concreto un material altamente costoso por su composición. Por lo anterior ha sido un tema importante de investigación lograr bajar el costo de los componentes del concreto, siempre tratando de cambiar el elemento agregado por elementos más económicos que cumplan con la misma función. Para citar un ejemplo de lo anterior encontramos trabajos de investigación en donde se busca remplazar el agregado fino por escoria de ferrosilicio [2] y otro donde el objetivo es remplazar el agregado grueso por un material llamado coque[3].

Otra forma de minimizar costos de un proyecto de construcción, sin afectar los componentes del concreto, es mediante el uso de tipologías de placa de entrepiso eficientes, rápidas y funcionales. De acuerdo a las necesidades del constructor, se debe buscar un sistema de placa de entrepiso acertado. Cuando un proyecto de construcción requiere cumplir con un presupuesto ajustado es necesario escoger sistemas de entrepiso livianos que disminuyan cargas, pensando no solo en bajar costos de placa sino en optimizar otros elementos estructurales como vigas, columnas y cimentación, para este caso podemos tener en cuenta el sistema de entrepiso liviano en seco. Si se requiere rapidez de ejecución ya que el tiempo de entrega del que se dispone es muy corto es necesario utilizar el Sistema de Placa en Lámina Colaborante, (ya que el proceso constructivo es mucho más eficiente que el de una losa tradicional). Cuando los requerimientos y las exigencias del proyecto son netamente arquitectónicos, la solución es el sistema de Placa Post-tensado, ya que la flexibilidad del sistema ofrece mejores posibilidades creativas para el diseño, permitiendo mayores luces, plantas libres y estructuras más esbeltas. [7]

Es importante que el ingeniero diseñador conozca los diferentes sistemas estructurales de placa que existen actualmente, (ya que el objetivo de un proyecto de construcción es siempre implementar sistemas estructurales que sean funcionales, eficientes y económicamente viables). Por esta razón desde la etapa de diseño se debe escoger un sistema de placa que sea seguro y que optimice los costos constructivos de todo el proyecto (teniendo en cuenta materiales, tiempos de ejecución y mano de obra).

Es el deseo del autor de este artículo que los lectores obtengan del mismo la información necesaria a la hora de elegir qué sistema de placa utilizar durante la construcción de un edificio, teniendo en cuenta tiempos y costos de ejecución.

Si se saben y se conocen de manera clara las diferentes ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas estructurales de placa existentes actualmente, la optimización de proyectos de construcción se puede llevar a cabo durante la etapa de montaje de los mismos, obteniendo obras con menor desperdicio en materiales y tiempo de ejecución.

1. TIPOLOGÍAS DE PLACAS UTILIZADAS

Las losas o placas de entrepiso son elementos rígidos que sirven en primera instancia para separar espacios verticales, formando los diferentes pisos de una construcción y garantizando el correcto aislamiento termo-acústico.

1.1. Sistema de placa constructivo liviano en seco

El sistema liviano en seco es un sistema constructivo con el que se pueden construir entrepisos de todo tipo. Los entrepisos elaborados en estructuras metálicas y placas planas de fibrocemento tienen la función estructural de distribuir uniformemente las cargas a las viguetas, y éstas a su vez las transmiten a las vigas de apoyo.

Gracias a la resistencia y bajo peso de las placas de fibrocemento y de la estructura en perfiles de acero laminado galvanizado, componentes principales de esta losa, ver figura 1, pueden hacerse entrepisos de alta capacidad portante tanto en obras nuevas como remodelaciones de manera

sencilla y rápida sin tener que reforzar las estructuras ni las cimentaciones.[9]

Características del sistema de placa liviano en seco
Ventajas
Sistema liviano y en seco, pues no requiere mezclas de cemento con agua y arena.
De fácil y rápida instalación.
Sismo-resistente por el bajo aporte de masa a la estructura.
Bajo peso propio, 80kg/m ² .
Obra limpia y reducción del desperdicio de material.
Sistema auto-portante, no requiere formaleta.
Se puede combinar con estructuras en concreto y metálicas.
Desventajas
La placa de fibrocemento no es resistente a cargas de impacto
Necesidad de proteger el material cuando el ambiente es agresivo y puede generar corrosión a mediano plazo.
Presenta problemas de rigidez a flexión lo que se traduce en problemas de flechas, vibraciones y acústica.
No cumple la función de diafragma rígido para edificios de seis pisos en adelante debido a que a la hora de un sismo la estructura principal presente problemas de derivas.
Consideraciones especiales de construcción
El acabado de piso se puede instalar directamente sobre la lámina de fibrocemento o sobre una capa de mortero de nivelación.

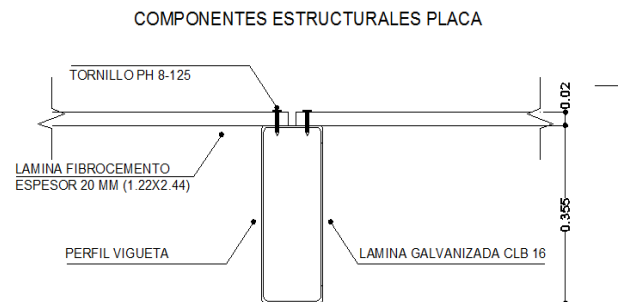


Figura 1. Componentes estructurales sistema de losa liviano en seco.



Figura 2. Fotografía ejemplo sistema de losa liviano en seco.

1.2. Sistema de placa en lámina colaborante:

El sistema de losa en lámina colaborante aprovecha las características de una lámina de acero preformada apoyada en perfiles metálicos, elementos principales de esta losa, ver figura 3, sobre la cual se hace un vaciado en concreto. El comportamiento combinado entre el concreto, una vez que este ha alcanzado su resistencia máxima, y el tablero en acero, permite obtener un sistema de losa estructural práctico para todo tipo de edificaciones [10]. Este sistema es muy práctico, ya que su comportamiento estructural está al mismo nivel de una losa de entrepiso tradicional, debido a que su comportamiento como diafragma rígido cumple los requerimientos estructurales.

Características de sistema de placa en lámina colaborante
mediano plazo.
Costos de material alto.
Consideraciones especiales de construcción
Instalación de ductos eléctricos e hidráulicos sobre lámina steel deck, quedan embebidos, ductos sanitarios se hacen perforaciones para pase y quedan descolgados.
Para las perforaciones se debe considerar hasta 10cm no requiere refuerzo, entre 10cm en adelante refuerzo en platina.
Requiere malla de refuerzo para absorber efectos de retracción de fraguado del concreto y cambio térmicos del sistema.
Instalación de ductos eléctricos e hidráulicos sobre lámina steel deck, quedan embebidos, ductos sanitarios se deja el pase y quedan descolgados.
Instalación de conectores de cortante.

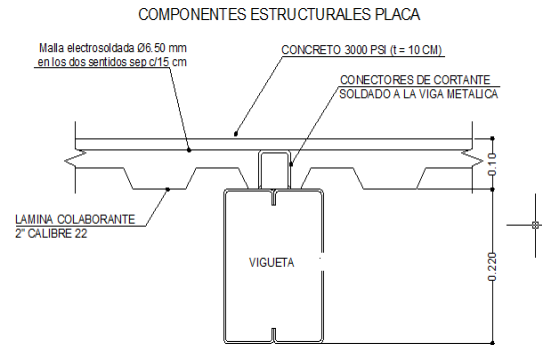


Figura 3. Componentes estructurales sistema de losa colaborante.

Características de sistema de placa en lámina colaborante
Ventajas
Seguridad, fácil y rápida instalación.
Sistema auto-portante, no requiere formaleta.
Bajo consumo de concreto en comparación con placa tradicional aligerada con casetón.
Bajo peso propio, 180kg/m2.
Espesor de placa bajo, 0.10m en promedio.
Funciona como plataforma de trabajo durante el proceso de construcción.
Se puede combinar con estructuras principales en concreto o acero.
En zona de parqueaderos no requiere cielo raso por su acabado inferior metálico.
Se puede usar en edificios de cualquier altura.
Desventajas
Requiere mano de obra especializada.
Necesidad de proteger el material cuando el ambiente es agresivo y puede generar corrosión a

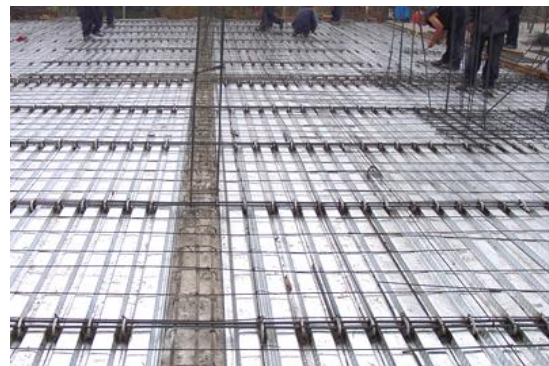


Figura 4. Fotografía ejemplo sistema de losa colaborante.

1.3 Sistema de placa en ladrillo estructural:

En el año 2000, ante las exigencias de sistemas de entrepisos más prácticos se desarrolla un sistema rápido, seguro y económico para entrepisos,

contrapisos y cubiertas, conocido como sistema de placa en ladrillo estructural [11]. Este sistema es una combinación de piezas de arcilla llamados bloques que sirven como aligerante o formaleta, perfiles metálicos y concreto, elementos principales de esta losa, ver figura 5, que conforman el soporte de la solución. El sistema lo complementa la malla de refuerzo y una capa de concreto de 4 cm de espesor.[13]

Al poner a trabajar el perfil metálico en conjunto con la torta de concreto, el sistema trabaja como sección compuesta, permitiendo trabajar con bajos espesores de placa.

Características sistema de placa en ladrillo estructural
Ventajas
Económica, consecuencia del bajo costo de sus componentes, ladrillo estructural y perfil metálico.
Bajo espesor de placa, 0.12m.
Bajo peso propio, 150kg/m ²
Espesor de placa bajo, 0.12m en promedio.
Liviana y resistente.
Sistema auto-portante, no requiere formaleta.
Obra limpia.
Montaje fácil, rápido y sencillo lo que se traduce en bajos costos administrativos.
No requiere mayores acabados por la belleza del ladrillo a la vista.
No requiere equipo ni herramientas especiales para su instalación.
Se puede combinar con estructuras en concreto y metálicas.
Desventajas
Luz máxima permitida 4.20m.
Necesidad de proteger el material cuando el ambiente es agresivo y puede generar corrosión a mediano plazo.
Presenta problemas de rigidez a flexión lo que se traduce en problemas de flechas, vibraciones y acústica.
No cumple la función de diafragma rígido para edificios de seis pisos en adelante debido a que a la hora de un sismo la estructura principal presente problemas de derivas.
Consideraciones especiales de construcción
No requiere formaleta.

Características sistema de placa en ladrillo estructural
Instalación de ductos eléctricos e hidráulicos sobre plataforma en ladrillo, quedan embebidos, ductos sanitarios se deja pase y quedan descolgados.
Luces mayores de 4.20m, requiere apoyos intermedios, en consecuencia aumentan gastos y tiempos de ejecución.

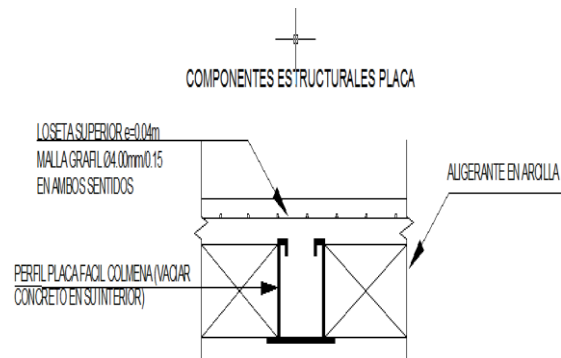


Figura 5. Componentes estructurales sistema de losa ladrillo estructural.



Figura 6. Fotografía ejemplo sistema de losa ladrillo estructural.

1.4 Sistema de placa aligerada con casetón:

Las losas o placas de hormigón reforzado tienen como finalidad proveer una superficie plana, usualmente horizontal, en edificios, puentes o parqueaderos. La losa aligerada o nervada, consiste básicamente en una losa maciza de hormigón, de 5 ó 10 cm de espesor, apoyada en nervios o viguetas, uniformemente espaciados a distancias que oscilan entre 40 y 100 cm, ver figura 7.

Características del sistema de placa aligerada
Ventajas
Presenta alta rigidez a la flexión.
No requiere mano de obra especializada.
No presenta problemas de corrosión a mediano plazo como consecuencia de brindar protección al acero a través del recubrimiento en concreto.
Se puede usar en edificios de cualquier altura.
Desventajas
Peso propio alto, 300kg/m ² .
Espesor de placa alto, 0.40m en promedio.
Requiere formaleta lo que se traduce en altos tiempos de ejecución en encofrado y desencofrado.
Costos administrativos altos.
Genera escombros.
No se puede combinar con estructuras metálicas.
Consideraciones especiales de construcción
Instalación de tuberías eléctricas e hidro-sanitarias deben ser puestas antes de fundir la placa y quedan embebidas en el concreto.

2. PROCEDIMIENTO

Para llegar a un análisis comparativo real de los costos constructivos de cada uno de los sistemas de placa se deben tener en cuenta las siguientes etapas:

2.1 Sistema Estructural

Para realizar el estudio comparativo de costos de estructura teniendo en cuenta los sistemas de entrepiso tomamos como referencia un edificio tipo con las siguientes características:

Se escoge el sistema estructural a utilizar para el diseño.

El edificio tipo consta de cinco pisos, cada piso consta de 3 pórticos longitudinales con luces entre ejes de 5 m y seis pórticos transversales con luces entre ejes de 6 m, el área por piso es de 294.26 metros cuadrados, para un total en área construida de 1471.3 metros cuadrados. Se puede considerar como un sistema estructural de pórtico ¹, cuya estructura principal (vigas y columnas) son de concreto reforzado.

2.2 Pre-dimensionamiento

Se escoge el tipo de edificio a diseñar y se pre-dimensionan los elementos de la estructura principal (vigas y columnas), teniendo en cuenta que la altura de la sección de vigas cumpla los requerimientos planteados en la NSR-10 para el caso de deflexiones.

Se establece la modulación de las placas de entrepiso, teniendo en cuenta el sentido de carga de la placa.

2.3 Diseño

Para el diseño estructural se utilizará el software de análisis estructural SAP-2000. Para esta etapa se debe tener en cuenta el siguiente procedimiento:

- Cálculo de cargas de diseño (Muerta y Viva): estas cargas dependen de los elementos no estructurales y estructurales que conforman el edificio, así como del uso del mismo.
- Análisis sísmico: se determinan los factores sísmicos (A_a , A_v , F_a , F_v) y el tipo de perfil del suelo para la zona de Bucaramanga. Con estos

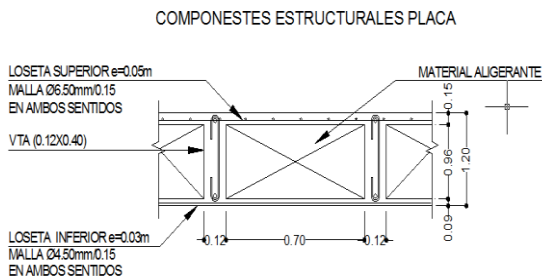


Figura 7. Componentes estructurales sistema de losa aligerada.



Figura 8. Fotografía ejemplo sistema de losa aligerada.

factores se hace el análisis sísmico de la estructura.

c) Diseño de viguetas: se diseñan las viguetas de acuerdo a las solicitudes de carga.

d) Derivas-Diseño: se chequean derivas y se procede a optimizar el diseño de la estructura.

e) Diseño de cimentación teniendo en cuenta la profundidad de excavación y la capacidad portante del suelo.

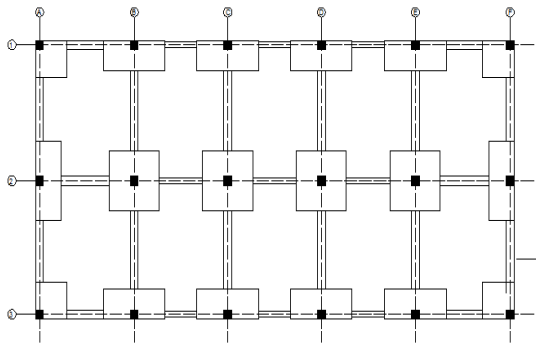


Figura. 9. *Planta tipo cimentación*

Para el diseño de la cimentación se tiene en cuenta que es una cimentación superficial, donde la estructura se apoya sobre estratos poco profundos que tienen suficiente capacidad de resistencia para soportar el peso de la estructura.

2.4 Cálculo de cantidades de obra

Se calculan las cantidades de obra referente a los materiales a utilizar en la construcción de los elementos estructurales.

2.5 Programación de obra

Se hace el cronograma de actividades en Microsoft Project para cada tipo de placa o sistema estructural, calculando duración por actividad de acuerdo a rendimientos de mano de obra y fecha de terminación de cada proyecto.

2.6 Presupuesto

Para el presupuesto se calcula para cada actividad el valor del costo directo teniendo en cuenta los análisis de precios unitarios, para los cuales se determinan insumos, equipos, herramientas y mano de obra a utilizar de acuerdo a los procesos

constructivos, teniendo en cuenta los rendimientos.

Los costos indirectos se calculan de acuerdo a la duración dada por la programación y al personal administrativo a utilizar.

Teniendo en cuenta las actividades, las cantidades de obra y los costos; se genera el presupuesto de obra.

2.7 Comparación y análisis de resultados

Se generan gráficas comparativas y se analiza el comportamiento de cada una de ellas, teniendo en cuenta que los componentes que hacen parte de los procesos constructivos de placas de entrepiso obedecen a la siguiente afectación:

Las propiedades, dimensiones y distribución de los materiales en una estructura dependen de las diferentes solicitaciones de carga a las que se ven expuestas. De ahí que sea tan importante la evolución de placas pesadas tradicionales a sistemas livianos funcionales.

El costo de la mano de obra y el personal administrativo a utilizar dependen de la duración de los tiempos de ejecución del proceso constructivo de la estructura, razón por la cual al optimizar los sistemas de entrepiso, reduciendo tiempos de ejecución, disminuimos costos de personal.

3. RESULTADOS

3.1 Costos directos de concreto y acero en cimentación, vigas y columnas.

A continuación se presentan los resultados representados en costos directos de concreto y acero para el sistema estructural principal, conformado por cimentación, vigas y columnas, estos costos son el resultado del análisis de precios unitarios, estudio de cantidades de obra (materiales, mano de obra y equipo), hecho para cada tipología de placa.

Tabla. 1. Costo directo total concreto en cimentación, columnas y vigas.

COSTO DIRECTO TOTAL CONCRETO CIMENTACIÓN-VIGAS-COLUMNAS	
ID	\$ (V.R EN MILLONES)
Sistema de losa aligerada (S.A)	\$ 136.26
Sistema de losa lámina colaborante (L.C)	\$ 117.91
Sistema de losa ladrillo estructural (L.E)	\$ 162.30
Sistema de losa liviano en seco (L.S)	\$ 98.02

Tabla. 2. Costo directo total acero en cimentación, columnas y vigas.

COSTO DIRECTO TOTAL ACERO DE REFUERZO CIMENTACIÓN-VIGAS-COLUMNAS	
ID	\$ (V.R EN MILLONES)
Sistema de losa aligerada (S.A)	\$ 152.88
Sistema de losa lámina colaborante (L.C)	\$ 144.03
Sistema de losa ladrillo estructural (L.E)	\$ 157.00
Sistema de losa liviano en seco (L.S)	\$ 126.70

3.2. Costos directo de cada tipología de placa de entrepiso

En la tabla 5 y figura 6, se muestra el costo directo de cada tipología de placa, independiente del costo directo de la estructura principal.

Tabla. 3. Costo directo de cada tipología de placa

COSTO DIRECTO TOTAL PLACA-TOTAL CINCO PLACAS	
ID	\$ (V.R EN MILLONES)
Sistema de losa aligerada (S.A)	\$ 309.18
Sistema de losa lámina colaborante (L.C)	\$ 308.88
Sistema de losa ladrillo estructural (L.E)	\$ 179.47
Sistema de losa liviano en seco (L.S)	\$ 245.26

3.3. Costo total directo de la estructura completa.

En la tabla 6 y figura 7, se representa el costo total directo de la estructura, incluye el costo directo de la placa de entrepiso más el costo directo de acero y concreto de cimentación, vigas y columnas.

Tabla. 4. Costo directo total estructura.

COSTO DIRECTO TOTAL ESTRUCTURA-CONCRETO-PLACAS-ACERO DE REFUERZO	
ID	\$ (V.R EN MILLONES)
Sistema de losa aligerada (S.A)	\$ 598.32
Sistema de losa lámina colaborante (L.C)	\$ 570.82
Sistema de losa ladrillo estructural (L.E)	\$ 498.77
Sistema de losa liviano en seco (L.S)	\$ 469.98

En la tabla 7 y figura 8, se compara el costo total de la estructura de cada tipología de placa respecto al costo total de la estructura del tipo de placa aligerada, dado que este tipo de placa es el más costoso a nivel de costos directos.

Tabla. 5. % Costo directo total estructura tomando como base para un 100% a la placa aligerada.

% COSTO DIRECTO TOTAL ESTRUCTURA-CONCRETO-PLACAS-ACERO DE REFUERZO (REFERENCIA 100% PLACA TRADICIONAL)	
ID	%
Sistema de losa aligerada (S.A)	100.00
Sistema de losa lámina colaborante (L.C)	95.40
Sistema de losa ladrillo estructural (L.E)	83.36
Sistema de losa liviano en seco (L.S)	78.55

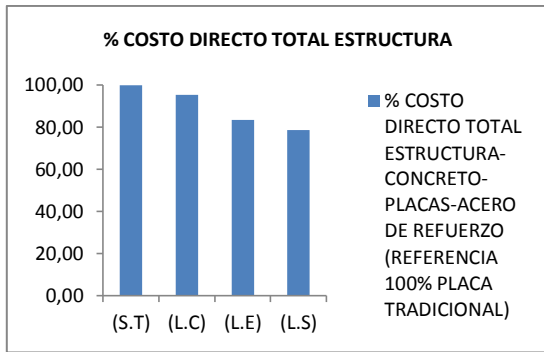


Figura. 10. % del valor total del costo directo de la estructura tomando como base para un 100% a la placa aligerada.

3.4. Costos Indirectos Administrativo Total

De la tabla 8 a la 11, se relacionan los costos indirectos, administrativos, total por cada tipología de placa, para ello se tuvo en cuenta una programación de obra hecha en Microsoft Project, rendimientos de mano obra y materiales.

Tabla. 6. Costo administrativo total Sistema Tradicional (S.A)

SISTEMA ALIGERADO (S.A)	\$.MILL /MES	\$.MILL /DIA	DIAS	V.R TT(\$-MILL)
DIRECTOR DE OBRA	\$ 3.50	\$ 0.12	281.00	\$ 32.78
RESIDENTE	\$ 1.70	\$ 0.06	281.00	\$ 15.92
ALMACEN	\$ 0.60	\$ 0.02	281.00	\$ 5.62
			TOTAL	\$ 54.32

Tabla. 7. Costo administrativo Sistema en lámina colaborante (L.C)

LÁMINA COLABORANTE (L.C)	\$.MILL /MES	\$.MILL /DIA	DIAS	V.R TOTAL(\$-MILL.)
DIRECTOR DE OBRA	\$ 3.50	\$ 0.12	167	\$ 19.48
RESIDENTE	\$ 1.70	\$ 0.06	167	\$ 9.46
ALMACEN	\$ 0.60	\$ 0.02	167	\$ 3.34
			Total	\$ 32.29

Tabla. 8. Costo administrativo Sistema ladrillo estructural (L.E)

SISTEMA LADRILLO ESTRUCT.	(\$.MILL/MES)	(\$.MILL/L/DIA)	DIAS	V.R TOTAL (\$-MILL.)
DIRECTOR DE OBRA	\$ 3.50	\$ 0.12	134	\$ 15.63
RESIDENTE	\$ 1.70	\$ 0.06	134	\$ 7.59
ALMACEN	\$ 0.60	\$ 0.02	134	\$ 2.68
			Total	\$ 25.91

Tabla. 9. Costo administrativo Sistema liviano en seco (L.S)

LIVIANO EN SECO (L.S)	(\$.MILL/MES)	(\$.MILL/L/DIA)	DIAS	V.R TOTAL(\$-MILL.)
DIRECTOR OBRA	\$ 3.50	\$ 0.12	144	\$ 16.80
RESIDENTE	\$ 1.70	\$ 0.06	144	\$ 8.16
ALMACEN	\$ 0.60	\$ 0.02	144	\$ 2.88
			TOTAL	\$ 27.84

3.5 Costo Total Obra

En la tabla 12, se resume el costo total de la estructura, costos directos total más costos indirectos total, para cada tipología de placa utilizada.

Tabla. 10. Costo total estructura

COSTO TOTAL	
ID	\$(V.R EN MILLONES)
Sistema de losa aligerada (S.A)	\$ 652.54
Sistema de losa lámina colaborante (L.C)	\$ 603.11
Sistema de losa ladrillo estructural (L.E)	\$ 524.68
Sistema de losa liviano en seco (L.S)	\$ 497.82

En la figura 9, se compara, el costo total de la estructura (costos directos más indirectos) de cada tipología de placa, respecto al costo total de la

estructura del tipo de placa aligerada, considerando esta última como la de mayor costo total.

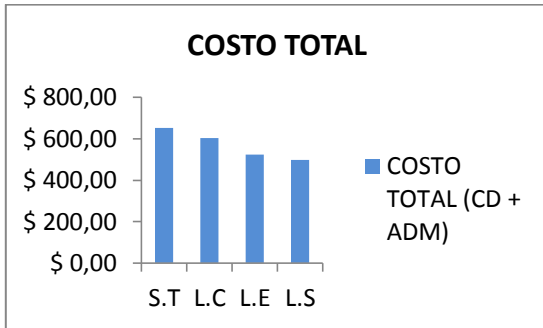


Figura. 11. % Valor total del costo de la estructura para cada tipología de placa de entrepiso.

En la tabla 13, se pondera cada uno de los costos, costos directos de concreto, acero y placa de entrepiso, y costos indirectos, sobre el valor total del costo de la estructura.

Tabla. 11. % Costo ítems respecto al costo total

ID	% COSTO CONCRETO	% COSTO ACERO	% COSTO PLACA	% COSTO ADM.	% COSTO TOTAL
(S.A)	20.88	23.42	47.37	8.32	100.00
(L.C)	19.55	23.88	51.21	5.35	100.00
(L.E)	30.93	29.92	34.21	4.94	100.00
(L.S)	19.69	25.45	49.27	5.59	100.00

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se aclara, que en el costo del sistema de placa aligerada, se tuvo en cuenta la torta inferior que cumple la función de cielo raso, esta condición de acabado no se tuvo en cuenta en los sistemas de placa en lámina colaborante, ladrillo estructural y liviano en seco.

En la tabla 1 se evidencia que la solicitud de concreto en cimentación-vigas-columnas, es mayor en el caso del sistema en ladrillo estructural, lo anterior se da porque este sistema de placa exige en su configuración vigas aéreas adicionales, las cuales generan este sobrecosto.

No hay variaciones significativas en el costo del concreto, entre \$98.2 y \$163.2 millones, debido a que las secciones de vigas y columnas cumplen con las dimensiones estándar para un edificio de 5

pisos, siendo la cimentación la que aporta cierta variación.

En la tabla 3 se observa, que aunque el sistema liviano en seco, que es el de menor peso, no es el de menor costo; el menor costo de placa corresponde al sistema en ladrillo estructural, lo que quiere decir que el factor predominante para el costo total de placa es el valor de los materiales que conforman el sistema de placa.

La tabla 2 muestra, que el sistema liviano en seco, por su bajo peso, da como resultado menores cuantías de acero, en cimentación-vigas-columnas, corroborando así, que la cantidad de acero es sensible a las cargas que aporta la placa de entrepiso. El consumo de acero en el sistema en ladrillo estructural es alto, al compararlo con el sistema de lámina colaborante, debido a que en su configuración, este sistema exige vigas intermedias.

La figura 10 muestra, que la placa aligerada es el sistema más costoso, debido a que su propio peso y tiempos de ejecución de obra son altos, razón por la cual encarece la construcción de toda la estructura.

En la figura 11, se incluyen costos de administración y se mantiene la tendencia del valor de los costos directos dados en la figura 10.

El sistema en ladrillo estructural y el sistema liviano en seco, son las que aportan un mayor rendimiento en tiempos de ejecución, en consecuencia generan costos administrativos bajos según las tablas 8 y 9 respectivamente.

5. CONCLUSIONES

Según los costos directos de cada placa, la más económica es el sistema en ladrillo estructural, debido principalmente a la economía de sus materiales.

Según el costo directo total de la estructura, el sistema de placa que optimiza este costo, es el sistema de placa liviano en seco, lo anterior como consecuencia de su bajo peso propio lo que da como resultado una menor cuantía de acero, al igual es la que se ejecuta en menor tiempo, debido a su fácil construcción y es la que menor exigencia de acero le genera a la estructura,

debido a que su peso es el menor de todos los sistemas.

Al analizar y comparar los costos directos de cada placa de entrepiso, se concluye que los sistemas más económicos no siempre son los más livianos, lo anterior a causa del valor de los elementos que lo conforman. Muestra de ello es el sistema de placa liviano en Seco, donde sus componentes como perfiles metálicos y lámina de fibrocemento, mantienen precios altos en el mercado; no obstante, el costo total de la obra, cuando se utiliza el Sistema Liviano, si es el más económico, por el ahorro significativo en tiempo de ejecución, bajo peso propio y optimización de desperdicios de materiales.

El sistema de Placa Aligerada, es el sistema más costoso, en comparación con las otras tipologías de placa estudiadas en este artículo, debido básicamente a que su peso propio es alto y por ende su aporte a la carga muerta de diseño igual, afectando la especificación de los demás elementos estructurales, como es el caso de la cimentación-vigas-columnas y a los mayores tiempos de ejecución, lo que genera a su vez incrementos en gastos administrativos.

El sistema en placa en ladrillo estructural, posee la limitación referente a la instalación de un apoyo intermedio para luces mayores a 4,20 m, ya que esta es la longitud mayor del perfil metálico de este sistema. Lo anterior genera sobrecostos en el concreto y acero de vigas aéreas.

El sistema de placa aligerada y el sistema de placa en lámina colaborante son los más óptimos a nivel de funcionamiento estructural y servicio en comparación con los Sistema de Placa Liviano en Seco y Ladrillo Estructural, ya que por su rigidez y mayor espesor, no presentan problemas de vibración, flechas y acústica.

Pese a no requerir concreto, el Sistema de Placa Liviano en Seco, tiene un comportamiento estructural óptimo.

Todos los sistemas de placa analizados en este artículo, excepto el Sistema de Placa Aligerada, pueden combinarse con estructuras principales metálicas o en concreto, lo que hace que sean muy versátiles.

REFERENCIAS

- [1] Barrera Ariza Hailyn, Ariza-Sarmiento Mantilla Adriana Carolina; Herramienta de apoyo para modelar y analizar los costos directos en los presupuestos de construcción, Tesis de Pregrado; Universidad Industrial de Santander; Bucaramanga; 2009.
- [2] Amorocho Ocampo César Mauricio-Grimaldo Morales Fredy Saul; Estudio y Análisis de la escoria de ferro níquel como posible agregado liviano para mezcla de concreto estructural; Tesis de Pregrado; Universidad Industrial de Santander; 1998.
- [3] Garzon Moreno Pedro Pablo-Ordoñez Tejada Ramón Iván; Análisis del comportamiento de los concretos ligeros utilizando el coque como agregado grueso; Tesis de Pregrado; Universidad Industrial de Santander; 1988.
- [4] Salazar Galvis Monica Lizeth; Análisis del impacto y valor agregado de la implementación de los sistemas de gestión de calidad basados en la norma Iso 9001:2000 en empresas en Bucaramanga y su área metropolitana; Tesis de Pregrado; Universidad Industrial de Santander; 2006.
- [5] Villegas Marcelo; Arquitectura y Diseño; Tesis de Pregrado; Universidad Industrial de Santander; 2003.
- [6] Díaz Ramírez Germán; Influencia de la densidad aparente de fibras sobre la resistencia a esfuerzos de compresión, tensión y flexión de la guadua angustifolia kunth, Tesis de Pregado, Universidad Industrial de Santander; 2012.
- [7] Losa Postensada; [http://www.revistabic.cl/body artículo](http://www.revistabic.cl/body_artículo); citado 21 de marzo de 2013.
- [8] Ladrillera Santafé; Manual placa fácil; Ladrillera Santafé; Colombia 2000; pág 2.
- [9] Eternit; Eterboard y Eterplac sistema constructivo en seco; Eternit; Colombia; pág 8.

[10] Departamento técnico ACESCO; METALDECK grado 40-Manual técnico; Sinergia AD; Colombia 2012; pág 10.

[11] Ladrillera Santafé; Manual placa fácil; Ladrillera Santafé; Colombia 2000; pág 9.

[12] Ladrillera Santafé; Manual placa fácil; Ladrillera Santafé; Colombia 2000; pág 20.

ANEXO

MEMORIAS DE PROCEDIMIENTO TIPO – CASO SISTEMA EN LÁMINA COLABORANTE

1. GENERALIDADES

El presente volumen contiene la información de los trabajos de campo realizados y demás actividades necesarias para el desarrollo de la presente investigación, así como los cálculos necesarios para el diseño estructural correspondiente; además se incluye la descripción y/o características de los elementos que se diseñaron y se señalan las referencias necesarias para la obtención de los respectivos coeficientes de diseño y fórmulas generales utilizadas.

Para la realización de los cálculos estructurales se procedió de acuerdo a las **Normas Colombianas de Construcción Sismo Resistente NSR / 10**, emitidas mediante el Decreto 926 de marzo 19 de 2010, por el Gobierno Nacional bajo la supervisión de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.

El dimensionamiento de los elementos se hizo en SAP 2000 donde se chequearon los esfuerzos de corte y flexión y sus resultados se anexan más adelante en la presente memoria de cálculo.

Todo el conjunto cumple con las especificaciones mínimas de diseño del Código Colombiano Sismo Resistentes NSR-10, Ley 400 de 1997 y el Decreto 926 de marzo 19 de 2010, y su dimensionamiento estructural es apto para resistir los esfuerzos producidos por las cargas de servicio.

2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO

NORMA DE CÁLCULO	Norma Sismo Resistente NSR-10
UBICACIÓN	Bucaramanga – Santander
ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	Alto
USO ESTRUCTURA	Comercial
CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA DES (Capacidad Especial de Disipación de Energía)	

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

Concreto: según tipo de estructura (ver planos)

Peso volumétrico del concreto: 2400 Kg/m³

E: 17872 MPa

Módulo de Poisson (g): 0.2

Acero: 4200 Kg/m²

Acero Estructural: GRADO 50

3. EVALUACION DE SOLICITACIONES DEFINITIVAS

Teniendo en cuenta la distribución de la estructura y lo estipulado en el título B “cargas” de la

NSR-10 se procedió a hacer el avalúo de cargas.

Los cuadros insertos son el reporte del programa aplicado, cuyo principio de funcionamiento es el siguiente:

- Definición de las características geométricas de los elementos.
- Entrada de datos de elementos: dimensiones previas, cargas de servicio, escaleras etc.
- Aplicación de normas del reglamento: secciones mínimas, DES, etc
- Cálculo de áreas aferentes, cargas /m², cargas/ml y cargas especiales.
- Uso de combinación de norma: B.2.4.2
- Reporte de datos para evaluación.

4. EVALUACION DE LAS FUERZAS SISMICAS

4.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

Localización geográfica: BUCARAMANGA - SANTANDER

Nivel de riesgo sísmico: ALTA

Espectro de diseño:

$A_a = 0.25$ Apendice A-4 (NSR-10)

$A_v = 0.25$ Apendice A-4 (NSR-10)

$F_a = 1.15$ Tabla A2.4-3 (NSR-10)

$F_v = 1.55$ Tabla A2.4-4 (NSR-10)

Grupo de uso = IV A.2.5.1.3 (NSR-10)

$I = 1.5$ Tabla A.2.5-1 (NSR-10)

$H_n = 3.0$ M

$T = C_t * H_n^\alpha$ A.4.2-3 (NSR-10)

$T = 0.126$ Seg

4.2. OBTENCIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS

Configuración en planta: Regular A.3.3.4 (NSR-10)

Configuración en alzado: Regular A.3.3.5 (NSR-10)

Método de Análisis: Modal

Límite de altura: sin restriccion

$R_o = 7.0$ Tabla A.3-2 (NSR-10)

$S_a = 2.5 * A_a * F_a * I$ A.2.6-1(NSR-10)

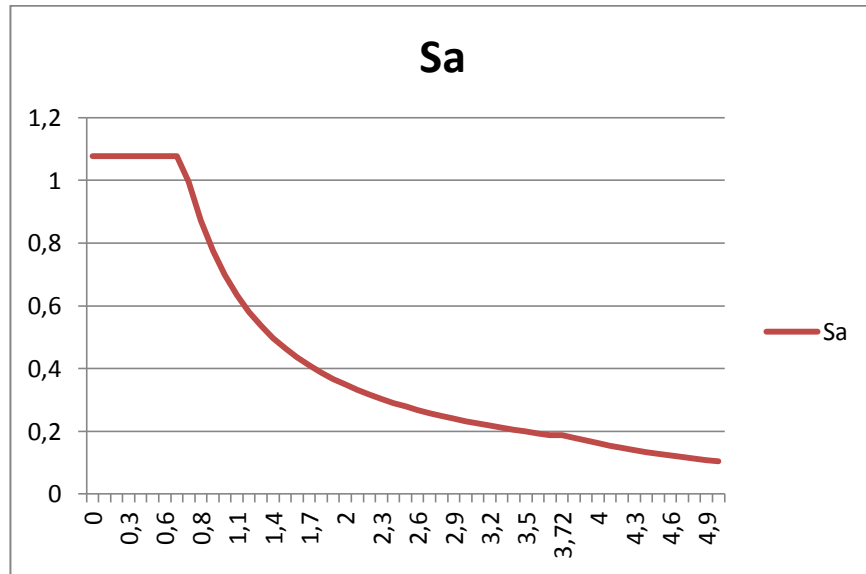
$S_a = 1.078$

$\Phi_a = 1.00$

$\Phi_p = 1.00$

$\Phi_r = 1.00$

ESPECTRO DE DISEÑO



$T_c =$	0.646957
$T_L =$	3.72

4.3. METODO UTILIZADO PARA ANALISIS

El análisis dinámico de la estructura se hizo por medio del Método Modal Espectral (NSR-10

Capitulo A.3.4). Este método, pretende determinar los modos de vibración fundamentales en la estructura, los cuales contribuyen a la respuesta de la misma. Luego mediante análisis, se obtiene la respuesta dinámica total, en las que incluyen el cortante dinámico basal. Luego se ajusta los resultados en comparación con el cortante basal por medio de la Fuerza Horizontal Equivalente.

Para el análisis sísmico se consideraron dos hipótesis:

- El sismo actuando 100% en una dirección (X) y 30% en la dirección (Y).
- El sismo actuando 100% en una dirección (Y) y 30% en la dirección (X).

Con estas dos consideraciones se realiza el análisis dinámico

4.4. APLICACIÓN DE LA FUERZAS SISMICAS

En este tipo de modelo los entrepisos se consideran diafragmas infinitamente rígidos en su propio plano, esto permite que los nodos restringidos se muevan como un diafragma plano y no permite deformaciones de membrana. La fuerza sísmica de la cubierta se concentra en el centroide, teniendo en cuenta los efectos de torsión accidental desplazando un 5% este centro de masa.

5. EVALUACIÓN DE CARGAS DEFINITIVAS

5.1. CARGAS MUERTAS

DENSIDADES:

- Concreto: 2.4 Tn/m^3
- Acero: 7.60 Tn/m^3

5.2. CARGAS VIVAS

Oficina entrepiso: 300 Kgf/m^2

5.3. COMBINACIONES DE CARGAS TENIDAS EN CUENTA

Las combinaciones de carga utilizadas vienen en el titulo B, las cuales se consideración las siguientes.

COMB1: $1.4 D + 1.2 L + 0.5 Lc$

COMB2: $1.2D + 1.6 Lc + 1 L$

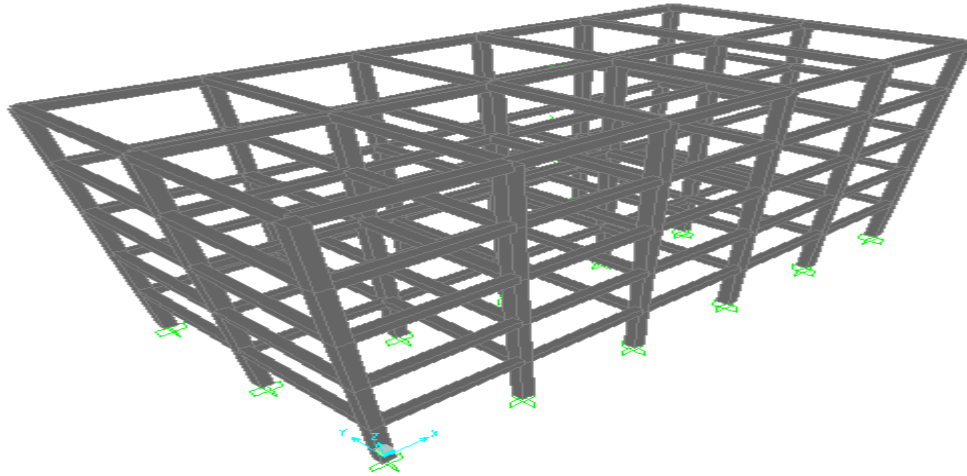
COMB3: $1.2D + 1.6 Lc + 0.8 W$

COMB4: $1.2D + 1 L + 0.5 Lc + 1.6 W$

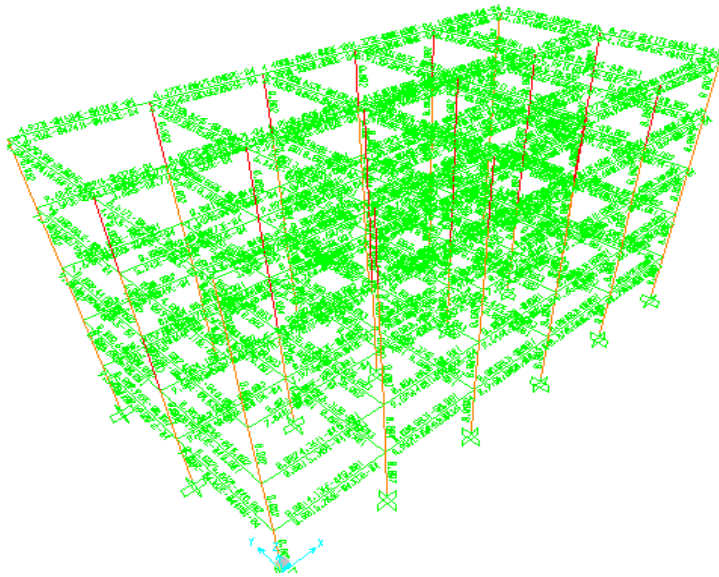
COMB5: $1.2D + 1 L + 1 E$

NOTA: EL SISMO SE DISEÑA EN LAS DOS DIRECCIONES X y Y.

6. MODELOS EN SAP-2000



7. DISEÑO EN SAP-2000 PARA LA ESTRUCTURA



8. CHEQUEO DE DERIVAS

TABLE: Joint Displacements					TABLE: Joint Displacements				
Joint	Output Case	Case Type	Step Type	U1	Joint	Output Case	CaseType	Step Type	U2
Text	Text	Text	Text	cm	Text	Text	Text	Text	cm
1	DERX	LinRespSpec	Max	3.058344	1	DERY	LinRespSpec	Max	3.673064
2	DERX	LinRespSpec	Max	2.754591	2	DERY	LinRespSpec	Max	3.272517
3	DERX	LinRespSpec	Max	2.115267	3	DERY	LinRespSpec	Max	2.577654
4	DERX	LinRespSpec	Max	1.366018	4	DERY	LinRespSpec	Max	1.632368
5	DERX	LinRespSpec	Max	0.53271	5	DERY	LinRespSpec	Max	0.612855
6	DERX	LinRespSpec	Max	0	6	DERY	LinRespSpec	Max	0
7	DERX	LinRespSpec	Max	2.115267	7	DERY	LinRespSpec	Max	2.607408
8	DERX	LinRespSpec	Max	1.366018	8	DERY	LinRespSpec	Max	1.651379
9	DERX	LinRespSpec	Max	0.53271	9	DERY	LinRespSpec	Max	0.620099
10	DERX	LinRespSpec	Max	0	10	DERY	LinRespSpec	Max	0
11	DERX	LinRespSpec	Max	2.115267	11	DERY	LinRespSpec	Max	2.63715
12	DERX	LinRespSpec	Max	1.366018	12	DERY	LinRespSpec	Max	1.670384
13	DERX	LinRespSpec	Max	0.53271	13	DERY	LinRespSpec	Max	0.627342
14	DERX	LinRespSpec	Max	0	14	DERY	LinRespSpec	Max	0
15	DERX	LinRespSpec	Max	2.115267	15	DERY	LinRespSpec	Max	2.667419
16	DERX	LinRespSpec	Max	1.366018	16	DERY	LinRespSpec	Max	1.689729
17	DERX	LinRespSpec	Max	0.53271	17	DERY	LinRespSpec	Max	0.634716
18	DERX	LinRespSpec	Max	0	18	DERY	LinRespSpec	Max	0
19	DERX	LinRespSpec	Max	2.115267	19	DERY	LinRespSpec	Max	2.698208
20	DERX	LinRespSpec	Max	1.36602	20	DERY	LinRespSpec	Max	1.70941
21	DERX	LinRespSpec	Max	0.53271	21	DERY	LinRespSpec	Max	0.64222
22	DERX	LinRespSpec	Max	0	22	DERY	LinRespSpec	Max	0
23	DERX	LinRespSpec	Max	2.11527	23	DERY	LinRespSpec	Max	2.72957
24	DERX	LinRespSpec	Max	1.36602	24	DERY	LinRespSpec	Max	1.72946
25	DERX	LinRespSpec	Max	0.53271	25	DERY	LinRespSpec	Max	0.64986
26	DERX	LinRespSpec	Max	0	26	DERY	LinRespSpec	Max	0
27	DERX	LinRespSpec	Max	2.15436	27	DERY	LinRespSpec	Max	2.57765
28	DERX	LinRespSpec	Max	1.39102	28	DERY	LinRespSpec	Max	1.63237
29	DERX	LinRespSpec	Max	0.54225	29	DERY	LinRespSpec	Max	0.61286
30	DERX	LinRespSpec	Max	0	30	DERY	LinRespSpec	Max	0
31	DERX	LinRespSpec	Max	2.15436	31	DERY	LinRespSpec	Max	2.60741
32	DERX	LinRespSpec	Max	1.39102	32	DERY	LinRespSpec	Max	1.65138
33	DERX	LinRespSpec	Max	0.54225	33	DERY	LinRespSpec	Max	0.6201
34	DERX	LinRespSpec	Max	0	34	DERY	LinRespSpec	Max	0
35	DERX	LinRespSpec	Max	2.15436	35	DERY	LinRespSpec	Max	2.63715
36	DERX	LinRespSpec	Max	1.39102	36	DERY	LinRespSpec	Max	1.67038
37	DERX	LinRespSpec	Max	0.54225	37	DERY	LinRespSpec	Max	0.62734

TABLE: Joint Displacements					TABLE: Joint Displacements				
Joint	Output Case	Case Type	Step Type	U1	Joint	Output Case	CaseType	Step Type	U2
Text	Text	Text	Text	cm	Text	Text	Text	Text	cm
38	DERX	LinRespSpec	Max	0	38	DERY	LinRespSpec	Max	0
39	DERX	LinRespSpec	Max	2.15436	39	DERY	LinRespSpec	Max	2.66742
40	DERX	LinRespSpec	Max	1.39102	40	DERY	LinRespSpec	Max	1.68973
41	DERX	LinRespSpec	Max	0.54225	41	DERY	LinRespSpec	Max	0.63472
42	DERX	LinRespSpec	Max	0	42	DERY	LinRespSpec	Max	0
43	DERX	LinRespSpec	Max	2.15436	43	DERY	LinRespSpec	Max	2.69821
44	DERX	LinRespSpec	Max	1.39102	44	DERY	LinRespSpec	Max	1.70941
45	DERX	LinRespSpec	Max	0.54225	45	DERY	LinRespSpec	Max	0.64222
46	DERX	LinRespSpec	Max	0	46	DERY	LinRespSpec	Max	0
47	DERX	LinRespSpec	Max	2.15436	47	DERY	LinRespSpec	Max	2.72957
48	DERX	LinRespSpec	Max	1.39102	48	DERY	LinRespSpec	Max	1.72946
49	DERX	LinRespSpec	Max	0.54225	49	DERY	LinRespSpec	Max	0.64986
50	DERX	LinRespSpec	Max	0	50	DERY	LinRespSpec	Max	0
51	DERX	LinRespSpec	Max	2.19614	51	DERY	LinRespSpec	Max	2.57765
52	DERX	LinRespSpec	Max	1.41772	52	DERY	LinRespSpec	Max	1.63237
53	DERX	LinRespSpec	Max	0.55243	53	DERY	LinRespSpec	Max	0.61286
54	DERX	LinRespSpec	Max	0	54	DERY	LinRespSpec	Max	0
55	DERX	LinRespSpec	Max	2.19614	55	DERY	LinRespSpec	Max	2.60741
56	DERX	LinRespSpec	Max	1.41772	56	DERY	LinRespSpec	Max	1.65138
57	DERX	LinRespSpec	Max	0.55243	57	DERY	LinRespSpec	Max	0.6201
58	DERX	LinRespSpec	Max	0	58	DERY	LinRespSpec	Max	0
59	DERX	LinRespSpec	Max	2.19614	59	DERY	LinRespSpec	Max	2.63715
60	DERX	LinRespSpec	Max	1.41772	60	DERY	LinRespSpec	Max	1.67038
61	DERX	LinRespSpec	Max	0.55243	61	DERY	LinRespSpec	Max	0.62734
62	DERX	LinRespSpec	Max	0	62	DERY	LinRespSpec	Max	0
63	DERX	LinRespSpec	Max	2.19614	63	DERY	LinRespSpec	Max	2.66742
64	DERX	LinRespSpec	Max	1.41772	64	DERY	LinRespSpec	Max	1.68973
65	DERX	LinRespSpec	Max	0.55243	65	DERY	LinRespSpec	Max	0.63472
66	DERX	LinRespSpec	Max	0	66	DERY	LinRespSpec	Max	0
67	DERX	LinRespSpec	Max	2.19614	67	DERY	LinRespSpec	Max	2.69821
68	DERX	LinRespSpec	Max	1.41772	68	DERY	LinRespSpec	Max	1.70941
69	DERX	LinRespSpec	Max	0.55243	69	DERY	LinRespSpec	Max	0.64222
70	DERX	LinRespSpec	Max	0	70	DERY	LinRespSpec	Max	0
71	DERX	LinRespSpec	Max	2.19614	71	DERY	LinRespSpec	Max	2.72957
72	DERX	LinRespSpec	Max	1.41772	72	DERY	LinRespSpec	Max	1.72946
73	DERX	LinRespSpec	Max	0.55243	73	DERY	LinRespSpec	Max	0.64986
74	DERX	LinRespSpec	Max	0	74	DERY	LinRespSpec	Max	0
75	DERX	LinRespSpec	Max	3.05834	75	DERY	LinRespSpec	Max	3.71491

TABLE: Joint Displacements					TABLE: Joint Displacements				
Joint	Output Case	Case Type	Step Type	U1	Joint	Output Case	CaseType	Step Type	U2
Text	Text	Text	Text	cm	Text	Text	Text	Text	cm
76	DERX	LinRespSpec	Max	2.75459	76	DERY	LinRespSpec	Max	3.31004
77	DERX	LinRespSpec	Max	3.05834	77	DERY	LinRespSpec	Max	3.75673
78	DERX	LinRespSpec	Max	2.75459	78	DERY	LinRespSpec	Max	3.34754
79	DERX	LinRespSpec	Max	3.05834	79	DERY	LinRespSpec	Max	3.79929
80	DERX	LinRespSpec	Max	2.75459	80	DERY	LinRespSpec	Max	3.38571
81	DERX	LinRespSpec	Max	3.05834	81	DERY	LinRespSpec	Max	3.84257
82	DERX	LinRespSpec	Max	2.75459	82	DERY	LinRespSpec	Max	3.42453
83	DERX	LinRespSpec	Max	3.05834	83	DERY	LinRespSpec	Max	3.88666
84	DERX	LinRespSpec	Max	2.75459	84	DERY	LinRespSpec	Max	3.46407
85	DERX	LinRespSpec	Max	2.99962	85	DERY	LinRespSpec	Max	3.67306
86	DERX	LinRespSpec	Max	2.70192	86	DERY	LinRespSpec	Max	3.27252
87	DERX	LinRespSpec	Max	2.99962	87	DERY	LinRespSpec	Max	3.71491
88	DERX	LinRespSpec	Max	2.70192	88	DERY	LinRespSpec	Max	3.31004
89	DERX	LinRespSpec	Max	2.99962	89	DERY	LinRespSpec	Max	3.75673
90	DERX	LinRespSpec	Max	2.70192	90	DERY	LinRespSpec	Max	3.34754
91	DERX	LinRespSpec	Max	2.99962	91	DERY	LinRespSpec	Max	3.79929
92	DERX	LinRespSpec	Max	2.70192	92	DERY	LinRespSpec	Max	3.38571
93	DERX	LinRespSpec	Max	2.99962	93	DERY	LinRespSpec	Max	3.84257
94	DERX	LinRespSpec	Max	2.70192	94	DERY	LinRespSpec	Max	3.42453
95	DERX	LinRespSpec	Max	2.99962	95	DERY	LinRespSpec	Max	3.88666
96	DERX	LinRespSpec	Max	2.70192	96	DERY	LinRespSpec	Max	3.46407
97	DERX	LinRespSpec	Max	2.9447	97	DERY	LinRespSpec	Max	3.67306
98	DERX	LinRespSpec	Max	2.65266	98	DERY	LinRespSpec	Max	3.27252
99	DERX	LinRespSpec	Max	2.9447	99	DERY	LinRespSpec	Max	3.71491
100	DERX	LinRespSpec	Max	2.65266	100	DERY	LinRespSpec	Max	3.31004
101	DERX	LinRespSpec	Max	2.9447	101	DERY	LinRespSpec	Max	3.75673
102	DERX	LinRespSpec	Max	2.65266	102	DERY	LinRespSpec	Max	3.34754
103	DERX	LinRespSpec	Max	2.9447	103	DERY	LinRespSpec	Max	3.79929
104	DERX	LinRespSpec	Max	2.65266	104	DERY	LinRespSpec	Max	3.38571
105	DERX	LinRespSpec	Max	2.9447	105	DERY	LinRespSpec	Max	3.84257
106	DERX	LinRespSpec	Max	2.65266	106	DERY	LinRespSpec	Max	3.42453
107	DERX	LinRespSpec	Max	2.9447	107	DERY	LinRespSpec	Max	3.88666
108	DERX	LinRespSpec	Max	2.65266	108	DERY	LinRespSpec	Max	3.46407
109	DERX	LinRespSpec	Max	2.70333	109	DERY	LinRespSpec	Max	3.36772
111	DERX	LinRespSpec	Max	3.00118	111	DERY	LinRespSpec	Max	3.77923
291	DERX	LinRespSpec	Max	0.54252	291	DERY	LinRespSpec	Max	0.63124
292	DERX	LinRespSpec	Max	1.39173	292	DERY	LinRespSpec	Max	1.68061
293	DERX	LinRespSpec	Max	2.15547	293	DERY	LinRespSpec	Max	2.65315

NODO	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	Δ MAX
97,98,3,4,5,6	0.495709	0.878420515	1.2062	1.31674	0.812	3
99,100,7,8,9,10	0.499207	1.310065088	1.2146	1.32587	0.817	
101,102,11,12,13,14	0.502716	0.890756783	1.2231	1.33504	0.823	
103,104,15,16,17,18	0.506297	0.897067429	1.2318	1.34442	0.829	
105,106,19,20,21,22	0.50995	0.903510741	1.2406	1.35399	0.834	
107,108,23,24,25,26	0.513683	0.910097941	1.2496	1.36379	0.84	
85,86,27,28,29,30	0.499058	0.884681255	1.215	1.32658	0.818	
87,88,31,32,33,34	0.502534	0.890796308	1.2234	1.4365	0.824	
89,90,35,36,37,38	0.506019	0.896931418	1.2318	1.34475	0.829	
91,92,39,40,41,42	0.509577	0.903198923	1.2404	1.35405	0.835	
93,94,43,44,45,46	0.513207	0.909598803	1.2492	1.36356	0.841	
95,96,47,48,49,50	0.516916	0.916142229	1.2581	1.37329	0.846	
1,2,51,52,53,54	0.502697	0.891463166	1.2245	1.33721	0.825	
75,76,55,56,57,58	0.506147	0.897532013	1.2328	1.34621	0.83	
77,78,59,60,61,62	0.509608	0.903621393	1.2412	1.35524	0.836	
81,82,67,68,69,70	0.516745	0.916196286	1.2584	1.37391	0.847	
79,80,63,64,65,66	0.513141	0.909842815	1.2497	1.36447	0.841	
83,84,71,72,73,74	0.52043	0.922692927	1.2673	1.38357	0.853	

La estructura cumple con las derivas permitidas por la NSR-10, debido a que sus desplazamientos relativos por fuerzas sísmicas son inferiores al 1% de la altura entrepiso.

9. DISEÑO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

9.1 ZAPATA Z-1

1. DATOS DE ENTRADA	
PD (KN)	895.02
PL (KN)	272.23
qa (KN/M2)	300
hf (M)	1.5
Fc (Mpa)	21
Fy (Mpa)	420
2. PREDIMENSIONAMIENTO	
d (mm)	530
d'(mm) >= 70 mm	
d'(mm)	70
hz = d+d'	
hz(mm)=	600
hs = hf - hz	
hs(m) =	0.9
$\bar{\chi}_s$ (KN/M3) =	18
Wc(KN/M3) =	24

3. CALCULO CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO	
$q_d = q_a - W_c x h_z - \bar{\chi}_s x h_s$	
qd(KN/M2) =	269.4
4. CALCULO AREA REQUERIDA	
$A_{req} = P/q_d$	
P(KN) = PD + PL =	1167.25
$A_{req} (M^2) = P/q_d$	4.33
A real (M2) = L1 x L2	4.41
$L(M) = \sqrt{A_{req}}$ =	2.08
L1 (M) =	2.08
L2 (M) =	2.08

L1 (M) ESCOGIDAS =	2.10
L2 (M) ESCOGIDAS =	2.10
5. DISEÑO	
Pu (KN) = 1,2PD + 1,6PL	
Pu (KN) =	1509.59
qu = Pu/Areal	
qu(KN/M2) =	342.31

DISEÑO POR PUNZONAMIENTO	
B col (MM) =	500
L col (MM) =	500
d/2 (MM) =	265
B col + d/2 + d/2 =	1030
L col + d/2 + d/2 =	1030
bo (MM) = 2(Bcol + d/2 + d/2) + 2(Lcol + d/2 + d/2)	
bo (MM) =	4120
Ao (MM2) = (Bcol + d/2 + d/2) x (Lcol + d/2 + d/2)	
Ao (mm2) =	1060900

CALCULO EL CORTANTE POR PUNZONAMIENTO	
Vup(KN) = qu((L1xL2) - Ao)	
Vup(KN) =	1146.43
CALCULO ESFUERZO CORTANTE POR PUNZONAMIENTO	
Vup(Mpa) = Vup/Φbod	
Φ =	0.85
Vup(Mpa) =	0.62
CALCULO Vcp	
Vcp(Mpa) = √Fc/3	

CALCULO EL CORTANTE POR PUNZONAMIENTO	
$V_{cp} =$	1.53
CHEQUEO $V_{up} < = V_{cp}$	Cumple
DISEÑO A CORTANTE	
$\Phi =$	0.85
$b(\text{cm}) =$	100
$d(\text{cm}) =$	53
$W_u = q_u (\text{KN/M}) =$	342.31
$L_{col}(\text{m}) =$	0.5
$l(\text{m}) = (L_1 - L_{col})/2$	
$l(\text{m}) =$	0.80
$V_{ud}(\text{KN}) = W_u(l - d)$	92.42
$V_u(\text{Mpa}) = V_{ud}/\Phi b d$	0.21
$V_c(\text{Mpa}) = \sqrt{F_c}/6$	
$V_c(\text{Mpa}) =$	0.76
CHEQUEO $V_u < = V_c$	Cumple
DISEÑO A FLEXION	
$W_u = q_u (\text{KN/M}) =$	342.31
$M_u(\text{KN.M}) = (W_u \times l^2)/2$	
$M_u(\text{KN.M}) =$	109.54
$\rho =$	0.00043
$\rho_{\text{min}} =$	0.0018
$A_s (\text{cm}^2) = \rho \times L_1 \times d$	
$A_s (\text{cm}^2) =$	20.03

9.2 ZAPATA Z-2

1. DATOS DE ENTRADA	
PD (KN)	1382.39
PL (KN)	532.31
$q_a (\text{KN/M}^2)$	300
$h_f (\text{M})$	1.5
$F_c (\text{Mpa})$	21
$F_y (\text{Mpa})$	420
2. PREDIMENSIONAMIENTO	
$d (\text{mm})$	530
$d'(\text{mm}) \geq 70 \text{ mm}$	

$d'(mm)$	70
$hz = d+d'$	
$hz(mm)=$	600
$hs = hf - hz$	
$hs(m) =$	0.9
$\Delta_s(KN/M3) =$	18
$W_c(KN/M3) =$	24
3. CALCULO CAPACIDAD PORTANTE DE DISEÑO	
$q_d = q_a - W_c x h_z - \Delta_s x h_s$	
$q_d(KN/M2) =$	269.4
4. CALCULO AREA REQUERIDA	
$A_{req} = P/q_d$	
$P(KN) = P_D + P_L =$	1914.7
$A_{req} (M2) = P/q_d$	7.11
$A_{real} (M2) = L_1 x L_2$	7.29
$L(M) = \sqrt{A_{req}} =$	2.67
$L_1 (M) =$	2.67
$L_2 (M) =$	2.67
$L_1 (M) ESCOGIDAS =$	2.70
$L_2 (M) ESCOGIDAS =$	2.70
5. DISEÑO	
$P_u (KN) = 1,2P_D + 1,6P_L$	
$P_u (KN) =$	2510.56
$q_u = P_u/A_{real}$	
$q_u(KN/M2) =$	344.38
DISEÑO POR PUNZONAMIENTO	

B col (MM) =	500
L col (MM) =	500
d/2 (MM) =	265
B col + d/2 + d/2 =	1030
L col + d/2 + d/2 =	1030
bo (MM) = 2(Bcol + d/2 + d/2) + 2(Lcol + d/2 + d/2)	
bo (MM) =	4120
Ao (MM ²) = (Bcol + d/2 + d/2) x (Lcol + d/2 + d/2)	
Ao (mm ²) =	1060900
CALCULO EL CORTANTE POR PUNZONAMIENTO	
Vup(KN) = qu((L1xL2) - Ao)	
Vup(KN) =	2145.21
CALCULO ESFUERZO CORTANTE POR PUNZONAMIENTO	
Vup(Mpa) = Vup/Φbod	
Φ =	0.85
Vup(Mpa) =	1.16
CALCULO Vcp	
Vcp(Mpa) = √Fc/3	
Vcp =	1.53
CHEQUEO Vup <= Vcp	Cumple
DISEÑO A CORTANTE	
Φ =	0.85
b(cm) =	100
d(cm) =	53
Wu = qu (KN/M) =	344.38
Lcol(m) =	0.55
l(m) =(L1 - Lcol)/2	
l(m) =	1.08
Vud(KN) = Wu(l - d)	187.69
Vu(Mpa) = Vud/Φbd	0.42
Vc(Mpa) = √Fc/6	
Vc(Mpa) =	0.76

CHEQUEO $V_u \leq V_c$	Cumple
DISEÑO A FLEXION	
$W_u = q_u \text{ (KN/M)} =$	344.38
$M_u \text{ (KN.M)} = (W_u \times l_2)/2$	
$M_u \text{ (KN.M)} =$	198.99
$\rho =$	0.0006
$\rho_{\text{min}} =$	0.0018
$A_s \text{ (cm}^2\text{)} = \rho \times L_1 \times d$	
$A_s \text{ (cm}^2\text{)} =$	25.76

9.3 VIGA DE AMARRE

a. DATOS DE ENTRADA

$P_u \text{ (KN)} =$	2510.456
$A_a =$	0.25
$L \text{ (M)} =$	5.87
$F_c \text{ (Mpa)} =$	21

b. DIMENSIONAMIENTO

$B = H \text{ (M)} \geq L/20$ (DES) =	0.2935
$B = H \text{ (M)}$ ESCOGIDOS	0.4
$d' \text{ (M)} =$	0.05
$d \text{ (M)} = H - d' =$	0.35

c. CALCULO A_{s1}

$T \text{ (KN)} = 0,25 \times P_u \times A_a$	
$T \text{ (KN)} =$	156.90
$\Phi =$	0.9
$F_y \text{ (KN/M}^2\text{)} =$	420000
$\Phi F_y \text{ (KN/M}^2\text{)} =$	378000
$A_{s1} \text{ (M}^2\text{)} = T / \Phi F_y$	0.00042
$A_{s1} \text{ (CM}^2\text{)} =$	4.15

d. CALCULO MOMENTO DE DISEÑO

$E(\text{KGF/CM}^2) = 12500 \times \sqrt{F_c}$	181142.209
$E(\text{KN/M}^2) =$	18114220.9
$I(\text{M}^4) =$	0.00213333
$\Delta(\text{M}) = L/300$	0.01956667
$M(\text{KN.M}) = (6EI/L^2)\Delta$	
$M(\text{KN.M}) =$	131.66

e. DISEÑO A FLEXION

$K = M_u / b d^2 \text{ (TON/CM}^2)$	
$K =$	0.0268704
$\rho =$	0.0078
$\rho \text{ min} =$	0.0033
$A_s(\text{CM}^2) = \rho \times B \times d =$	10.92

10.0 MEMORIA TIPO DE CANTIDADES DE OBRA

10.1 CONCRETO-ZAPATAS

PLACA LAMINA COLABORANTE					
ID	CANT	B(M)	L(M)	H(M)	V(M3)
Z1	14	2.1	2.1	0.6	37.04
Z2	4	2.7	2.7	0.6	17.50
TOTAL					54.54

10.2 ACERO DE REFUERZO-COLUMNAS

ID	CANT ELEMENTO	CANT BARRA	φ BARRA	ML POR BARRA	ML TOTAL	W(KG/ML)	W(KG)
C1	12	10	1"	6.4	768	3.973	3051.264
	12	4	1"	4	192	3.973	762.816
	12	2	3/4"	4	96	2.235	214.56
	12	4	1"	4	192	3.973	762.816
	12	2	3/4"	4	96	2.235	214.56
	12	4	1"	4.4	211.2	3.973	839.0976
	12	2	3/4"	4.4	105.6	2.235	236.016
	12	130	3/8"	1.96	3057.6	0.56	1712.256
C2	6	16	1"	6.4	614.4	3.973	2441.0112
	6	4	1"	4	96	3.973	381.408
	6	2	3/4"	4	48	2.235	107.28
	6	4	1"	4	96	3.973	381.408
	6	2	3/4"	4	48	2.235	107.28
	6	4	1"	4.4	105.6	3.973	419.5488
	6	2	3/4"	4.4	52.8	2.235	118.008
	6	130	3/8"	1.96	1528.8	0.56	856.128
TOTAL						12605.458	

11.0 MEMORIA TIPO A.P.U

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					FECHA
PROYECTO:	PROYECTO JORGE ZAPATA				noviembre -13
2	ACERO DE REFUERZO Y ESTRUCTURA METALICAS				UNIDAD
ITEM:	2.20	PLACA EN LAMINA COLABORANTE ENTREPISO 3000 PSI (incluye viguetas)			M2
I. EQUIPOS/HERRAMIENTAS					
No. ART.	DESCRIPCION	UNID.	REND.	VR. UNIT.	VR. PARCIAL
1	Herramienta Menor	und	0.50	1,000	\$ 500
4	Equipo de Seguridad Industrial	dia	0.30	1,000	\$ 300
5	Seccion de Andamios Tubular 1.50 x 1.50	dia	0.33	700	\$ 233
9	Mezcladora de Concreto	dia	0.07	172,260	\$ 11,484
10	Vibrador de Concreto	dia	0.07	187,920	\$ 12,528
	SUBTOTAL EQUIPOS/HERRAMIENTAS				\$ 25,045
	VALOR REDONDEADO SUBTOTAL DE EQUIPOS/HERRAMIENTAS				\$ 25,045
II. MATERIALES E INSUMOS					
No. ART.	DESCRIPCION	UNID.	CANT.	VR. UNIT.	VR. PARCIAL
63	Lamina en MD 2" Calibre 22	m2	1	37,930	\$ 37,930
64	Tapas para MD	und	3	750	\$ 2,250
65	Conectores de Cortante	und	3	900	\$ 2,700
216	MALLA EN 6.5 MM (M-221)	m2	1.00	14,597	\$ 14,597
21	Arena Lavada de Rio	m3	0.04	50,000	\$ 1,943
22	Cemento	kg	24.5	500	\$ 12,250
23	Triturado	m3	0.06	70,000	\$ 4,092
24	Agua	lt	14	100	\$ 1,400
213	PHR C 220 X 80 (2.5MM)	ml	2	41,387	\$ 82,774
40	Thinner	gl	0.017	24,000	\$ 408
29	Soldadura 60.13 x 1/8"	kg	0.4	7,260	\$ 2,904
30	Anticorrosivo	gl	0.02	63,000	\$ 1,134
56	Varilla 5/8"	ml	0.21	3,222	\$ 677
57	Platina Interna	und	0.21	5,000	\$ 1,050
59	Discos de Corte	und	0.1	8,000	\$ 800
21	Arena Lavada de Rio Nudo	m3	0.005	50,000	\$ 244
22	Cemento	kg	3.080	500	\$ 1,540
23	Triturado	m3	0.007	70,000	\$ 514
24	Agua	lt	0.123	100	\$ 12
	SUBTOTAL SIN DESPERDICIO				\$ 169,219

FACTOR DE DESPERDICIO		5%		\$ 8,461			
SUBTOTAL DE MATERIALES				\$ 177,680			
VALOR REDONDEADO SUBTOTAL DE MATERIALES E INSUMOS				\$ 177,680			
III. TRANSPORTE							
No. ART.	DESCRIPCION	CANT	UNID.	KM.	PRECIO/UN D	VR. PARCIAL	
SUBTOTAL TRANSPORTE						\$ 0	
VALOR REDONDEADO SUBTOTAL TRANSPORTE						\$ 0	
IV. MANO DE OBRA							
No. ART.	DESCRIPCION	CANT.	UNID.	RDTO. (UND/DIA)	% PREST	VR.UNIT	VR. PARCIAL
54	Oficial de Construccion	1	JR	15.00	75%	54,250	\$ 3,617
53	Ayudante de Construccion	4	JR	15.00	75%	39,725	\$ 10,593
SUBTOTAL MANO DE OBRA						\$ 14,210	
VALOR REDONDEADO SUBTOTAL DE MANO DE OBRA						\$ 14,210	
TOTAL COSTO DIRECTO					\$ 216,935.00		

12.0 MEMORIA TIPO PRESUPUESTO-COSTOS DIRECTOS

PRESUPUESTO DE OBRA SISTEMA PLACA EN LAMINA COLABORANTE				
ITEM	UND	V.R UNIT.	CANT	V.R TOTAL.
1.0 CONCRETOS				
1.1 CONCRETO DE 3000 PSI PARA ZAPATAS	M3	\$ 506,270.00	54.54	\$ 27,611,965.80
1.2 CONCRETO DE 3000 PSI PARA VIGAS DE CIMENTACION	M3	\$ 506,270.00	12.81	\$ 6,487,546.29
1.3 CONCRETO DE 3000 PSI PARA COLUMNAS HASTA NIVEL DE ENTREPISO 1	M3	\$ 506,270.00	69.21	\$ 35,038,946.70
1.6 CONCRETO DE 3000 PSI VIGAS AEREAS ENTREPISO 1	M3	\$ 506,270.00	96.33	\$ 48,768,989.10
1.9 PLACA EN CONCRETO ENTREPISO 1 DE 3000 PSI (INCLUYE ESTR. SOPORTE Y REFUERZO)	M2	\$ 216,935.00	1424	\$ 308,915,440.00
2.0 ACERO DE REFUERZO				
2.1 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 ZAPATAS	KG	\$ 4,222.00	1569.72	\$ 6,627,378.11
2.2 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 VIGAS DE CIMENTACION	KG	\$ 4,222.00	4749.22	\$ 20,051,185.73
2.3 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 COLUMNAS HASTA NIVEL DE ENTREPISO 1	KG	\$ 4,222.00	12605.46	\$ 53,220,241.99
2.6 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 VIGAS AEREAS ENTREPISO 1	KG	\$ 4,222.00	15181.04	\$ 64,094,350.88
			TOTAL COSTO DIRECTO	\$ 570,816,044.59

13.0 PROGRAMACIÓN DE OBRA

La programación de obra se hizo en el software denominado Microsoft Project.

NOMBRE DE LA TAREA	DURACION	COMIENZO	FIN	PREDECESORAS
INICIO DE OBRA	0 días	20/02/2013 09:00	20/02/2013 09:00	
PRESUPUESTO EN SISTEMA TRADICIONAL	167 días	20/02/2013 09:00	03/09/2013 09:00	
1.0 CONCRETOS	164 días	23/02/2013 09:00	03/09/2013 09:00	
1.1 CONCRETO DE 3000 PSI PARA ZAPATAS	7 días	23/02/2013 09:00	04/03/2013 09:00	22
1.2 CONCRETO DE 3000 PSI PARA VIGAS DE CIMENTACION	5 días	05/03/2013 09:00	11/03/2013 09:00	23
1.3 CONCRETO DE 3000 PSI PARA COLUMNAS HASTA NIVEL DE ENTREPISO 1	4 días	20/03/2013 09:00		24
1.4 CONCRETO DE 3000 PSI PARA COLUMNAS DESDE NIVEL DE ENTREPISO 1 HASTA ENTREPISO 2	4 días	25/04/2013 09:00	30/04/2013 09:00	25
1.5 CONCRETO DE 3000 PSI PARA COLUMNAS DESDE NIVEL DE ENTREPISO 2 HASTA ENTREPISO 3	4 días	30/05/2013 09:00	04/06/2013 09:00	26
1.6 CONCRETO DE 3000 PSI PARA COLUMNAS DESDE NIVEL DE ENTREPISO 3 HASTA ENTREPISO 4	4 días	04/07/2013 09:00	09/07/2013 09:00	27
1.7 CONCRETO DE 3000 PSI PARA COLUMNAS DESDE NIVEL DE ENTREPISO 4 HASTA TERRAZA	4 días	06/08/2013 09:00	10/08/2013 09:00	28
1.8 CONCRETO DE 3000 PSI VIGAS AEREAS ENTREPISO 1	5 días	11/04/2013 09:00	17/04/2013 09:00	16FF
1.9 CONCRETO DE 3000 PSI VIGAS AEREAS ENTREPISO 2	5 días	17/05/2013 09:00	23/05/2013 09:00	17FF
1.10 CONCRETO DE 3000 PSI VIGAS AEREAS ENTREPISO 3	5 días	21/06/2013 09:00	27/06/2013 09:00	18FF
1.11 CONCRETO DE 3000 PSI VIGAS AEREAS ENTREPISO 4	5 días	26/07/2013 09:00	01/08/2013 09:00	19FF
1.12 CONCRETO DE 3000 PSI VIGAS AEREAS TERRAZA	5 días	28/08/2013 09:00	03/09/2013 09:00	20FF
1.13 PLACA EN CONCRETO ENTREPISO 1 DE 3000 PSI (INCLUYE ESTR. SOPORTE Y REFUERZO)	20 días	25/03/2013 09:00	17/04/2013 09:00	29CC
1.14 PLACA EN CONCRETO ENTREPISO 2 DE 3000 PSI (INCLUYE ESTR. SOPORTE Y REFUERZO)	20 días	30/04/2013 09:00	23/05/2013 09:00	30CC
1.15 PLACA EN CONCRETO ENTREPISO 3 DE 3000 PSI (INCLUYE ESTR. SOPORTE Y REFUERZO)	20 días	04/06/2013 09:00	27/06/2013 09:00	31CC
1.16 PLACA EN CONCRETO ENTREPISO 4 DE 3000 PSI (INCLUYE ESTR. SOPORTE Y REFUERZO)	20 días	09/07/2013 09:00	01/08/2013 09:00	32CC
1.17 PLACA EN CONCRETO TERRAZA DE 3000 PSI (INCLUYE ESTR. SOPORTE Y REFUERZO)	20 días	10/08/2013 09:00	03/09/2013 09:00	33CC
2.0 ACERO DE REFUERZO	154 días	20/02/2013 09:00	19/08/2013 09:00	
2.1 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 ZAPATAS	3 días	20/02/2013 09:00	23/02/2013 09:00	
2.2 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 VIGAS DE CIMENTACION	10 días	21/02/2013 09:00	05/03/2013 09:00	22CC+1 día
2.3 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 COLUMNAS HASTA NIVEL DE ENTREPISO 1	8 días	11/03/2013 09:00	20/03/2013 09:00	5
2.4 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 COLUMNAS DESDE NIVEL DE ENTREPISO 1 HASTA NIVEL DE ENTREPISO 2	7 días	17/04/2013 09:00	25/04/2013 09:00	16
2.5 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 COLUMNAS DESDE NIVEL DE ENTREPISO 2 HASTA NIVEL DE ENTREPISO 3	6 días	23/05/2013 09:00	30/05/2013 09:00	17
2.6 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 COLUMNAS DESDE NIVEL DE ENTREPISO 3 HASTA NIVEL DE ENTREPISO 4	6 días	27/06/2013 09:00	04/07/2013 09:00	18
2.7 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 COLUMNAS DESDE NIVEL DE ENTREPISO 4 HASTA NIVEL DE TERRAZA	4 días	01/08/2013 09:00	06/08/2013 09:00	19
2.8 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 VIGAS AEREAS ENTREPISO 1	8 días	25/03/2013 09:00	03/04/2013 09:00	6
2.9 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 VIGAS AEREAS ENTREPISO 2	8 días	30/04/2013 09:00	09/05/2013 09:00	7
2.10 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 VIGAS AEREAS ENTREPISO 3	8 días	04/06/2013 09:00	13/06/2013 09:00	8
2.11 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 VIGAS AEREAS ENTREPISO 4	8 días	09/07/2013 09:00	18/07/2013 09:00	9
2.8 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 VIGAS AEREAS ENTREPISO TERRAZA	7 días	10/08/2013 09:00	19/08/2013 09:00	10

14.0 MEMORIA TIPO PRESUPUESTO-COSTOS DIRECTOS + COSTOS ADMINISTRATIVOS

PRESUPUESTO DE OBRA SISTEMA PLACA EN LAMINA COLABORANTE				
ITEM	UND	V.R UNIT.	CANT	V.R TOTAL.
1.0 CONCRETOS				
1.1 CONCRETO DE 3000 PSI PARA ZAPATAS	M3	\$ 506,270.00	54.54	\$ 27,611,965.80
1.2 CONCRETO DE 3000 PSI PARA VIGAS DE CIMENTACION	M3	\$ 506,270.00	12.81	\$ 6,487,546.29
1.3 CONCRETO DE 3000 PSI PARA COLUMNAS HASTA NIVEL DE ENTREPISO 1	M3	\$ 506,270.00	69.21	\$ 35,038,946.70
1.6 CONCRETO DE 3000 PSI VIGAS AEREAS ENTREPISO 1	M3	\$ 506,270.00	96.33	\$ 48,768,989.10
1.9 PLACA EN CONCRETO ENTREPISO 1 DE 3000 PSI (INCLUYE ESTR. SOPORTE Y REFUERZO)	M2	\$ 216,935.00	1424	\$ 308,915,440.00
2.0 ACERO DE REFUERZO				
2.1 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 ZAPATAS	KG	\$ 4,222.00	1569.72	\$ 6,627,378.11
2.2 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 VIGAS DE CIMENTACION	KG	\$ 4,222.00	4749.22	\$ 20,051,185.73
2.3 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 COLUMNAS HASTA NIVEL DE ENTREPISO 1	KG	\$ 4,222.00	12605.46	\$ 53,220,241.99
2.6 ACERO DE REFUERZO PDR - 60 VIGAS AEREAS ENTREPISO 1	KG	\$ 4,222.00	15181.04	\$ 64,094,350.88
TOTAL COSTO DIRECTO				\$ 570,816,044.59
TOTAL COSTO ADMINISTRACION				\$ 32,286,666.67
TOTAL COSTO OBRA				\$ 603,102,711.26