



UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS Y RENDIMIENTO ENTRE
LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE UNA LOSA NERVADA Y LOSA
STEEL DECK**

Autor:

AQUINO SOLANO HOLGER JAVIER

La Libertad, Ecuador

2020

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS Y RENDIMIENTOS ENTRE
LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE UNA LOSA NERVADA Y LOSA
STEEL DECK”

TRABAJO PRÁCTICO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

AQUINO SOLANO HOLGER JAVIER

Tutor:

ING. RAUL VILLOO VERA M.SC.

La Libertad, Ecuador

2020

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación del proyecto de investigación “**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS Y RENDIMIENTOS ENTRE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE UNA LOSA NERVADA Y LOSA STEEL DECK.**” elaborado por el Sr. Holger Javier Aquino Solano, egresado de la carrera de Ingeniería Civil, facultad de Ciencias de la Ingeniería en la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, lo apruebo en su totalidad, revisión que se la realizó en 5 horas de tutorías en el primer ciclo y 5 horas de tutoría en el segundo ciclo.



Ing. Raúl Andrés Villao Vera, Msc.
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

YO, AQUINO SOLANO HOLGER JAVIER

DECLARO QUE:

El trabajo integrador de grado denominado “**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS Y RENDIMIENTOS ENTRE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE UNA LOSA NERVADA Y LOSA STEEL DECK**”, ha sido desarrollada con base en una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las referencias que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo práctico de grado en mención.



AQUINO SOLANO JAVIER
AUTOR

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi madre por su constante apoyo y motivación, a mi padre y hermano mayor que además de su apoyo incondicional representan y reflejan para mí la experiencia y la meta a la cual aspiro no sólo llegar sino también superar, también a mis hermanos y amigos que siempre mostraron hacia a mi persona ánimos y aliento a seguir hacia adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ayudarme a mantener el camino correcto y permitirme luchar día a día con el objetivo de alcanzar mis metas, agradezco a mi madre por su paciencia y constante fe hacia a mí, agradecimiento especial a mi hermano mayor y padre por su confianza y apoyo incondicional quienes nunca dejaron de creer en mí, finalmente agradecer a todos quienes han sido parte de mi desarrollo y dieron sus muestras de apoyo en el transcurso de mi carrera académica.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	I
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	VIII
RESUMEN EJECUTIVO	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN.....	1
UNIDAD I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
UNIDAD II.....	5
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
UNIDAD III	7
DESARROLLO DEL TEMA.....	7
3.1. Análisis estructural	7
3.1.1. Dimensiones de la losa	7
3.1.1. Cargas de diseño.....	8
3.1.2. Sección en los Deck.....	9
3.1.3. Parámetros de materiales	9
3.1.4. Análisis de masas participativas para los modos de vibración.....	10

4.1. Principales modos de vibración en las direcciones traslacionales “X”, “Y” y rotacional” Z”	10
3.1.5. Espectros de diseño	12
3.1.6. Carga sismo reactiva.....	13
3.1.7. Cortante basal de diseño	14
3.1.8. Cortante basal dinámico	14
3.1.9. Combinaciones de carga.....	16
3.1.10. Esfuerzos en los elementos	16
3.1.11. Elementos usados en el sistema de losa Deck	17
3.1.12. Esfuerzos sufridos por los elementos conformantes de la losa.....	17
3.1.13. Diseño de planos estructurales de losa Deck	18
3.2. Diseño para losa convencional de hormigón	18
3.2.1. Secciones usadas para modelado de losa convencional	18
3.2.2. Parámetros de materiales	19
3.2.3. Cargas sísmicas reactivas	19
3.2.4. Cortante basal de diseño	19
3.2.5. Cortante basal dinámico	20
3.2.6. Combinaciones de carga.....	21
3.2.7. Esfuerzos en los elementos producto del análisis.....	21
3.2.8. Planos estructurales para losa convencional.....	23
3.3. Análisis y comparación de resultados.....	23
3.4. Análisis de precios unitarios (APU)	24
3.5. Presupuesto de los sistemas constructivos.....	24
3.5.1. Presupuesto losa de hormigón convencional.....	24
3.5.2. Presupuesto losa Deck	24
3.5.3. Comparación de costos por m ² de los sistemas constructivos	25
CONCLUSIONES.....	26

RECOMENDACIONES	27
BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXOS	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cargas de diseño.....	8
Tabla 2: Análisis de información de porcentaje de masa participativa	10
Tabla 3: Modos de vibración	10
Tabla 4: Carga sismo reactiva	13
Tabla 5: Resumen de pesos de los elementos.....	13
Tabla 6: Cargas en las estructura.....	13
Tabla 7: Cortante dinámico	15
Tabla 8: Comparación de cortante dinámico y estático.....	15
Tabla 9: Cortante dinámico de diseño	15
Tabla 10: Cargas sísmicas reactivas en diseño losa convencional	19
Tabla 11: Cortante dinámico de losa convencional.....	20
Tabla 12: Comparación de cortante estático y dinámico en losa convencional	21
Tabla 13: Presupuesto para losa de hormigón convencional.....	24
Tabla 14: Presupuesto para losa Steel deck.....	24
Tabla 15: Comparación de precios entre los sistemas constructivos.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diseño arquitectónico de vivienda unifamiliar	8
Figura 2: Parámetros de materiales ingresados de hormigón y acero	9
Figura 3: Espectro de diseño	12
Figura 4: Elementos utilizados y esfuerzos en el material	17
Figura 5: Elementos utilizados para la losa deck	17
Figura 6: Planos estructurales de losa deck	18
Figura 7: Parámetros de hormigón y acero.....	19
Figura 8: Combinaciones de carga utilizada en el modelado	21
Figura 9: Esfuerzos en los elementos de estructura convencional	22
Figura 10: Elementos a utilizados en losa convencional.....	22
Figura 11: Cuantía de acero.....	23
Figura 12: Comparación de precios entre sistemas constructivos.....	25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Rubro acero de refuerzo para losa $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	29
Anexo 2: Rubro malla electro soldada	29
Anexo 3: Rubro Placa colaborante	30
Anexo 4: Rubro perfiles estructurales y pintura anticorrosiva.....	30
Anexo 5: Rubro hormigón para losa $f'_c=240\text{kg/cm}^2$	31
Anexo 6: Rubro hormigón para vigas $f'_c=240\text{kg/cm}^2$	32

RESUMEN EJECUTIVO

Actualmente para la construcción de viviendas residenciales no se cuenta con una información comparativa adecuada entre los sistemas constructivos de una losa alivianada nervada de hormigón armado y una losa Steel Deck. Esta información será de gran ayuda al momento de tomar una decisión sobre qué tipo de sistema elegir al momento de construir una vivienda.

Se realiza un estudio técnico – económico entre estos dos sistemas constructivos que surge a partir de planos arquitectónicos de una vivienda residencial de tipo familiar proyectada en la ciudad de La Libertad, la misma que es analizada en el software SAP2000 para el diseño de losa Steel Deck y analizada en el software ETABS para su respectivo diseño en hormigón. Estos softwares nos permitieron realizar el análisis y diseño estructural obteniendo esfuerzos en los elementos y cuantías de acero requeridas para el estado de carga más crítico, posterior a esto se realiza los respectivos planos estructurales estableciendo las secciones usadas para cada sistema, se concluyó que el sistema más económico es el convencional de hormigón armado para este tipo de construcción residencial pero con un tiempo de construcción más prolongado, el sistema de losa Deck es idóneo en construcciones que requieren un corto tiempo de construcción como centros comerciales y que generalmente tienen luces muy grandes entre columnas.

Palabras Clave: *losa, steel deck, losa nervada, vivienda.*

ABSTRACT

Currently, for the construction of residential homes, there is no adequate comparative information between the construction systems of a ribbed reinforced concrete slab and a Steel Deck slab. This information will be of great help when making a decision about what type of system to choose when building a home.

A technical-economic study is carried out between these two construction systems that arises from architectural plans of a family-type residential house projected in the city of La Libertad, which is analyzed in the SAP2000 software for the design of the Steel Deck slab. and analyzed in the ETABS software for its respective concrete design. These softwares allowed us to carry out the analysis and structural design, obtaining forces in the elements and amounts of steel required for the most critical load state, after which the respective structural plans are made establishing the sections used for each system, it was concluded that the system More economical is the conventional reinforced concrete for this type of residential construction but with a longer construction time, the Deck slab system is ideal in constructions that require a short construction time such as shopping centers and that generally have very large spans between columns.

Keywords: *slab, steel deck, ribbed slab, dwelling.*

INTRODUCCIÓN

Para la construcción de una vivienda, es necesario elegir adecuadamente el sistema constructivo a utilizar, esta dependerá de las necesidades y economía del interesado. Es importante mencionar que con el pasar de los años, la tecnología y las técnicas de construcción evolucionan, y con ello desarrollan nuevos sistemas de construcción que ayudan a optimizar recursos, ahorrar tiempo y dinero.

Actualmente cuando los interesados proyectan una obra civil existe la incertidumbre sobre qué sistema constructivo elegir porque no cuentan con una información comparativa adecuada, que ayude a tomar la mejor decisión.

Por lo mencionado, este trabajo tiene como objetivo fundamental el análisis comparativo técnico-económico del sistema constructivo convencional de losa nervada de hormigón armado y el sistema constructivo de losa Steel Deck. Por medio de softwares de análisis estructural SAP2000 y ETABS, se realizará el modelamiento de los sistemas estructurales, mencionados, con el fin de determinar ventajas y desventajas técnicas, para realizar los planos estructurales y el diseño sísmo resistente.

Por medio del diseño estructural se elaboran los respectivos planos estructurales de losa y se precede a la determinación de secciones de materiales según especificaciones y cantidad de material a utilizar en su construcción, para así continuar con el análisis de precio unitario (APU) que nos proporcionará un presupuesto y conocer el costo de cada sistema constructivo.

En este estudio se desarrollará un análisis comparativo de ambos sistemas constructivos que permitirán poner a disposición de los clientes una información que ayude a tomar decisiones acertadas al momento de invertir en su vivienda.

UNIDAD I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En la industria de la construcción, gracias a los avances tecnológicos frecuentemente se presentan nuevos materiales para sistemas constructivos, con varias ventajas como: reducción del peso de la estructura, fácil manipulación, menores costos de producción y reducción del tiempo de construcción.

En la actualidad existe información que está al alcance de todos, pero los estudios existentes no permiten identificar con facilidad cual sería la mejor opción de construcción ya que cada proyecto depende de factores propios del mismo. Normalmente, las viviendas existentes en Santa Elena constan de un sistema estructural de pórticos resistentes a momentos con sus respectivos elementos conformantes como: vigas, columnas y losas. En lo mencionado, las losas pueden ser de hormigón armado o de Steel Deck. (Arana Luzcando, 2015)

Las losas de hormigón armado son construidas monolíticamente, y a manera de aligerar se colocan elementos (bloques livianos) que permiten crear grandes vacíos en la misma, el peso de éstos y de la carga viva y muerta sobre la losa es cargada por los nervios en una o dos direcciones que se encuentran confinados por los bloques y éstos distribuyen la carga a los elementos estructurales del sistema. Por otro lado, la losa Steel Deck se construye con nervios de secciones metálicas en una dirección que distribuyen la carga a las vigas metálicas, este sistema cuenta con conectores de corte, malla de temperatura, y varillas de acero.

El desconocimiento sobre las ventajas y desventajas de estos sistemas constructivos, puede dar lugar a desperdicio de materiales y tiempo, y esto repercute al costo total de proyecto.

Por lo expuesto, si se proporcionara un análisis de los sistemas constructivos, los interesados podrían tomar una decisión más acertada acorde a sus necesidades. El presente estudio pretende establecer el óptimo sistema constructivo entre losas nervadas de hormigón armado y losas Steel Deck para luces estándar en una construcción de una vivienda, mediante un análisis estructural y económico utilizando varias alternativas.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar un análisis comparativo de costos y rendimientos entre los sistemas constructivos de losa nervada de hormigón armado y losa Steel Deck en una construcción de vivienda unifamiliar.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Revisar información técnica de los sistemas constructivos de losa nervada de hormigón armado y losa Steel Deck.
- Realizar el diseño estructural de ambos sistemas constructivos mediante software especializado, para determinar la cuantía de acero y comprobar si las estructuras son sismos resistentes.
- Obtener mediante análisis de precios unitarios el presupuesto de construcción para los dos sistemas constructivos.
- Determinar el sistema más conveniente mediante un análisis de costo, tiempo y seguridad.

1.3. Justificación del problema

Es importante comprender o construir los diferentes métodos de las viviendas unifamiliares para elegir la mejor opción. Debido a que depende de la ubicación a construir, esto afectará la tecnología de la construcción, porque los parámetros a considerar varían según el área donde se ubica la construcción. (Arana Luzcando, 2015)

De igual forma, luego de un estudio comparativo de sistemas constructivos convencionales y losas Deck, se determinará el costo, materiales, tiempo dedicado a la construcción, ventajas y desventajas, y se brindará información a los clientes para que puedan realizarlos de acuerdo a su economía y necesidades. (Arana Luzcando, 2015)

Por lo tanto, esta investigación está dirigida para los interesados, que al momento de construir una vivienda unifamiliar deben tomar una decisión sobre que método constructivo utilizar, para lo cual deben conocer de forma específica y detallada los diferentes procesos constructivos, para elegir el mejor y el que esté al alcance económico. Para ello es necesario tablas comparativas técnico-económicas de estos métodos.

UNIDAD II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Hormigón armado

El hormigón es una mezcla de áridos, cementante, aditivos, y agua, la mezcla fraguada se convierte en una conglomeración isotrópica con alta resistencia a la compresión aprovechándose en elementos estructurales como columnas, y poca resistencia a la tensión pero usándose en elementos como la vigas pero con la implementación del acero de refuerzo para que contribuya al hormigón a resistir los esfuerzos a tensión en conjunto con barras corrugadas de acero para tener una adherencia entre los dos materiales, a la combinación de los dos materiales se le denomina hormigón armado o también concreto reforzado. (NEC-SE-HM, 2015)

El hormigón es uno de los materiales de construcción más útil y de mayor importancia por ser relativamente fácil de moldear con la forma que se requiera en cualquier proyecto constructivo. (Córdova Reyes, 2014)

Los parámetros del hormigón que se toman en consideración para diseño son:

- Resistencia a la compresión mínima ($F'c$): 21 MPa.
- Módulo de Elasticidad (E_c): $1.15 * \sqrt[3]{E_a} * \sqrt{f'c}$ (en función del módulo de elasticidad del agregado) o $4.7 * \sqrt{f'c}$ (depende de la resistencia del hormigón).
- Calidad del concreto: resistencia a factores ambientales, consistencia y manejabilidad. (NEC-SE-HM, 2015)

Los parámetros del acero de refuerzo que se toman en consideración para diseño son:

- Módulo de elasticidad del acero de refuerzo y el acero estructural: 200000 MPa
- Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo (F_y)
- Resistencia efectiva a la fluencia del refuerzo ($F'ye$)
- Resistencia especificada la fluencia del refuerzo transversal ($F'yt$)

2.2. Acero estructural

En la industria de la construcción el acero es el material más usado en elementos estructurales debido a las propiedades mecánicas que presenta y que actualmente es muy versátil en su fabricación ya que existen de diferentes tipos y formas que siguen la línea de las normas que rigen su fabricación.

El acero estructural es una aleación de 98% de hierro, menos del 1% de carbono, y minúsculas cantidades de otros materiales que le brindan competentes propiedades de resistencia, soldabilidad, entre otras.

Lo que más sobresale del acero con respecto a otros materiales es su alta resistencia a esfuerzos y su buena ductilidad para poder deformarse antes de llegar a la falla. (NEC-SE-AC, 2015)

Los parámetros del acero que se toman en consideración para diseño son:

- Módulo de Elasticidad (Arana Luzcando; Córdova Reyes; de la Construcción; NEC-SE-AC; NEC-SE-HM; NEC-SE-VIVIENDA): 200000 MPa.
- Módulo de Poisson (μ): Rango elástico 0.3, rango inelástico 0.5.
- Módulo de cortante (Arana Luzcando; Córdova Reyes): $\frac{E}{2(1+\mu)}$
- Punto de fluencia (F_y) y resistencia última (F_u).
- Deformación unitaria (ϵ): $\frac{\Delta l}{l}$
- Módulo de elasticidad a cortante (τ): $G * \gamma$

UNIDAD III

DESARROLLO DEL TEMA

Para el análisis de lo propuesto se hace uso del software estructural SAP2000 para la losa Steel Deck, puesto que este permite analizar estructuras de acero de secciones pequeñas de perfiles conformados en frío regidos a la norma NTE INEN 1623 (2009) y diseñados bajo el método LRFD siguiendo las especificaciones del Instituto Americano del Hierro y del Acero 2001 (AISI).

Para el diseño de losa de hormigón se utilizó el software ETABS, ya que facilita el análisis de estructuras de hormigón armado siguiendo las especificaciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015) con Requisitos para Concreto Estructural ACI (318S-14), se modela toda la estructura, solo se analiza la losa siguiendo los procedimientos y requisitos descritos en la NEC-SE-DS en lo que respecta a cargas, este software permite la modelación de los diferentes elementos involucrados en un sistema estructural, como columnas, vigas, nervios, etc. Así mismo nos facilita la colocación de cargas y análisis de resultados de los esfuerzos que sufren los elementos ante las diferentes formas de carga a la que va a estar expuesta la estructura durante su vida útil.

El estudio comprende el análisis y diseño de una losa en una dirección ubicada en una estructura de dos plantas cuyo uso será destinado a una vivienda unifamiliar de interés social.

Se proyecta comprender su comportamiento sísmico mediante la metodología de diseño basado en fuerzas (DBF) y determinar las secciones de sus elementos estructurales de tipo losa alivianada de hormigón armado y también de tipo Steel Deck. Posterior a esto se procede a la elaboración de planos estructurales, cuantificación de materiales y tiempos de construcción para la realización de los rubros para cada tipo de losa ya mencionada. (Córdova Reyes, 2014).

3.1. Análisis estructural

3.1.1. Dimensiones de la losa

El área de la Losa en análisis será de 66.3 m² y cuyas secciones se muestran en los gráficos posteriores en detalle, además ésta será nervada en una dirección por poseer vanos rectangulares.

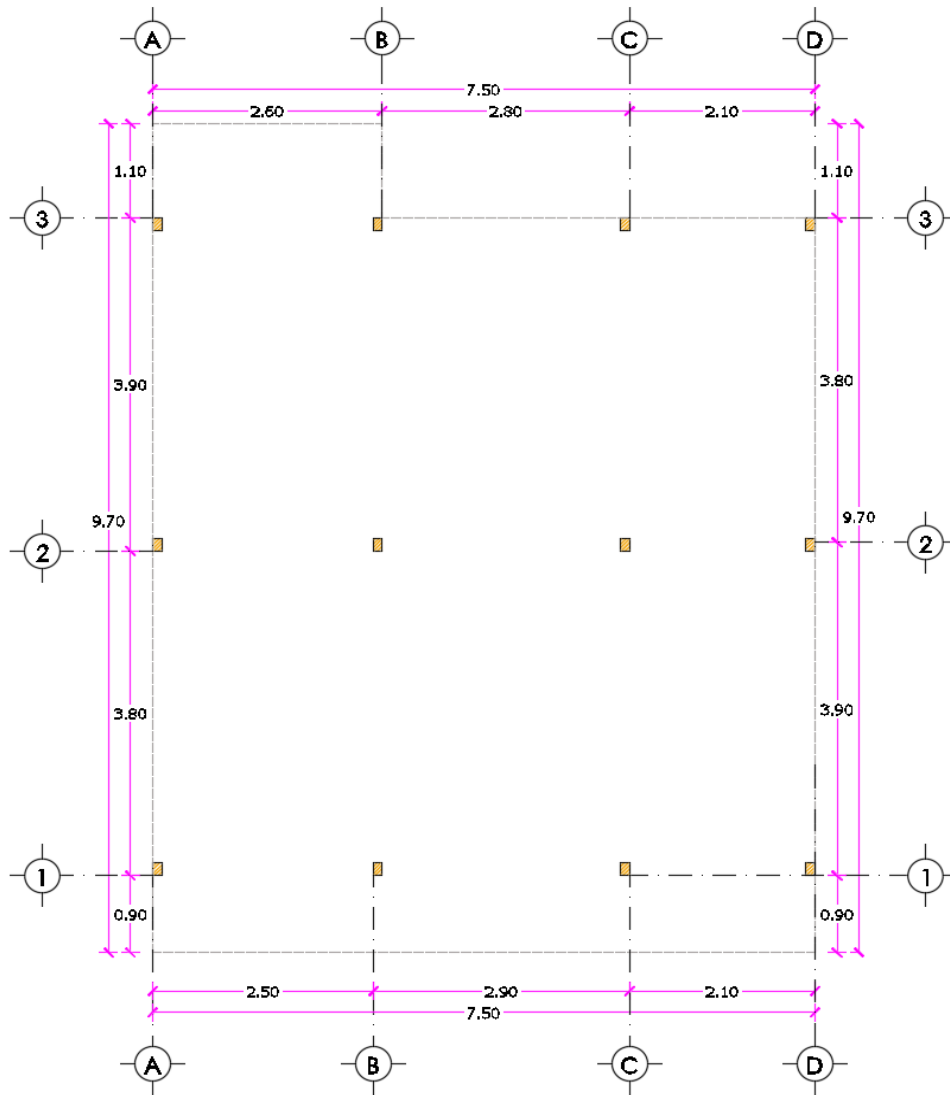


Figura 1: Diseño arquitectónico de vivienda unifamiliar

Fuente: AutoCAD

Elaborado por: Holger Aquino

3.1.1. Cargas de diseño

Tabla 1: Cargas de diseño

Cargas de Diseño		Unidades
Carga Viva de piso	0,20	Ton/m ²
Carga muerta sobreimpuesta de piso	0,30	Ton/m ²
Carga de acabado e instalaciones	0,08	Ton/m ²
Carga Viva de cubierta	0,07	Ton/m ²
Carga Muerta de acabado e instalaciones de cubierta	0,03	Ton/m ²

Fuente: NEC-SE-DS

Elaborado por: Holger Aquino

3.1.2. Sección en los Deck

- Columnas: **15 cm x 10 cm x 3 mm**
- Vigas Cargadoras: **15 cm x 10 cm x 3 mm**
- Vigas no cargadoras: **15 cm x 10 cm x 3 mm**
- Nervios: **10 cm x 10 cm x 3 mm**

3.1.3. Parámetros de materiales

The image displays two side-by-side screenshots of the 'Material Property Data' dialog box in SAP2000. The left window is for a steel material (A36) and the right window is for a concrete material (FC=210).

Property	Steel (A36)	Concrete (FC=210)
Material Name and Display Color	A36	FC=210
Material Type	Steel	Concrete
Material Grade	Grade 36	Fc 4000 psi
Weight per Unit Volume	7.849	2.4028
Mass per Unit Volume	0.8004	0.245
Modulus Of Elasticity, E	20389019	2534563.5
Poisson, U	0.3	0.2
Coefficient Of Thermal Expansion, A	1.170E-05	9.900E-06
Shear Modulus, G	7841930	1056068.1
Minimum Yield Stress, Fy	25492.9	-
Minimum Tensile Stress, Fu	40778.04	-
Expected Yield Stress, Fye	37965.76	-
Expected Tensile Stress, Fue	44855.84	-
Specified Concrete Compressive Strength, Fc	-	2100
Expected Concrete Compressive Strength	-	2100

Figura 2: Parámetros de materiales ingresados de hormigón y acero

Fuente: Sap2000

Elaborado por: Holger Aquino

3.1.4. Análisis de masas participativas para los modos de vibración.

Para la estructura se obtiene como resultado la siguiente información modal dinámica:

- Periodos y frecuencia de vibración para cada modo.
- Cantidad de carga participativa sobre cada modo.
- Cantidad de masas participativas sobre cada modo.

Se analiza específicamente información relativa a los porcentajes de masas participativas y la cantidad de masa total analizada relativa al 100% de las masas que hacen parte del sistema estructural modelado en el software.

Tabla 2: Análisis de información de porcentaje de masa participativa

Case	Mode	Period sec	UX	UY	Sum UX	Sum UY	RZ	Sum RZ
Modal	1	0.358	93%	0%	93%	0%	6%	6%
Modal	2	0.32	0%	97%	94%	97%	2%	9%
Modal	3	0.302	6%	2%	100%	100%	91%	100%
Modal	4	0.112	0%	0%	100%	100%	0%	100%
Modal	5	0.081	0%	0%	100%	100%	0%	100%
Modal	6	0.077	0%	0%	100%	100%	0%	100%
Modal	7	0.072	0%	0%	100%	100%	0%	100%
Modal	8	0.063	0%	0%	100%	100%	0%	100%
Modal	9	0.058	0%	0%	100%	100%	0%	100%
Modal	10	0.057	0%	0%	100%	100%	0%	100%
Modal	11	0.054	0%	0%	100%	100%	0%	100%
Modal	12	0.049	0%	0%	100%	100%	0%	100%

Fuente: Sap2000

Elaborado por: Holger Aquino

Se constata que los modos de vibración son los suficientes para asegurar el 100% de participación de las masas modales acumuladas en la estructura para cada dirección “X,Y”

4.1.Principales modos de vibración en las direcciones traslacionales “X”, “Y” y rotacional” Z”.

Tabla 3: Modos de vibración

Traslación X		
Modo	Periodo (Seg)	% de masa participativa en el eje X
1	0.358	93%

Traslación Y		
Modo	Periodo (Seg)	% de masa participativa en el eje X
2	0.32	97%

Rotación Z		
Modo	Periodo (Seg)	% de masa participativa en el eje X
3	0.302	91%

Fuente: Sap2000

Elaborado por: Holger Aquino

El periodo fundamental es de 0.32 segundos, siendo el más rígido de la estructura encontrándose en el eje “Y” con el mayor porcentaje de masas participativas.

Se elige el Valor S_a de acuerdo con las condicionantes establecidos por NEC-SE-PELIGRO SÍSMICO.

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

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

$$T_c = 0.55 * F_s \left(\frac{F_d}{F_a} \right)$$

$$T_c = 0.55 * 1.23 * \left(\frac{1.06}{1.18} \right)$$

$$T_c = 0.6077$$

$$0 \leq 0.32 \leq 0.6077$$

Establecemos la primera ecuación para el cálculo de S_a

3.1.5. Espectros de diseño

T	Sa
0	0.133
0.1	0.133
0.2	0.133
0.3	0.133
0.4	0.133
0.5	0.133
0.6	0.133
0.7	0.115
0.8	0.101
0.9	0.090
1	0.081
1.1	0.073
1.2	0.067
1.3	0.062
1.4	0.058
1.5	0.054
1.6	0.050
1.7	0.047
1.8	0.045
1.9	0.042
2	0.040
2.1	0.038
2.2	0.037
2.3	0.035
2.4	0.034
2.5	0.032
2.6	0.031
2.7	0.030
2.8	0.029
2.9	0.028
3	0.027
3.1	0.026
3.2	0.025
3.3	0.024
3.4	0.024
3.5	0.023
3.6	0.022
3.7	0.022
3.8	0.021
3.9	0.021
4	0.020
4.1	0.020
4.2	0.019
4.3	0.019
4.4	0.018
4.5	0.018
4.6	0.018
4.7	0.017
4.8	0.017
4.9	0.016
5	0.016

Parámetros de espectro:

Sitio y zona seleccionada para el cálculo de V y PGA: Santa Elena

Suelo: C

R: 8

$$S_a = \frac{\eta Z F_a}{R}$$

η : 1.8 (Provincia de Santa Elena)

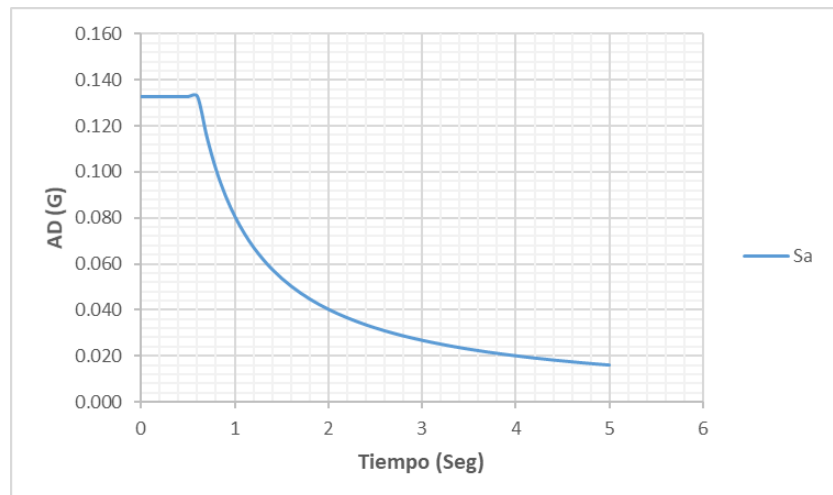
Z : 0.5 (Zona sísmica VI)

F_a : 1.18 (Suelo tipo C)

$$S_a = \frac{\eta Z F_a}{R}$$

$$S_a = \frac{(1.8)(0.5)(1.18)}{8}$$

$$S_a = 0.13275$$



*Figura 3: Espectro de diseño
Fuente: Espectro de diseño
Elaborado por: Holger Aquino*

3.1.6. Carga sismo reactiva

Se toma en consideración el 100% de la carga muerta de la estructura más el 25% de carga viva al tratarse de una edificación común, utilizamos las reacciones en la base proporcionadas por SAP2000.

Tabla 4: Carga sismo reactiva

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf
DEAD	LinStatic	-1.406E-15	3.99E-14	21.3163
LIVE	LinStatic	4.436E-16	2.531E-14	19.28
SCP	LinStatic	-3.28E-16	2.854E-14	17.0068

Fuente: Sap2000

Elaborado por: Holger Aquino

El programa nos da un total de carga viva de **19.28Tonf** y un total de carga muerta de **38.32 Tonf**. Para asegurarnos de que nuestro modelo matemático dentro del software esta correcto procedemos a calcular los pesos de los elementos usados en nuestro modelo y las distintas cargas aplicadas en el mismo para comparar con los resultados arrojados en el programa.

Tabla 5: Resumen de pesos de los elementos

PESO TOTAL DE COLUMNAS PLANTA BAJA	0.3946
PESO TOTAL DE COLUMNAS SOBRE PRIMER PISO	0.3325
PESO TOTAL DE VIGAS DE LOSA	0.8377
PESO TOTAL DE VIGAS DE CUBIERTA	0.4664
PESO TOTAL DE NERVIOS DE LOSA	0.3922
PESO TOTAL DE TECHO	2.2615
PESO TOTAL DE LOSA DECK	15.073
SOBREIMPUESTA DE PISO	16.391
CARGA MUERTA TOTAL	36.149

Fuente: Sap2000

Elaborado por: Holger Aquino

Tabla 6: Cargas en la estructura

CARGA VIVA DE TECHO	5.0995
CARGA VIVA DE PISO	14.57
CARGA VIVA TOTAL	19.67

Fuente: Sap2000

Elaborado por: Holger Aquino

Escogemos los valores que nos proporciona el software para el cálculo de la carga sísmica reactiva.

$$W = D + 0.25L$$

$$(38.32 \text{ Tonf}) + (0.25 * 19.28 \text{ Tonf}) = 43.14 \text{ Tonf}$$

3.1.7. Cortante basal de diseño

Una vez establecido el coeficiente de respuesta sísmica y la carga sísmica reactiva se obtiene el valor del cortante basal estático.

$$I = 1$$

$$\phi_p \phi_E = 1$$

$$C_s = \frac{I S_a(T_a)}{R \phi_p \phi_E}$$

$$C_s = 0.13275$$

$$V = C_s W \quad (\text{Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures ASCE/SEI 7-16, 2017})$$

$$V = (0.13275) (43.14) = 5.73 \text{ Tonf}$$

3.1.8. Cortante basal dinámico

Como lo estipula la NEC, el cortante basal dinámico para estructuras regulares debe ser mayor a 0.85 del cortante basal estático para cualquier fuerza sísmica horizontal.

$$V_d \geq 0.85 V$$

$$V_d \geq (0.85) (5.73 \text{ Tonf})$$

$$V_d \geq 4.86 \text{ Tonf}$$

Asistido por el programa obtenemos el cortante dinámico para cada dirección del sismo

Tabla 7: Cortante dinámico

TABLE: BASE REACTIONS				
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY
Text	Text	Text	Tonf	Tonf
SX_DISEÑO	Combination	Max	4.1785	0.1234
SX_DISEÑO	Combination	Min	-4.1785	-0.1234
SY_DISEÑO	Combination	Max	0.1234	5.1356
SY_DISEÑO	Combination	Min	-0.1234	-5.1356

Fuente: Sap2000

Elaborado por: Holger Aquino

Comparamos con el cortante estático ya obtenido con anterioridad.

Tabla 8: Comparación de cortante dinámico y estático losa steel deck

	Cortante Estático		Cortante Dinámico	Condición	Factor
SX_DISEÑO	4.86	>	4.17	Mayorar sismo	1.165
SY_DISEÑO	4.86	<	5.1356	Reducir sismo	0.947

Fuente: Sap2000

Elaborado por: Holger Aquino

Generamos nuevamente las fuerzas dinámicas del sismo.

Tabla 9: Cortante dinámico de diseño

TABLE: Base Reactions					
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf
SX_DISEÑO	Combination	Max	4.8679	0.1437	0.0011
SX_DISEÑO	Combination	Min	-4.8679	-0.1437	-0.0011
SY_DISEÑO	Combination	Max	0.1167	4.8634	0.008
SY_DISEÑO	Combination	Min	-0.1167	-4.8634	-0.008

Fuente: Sap2000

Elaborado por: Holger Aquino

Ahora tenemos la certeza de que los elementos que conforman la losa reciben correctamente los esfuerzos de las cargas vivas, muertas y sísmicas.

3.1.9. Combinaciones de carga

Se tomaron las combinaciones de cargas establecidas en NEC 2015

- **1.4D**
- **1.2D+1.6L**
- **1.2D+L+SX+0.3SY**
- **1.2D+L+SY+0.3SX**
- **0.9D+SX+0.3SY**
- **0.9D+SY+0.3SX**

3.1.10. Esfuerzos en los elementos

Sistema estructural compuesto por pórticos de acero estructural y losa Steel Deck laminado en frío

3.1.11. Elementos usados en el sistema de losa Deck

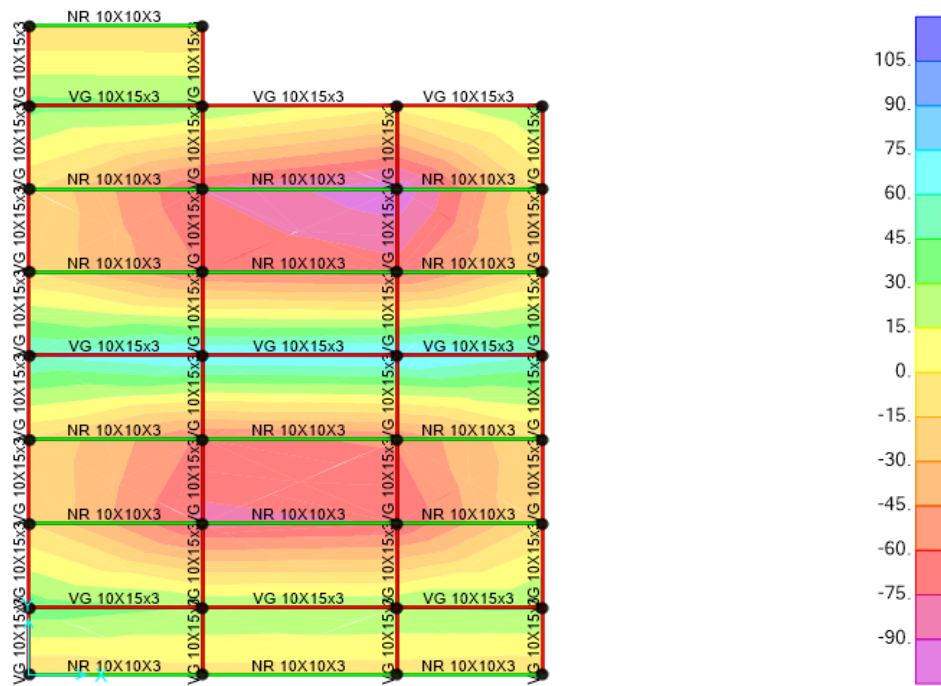


Figura 4: Elementos utilizados y esfuerzos en el material

Fuente: Sap2000

Elaborado por: Holger Aquino

3.1.12. Esfuerzos sufridos por los elementos conformantes de la losa

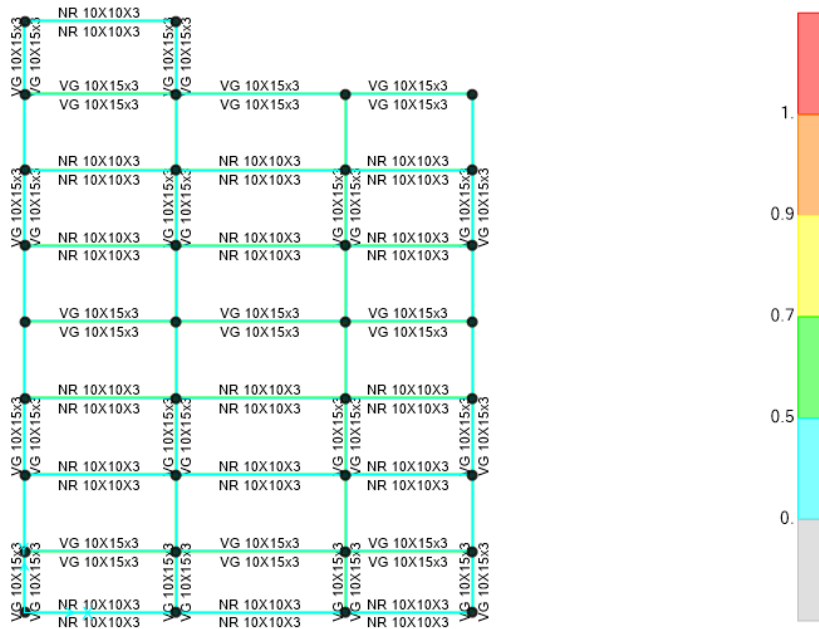


Figura 5: Elementos utilizados para la losa deck

Fuente: Sap2000

Elaborado por: Holger Aquino

3.1.13. Diseño de planos estructurales de losa Deck

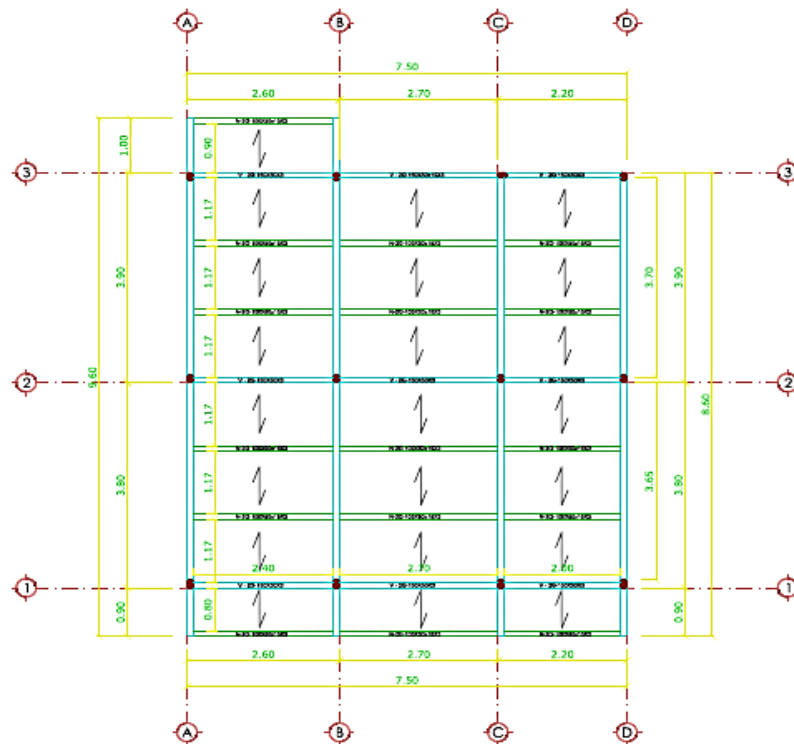


Figura 6: Planos estructurales de losa deck

Fuente: Sap2000

Elaborado por: Holger Aquino

3.2. Diseño para losa convencional de hormigón

3.2.1. Secciones usadas para modelado de losa convencional

- Columnas: **25 cm x 25 cm**
- Vigas Cargadoras: **25 cm x 30 cm**
- Vigas no cargadoras: **20 cm x 20 cm**
- Nervios: **10 cm x 20 cm**

3.2.2. Parámetros de materiales

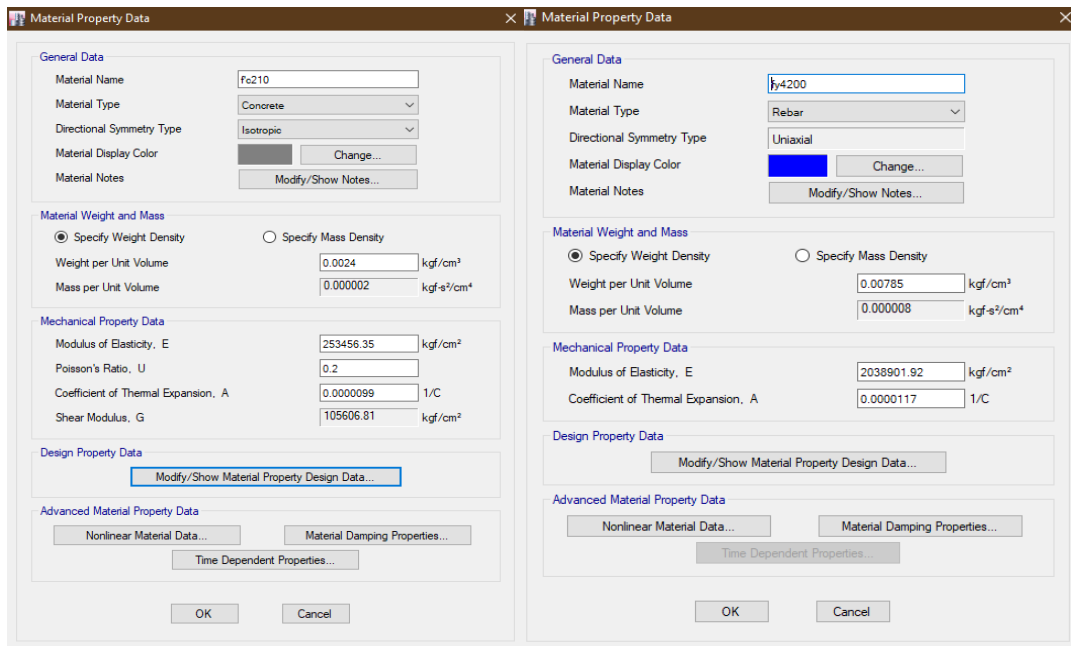


Figura 7: Parámetros de hormigón y acero
Fuente: Etabs
Elaborado por: Holger Aquino

3.2.3. Cargas sísmicas reactivas

Tabla 10: Cargas sísmicas reactivas en diseño losa convencional

Load Case/Combo	FX Tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
Dead	0	0	36.0806	166.5369	-132.1694	0
Live	0	0	19.018	87.1293	-69.2288	0
SCP	0	0	22.501	101.8985	-81.1997	0

Fuente: Etabs
Elaborado por: Holger Aquino

El programa nos genera un total de carga viva de **19.018 Tonf** y un total de carga muerta de **58.58 Tonf**.

$$W = D + 0.25L$$

$$(58.58 \text{ Tonf}) + (0.25 * 19.018 \text{ Tonf}) = 63.3345 \text{ Tonf}$$

3.2.4. Cortante basal de diseño

Una vez establecido el coeficiente de respuesta sísmica y la carga sísmica reactiva se obtiene el valor del cortante basal estático.

$$I = 1$$

$$\phi_p \phi_E = 1$$

$$C_s = \frac{IS_a(T_a)}{R\phi_p\phi_E}$$

$$C_s = 0.13275$$

$$V = C_s W \quad (\text{Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures ASCE/SEI 7-16, 2017})$$

$$V = (0.13275) (63.3345) = 8.40 \text{ Tonf}$$

3.2.5. Cortante basal dinámico

Como lo estipula la NEC, el cortante basal dinámico para estructuras regulares debe ser mayor a 0.85 del cortante basal estático para cualquier fuerza sísmica horizontal.

$$V_d \geq 0.85 V$$

$$V_d \geq (0.85) (8.40 \text{ Tonf})$$

$$V_d \geq 7.146 \text{ Tonf}$$

Cortante dinámico para cada dirección del sismo generado por ETABS

Tabla 11: Cortante dinámico de losa convencional

Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m
SX_DISEÑO Max	7.361	0.1231	0.0027	0.4793	28.2851	32.4122
SX_DISEÑO Min	-7.361	-0.1231	-0.0027	-0.4793	-28.2851	-32.4122
SY_DISEÑO Max	0.1231	7.1906	0.0294	27.8856	0.4751	24.4438
SY_DISEÑO Min	-0.1231	-7.1906	-0.0294	-27.8856	-0.4751	-24.4438

Fuente: Etabs

Elaborado por: Holger Aquino

Comparamos con el cortante estático ya obtenido con anterioridad.

Tabla 12: Comparación de cortante estático y dinámico en losa convencional

	Cortante Estático		Cortante Dinámico	Condición	Factor
SX_DISEÑO	7.146	>	7.361	Mayorar sismo	1.165
SY_DISEÑO	7.146	<	7.19	Reducir sismo	0.947

Fuente: Etabs

Elaborado por: Holger Aquino

El cortante basal dinámico es mayor al 0.85% del estático, por consecuente los esfuerzos tomados por los elementos conformantes de la losa están correctos.

3.2.6. Combinaciones de carga

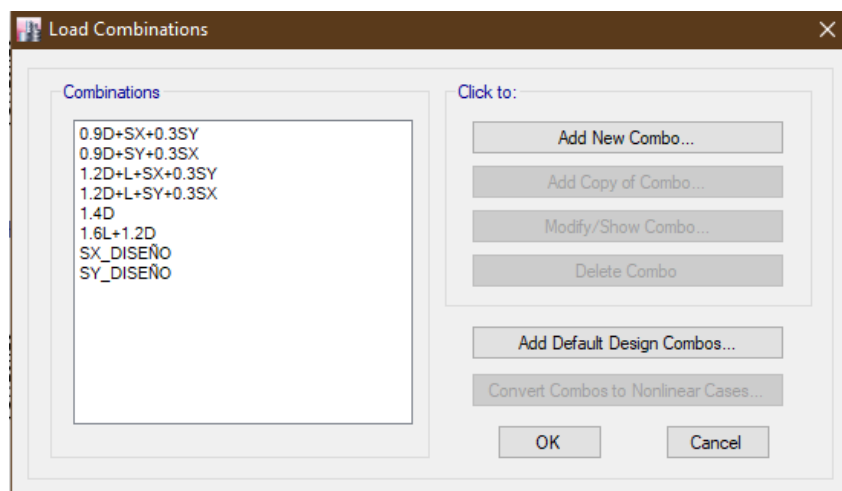


Figura 8: Combinaciones de carga utilizada en el modelado

Fuente: Etabs

Elaborado por: Holger Aquino

3.2.7. Esfuerzos en los elementos producto del análisis

Sistema estructural compuesto por pórticos de acero estructural y losa Steel Deck laminado en frío.

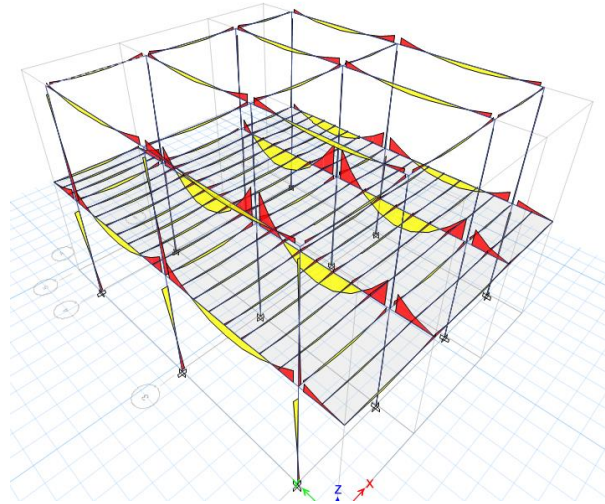


Figura 9: Esfuerzos en los elementos de estructura convencional
 Fuente: Etabs
 Elaborado por: Holger Aquino

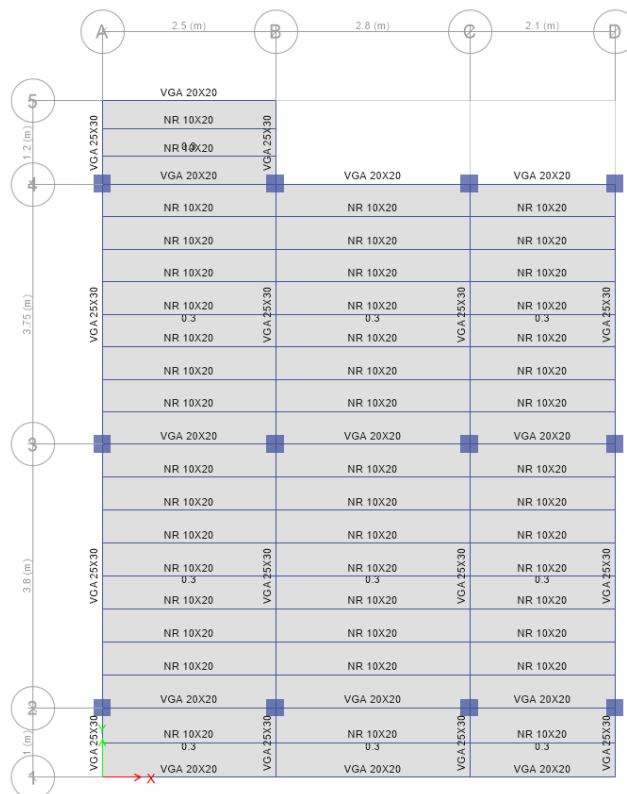


Figura 10: Elementos a utilizados en losa convencional
 Fuente: Etabs
 Elaborado por: Holger Aquino

3.2.8. Planos estructurales para losa convencional

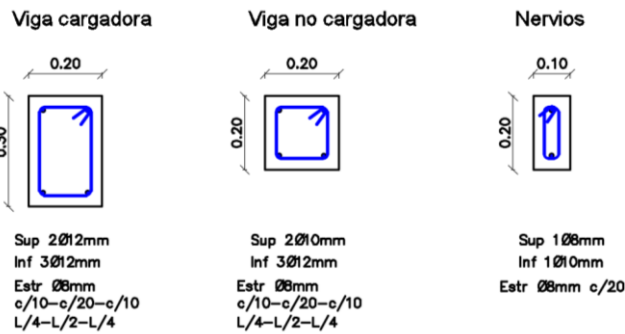
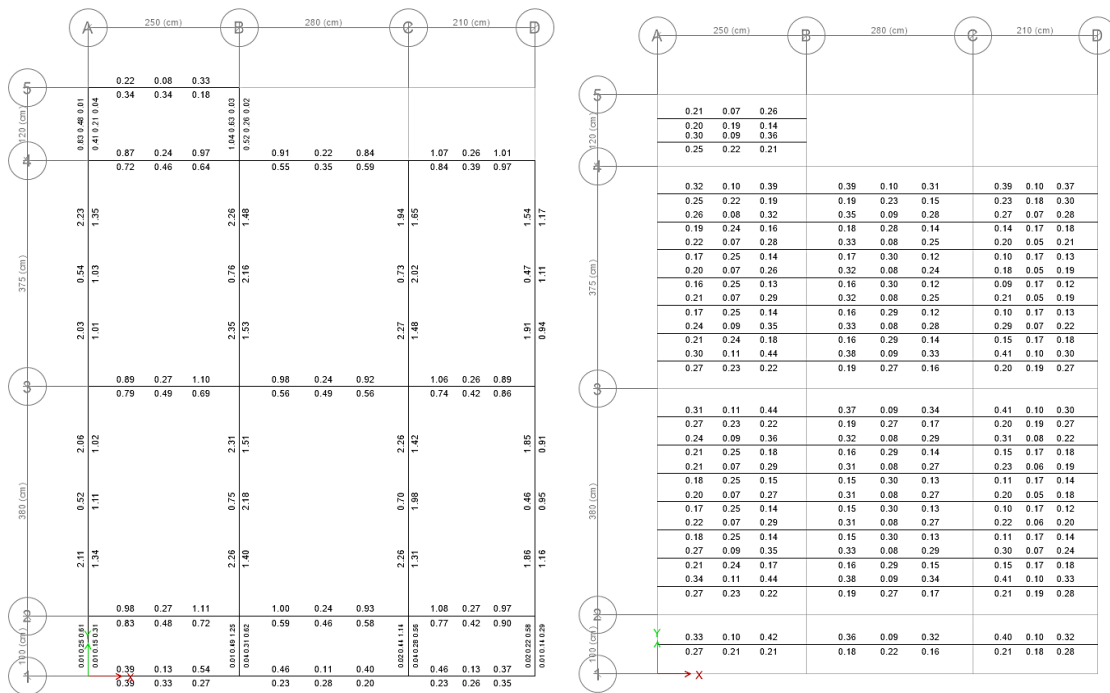


Figura 11: Cuantía de acero
Fuente: AutoCAD
Elaborado por: Holger Aquino

3.3. Análisis y comparación de resultados

Luego de haber realizado los análisis y el diseño estructural de la losa, con ayuda de los planos estructurales se obtiene las cantidades de materiales necesarios para los dos sistemas estructurales de losas.

Se realiza el cuadro de análisis por m2 de losa para los dos sistemas, en el cual no incluye las cantidades de materiales en columnas.

3.4. Análisis de precios unitarios (APU)

Se analizará todos los elementos que se utilizaron para la construcción de las losas, con el fin de obtener los precios por unidad de cada uno de ellos, los APU se detallaran en la parte de anexos.

3.5. Presupuesto de los sistemas constructivos

Luego de realizar los APU, se presenta un presupuesto general para los dos sistemas constructivos, con el fin de comprar los precios de losa por metro cuadrado.

3.5.1. Presupuesto losa de hormigón convencional

Tabla 13: Presupuesto para losa de hormigón convencional

LOSA HORMIGÓN				
Elemento	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Hormigón en viga $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	3,68	m3	167,18	616,32
Bloque artesanal (40x20x20)cm	750	u	0,50	375,00
Hormigón para losa $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	6,67	m3	173,31	1155,98
Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	664,34	kg	1,91	1268,89
Encofrado	67	m2	4,20	281,40
			Total	3697,59

Fuente: Holger Aquino
Elaborado por: Holger Aquino

3.5.2. Presupuesto losa Deck

Tabla 14: Presupuesto para losa Steel deck

LOSA STEEL DECK				
Elemento	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Total
Perfiles de acero	1084,14	kg	3,92	4249,83
Placa colaborante	66,3	U	21,65	1435,39
Hormigón para losa $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$	4,97	m3	173,31	861,34
Mallas electrosoldadas	66,3	kg	1,80	119,34
			Total	6665,90

Fuente: Holger Aquino
Elaborado por: Holger Aquino

3.5.3. Comparación de costos por m2 de los sistemas constructivos

Tabla 15: Comparación de precios entre los sistemas constructivos

SISTEMA CONSTRUCTIVO	ÁREA DE LOSA	COSTO TOTAL	COSTO POR M2
Losa de hormigón	66,30	3697.59	55.77
Losa Steel Deck	66,30	6665,90	100,54

Fuente: Holger Aquino
Elaborado por: Holger Aquino

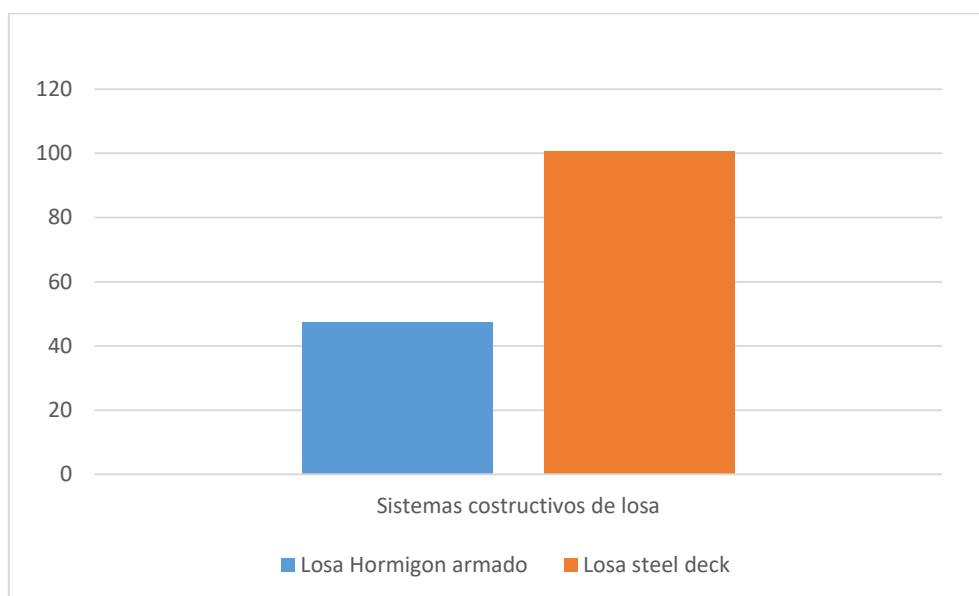


Figura 12: Comparación de precios entre sistemas constructivos

Fuente: Holger Aquino
Elaborado por: Holger Aquino

Un porcentaje considerable de personas considera que la losa Steel Deck, es más económica que la losa convencional de hormigón armado, se tiene este pensamiento porque la losa Steel Deck se la construye en menor tiempo.

Es evidente que el metro cuadrado de construcción para viviendas con losas convencionales de hormigón armado tiene un costo de \$55,67, mientras que el metro cuadrado de losa Deck tiene un costo de \$100,54, con esto se comprueba que el sistema convencional de losa nervada es más económico con un 45% en comparación al sistema de losa Deck.

CONCLUSIONES

- Se realizó una explicación técnica-económica de los dos sistemas constructivos de fácil entendimiento y comprensión para los interesados, con el fin de identificar las diferencias entre el sistema de losas nervadas y losas Steel deck.
- En los dos sistemas constructivos se realizó el diseño estructural, con el objetivo de que cumplan con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y con los factores de seguridad para el uso habitable seguro de las personas. Los dos sistemas cumplen con los parámetros de seguridad de construcción sísmica.
- Se logró verificar que las construcciones de losa mediante sistema Steel deck tiene un valor total de \$6655,90, y el costo por metro cuadrado es de \$100,54, por otro lado, la losa nervada tiene un valor de \$3416,19 y el costo por metro cuadrado es de \$55,67. Por lo tanto, es evidente que el sistema de construcción convencional es más económico que la losa Deck en un 45%
- El método de construcción más conveniente por tema de costos es el sistema de losa nervada de hormigón armado, sin embargo, el sistema de losa Deck es más conveniente en cuanto al tiempo de construcción, debido que este sistema se construye en menor tiempo.

RECOMENDACIONES

- Para la construcción de viviendas unifamiliares se recomienda utilizar el sistema convencional de losa nervada, porque en este caso tiene el mismo efecto estructural y el precio es menor.
- Para proyectos de viviendas a gran escala, como áreas residenciales, se recomienda utilizar el método de construcción de losa Deck porque el tiempo de construcción es corto, lo que es beneficioso para el costo total del proyecto.
- En viviendas unifamiliares construidas con el sistema de losa Deck es necesario considerar utilizar cielo raso o tumbado para la decoración estética cuando se finalice el proyecto.
- Para la construcción de edificios de gran altura, se recomienda utilizar el método de construcción de losas Steel Deck, ya que puede reducir el peso de los edificios de gran altura, lo que es beneficioso para los parámetros sísmicos y también es propicio para el avance de la edificación. Dado que el trabajo en cada piso se completa en un tiempo más corto en comparación con el sistema tradicional y es beneficioso para el costo total del trabajo, porque un menor tiempo de construcción se puede ahorrar dinero.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaris Martínez, N. A., & Rondón Panqueva, V. (2009). Uso del silicato de sodio como adición natural del concreto hidráulico.
- Arana Luzcando, G. E. (2015). *Estudio comparativo técnico-económico entre los sistemas constructivos, convencional y losa Deck para viviendas unifamiliares*. Quito/UIDE/2015,
- Córdova Reyes, M. F. (2014). “*ESTUDIO COMPARATIVO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN HORMIGÓN Y ACERO, EN UN EDIFICIO*”. UNIVERSIDAD DE CUENCA,
- de la Construcción, N. E. J. S. c. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción. 2, 1-139.
- Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures ASCE/SEI 7-16*. (2017). Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers.
- NEC-SE-AC. (2015). ESTRUCTURAS DE ACERO. In: Obtenido de Instalaciones eléctricas en bajo voltaje: <http://www.cicpec.com>
- NEC-SE-HM, N. J. D. d. C. S., MIDUVI. (2015). Estructuras de Hormigón Armado.
- NEC-SE-VIVIENDA. (2015). Vivienda de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m. *Dirección de Comunicación Social, MIDUVI*.

ANEXOS

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: ACERO DE REFUERZO PARA LOSA INCLUYE VIGA Fy=4200 Kg/cm

UNIDAD: kg

CODIGO: 4.5

K(H/U): 0,050

REND. (U/H): 20,00

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	2,00	0,52	1,05	0,050	0,050
CIZALLA	1,00	0,60	0,60	0,050	0,030
PARCIAL M					0,080
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D=C*R
FIERRERO D2	2,00	3,47	6,94	0,050	0,350
AY. FIERRERO E2	1,00	3,18	3,18	0,050	0,160
MAESTRO DE OBRA C1	0,10	3,57	0,36	0,050	0,020
PARCIAL N					0,530
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Acero de refuerzo	Kg	1,05	1,20	1,26	
Alambre galvanizado # 18 (Rollo 20Kg)	kg	0,06	2,00	0,12	
PARCIAL O					1,380
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					1,99
INDIRECTOS Y UTILIDAD					-
(OTROS COSTOS INDIRECTOS)					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,99
VALOR PROPUESTO					1,99

Anexo 1: Rubro acero de refuerzo para losa fy=4200kg/cm2

Elaborado por: Holger Aquino

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

MALLA ELECTROSOLDADA

UNIDAD: kg

CODIGO: 4.5

K(H/U): 0,100

REND. (U/H): 10,00

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	1,00	0,33	0,33	0,100	0,030
CIZALLA	1,00	0,60	0,60	0,100	0,060
PARCIAL M					0,090
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D=C*R
FIERRERO D2	1,00	3,47	3,47	0,100	0,350
AY. FIERRERO E2	1,00	3,18	3,18	0,100	0,320
PARCIAL N					0,670
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Malla electrosoldada $\Phi 4$ 5mm 0.15x0.15	m2	1,00	2,00	2,00	
ALAMBRE DE AMARRE # 18	KG	0,02	1,95	0,04	
PARCIAL O					2,040
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2,80
INDIRECTOS Y UTILIDAD					-
(OTROS COSTOS INDIRECTOS)					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,80
VALOR PROPUESTO					2,80

Anexo 2: Rubro malla electro soldada

Elaborado por: Holger Aquino

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PLACA COLABORANTE

UNIDAD: kg
K(H/U): 0,286
REND. (U/H): 3,50

CODIGO: 4.5

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	1,00	0,51	0,51	0,286	0,150
ANDAMIOS	2,00	0,60	1,20	0,286	0,340
PARCIAL M					0,490
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D=C*R
ALBAÑIL D2	1,00	3,47	3,47	0,286	0,990
AY. ALBAÑIL E2	1,00	3,18	3,18	0,286	0,910
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,286	0,910
INSPECTOR DE OBRA B3	0,10	3,38	0,34	0,286	0,100
PARCIAL N					2,910
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Placa colaborante tipo novalosa 0.65mm	m2	1,05	17,23	18,09	
Tabla de monte E=0.20m L=2.40m	u	0,10	1,57	0,16	
PARCIAL O					18,250
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					21,65
INDIRECTOS Y UTILIDAD					-
(OTROS COSTOS INDIRECTOS)					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					21,65
VALOR PROPUESTO					21,65

*Anexo 3: Rubro Placa colaborante
Elaborado por: Holger Aquino*

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PERFILES ESTRUCTURALES Y PINTURA ANTICORROSIVA

UNIDAD: kg
K(H/U): 0,125
REND. (U/H): 8,00

CODIGO: 4.5

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	1,00	0,51	0,51	0,125	0,060
SOLDADORA	1,00	3,75	3,75	0,125	0,470
PARCIAL M					0,530
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D=C*R
MAESTRO SOLDADOR ESPECIALIZADO C1	1,00	3,57	3,57	0,125	0,450
AY. ALBAÑIL E2	1,00	3,18	3,18	0,125	0,400
PEON E2	1,00	3,18	3,18	0,125	0,400
INSPECTOR DE OBRA B3	0,10	3,38	0,34	0,125	0,040
PARCIAL N					1,290
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Pintura Anticorrosiva Sobre Metales Ferroso.	GL	0,02	21,28	0,43	
DILUYENTE (THINNER COMERCIAL)	GLN	0,01	12,44	0,12	
PERFIL METALICO G	KG	1,00	1,55	1,55	
PARCIAL O					2,100
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B	
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					3,92
INDIRECTOS Y UTILIDAD					-
(OTROS COSTOS INDIRECTOS)					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,92
VALOR PROPUESTO					3,92

*Anexo 4: Rubro perfiles estructurales y pintura anticorrosiva
Elaborado por: Holger Aquino*

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: HORMIGON $f_c=240$ Kg/cm² PARA LOSAS

UNIDAD: m³
K(H/U): 1,000
REND. (U/H): 1,00

CODIGO: 4.2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	1,00	1,81	1,81	1,000	1,810
VIBRADOR DE HORMIGON	1,00	3,10	3,10	1,000	3,100
CONCRETERA 1 SACO	1,00	4,71	4,71	1,000	4,710
ANDAMIOS	1,00	0,60	0,60	1,000	0,600
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
MANO DE OBRA					10,220
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D=C*R
PEON E2	5,00	3,18	15,90	1,000	15,900
ALBAÑIL D2	2,00	3,47	6,94	1,000	6,940
MAESTRO DE OBRA C1	1,00	3,57	3,57	1,000	3,570
AY. ALBAÑIL E2	2,00	3,18	6,36	1,000	6,360
INSPECTOR DE OBRA B3	1,00	3,38	3,38	1,000	3,380
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
MATERIALES					36,150
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Cemento Portland (50 Kg)	Saco	8,80	7,58	66,67	
Clavos desde 1" a 2 1/2" (Caja 25Kg)	u	0,60	38,93	23,36	
PIEDRA 3/4"	M3	0,91	27,00	24,57	
ARENA	M3	0,58	20,90	12,12	
AGUA	M3	0,25	0,89	0,22	
				-	
				-	
				-	
TRANSPORTE					126,940
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B	
				-	
				-	
PARCIAL P					-
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					173,31
INDIRECTOS Y UTILIDAD					-
(OTROS COSTOS INDIRECTOS)					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					173,31
VALOR PROPUESTO					173,31

*Anexo 5: Rubro hormigón para losa $f_c=240$ kg/cm²
Elaborado por: Holger Aquino*

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: HORMIGON $f_c=240$ Kg/cm² PARA VIGAS

UNIDAD: m³
K(H/U): 1,429
REND. (U/H): 0,70

CODIGO: 4.2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)	1,00	1,17	1,17	1,429	1,670
VIBRADOR DE HORMIGON	1,00	3,10	3,10	1,429	4,430
CONCRETERA 1 SACO	1,00	4,71	4,71	1,429	6,730
	1,00	-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
MANO DE OBRA					12,830
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD (A)	JORNAL/HR (B)	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D=C*R
PEON E2	2,00	3,18	6,36	1,429	9,090
ALBAÑIL D2	2,00	3,47	6,94	1,429	9,910
MAESTRO DE OBRA C1	1,00	3,57	3,57	1,429	5,100
AY. ALBAÑIL E2	1,00	3,18	3,18	1,429	4,540
INSPECTOR DE OBRA B3	1,00	3,38	3,38	1,429	4,830
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
MATERIALES					33,470
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	UNITARIO (B)	COSTO C=A*B	
Cemento Portland (50 Kg)	Saco	8,00	7,58	60,61	
Clavos desde 1" a 2 1/2" (Caja 25Kg)	u	0,60	38,93	23,36	
PIEDRA 3/4"	M3	0,91	27,00	24,57	
ARENA	M3	0,58	20,90	12,12	
AGUA	M3	0,25	0,89	0,22	
				-	
				-	
				-	
				-	
				-	
TRANSPORTE					120,880
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD (A)	TARIFA (B)	COSTO C=A*B	
				-	
				-	
				-	
				-	
PARCIAL P					-
TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					167,18
INDIRECTOS Y UTILIDAD					-
(OTROS COSTOS INDIRECTOS)					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					167,18
VALOR PROPUESTO					167,18

*Anexo 6: Rubro hormigón para vigas $f_c=240$ kg/cm²
Elaborado por: Holger Aquino*