

**Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña**

**Facultad de Ciencias y Tecnología**

**Escuela de Ingeniería Civil**



**”Análisis Comparativo de Losas Estructurales Convencionales  
de Hormigón Armado (No Pre-forzado) Para Entrepisos”**

**Trabajo de Grado Presentado por:**

Yasmilka Aimee Taveras Luzon

Rafael García Estévez

**Asesor:**

Francisco Martínez Msc.

**Para Optar por el Título de:**

**Ingeniero Civil**

Santo Domingo, D.N

2016



## **Dedicatoria**

**Este trabajo está dedicado a nuestros familiares, amigos más cercanos, a las personas que aportaron un granito de confianza, en nosotros y para aquellas personas que no lo hicieron.**

## **Agradecimientos**

### **Rafael García Estévez**

#### **A Dios.**

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme sabiduría y fuerzas en los momentos que lo más necesitaba y porque siempre mantuvo en el camino del bien.

#### **Mis padres.**

Mi padre Ing. Rafael García y madre Lic. Janett Estévez por procurar que no me falte nada, por darme el privilegio de estudiar y por darme su confianza y amor incondicional.

#### **Mis hermanos Natalia y Fernando.**

Por estar conmigo siempre, apoyarme en los momentos más difíciles, así como en los más alegres y también por tratar de volverme loco, '*buen intento*'.

#### **Mi familia.**

Gracia a mis abuelas Nidia, Brunilda y Eladia por tener fe siempre en mí y mantenerme en sus oraciones.

Mi abuelo Ramón y mis tíos Wiliam y Papo por brindarme su apoyo.

Mis tías Ingrid, Magdelin, Alicia, Mercedita y Lola por cuidar de mí y ser cómo una segunda madre para mí.

Mis primos Edwin por ser como un hermano mayor para mí, Lisette por ser como mi hermana mayor y hacerme reír mucho, Geramy por ser como un ángel guardián y por aconsejarme.

### **Mi compañera de tesis.**

Yasmilka Taveras Luzon por haber querido formar equipo conmigo, por todos los días que se trabajó duro, por el estrés, los momentos ocio y por apoyarnos como amigos, colegas, y hermanos. Eres una gran persona nunca te rindes o cedés ante nada y/o nadie, aprendí a ser mejor persona contigo, superamos muchas pruebas y le demostramos al mundo que querer es poder, te deseo el mayor éxito del mundo. *‘‘Yass! ¡Eres la mejor!’’*.

### **Mi asesor de tesis.**

Ing. Francisco Martínez porque nunca nos abandonó, siempre estuvo con nosotros en todo el transcurso de la investigación, día y noche hasta el final. Excelente profesional, profesor y amigo.

### **Mis amigos.**

**Ingenieros Sin Oficio.** Más que un grupo ordinario fue como una familia, nos mantuvimos unidos a pesar de todas las diferencias. *A continuación, paso a mencionar sus integrantes:*

Melissa Cordero: *Estas loquísima, eres una bruja y me das miedo, pero aun así te quiero muchísimo, como si fueras mi propia hermana. Nunca cambies porque eres especial como eres y no sabes cuánto le agradezco a Dios el haberte conocido.*

Misael Ovalle: *Siga comiendo mi hermano y no le pare a nada.*

Oliver Rosario: *Mi hermano de ñero, seguiremos haciendo dibujitos.*

Ana Hernández: *Tus chistes malos siempre me dan risa, escuche que es propio de las personas inteligentes, nunca cambies aniguis.*

Keidy Castillo: *Eres amable, comprensible y siempre te gusto el coroo.*

Rafy Nuñez: *¡Compañero! Usted es todo un personaje, ¡nunca cambies!*

Lauren Ramírez: *¡Manitaaa! Eres excelente amiga y estudiante, sigue matando la liga.*

Cristian Amparo: *¡Peke! ¡Sigue creciendo, deja la locura y suelta la china!*

María Villega: *Te pegue cuernos como 13 veces, pero aun así te quiero con locura.*

Jeancarlos Paulino: *Eres un gran amigo, nunca te me pierdas siempre me puedes llamar.*

Manuel Turbi: *Tus frustraciones nos ayudaron, sigue adelante y dominaras el mundo.*

Carolina Cabrera: *Te quiero muchísimo y más tu chofan, Dios bendiga tus manos.*

Katherine Joseph: *Eres una gran amiga, siempre me enseñaste cosa nueva, nunca te me pierdas.*

Elisa Rodríguez: *¡Tu estilo! Fue la sección, ¡ajooo!*

Máximo Almanzar: *Eres una persona muy amable y gran amigo siempre te preocupas por todos, eres mi hermano del alma. Espero que algún día puedas despertar el rinnegan y hagas un tsukuyomi infinito, persigue tus sueños hasta el fin del Mundo*

Yasmilka Taveras: *Nunca poder expresar lo tan agradecido que estoy de poder trabajar hombro con hombro contigo y la misma vez compartir como hermano, ¡la humildad ante todo yass!!*

**Mis amigos especiales.** Para todos esos amigos que estuvieron conmigo fuera, dentro, antes y después de la universidad y nunca dejaron de estar a mi lado:

Alana Iglesia: *¡ala-chan! Eres una gran amiga y siempre has estado a mi lado sin importa que, admiro tu perseverancia y tu gran esfuerzo por superar y alcanzar tus metas sin importar tu condición, siempre tendrás un lugar en mi corazón.*

Félix Paulino (Robertico): *kisame, sin importar la distancia y el tiempo has sido mi amigo del alma, por esta razón de consideró uno de mis grandes amigos.*

Rochelle Medina: *Nunca pensé conocer alguien tan especial como, eres creativa, divertida y amable, siempre puedes contar conmigo para lo que sea como tu compinche.*

Julia Perozo: *Fuiste mi amiga desde mi primer día en la universidad hasta el último, nunca olvidare nuestras aventuras.*

Francesca Liriano: *Estas llenas de veneno, pero aun así me río mucho contigo, te quiero mucho.*

Eddy Tejada: *eres un loco payaso y buen amigo, me gustó mucho reír y competir a tu lado.*

Iván Gómez: *Te falta un tornillo, espero se me pegue tu chepa.*

Jorge Báez y Tancredo Sencion: *Siempre me ofrecieron su ayuda sin importar que.*

Maverick Castillo y Bianela Peralta: *¡Nunca cambien son grandes colegas!*

## **Mis profesores.**

Estoy agradecido con Indira Mazara, Antonio Mesa, Teresa Rodríguez y Alberto Veras porque aparte de haberme enseñado parte importante de mi carrera, encontraban el momento para hablar conmigo, ayudarme, aconsejarme y alentarme a seguir así delante.

## **A las familias.**

Luzon, Almanzar Luciano y Cordero Calderón, por abrirme las puertas de sus casas y tratarme como si fuera un miembro más de la familia, estoy muy agradecido por su hospitalidad.

## **Al departamento de ingeniería civil.**

Gracias a la secretaria María Ulloa por preocuparse por nosotros y siempre estar dispuesta al servicio de los estudiantes del departamento y también al ing. Ramón Tavarez por dirigir dicho departamento.

## **Agradecimientos**

### **Yasmilka Aimee Taveras Luzon**

#### **Dios**

Tú que eres todo, gracias por poner en mi la curiosidad por esta carrera la cual me apasiona, gracias por mostrarme tu presencia en todo momento, por permitirme salir victoriosa y por ayudarme en cada situación que se presentara, esto y todo lo que he logrado en mi vida es gracias a ti y tengo la certeza que siempre me ayudarás a seguir adelante y lograr todo lo que me proponga. *Toda la Gloria y la Honra Para Ti Padre Amado!!*

#### **Wendy María Luzon Rojas (Mami)**

Eres mi ejemplo a seguir, mi amiga incondicional, le doy gracias a Dios por elegirte para que seas mi madre, si me pusieran a elegir te elegiría a ti porque eres perfecta, gracias por educarme y no quitarme el guante de la cara como tú dices, este logro no es solo mío es tuyo también porque sin ti esto nunca hubiese sido posible, siempre logramos las cosas juntas y seguiremos haciéndolo. Eres lo más importante en mi vida. No te voy a dar las gracias mejor te felicitaré por lo que has logrado conmigo tú sola, así que Felicidades!! *Eres la Mujer más espectacular que puede existir en esta tierra!!!!*

***TE AMO MAMI!!!!***

### **José Antonio Taveras Reinoso (Papi)**

Papi gracias por ser una persona que siempre está en todos los momentos importantes de mi vida, apoyándome, confiando en mí, gracias por siempre tener tiempo para escucharme y apoyarme en mis proyectos, te felicito porque hoy tu hija es ya una persona útil a la sociedad y tú fuiste parte de este caminar. Eres muy especial para mí, siempre trataré de hacerte sentir orgulloso de ser mi padre. Eres como mi súper héroe estas en todas las aventuras que quiero realizar. Doy gracias a Dios por ti y por elegirte como mi padre.

***Te Amo Papi!!***

### **Ismael Gómez Luzon (Hermanito)**

Siempre lucho y lucharé por ti, eres una de la personita más importante en mi vida, Agradezco a Dios por ti, te bendigo, esta meta que hoy he logrado es para que en un futuro seas el hermano menor más orgulloso, no necesitas decirme que me admiras porque siempre lo demuestras cuando prefieres esperarme para que te ayude en algo que otra persona lo podría hacer, siempre estaré para ti porque no solo soy tu hermana mayor, soy tu amiga y estaré en todo momento que me necesites. Gracias porque con tus ocurrencias me recordabas a diario que tenía que seguir luchando por mi sueños, gracias por considerarme la mejor de todo el mundo.***Te Amo Hermoso, y estoy muy orgullosa de que seas mi Hermano!!!***

**Ashley Aimee Taveras y Cristal Amaya Taveras (Hermanitas)**

Mis niñas aún están muy pequeñas para entender estas cosas, pero les aseguro que fueron uno de los motores que me impulsaron a seguir adelante, son mis niñas más pequeñas debo ser su modelo luego se verán en mí, y cuando eso suceda quiero que se sientan orgullosa de su hermana mayor, le agradezco a Dios porque existen. Las Amo y aunque la vida nos separe un poco siempre tendrán una amiga, una hermana que estará pendiente de ustedes. *Gracias por estar!*

**Alfredo Luzon Genao (Papá)**

Papá este logro es suyo! Donde quieras que este, sé que está orgulloso de lo que logró su muchacha, su hija, su nieta, estas líneas no serían suficientes para agradecer a una persona que fue todo para ti en todos momentos. Mi anhelo era entregarle el título en las manos como lo teníamos planeado, pero la vida no lo quiso así, se fue apenas 1 año antes de que esta meta concluyera que injustas son las cosas, el tiempo nos arrebató este momento, pero me siento conforme porque sé que si estuviera aquí conmigo sería el Abuelo más orgulloso del mundo y yo la nieta más feliz porque sé que no lo desilusioné. Siempre estará en mí nunca te olvidare te recuerdo a diario y aun no me hago la idea que no me viste cumpliendo mi sueño. *Te Amo Papá!!!! Fuiste el Mejor Abuelo que la vida me pudo brindar!!! Y como siempre me decías: tira hacia delante, ahora es que faltan logros para que esté orgulloso de mí.*

**Carmen Milagros Rojas (Lala)**

Mi abuela, la que siempre ha estado ahí en todos momentos, aunque no me lo diga sé que muere por mí!!! La quiero mucho le agradezco de todo corazón todo lo que ha

hecho por mí, por preocuparse, por ser una apoyadora al extremo, por cada regaño, por cada pregunta que repitiera dos veces, al final y al cabo todo es parte de un sistema que me ayudó a ir creciendo como persona. Es súper importante para mi aunque no lo exprese lo considero así. Es un gran ser humano y por eso se merece lo mejor, le dedico este logro a usted al igual que a Papá, porque en los momentos que mis padres no se encontraban ustedes los fueron en todo el sentido de la palabra. Agradezco a Dios por usted!!!

***La Quiero un Mundo Lala!!!!***

**Antonio Taveras (Abuelo Paterno)**

Usted es un hombre trabajador y luchador siempre lo he admirado, siempre esa sonrisa cuando le beso la mano, siempre esa sonrisa cuando me ve, quiero agradecerle que de una manera u otra es parte de este logro. ***Gracias por ser como es!!! Lo quiero!***

**Daisy Rosado (Madrina, Mami)**

La Misión de los padrinos es ser guía de sus ahijados en el camino del bien, te admiro de una manera increíble, eres una persona tan especial en mi vida, mi segunda mami, eres una persona luchadora, trabajadora, y por eso Dios te bendice, agradezco a Dios y a mi madre por elegirte como mi madrina, gracias por siempre darme apoyo en todos momentos, gracias por quien eres!!!

***Te Quiero Mucho Mami!!***

**Rosanna Rojas (Prima)**

Rosy siempre estabas dándome apoyo y escribiéndome para saber cómo iba, gracias por siempre confiar en que lo podía lograr.

***Te Quiero Mucho!!!***

**Yubialina Rojas Vargas (Prima)**

Hoy quiero agradecerte que en los momentos que lo necesite me ayudaste, también que me recordabas que hay ocasiones que no se necesita pedir ayuda porque uno mismo puede superarse y lograr las cosas. Gracias por ser parte de este caminar.

***Te Quiero Mucho!!!***

**Francis Javier Montaña**

Mi hermano de otra madre, no se necesita llevar la misma sangre para ser familia, te agradezco por estar siempre cerca, por en los momentos de angustias tenías tiempo para escucharme, reír y llorar conmigo. Siempre serás mi hermano, ***Te Quiero Mucho!***

**Juana Maritza Tejeda**

Eres parte de este logro, siempre me motivabas y me admirabas, te doy las gracias por ser como eres una mujer luchadora, trabajadora, no solo eres la mejor amiga de mi mamá, te considero parte de mi familia, no tengo palabras para agradecerte el simple hecho de estar y ser, agradezco a Dios por ti. ***Gracias!!***

**Dagoberto Pozo**

Existen personas que la vida te permite conocer para demostrarte que si todavía existen seres humanos especiales y que le puedes comenzar a tener un gran aprecio, eres un modelo a seguir, gracias por admirarme y creer en mí, en que lo podía lograr. Eres una de

las personas que admiro por ser como eres, nunca cambies. ***Gracias!! Eres importante en nuestras vidas!!!***

### **Winston García Rojas**

Mi modelo a seguir, ahora mismo mi colega, gracias por confiar en que esta meta la podía lograr, gracias porque aun en la distancia me admirabas, a veces no se necesita estar cerca para ayudar a alguien, con solo saber que me tenías un gran aprecio y siempre preguntabas como iba, eso me motivaba a seguir adelante. Eres mi modelo en la vida profesional quisiera llegar a tener los logros que has tenido. ***Gracias!! Te Admiro Mucho!!!!***

### **Rafael García Estévez (Compañero de Tesis)**

Rafa gracias por elegir realizar este trabajo de investigación junto a mí, agradezco a Dios por permitir que tú fueras mi team, eres una persona súper especial, el camino no fue fácil pero lo logramos juntos, esta travesía nos ayudó a conocernos más y darme cuenta, el gran ser humano que eres, este es el primer paso para una vida llena de premios porque las personas decididas como tú lo logran siempre. Gracias por cada momento de risa, angustia, estrés, satisfacción todos ellos juntos nos impulsaron a dar lo mejor de nosotros y la recompensa fue excelente. Obtuvimos una (A) porque para eso fue nuestro esfuerzo y dedicación. Rafael García (Rafa) creo en ti lograrás lo que te propongas, sabes que siempre tendrás una amiga, hermana, cómplice que estará ahí en los momentos que más la necesites.

***Te Quiero Mucho!!***

**Francisco Martínez msc. (Asesor)**

Profesor le agradezco su empeño y dedicación para ayudarnos a realizar este trabajo de investigación, usted es un gran profesional uno de los mejores como Ingeniero y como maestro, aprendimos muchas cosas con usted, no podíamos estar más orgulloso de nuestro asesor, usted cuenta con mi total admiración, es grande!! y quisiera ser la mitad de lo excelente que es cuando este en mi vida profesional. *Gracias!!!*

**Maximo Antonio Almanzar Luciano**

La vida me permitió conocerte, eres la persona más especial que he conocido en estos 4 años de carrera, gracias por todas tus ayudas en los momentos precisos, por todos los momentos compartidos, por todas las conversaciones, eres una de esas personas que se merecen ser llamados amigo. Gracias por aceptarme como soy, comprenderme en mis momentos de angustias, celebrar conmigo cada calificación y cada paso que íbamos dando. Aparte de agradecerte, te felicito en este momento también lograste tu meta ya eres Ingeniero!!! Eres muy importante para mí, Te Quiero Mucho, Mucho!!

*Te Quiero Mucho Max!!!!*

**Melissa Cordero Calderón y Oliver Rosario Reyes**

Ustedes dos que les digo que ya no sepan, gracias por estar cerca de mí, gracias por los momentos que nos tocó vivir juntos buenos, o los no tan buenos, gracias por cada risa, por cada consejo, por cada regaño, realmente nosotros somos algo aparte de todos los

demás. Nos aprendimos a conocer, aceptamos nuestras debilidades y las convertimos en fortalezas para que nuestra amistad creciera. Agradeceré a cada uno individual:

### ***Melissa (Mell)***

Mell tu eres alguien súper especial y lo sabes, un apoyo en los momentos que lo necesite, por siempre confiar en que podía hacer todo lo que me proponía hacer, compartir esta carrera contigo fue una experiencia muy especial para mí, tú al igual que Oliver se convirtieron en mis hermanos, sufríamos juntos, disfrutábamos juntos. Gracias simplemente por ser!! Espero que esto nunca cambien!!

### ***Oliver***

Oliver eres como un hermano mayor siempre tratas de protegernos, gracias por ser parte de este caminar que hoy concluyo, como dices: y seguimos haciendo dibujitos, así fue nuestra amistad como un pintor que va creando su arte desde el inicio hasta su fin corrigiendo lo que estaba mal y convirtiendo eso en fortaleza, gracias por cada chiste malo, por cada relajo todos hicieron que en los momentos más tensos nos riéramos. Gracias!!

Ambos son mis hermanos del alma siempre los tendré presente, Gracias!!!

***Los Quiero Mucho!!!!!!***

### **Grupo de compañeros y amigos de (Ingenieros Sin Oficio)**

Este grupo de personas fueron mis compañeros, amigos, en esta travesía que hoy concluye, en estos 4 años conocí muchas personas pero como estas ningunas, nos volvimos una familia de esas que se preocupan por qué le pasa al otro, nos ayudábamos, reíamos juntos y nos apoyábamos en los momentos difíciles, caminar juntos nos demostró que si

podemos conocer personas que con un simple comentario te hacían olvidar cualquier problema, otras que te motivaban a seguir siempre adelante.

En este grupo cada quien tenía una personalidad propia y eso hacía a cada quien único. Eso nos permitía aprender a entender y aceptar a cada quien como es. No sé qué tiene el grupo pero muchos querían entrar, para mí era por la unión que veían en nosotros y la calidad humana que tiene cada uno.

Compañeros les agradezco a cada uno de ustedes porque esta carrera fue más fácil al tenerlos a ustedes cerca. Los voy a extrañar a todos y cada uno. Fuimos el mejor grupo de Ingenieros que pasó por la UNPHU. Seremos grandes profesionales poniendo en alto todos los conocimientos que adquirimos.

Ana Hernández, Carlos Javier Pichardo, Carolina Cabrera, Cristian Amparo, Elisa Rodríguez, Jean Carlos Paulino, Keidy Castillo, Katherine Joseph, Lauren Ramírez, Manuel Turbi, María Fernanda Villegas, Máximo Almanzar, Melissa Cordero, Misael Ovalles, Oliver Rosario, Rafael García, Rafy Núñez.

***Los Quiero Mucho!!***

### **A los Profesores**

*A todos los profesores que sirvieron como guías en esta carrera les agradezco porque de cada uno tenía una enseñanza nueva y me impulsaban a seguir creciendo en esta carrera que me apasiona tanto.*

# Índice

I.	El Problema de Investigación .....	1
1.1.	Planteamiento y Formulación del problema .....	1
1.1.1.	Preguntas de la Investigación .....	3
1.2	Objetivos de la Investigación .....	3
1.2.1.	Objetivo General .....	3
1.2.2.	Objetivos Específicos .....	4
1.2.	Justificación .....	4
1.3.	Antecedentes .....	5
1.5.	Alcances y Limitaciones .....	7
II.	Marco Teórico.....	8
2.1.	Marco Conceptual .....	8
2.1.1.	Losas.....	8
2.3.	Losas Macizas .....	12
2.4.	Losa Nervada (Aligerada).....	15
2.6	Definición de conceptos.....	27
2.7	Marco contextual .....	31
III.	Marco metodológico .....	32
3.1	Enfoque de la investigación .....	32
3.2	Tipo de investigación .....	32

3.3	Procedimiento de la investigación .....	32
3.4	Método de investigación .....	33
3.5	Técnicas de investigación .....	33
IV.	Análisis Estructural.....	34
4.1	Descripción del ensayo .....	34
4.1.1	Propiedades de los materiales.....	35
4.2	Dimensionamiento de los elementos principales .....	36
4.3	Cargas.....	37
4.4.	Combinaciones de cargas.....	37
4.5	Limitaciones y recomendaciones generales de las normas. ....	38
4.6	Losas macizas .....	40
4.6.1	Limitaciones y recomendaciones de las normas. ....	40
4.6.2	Dimensionamiento.....	41
4.7.	Losas con metaldeck (lamina colaborante) .....	42
4.7.1	Limitaciones y recomendaciones de las normas. ....	43
4.7.2	Dimensionamiento.....	44
4.8	Losa nervada en dos direcciones.....	47
4.8.2	Dimensionamiento.....	49
4.9	Losa nervada en una dirección.....	50
4.9.1	Limitaciones y recomendaciones de las normas. ....	51

4.9.2 Dimensionamiento.....	51
4.10 Detalle del acero.....	52
4.10.1 Estribos.....	53
4.10.2 Ganchos.....	53
4.10.3 Losas con malla Electro-soldada.....	54
4.10.4 Losa maciza.....	54
4.10.5 Losa con Metaldeck.....	56
4.10.6 Losa nervada.....	58
4.11 Resultados.....	61
4.11.1Peso propio.....	62
4.11.2 Deflexión.....	62
4.12. Comparación.....	63
V. Análisis de Costos.....	68
5.1. Análisis Económico.....	68
5.2 Comparaciones.....	70
Conclusiones.....	77
Recomendaciones para futuras investigaciones.....	84
Bibliografía.....	85
ANEXOS.....	88

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1-0-1- Esquemmatización de Losa Maciza (Maldonado).....	12
Ilustración 1-0-2-Losa Maciza (Panama).....	13
Ilustración 1-0-3-confección de losa maciza (Propia) .....	14
Ilustración 1-0-1- Esquemmatización de una losa Nervada (Rodero, n.d.) .....	15
Ilustración 1-0-2- Losa Nervada (Rodero).....	18
Ilustración 1-0-1-Losa con Metaldeck (Propia).....	21
Ilustración 1-0-2- Losa con Metaldeck (Maritza Ramos Rugel, 2002) .....	24
Ilustración 2-0-1- Descripción gráfica del modelo (Propia) .....	35
Ilustración 2-0-1- Vista isométrica del modelo de losa maciza en SAFE .....	40
Ilustración 2-0-1- Vista isométrica de losa metaldeck en SAFE .....	42
Ilustración 2-0-1- Vista isométrica de losa nervada en dos direcciones en SAFE .....	47
Ilustración 2-0-1- Vista isométrica de losa nervada en una dirección en SAFE..	50
Ilustración 2-0-1- Sección transversal de los nervios (Propia) .....	53
Ilustración 2-0-2-Tipos de ganchos utilizado (Propia). .....	53
Ilustración 2-0-3- Malla electrosoldada (Propia).....	54
Ilustración 2-0-4- Perfil transversal de la losa maciza (Propia).....	55
Ilustración 2-0-5- Esquema en planta del acero longitudinal en planta (Propia). 55	
Ilustración 2-0-6-Perfil transversal de losa en metaldeck.(Propia).....	58
Ilustración 2-7- Perfil transversal de una losa nervada (Propia).....	59

## Índice de tablas

Tabla 1- Tabla de espesores de losa maciza.....	42
---	----

Tabla 2- espesores mínimos de concreto en metaldeck (ACESCO, 2012) .....	44
Tabla 3- Tabla de dimensiones de viguetas de hormigón en metaldeck. ....	45
Tabla 4- Tabla de cantidad de viguetas en metaldeck .....	45
Tabla 5- Tabla de separación de viguetas de metaldeck. ....	46
Tabla 6- Especificación de los nervios en la losa nervada en 2 direcciones. ....	50
Tabla 7- Espesor mínimo para losa nervada en una dirección. ....	51
Tabla 8- Especificación del dimensionamiento de los nervios en la losa nervada en una dirección. ....	52
Tabla 9- Especificación del acero en losas macizas .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 10- Especificación del acero en losa en metaldeck .....	58
Tabla 11-- Especificación del acero en losa en dos direcciones;	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 12- - Especificación del acero en losa nervada en dos direcciones;	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 13- Limite de deflexión (American Concrete Institute , 2008) .....	61
Tabla 14- Peso propio.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 15- Deflexiones .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 16-Losa maciza versus Losa nervada en 2 direcciones.;	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 17-Losa maciza versus Losa nervada en 1 direcciones;	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 18-Losa maciza versus Losa con Metaldeck .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 19-Losa nervada en 2 direcciones versus Losa nervada en 1 direcciones.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

Tabla 20-Losa nervada en 2 direcciones versus Losa con metaldeck;**Error! Marcador no definido.**

Tabla 21-Losa nervada en 1 direcciones versus Losa con metaldeck;**Error! Marcador no definido.**

Tabla 22-Costo ..... 69

Tabla 23- Datos finales de losa maciza ..... 77

Tabla 24- Datos finales de losa nervada en dos direcciones. .... 77

Tabla 25- Datos finales de losa en una dirección ..... 78

Tabla 26- Datos finales de losa en metaldeck ..... 78

## Índice de gráficos

Gráfico 1- Peso propio..... 62

Gráfico 2- Deflexiones ..... 63

Gráfico 3-Losa maciza versus Losa nervada en 2 direcciones ..... 64

Gráfico 4-Losa maciza versus Losa nervada en 1 direcciones ..... 64

Gráfico 5-Losa maciza versus Losa con Metaldeck.....**Error! Marcador no definido.**

Gráfico 6-Losa nervada en 2 direcciones versus Losa nervada en 1 direcciones..... 66

Gráfico 7-Losa nervada en 2 direcciones versus Losa con metaldeck ..... 67

Gráfico 8-Losa nervada en 1 direcciones versus Losa con metaldeck ..... 67

Gráfico 9-Costo ..... 69

Gráfico 10-Comparación Losa Maciza y Losa Nervada en 1 Dirección..... 71

Gráfico 11-Comparación Losa Maciza y Losa Nervada en 2 Dirección..... 72

Gráfico 12-Comparación Losa Nervada en 1 Dirección y Losa Nervada en 2 Direcciones 73

Gráfico 13-Comparación Losa Maciza y Losa con Metaldeck ..... 74

Gráfico 14-Comparación Losa Nervada en 1 Dirección y Losa con Metaldeck.....	75
Gráfico 15-Comparación Losa Nervada en 2 Direcciones y Losa con Metaldeck .....	76
Gráfico 16- Gráfico final Deflexión .....	79
Gráfico 17- Gráfico final Peso propio .....	79
Gráfico 18- Gráfico final de Costo.....	80

## **Introducción**

En el momento de elegir una losa de entre piso en la actualidad se presentan el siguiente cuestionamiento, ¿Cuál elegir dependiendo de su eficiencia estructural y el costo?, esta investigación busca definir de manera detallada mediante comparaciones entre las losas de entrepiso convencionales más utilizadas en República Dominicana, la eficiencia estructural y los costos que implica la construcción de una de ellas en específico.

La misma se desarrollará utilizando el programa de cálculo estructural SAFE, para evaluar de manera más detallada el comportamiento estructural de cada una de las losas estudiadas para con los datos obtenidos hacer las comparaciones de lugar, también utilizaremos una hoja de cálculo para realizar el análisis de costos de cada uno de los sistemas y realizar las comparaciones necesarias.

Las informaciones documentales se obtendrán realizando investigaciones, que aporten los datos necesarios para sí conseguir la información teórica que servirá como pilar del trabajo de investigación realizado, esas fuentes serán fuentes de la web y a su vez investigaciones que ya se hayan realizado con anterioridad del tema en cuestión.

Esta investigación buscará aclarar temas controversiales, como son ¿cuál de las losas es más eficiente estructuralmente y más económica?, realizando una comparación de ambas de manera individual y colectiva, también se recomendará cual es la más viable en las condiciones ya mencionadas.

# **I. El Problema de Investigación**

## **1.1. Planteamiento y Formulación del problema**

Analizar y comparar los diferentes sistemas de losas estructurales convencionales, surge por inquietud de dar a conocer los métodos de construcción de los elementos ya mencionados, para analizar cuáles de estos sistemas son eficientes y adecuado, según las necesidades que se desea satisfacer.

“Al hablar de conveniencia se debe conocer muy detalladamente cada sistema constructivo, como es el diseño, sus ventajas y desventajas, para luego ser comparadas y establecer cuál es la más adecuada, según las necesidades.” (Veliz, 2005)

“Estas variables implican el tiempo, cantidad de mano de obra, materiales a ser utilizados y montaje, entre otros. La cuantificación y valorización de este grupo de factores vienen a dar un indicador, el cual es denominado costo.” (Veliz, 2005)

“El costo, conjuntamente con las otras variables, proporcionará un grado de conveniencia, proporcionando entre ellos un punto de comparación.” (Veliz, 2005)

Se comprobará cuáles de los sistemas que se van a estudiar son más efectivos según las necesidades y requerimientos que se desea satisfacer, esto mediante comparaciones

analítica de las características estructurales de y su relación de costo-beneficios de cada tipo. Para de esta forma generar un material que puede guiar a los profesionales del área, ya que este será de provecho para la colocación de estos sistemas constructivos de forma conveniente en la elaboración de edificaciones.

A su vez realizaremos una pequeña comparación de las dos formas para realizar el diseño de losas estructurales. Las formas en las que realizaremos el diseño de los modelos de estudio son mediante la ayuda del software SAFE.

“La importancia del conocimiento profundo de los métodos que se utilizan para análisis y diseño de elementos estructurales, en particular losas, pues un conocimiento pobre de los mismos puede llevarnos a comprometer la seguridad estructural.” (Hunter, 2007)

### **1.1.1. Preguntas de la Investigación**

1. ¿Cuál es la factibilidad económica de las diferentes losas en diferentes condiciones?
2. ¿Cuál es la losa más eficiente a nivel estructural y económico?
3. ¿A qué conclusión se llegará al comparar las losas?
4. ¿Cuál losa es más conveniente a utilizar atendiendo a la longitud que se requiera construir?

## **1.2 Objetivos de la Investigación**

### **1.2.1. Objetivo General**

Analizar y comparar las diferentes losas de entepiso no pre-esforzado que se utilizan en República Dominicana, sus costos y la eficiencia estructural que muestran cada una de ellas.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar cuál es más económica en las diferentes situaciones.
- Cual losa es la más conveniente dependiendo de las longitudes que se vayan a construir.
- Comparar los resultados obtenidos mediante los cálculos con las normas ya existentes y plantear las nuevas alternativas.
- Determinar la factibilidad económica y estructural de los diferentes tipos.

### **1.2. Justificación**

Analizar el estado de los elementos estructurales, bajo determinadas condiciones permitirá conocer la eficiencia de los diferentes tipos de losa para establecer parámetros comparativos que proporcionen una herramienta de juicio selectivo para los profesionales del área.

Determinar las ventajas y desventajas de las diferentes losas estructurales ayudaría a resaltar en qué situación sería favorable la implementación de esta.

Se realizará un análisis de costo de cada una de las losas estudiadas y se comparan entre ellas para determinar cuál es la más eficiente a nivel económico y así poder proponer cual es la más conveniente a utilizar.

A su vez se modelarán diagramas y esquemas en el programa de cálculo estructural SAFE, del comportamiento de las diferentes losas de entrepiso, evaluando diferentes situaciones de carga para observar cómo trabajan dichos elementos en las situaciones antes mencionadas.

Esta comparación servirá para que los profesionales puedan implementaren el sistema constructivo de losas adecuadas a cada necesidad y las especificaciones de cada proyecto. Llevándose de la mano con las situaciones económicas que involucraran dicho proyecto.

### 1.3. Antecedentes

El desarrollo de las tecnologías y la necesidad de determinar cuáles elementos estructurales son los más adecuados para las construcciones hoy en día, presenta la inquietud de los profesionales de la construcción en determinar, que losas convencionales de entre piso resultarían son más eficientes a nivel de costo y en el funcionamiento estructural en diferentes casos que se podrían presentar.

Los estudiantes de la Universidad Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), Ilonka Debord, José Uribe y Ana Valdes en su tesis, “Análisis Comparativo entre Estructuras con losas convencionales y el sistema de piso compuesto Hambro D-500” (1996), realizaron un análisis de costo de las edificaciones que se empleaban losas

convencionales y sistemas compuestos por Hambro D-500, buscaban presentar el mejor método a utilizar y que resultara más económico.( Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, 1996)

En el año 1995 se realizó una investigación, “Análisis comparativo entre sistemas de losas Aligeradas Hollow Core y Poliestireno Expandido”, tenía como fin determinar cuál de las losas antes mencionadas era más factible a la hora de realizar una edificación de manera rápida, ahorrando tiempo y costo, la investigación presenta análisis comparativos de costos, y a su vez desarrollaron modelos de edificaciones para calcular mediante ETABS los elementos estructurales con el fin de dar una opción a la hora de elegir un sistema que satisfaga las necesidades de tiempo y economía en determinada obra.( Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, 1995)

En el año 2006 se realiza en la UNPHU una tesis titulada “Análisis y Diseño de losas por: Método Directo de Diseño y Método del Pórtico Equivalente”, la misma tenía como objetivo utilizar métodos de análisis estructural para arrojar resultados de sus cálculos y con estos tener de manera más clara una comparación entre estas losas y a su vez presentar las ventajas y desventajas de las mismas.(Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, 2006)

En el año 2012 en Perú se realizó una investigación sobre el tema realizada por Maritza Ramos Rugel, “Análisis Técnico y Económico de Losas de Entrepiso”, trata de explicar los beneficios que aportan la utilización de losas de entrepiso vaciadas en sitio y la prefabricadas.(Maritza Ramos Rugel, 2002)

Artículo Losas Nervadas o Aligeras Vs Losas Macizas, dicho documento escrito por el Coordinador CSI para Latinoamérica Ingeniero Nelson Morrison.(Morrison)

## 1.5. Alcances y Limitaciones

### Alcances

Los alcances de esta investigación estarán sujetos a los estudios estructurales de las losas no pre-forzado y el análisis económico de cada una de ellas.

### Limitaciones

- En dicha investigación en los estudios estructurales no se tomarán en cuenta las vibraciones en las losas.
- Todos los elementos estudiados serán en hormigón armado 240 kg/cm<sup>2</sup> y no se evaluarán elementos metálicos.
- No se evaluarán losas con acero pre-esforzado, ni losas pre-fabricadas.
- Solo se estudiarán las luces establecidas en la investigación.
- Solo se analizarán losas con hormigón industrial vaciado in situ.

## **II.Marco Teórico**

### **2.1. Marco Conceptual**

#### **2.1.1. Losas**

Las losas se consideran como uno de los elementos más delicados en la construcción, ya que una colocación incorrecta del acero de refuerzo puede llevarla al colapso, sin necesidad de que sobrevenga un sismo. (MAPESA, n.d.)

Las losas son elementos estructurales utilizados en la construcción, con el fin de proporcionar superficies planas y útiles. Éstos son considerados bidimensionales, ya que la tercera dimensión es muy pequeña con relación a las otras dos. (MAPESA, n.d.)

Estas superficies planas, por lo general horizontales, pueden estar apoyadas perimetralmente o en voladizo en vigas de concreto, muros de mampostería o de concreto, en vigas de acero estructural, algunas veces directamente apoyadas sobre columnas o directamente sobre el terreno en forma continua. (MAPESA, n.d.)

#### **2.1.1.1. Funciones**

Las losas o placas de entrepiso cumplen las siguientes funciones:

Función arquitectónica: Separa unos espacios verticales formando los diferentes pisos de una construcción; para que esta función se cumpla de una manera adecuada, la losa debe garantizar el aislamiento del ruido, del calor y de visión directa, es decir, que no deje ver las cosas de un lado a otro. (MAPESA, n.d.)

Función estructural: Las losas o placas deben ser capaces de sostener las cargas de servicio como el mobiliario y las personas, lo mismo que su propio peso y el de los acabados como pisos y revoques. Además, forman un diafragma rígido intermedio, para atender la función sísmica del conjunto. (MAPESA, n.d.)

#### 2.1.1.2. Clasificación

Las losas o placas de entrepiso se pueden clasificar así:

➤ Según la Dirección de la carga

Losas unidireccionales: Son aquellas en que la carga se transmite en una dirección hacia los muros portantes; son generalmente losas rectangulares en las que un lado mide por lo menos 1.5 veces más que el otro. Es la más corriente de las placas que se realizan en nuestro medio. (MAPESA, n.d.)

Losa o placa bidireccional: Cuando se dispone de muros portantes en los cuatro costados de la placa y la relación entre la dimensión mayor y la menor del lado de la placa es de 1.5 o menos, se utilizan placas reforzadas en dos direcciones. (MAPESA, n.d.)

➤ Según el tipo de Material Estructural

Losas o placas en concreto (hormigón) reforzado: Son las más comunes que se construyen y utilizan como refuerzo barras de acero corrugado o mallas metálicas de acero.(MAPESA, n.d.)

Losas o placas en concreto (hormigón) pretensado: Son las que utilizan cables fraccionados y anclados, que le transmiten a la placa compresión. Este tipo de losa es de poca ocurrencia en nuestro medio y sólo lo utilizan las grandes empresas constructoras que tienen equipos con los cuales tensionan los cables. (MAPESA, n.d.)

Losa o placa en lámina de acero: Son las que se funden sobre una lámina de acero delgada y que configura simultáneamente la formaleta y el refuerzo inferior del concreto que se funde encima de ella. Tiene un uso creciente en el medio constructivo nacional. (MAPESA, n.d.)

➤ Clasificación De Las Losas o Placas Vaciadas En El Sitio.

Estas losas requieren formaletas especiales, generalmente formadas por una cama (tableros o entarimados), apoyos (tacos y cerchas) y riostras (diagonales). Las losas o placas vaciadas en el sitio pueden construirse aligeradas (nervadas) o macizas.(MAPESA, n.d.)

Losas aligeradas: Son las que utilizan un aligerante para rebajar su peso e incrementar el espesor para darle mayor rigidez transversal a la losa. Los aligerantes pueden ser rígidos o flexibles, y pueden ser:

- Recuperable: Cuando después de vaciada y fraguada la losa se puede sacar el aligerante y darle uso en otras losas. Los hay moldeados en porón y en plástico reforzado, o ensamblados, como los de madera y láminas metálicas, el uso más frecuente es en losas que se deja a la vista la cara inferior. (MAPESA, n.d.)
- Perdido: Es el aligerante que no se puede recuperar después de vaciada la losa y son generalmente de madera o esterilla de guadua. (MAPESA, n.d.)
- 

Losas macizas: Son las fundidas o vaciadas sin ningún tipo de aligerante. Se usan con espesores hasta de 20 cm, generalmente utilizan doble malla de acero una en la parte inferior y otra en la parte superior. (MAPESA, n.d.)

### 2.3. Losas Macizas



*Ilustración 1-0-1- Esquematización de Losa Maciza (Maldonado)*

Son elementos estructurales de concreto armado, de sección transversal rectangular llena, de poco espesor y abarcan una superficie considerable del piso.

Sirven para conformar pisos y techos en un edificio y se apoyan en las vigas o pantallas. Pueden tener uno o varios tramos continuos. Tienen la desventaja de ser pesadas y transmiten fácilmente las vibraciones, el ruido y el calor; pero son más fáciles de construir; basta fabricar un encofrado de madera, de superficie plana, distribuir el acero de refuerzo uniformemente en todo el ancho de la losa y vaciar el concreto.

Las luces de cada tramo se miden perpendicularmente a los apoyos; cuando éstos no sean paralelos, la luz del tramo será variable y se considerará en la dirección que predomina en la placa. (García)

Según sea la forma de apoyo, las losas macizas pueden ser:

- Armadas en un sentido, si la losa se apoya en dos lados opuestos. En este caso el acero principal se colocará perpendicularmente a la dirección de los apoyos.
- Armada en dos sentidos, si se apoya en los cuatro lados. En este caso se colocarán barras principales en los dos sentidos ortogonales. (García)



*Ilustración 1-0-2-Losa Maciza (Panama)*

**Ventajas:**

- “Son más fáciles de construir; basta fabricar un encofrado de madera, de superficie plana, distribuir el acero de refuerzo uniformemente en todo el ancho de la losa y vaciar el concreto. ” (Supervisiondeestructuras, n.d.)

- “Resistente hasta 4 toneladas en su superficie llevando columnas cada 3 metros de separado.
- Más resistente a la humedad por ser 80% de cemento.
- Durabilidad hasta por 40 años en caso de cuarteaduras y mal deformaciones” (Lo basico de la construccion, 2013)

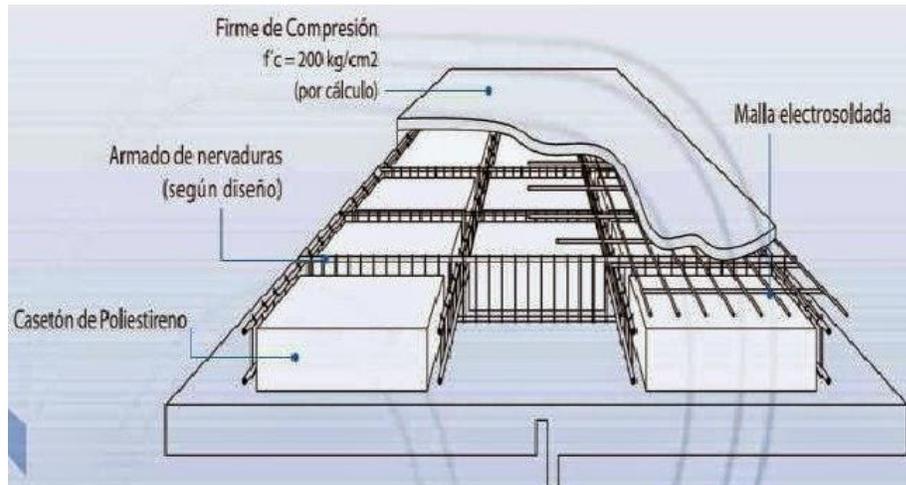


*Ilustración 1-0-3-confección de losa maciza (Propia)*

#### Desventajas:

- Son pesadas
  - “Difícil desarme” (Lo basico de la construccion, 2013)
  - “Transmiten fácilmente las vibraciones, el ruido y el calor”.
- (Supervisiondeestructuras, n.d.)

## 2.4. Losa Nervada (Aligerada)



*Ilustración 1-0-1- Esquematación de una losa Nervada (Rodero, n.d.)*

Son losas que no tienen el peso que una de características convencionales, en las que se necesitan además del uso de más material, mucha mano de obra pesada, y muchos materiales en los que se involucran, hierros, vigas, viguetas, zapatas, columnas, para el sostén con lo cual, la construcción de muchos pisos, significa más gastos, más personal, más tiempo, y más riesgos. En la actualidad, se involucran además de nuevos y mejores materiales, el ingenio, con el que se hacen este tipo de obras, que por cierto causan furor en todo el mundo, porque con menos tiempo, menos materiales, menos mano de obra calificada, se pueden lograr trabajos realmente espectaculares, aún de mayores y mejores resultados.

Con el fin de reducir la carga muerta de la construcción con losas macizas, se forman vacíos en un patrón rectilíneo mediante elementos de aligeramiento contruidos en metal o en fibra de vidrio. Se obtiene así una construcción nervada en dos direcciones. (García)

Los aligeramientos se omiten cerca de las columnas de manera que se forme una losa maciza para resistir mejor los momentos y cortantes en estas áreas.

Las placas aligeradas deben llevar ábacos macizos alrededor de las columnas, especialmente para poder resistir en forma adecuada el cortante por penetración. Se recomienda que estos ábacos tengan una dimensión mínima de un sexto del claro correspondiente, medida desde el eje de columnas, o de  $2.5 h$ , medida desde el paño de la columna, con el objeto de que el cono potencial de falla no atraviese huecos o casetones. También se recomienda que las losas aligeradas que lleven volados rematen en una viga maciza cuyo ancho sea por lo menos igual al espesor de la losa o a 25 cm, y que la longitud del volado no exceda de diez veces dicho espesor.

En la parte superior de la losa, sobre los casetones, debe existir una capa de concreto cuyo espesor se recomienda no sea menor de 3 cm, o de 5 cm, si existe la posibilidad de cargas concentradas elevadas. La distancia centro a centro de nervaduras no debe exceder de 1 m o de  $1/8$  del claro, lo que sea menor.

La construcción con casetones o aligeradas se compone de viguetas que cubren claros en dos direcciones y se forman del mismo modo que las viguetas que cubren claros en una dirección, mediante cimbras de metal, plástico o cartón, para producir los huecos entre las viguetas. El tipo de construcción con casetones que se usa más es la losa plana horizontal con casetones, en el que las partes macizas alrededor de los apoyos para las columnas, se forman al omitir la cimbra que forma los huecos. Este tipo de sistema es análogo a la losa plana horizontal maciza. En puntos de discontinuidad en la planta, como en grandes vanos o en bordes del edificio, en general se requiere formar vigas. Estas vigas se producen como proyecciones por debajo de los casetones o se crean dentro del mismo peralte de los casetones al (García) omitir una hilera de las cimbras que forman los huecos.

Como en el caso de la construcción con viguetas en una dirección, las resistencias al fuego son bajas en el caso de las construcciones comunes con casetones. El sistema es adecuado para situaciones en que se producen cargas ligeras, claros de mediano a largos, entre columnas aproximadamente cuadrados y un número razonable de varios claros en cada dirección. (García)

Las Losas Nervadas son un tipo de Cimentaciones por Losa que, como su nombre lo indica, están compuestas por vigas a modo de nervios que trabajan en colaboración ofreciendo gran rigidez y enlazan los pies de los pilares del edificio. (García)

### Características

- Las losas nervadas están constituidas por vigas longitudinales y transversales a modo de nervios, de gran rigidez, que enlazan los pies de los pilares.
- Estas losas se construyen para estructuras de cargas desequilibradas.
- Las vigas de unión de los pilares se calculan como zapatas continuas bidireccionales.
- Por lo general, el espesor mínimo de la losa es de 20 cm.
- Estas losas nervadas definen los arranques de los pilares en los encuentros de las vigas bidireccionales. (García)



*Ilustración 1-0-2- Losa Nervada (Rodero)*

### Ventajas:

- Los esfuerzos de flexión y corte son relativamente bajos y repartidos en grandes áreas.
  - Permite colocar muros divisorios libremente.

- Se puede apoyar directamente sobre las columnas sin necesidad de travesaños de carga entre columna y columna.

- Resiste fuertes cargas concentradas, ya que se distribuyen a áreas muy grandes a través de las nervaduras cercanas de ambas direcciones.

- Las losas reticulares son más livianas y más rígidas que las losas macizas.

- El volumen de los colados en la obra es reducido.

- Mayor duración de la madera de cimbra, ya que sólo se adhiere a las nervaduras, y puede utilizarse más veces

- Este sistema reticular celular da a las estructuras un aspecto agradable de ligereza y esbeltez.

- El entrepiso plano por ambas caras le da un aspecto mucho más limpio a la estructura y permite aprovechar la altura real que hay de piso a techo para el paso de luz natural. La superficie para acabados presenta características óptimas para que el yeso se adhiera perfectamente, dejando una superficie lisa, sin ocasionar grietas.

- Permite la modulación con claros cada vez mayores, lo que significa una reducción considerable en el número de columnas.

- La construcción de este tipo de losa proporciona un aislamiento acústico y térmico.

- La ausencia de travesaños a la vista elimina el falso plafón.

- Permite la presencia de voladizos de las losas, que alcanzan sin problema 3 y 4 metros.

- Mayor rigidez de los entrepisos, gran estabilidad a las cargas dinámicas, soporta cargas muy fuertes.

- Su aplicación es muy variada y flexible, bien puede utilizarse en edificios de pocos niveles, o grandes edificaciones, para construcciones de índole público, escuelas, centros comerciales, hospitales, oficinas, multifamiliares, bodegas, almacenes, construcciones industriales o casas económicas en serie o residencias particulares. ‘’

(ARQUBA, n.d.)

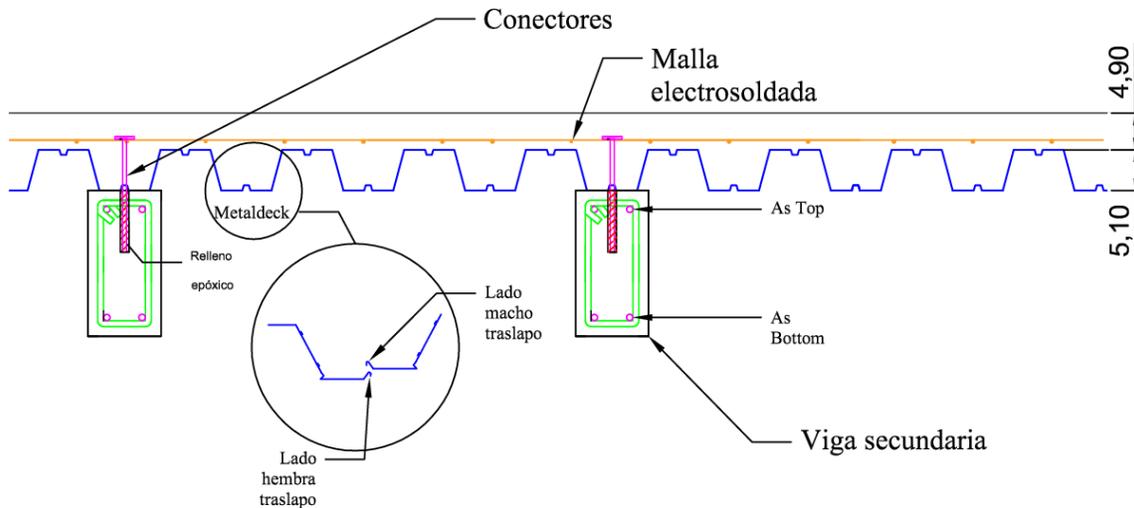
Desventajas:

- No se recomienda su uso para viviendas por razones netamente económicas.
- No se recomienda su uso ante la presencia de grandes cargas puntuales.
- No se recomiendan cuando presentan inclinaciones pronunciada. ’’

(Macuart, 2013)

## 2.5 Losa de acero ó Metaldeck

Sistema de entrepiso metálico que utiliza un perfil laminado diseñado para anclar perfectamente con el concreto y formar la losa de azotea o entrepiso. (García)



*Ilustración 1-0-1-Losa con Metaldeck (Propia)*

### Características:

- Es un sistema de entrepiso metálico que utiliza un perfil laminado diseñado para anclar perfectamente con el concreto y formar la losa de azotea o entrepiso.
- Este sistema además de tener una excelente resistencia estructural disminuye los tiempos de construcción generando ahorros en mano de obra, tiempo y renta de equipo.
- Actúa como acero de refuerzo positivo y cimbra.
- Se puede aplicar con vigas trabajando como sección compuesta.

Elementos que la forman:

- Viga de acero o de hormigón armado
- Conectores de cortante
- Perfil laminado de acero
- Malla electro soldada

La losa de acero se conecta a la viga de acero por medio de conectores soldados al patín superior de la viga aprovechando al conector como elemento de fijación para la Losa de acero y como conector de cortante para la acción compuesta de la viga.

- Losa de concreto
- Refuerzo por temperatura

El refuerzo por temperatura es a base de una malla electro soldada. La recomendación del Steel Deck Institute (SDI) es que área de acero mínima deberá ser igual a 0.00075 veces el área de concreto sobre el deck.

- Los relieves (embozado) longitudinales formados en los paneles de cada canal de Losa de acero actúan como conectores mecánicos que unen la Losa de acero y el concreto, evitando la separación vertical.

- El concreto actúa como elemento de compresión efectivo y rellena los canales de la Losa de acero, proporcionando una superficie plana para acabados.

- Está diseñado para soportar la carga muerta completa del concreto antes del fraguado.

- Después de que el concreto adquiere su resistencia propia, la sobrecarga de diseño es soportada por la sección compuesta donde Losa de acero provee el refuerzo positivo del entrepiso.

- Reemplaza la cimbra de madera convencional logrando eliminar en algunos casos el apuntalamiento temporal.

- Consultar la tabla de claro máximo sin apuntalar para los requerimientos de apuntalamiento temporal.

- Acelera la construcción por manejo de colados simultáneos en distintos niveles del edificio, generando ahorro en mano de obra y tiempo.

- Limpieza por el nulo trabajo con madera, alambres, etc., y seguridad por su rigidez hacia las cargas de tránsito.

- La lámina crea una membrana de estabilidad y resistencia contra efectos sísmicos, cuando se crea el efecto de diafragma en la losa.

### **Ventajas:**

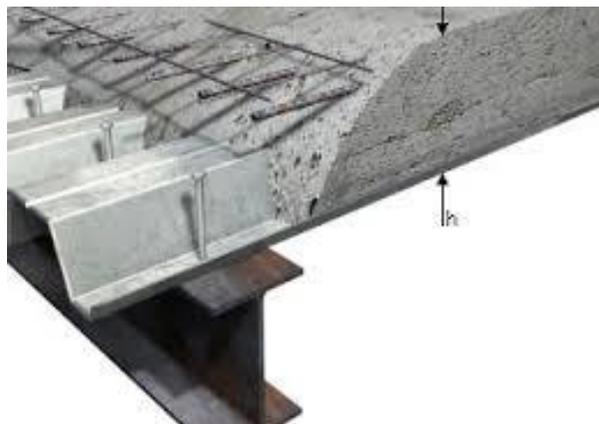
- Menor peso
- Diseño optimizado con ahorro de concreto debido a su geometría.

- Facilidad de transporte
- Rapidez de montaje
- Seguridad y facilidad de instalación
- Reduce utilización de alzaprimas
- Facilita trabajos en pisos inferiores a los del vaciado del hormigón
- Reducción de Plazos de construcción
- Funciona como una efectiva plataforma de trabajo durante su instalación
- Reduce encofrados de losas

(Pfenniger, n.d.)

### **Desventajas**

- “No se puede instalar láminas dobladas o deterioradas.” (Maritza Ramos Rugel, 2002)
- Baja resistencia al fuego.



*Ilustración 1-0-2- Losa con Metaldeck (Maritza Ramos Rugel, 2002)*

## 2.6 Proceso Constructivo De La Losa

El proceso constructivo de la losa consta de los siguientes pasos:

### 1. Preparar puesto de trabajo:

Herramientas: Serrucho, escuadra, martillo, marco de sierra con segueta, gancho para amarrar el acero (bichiroque), pala, pica, palustre, boquillera, grifa (perro), flexómetro, hilo, lápiz. (MAPESA, n.d.)

Equipo: Mezcladora, andamio, escalera, baldes, banco para figurar el acero, carretilla.(MAPESA, n.d.)

Materiales: Madera, (tablas, largueros, tacos), clavos de 3",2",21/2, acero de refuerzo, tuberías PVC sanitaria y eléctrica, alambre cocido No. 18, cemento, arena, triturado, agua, impermeabilizante.(MAPESA, n.d.)

### 2. Armar Encofrado:

El encofrado: Es la estructura temporal que sirve para darle al concreto la forma definitiva. Su función principal es ofrecer la posibilidad de que el acero de refuerzo sea colocado en el sitio correcto, darle al concreto la forma y servirle de apoyo hasta que endurezca, está constituido por el molde y los puntales (tacos), que pueden ser metálicos o de madera. (MAPESA, n.d.)

### Condiciones generales de los encofrados (MAPESA, n.d.)

\* Los encofrados metálicos presentan un desgaste mínimo con un manejo adecuado. Se deben limpiar bien luego de usarlos, e impregnarlos con un producto desmoldante comercial: aceite, petróleo ó, ACPM con parafina al 50%, dependiendo del acabado que se quiera lograr.

\* Se debe evitar la oxidación protegiéndolos periódicamente con pintura anticorrosiva, sobre todo si va a estar mucho tiempo a la intemperie.

\* Debe protegerse también de los rayos del sol y de la lluvia.

\* Se debe almacenar en sitios cubiertos y secos, debidamente codificados, colocado verticalmente o ligeramente inclinado cuando se recuesten sobre un muro y levantados del piso sobre zancos o estibas.

\* Las piezas o componentes defectuosos se deben reparar o reemplazar debida y oportunamente.

\* Los tableros de madera: Se deben limpiar retirando el concreto adherido inmediatamente después del desencofrado, con agua a presión y cepillo de cerdas plásticas blandas.

\* Se deben retirar todos los dispositivos flojos, las varillas de amarre, clavos, tornillos, residuos de lechada o polvo.

\* Una vez usados se deben limpiar y retirar clavos, tornillos, pasadores, abrazaderas, alambres, etc. sobrantes y reemplazar las piezas defectuosas o faltantes.

\* Se debe controlar el uso excesivo de martillo metálico durante el vaciado y el desencofrado pues el golpearlos con esta herramienta los deteriora.

\* No deben almacenarse a la intemperie al sol y al agua, porque se tuercen y se deteriora su superficie.

\* No debe abusarse del uso de clavos y tornillos pues se debilita la madera al desflecar las fibras.

\* Se deben pintar periódicamente con pinturas resistentes al agua para evitar cambios volumétricos por absorción de agua.

\* No deben someterse a cargas y esfuerzos excesivos, ni emplearse para usos diferentes a los previstos, para evitar su deterioro y deformación.(MAPESA, n.d.)

## 2.6 Definición de conceptos

Los conceptos del 1 al 21 fueron extraídos de (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), 2012)

1. ‘’ACI. Instituto Americano del Hormigón (American Concrete Institute).
2. ADITIVO. Material diferente al cemento, a los agregados o al agua que se añade al hormigón, antes o durante la mezcla, para modificar una o varias de sus propiedades; sin perjudicar su durabilidad ni su capacidad de resistir esfuerzos.
3. AGREGADO. Conjunto de partículas inertes, naturales o artificiales, tales como: arena, gravilla, grava, etc., que al ser mezclado con el material cementante y el agua produce el hormigón.
4. ANÁLISIS. Procedimiento mediante el cual se calculan las fuerzas interiores y deformaciones en los elementos de una estructura sometida a la acción de uno o más estados de carga.

5. ASTM. Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials).
6. CARGA MUERTA. Se considerarán como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo, incluye muros y particiones divisorias de ambiente y el peso de equipos permanentes.
7. CARGA VIVA. Carga debida al uso y la ocupación del edificio, sin incluir viento, sismo o carga muerta.
8. CEMENTO. Material que cumple con las especificaciones ASTM C 150, que tiene propiedades cementantes cuando se utiliza en la fabricación del hormigón, ya sea por sí mismo, como es el caso del cemento hidráulico (Portland); el cemento adicionado y el cemento expansivo; o cuando estos últimos obran en combinación con cenizas volantes, puzolanas, escoria siderúrgica y humo de sílice.
9. DISEÑO. Procedimiento mediante el cual se verifica que los elementos de hormigón armado resisten las solicitaciones obtenidas del análisis de la estructura, y se calcula la cantidad y ubicación del acero de refuerzo que se requiere para resistir dichas solicitaciones.
10. ENCOFRADO. Estructura provisional de madera o elementos metálicos, de forma dimensiones y seguridad adecuadas para la colocación del refuerzo y el hormigón de un elemento estructural, y sostenerlos mientras el hormigón adquiere la resistencia adecuada.
11. ESFUERZO. Intensidad de fuerza por unidad de área.

12. **ESTRIBOS.** Elementos que corresponden a una forma de refuerzo transversal, utilizados para resistir fuerzas cortantes, torsión y para proveer confinamiento al núcleo del elemento, consistentes en barras corrugadas, barras lisas, alambres o malla electro-soldada, de una o varias ramas, doblados en forma de L, U, C o rectangulares y colocados perpendicularmente al refuerzo longitudinal o formando un ángulo con él.
13. **ESTRIBO DE CONFINAMIENTO.** Es un estribo rectangular cerrado, de barra de diámetro al menos  $\varnothing 3/8''$  (Nº 3), o un estribo continuo enrollado en forma de espiral (zuncho) alrededor del refuerzo longitudinal. Los estribos de confinamiento pueden estar compuestos de varios elementos de refuerzo; pero todos ellos deben tener en sus extremos ganchos sísmicos de  $135^\circ$ , o más, con una extensión de 6 diámetros de barra, pero no menor de 7.5 cm; que abrazan el refuerzo longitudinal y son proyectados hacia el interior de la sección del elemento.
14. **HORMIGÓN ARMADO.** Material constituido de hormigón que tiene un refuerzo de barras de acero dispuestas convenientemente en su interior.
15. **MOPC.** Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.
16. **NERVIO.** Elemento estructural secundario que forma parte de una losa nervada, el cual trabaja principalmente a flexión.
17. **PREFABRICADO.** Elemento de hormigón, con o sin refuerzo, que se construye en un lugar diferente al de su posición final dentro de la estructura.
18. **RECUBRIMIENTO.** La menor distancia entre la superficie del refuerzo longitudinal o transversal y la superficie exterior de la sección de hormigón.
19. **REFUERZO LONGITUDINAL.** Refuerzo que se coloca paralelo a la longitud mayor del elemento. Se destina para resistir fuerzas axiales y momentos flexores.

20. REFUERZO TRANSVERSAL. El refuerzo destinado a resistir los efectos de la fuerza cortante y torsión. Incluye, igualmente, el destinado a impedir el pandeo del refuerzo principal en las columnas o en los elementos sometidos a fuerzas de compresión, y el que produce confinamiento.
21. REFUERZO DE RETRACCIÓN Y TEMPERATURA. En losas armadas en una dirección, es el refuerzo perpendicular al refuerzo principal, destinado a resistir los esfuerzos causados por variación de temperatura o por retracción de fraguado.
22. SAFE. Programa de CSI, para el cálculo estructural.

## 2.7 Marco contextual

El proyecto de estudio se efectuó en la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, en el edificio 2, en el laboratorio 107 de ingeniería civil.

*Ilustración 2 0 1- Aula de Investigación*

(Propia)



### **III. Marco metodológico**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

En esta investigación se pretende analizar, relacionar y comparar las propiedades y características físicas de los distintos elementos de estudio, para de esta manera tener una idea clara de sus cualidades, lo hace que dicho trabajo se un estudio mixto.

#### **3.2 Tipo de investigación**

Esta investigación será enfocada según los datos obtenidos lo que la convierte en una investigación experimental, a su vez es documental, ya que se aprovecharon las diferentes fuentes que explican y ofrecen información sobre los temas a desarrollar en la parte teórica de la investigación. Es descriptiva ya que pudo detallar cada una de las características de cada losa tanto en lo estructural y en lo económico.

#### **3.3 Procedimiento de la investigación**

- Búsqueda y recolección de información, caracterizando cada elemento de investigación y subdividiéndolo en grupos para ser posteriormente definidos adecuadamente.

- Analizar y establecer relación entre las variables para que de esta manera se pueda fundar sus semejanzas y diferencia.
- Realizar modelos virtuales para imponer a los elementos a ciertas situaciones controladas para observar el comportamiento de cada uno.
- Reunir toda la información bibliográfica y experimental obtenida para que esta sea estudiada, así poder obtener un informe final.
- Crear un informe final donde se presente todas las particularidades de todos los objetos de investigación resaltando sus ventajas y desventajas para que de esta manera se puedan comprar correctamente dichos elementos.

### 3.4 Método de investigación

En esta investigación utilizamos los métodos analíticos y comparativo, con estos métodos detallamos todos los elementos de cada una de las losas estudiadas, obtuvimos los datos de cada una de ellas en la fase estructural y económica, y se realizaron comparaciones entre ellas.

### 3.5 Técnicas de investigación

La técnica utilizada en esta investigación fue de manera experimental, se realizaron los modelos necesarios de las losas estudiadas en el programa de diseño estructural SAFE, a su vez la misma fue documental para así poder respaldar los resultados obtenidos de la fase experimental de la investigación.

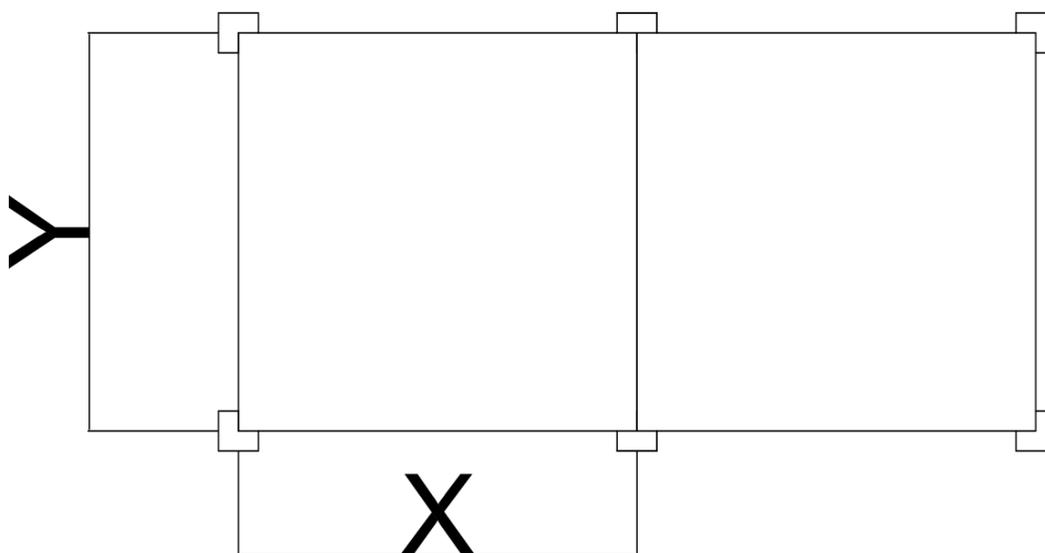
## **IV. Análisis Estructural**

### **4.1 Descripción del ensayo**

Al comparar los diferentes Sistemas de losas estructurales de manera precisa, someteremos dichos objetos de estudio a las mismas condiciones, es decir que lo único que varía de cada modelo será el tipo de losa y no el conjunto estructural completo. Es importante aclarar que, si alguno de los modelos no cumple bajo las condiciones establecidas, es parte de la labor experimental.

Todas las limitaciones de la prueba están sujetas las normas de la American Concrete Institute (ACI) y al Reglamento para Diseño y Construcción de Estructuras en Hormigón Armado (R-033) de la República dominicana.

La geometría del modelo será dos losas cuadrada juntas tal y como se muestra en la (ilustración 2-0-1) para que de esta forma se fácil y simple la recolección de datos. Las longitudes que se analizar son desde 4 metros hasta 9 metros siendo esta última longitud la más crítica al estudiar.



*Ilustración 2-0-1- Descripción gráfica del modelo (Propia)*

Cuando se presenten los resultados se puntualizarán las deformaciones verticales que se producen en cada modelo en diferentes longitudes y la cantidad de acero que requieren cada una. El formato en el que se presentarán los resultados, constará con una ilustración del modelo y a su vez una gráfica de la misma sobre el aspecto que se esté tratando. Al concluir presentaremos los gráficos y las tablas donde se podrán comparar de forma más eficiente cada losa concluyendo así uno de los puntos de enfoque de la investigación.

#### **4.1.1 Propiedades de los materiales**

La intención del estudio es el estudiar los diferentes tipos de losa de hormigón, es decir que no elaboraremos ningún modelo de estudio en otro material que no sea el ya mencionado. El tipo de hormigón que se utilizara es un hormigón  $F'c$  240 KG/CM<sup>2</sup> ya que uno de lo que más de utiliza en las construcciones. El acero de las barras será grado 60.

Estas propiedades son comunes en todos los modelos.

## 4.2 Dimensionamiento de los elementos principales

Cada modelo constara con vigas principales y columnas de las mismas dimensiones sin importar su tipología. Las columnas utilizadas fueron elegidas bajo el criterio del investigador, son elementos simples con secciones cuadradas de 40 CM con una altura de 3 metros, permanecen con las mismas dimensiones sin importar la longitud del modelo. Sin embargo, las vigas fueron dimensionadas bajo los siguientes criterios:

- La base de la viga principal es un 75% de la base de la columna.
- El peralte de va ser igual a  $H = \frac{L}{15}$ , siempre tomando en cuenta el redondeo.

Los cual nos da como resultado las siguientes secciones de viga:

- 30X30 para luces de 4 metros.
- 35X30 para luces de 5 metros.
- 40X30 para luces de 6 metros.
- 50X30 para luces de 7 metros.
- 55X30 para luces de 8 metros.
- 60X30 para luces de 9 metros.

Recordar que estas secciones al igual que la propiedad de los materiales es común para todos los modelos.

### 4.3 Cargas

Las cargas a las que los modelos de estudio se someterán serán únicamente verticales siendo esta:

- Carga viva (LIVE)= 250KG/M<sup>2</sup>, es fija para todos.
- Carga súperimpuesta (SI)=300KG/M<sup>2</sup>, es fija para todos.
- Carga muerta (DEAD) varía para cada modelo según su composición.

### 4.4. Combinaciones de cargas

Las combinaciones que se implementaron para la evaluación fueron:

1.  $U = 1.4D+1.4SI$
2.  $U= 1.2D + 1.2SI + 1.6L$
3.  $U=1.0D+1.0SI$
4.  $U= 1.0D + 1.0SI + 1.0L$

#### 4.5 Limitaciones y recomendaciones generales de las normas.

A continuación se citara artículos del R-033 (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), 2012)

Artículo 39. RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS. Se deberá cumplir con los siguientes recubrimientos:

- a) Hormigón colocado directamente sobre el suelo y en contacto permanente con la tierra: 1. 7.5 cm
- b) Hormigón expuesto a la intemperie o en contacto con suelo de relleno:
  - 1. Barras  $\varnothing 3/4''$  (Nº 6) y  $\varnothing 1''$  (Nº 8) 5.0 cm
  - 2. Barras  $\varnothing 5/8''$  (Nº 5) y menores 4.0 cm
- c) Hormigón no expuesto a la intemperie, ni en contacto con la tierra:
  - 3. Todos los tipos de refuerzo en losas, muros y viguetas: 2.0 cm
  - 4. En vigas y columnas: Refuerzo principal: 3.5 cm
  - 5. Estribos y espirales: 2.5 cm

Artículo 40. En ambientes agresivos deben ser utilizados recubrimientos mayores que los mencionados, los cuales dependen de las condiciones de exposición.

Artículo 41. El pañete de terminación no puede ser considerado como parte del recubrimiento.

Artículo 164. LOSAS EN UNA Y EN DOS DIRECCIONES. Una losa se considera que trabaja en una dirección, cuando:

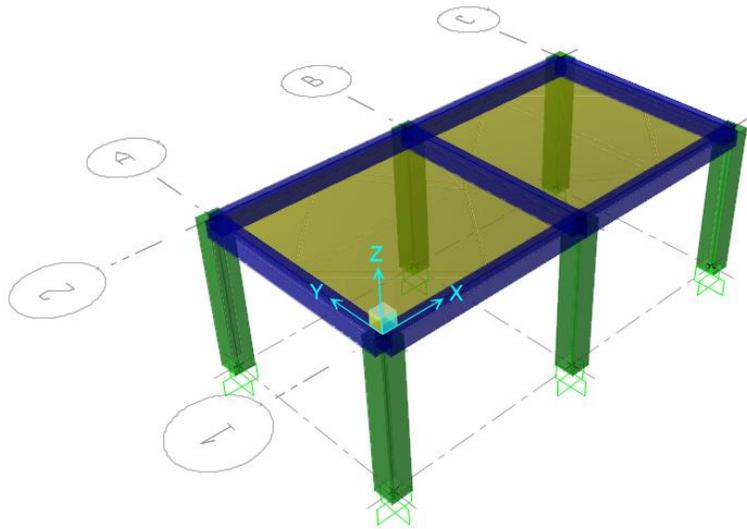
- a) Tiene dos bordes libres en dos extremos opuestos, y tiene vigas o muros, en los otros dos bordes opuestos aproximadamente paralelos.
- b) La losa tiene forma aproximadamente rectangular con apoyos en sus cuatro lados, y una relación de la luz larga a la luz corta mayor que 2.0.
- c) Una losa nervada tiene sus nervios principalmente en una dirección.

Artículo 167. LUCES DE CÁLCULO. Las luces de cálculo L se deben tomar como sigue:

- a) De centro a centro de los apoyos cuando la losa no es vaciada monolíticamente con los apoyos (losa apoyada en muros de bloques).
- a) Distancia libre entre las caras de los apoyos cuando estos se vacían monolíticamente con la losa (losa apoyada sobre vigas o muros de hormigón).

(Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), 2012)

## 4.6 Losas macizas



*Ilustración 2-0-1- Vista isométrica del modelo de losa maciza en SAFE*

Este tipo de losas son una de las más usadas en construcciones por su fácil diseño y ejecución, los elementos primordiales que hay que tomar en cuenta a la hora de su diseño es si la misma es de una o dos direcciones, su espesor y el armado del mismo, por lo general en construcciones grandes no se suele utilizar este tipo de losa a grandes luces, la intención es ver sus capacidades estructurales y hasta donde pueda llegar esta, haciendo el ensayo con una losa en dos direcciones.

### **4.6.1 Limitaciones y recomendaciones de las normas.**

Artículo 85. LOSAS EN DOS DIRECCIONES. El espesor o altura total  $h$  de losas armadas en dos direcciones, apoyadas en vigas o muros de bloques de hormigón en todos sus bordes, no debe ser menor que 0.12 m en losas con  $L_n > 3.00$  m, 0.10 m en losas con  $L_n \leq 3.00$  m, ni los valores obtenidos por medio de la fórmula (42).

- Hmin =

- 0.12 m en losas con  $L_n > 3.00$  m
- 0.10 m en losas con  $L_n \leq 3.00$  m

#### 4.6.2 Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de espesor mínimo (Hmin) de cada modelo se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$H_{min} = L_{max} * \frac{\left(\frac{0.8 + f_y}{14000}\right)}{(36 + 9 * Beta)}$$

- $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>
- $Beta = L_{max} / L_{min}$
- Si  $Beta = 0$ :  $H_{min} = L_{max} / 10$  (Vuelo)
- Si  $Beta > 2$ :  $H_{min} = L_{min} / 20$  (Losa en una dirección)

Dando como resultado los siguientes espesores para cada longitud:

Longitud (M)	Espesor (CM)
4	12
5	14
6	16
7	17
8	20
9	22

#### 4.7. Losas con metaldeck (lamina colaborante)

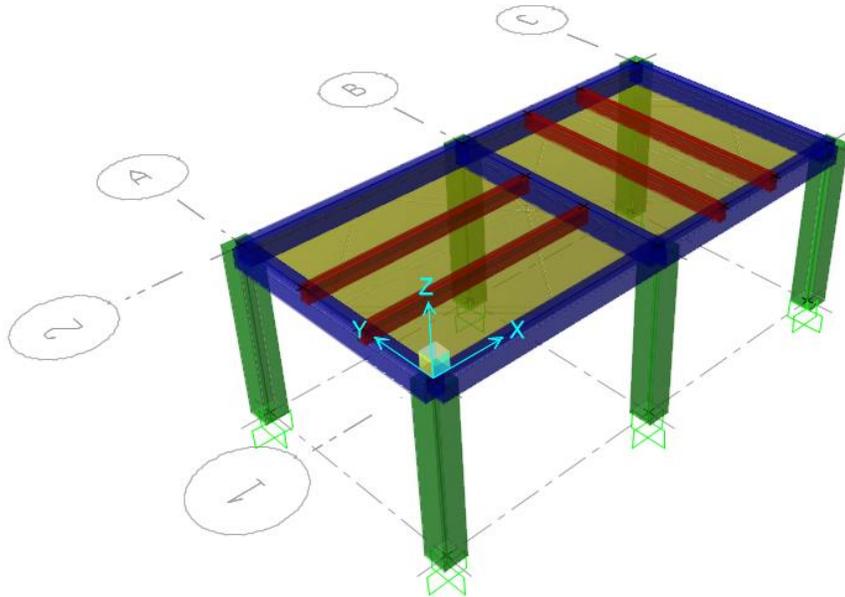


Ilustración 2-0-1- Vista isométrica de losa metaldeck en SAFE

#### “R1.1.8 - Concreto sobre tableros permanentes de acero (steel form deck)

En estructuras de acero, es práctica común construir las losas de piso de concreto sobre tableros permanentes de acero. En todos los casos, la plataforma sirve como encofrado y puede, en algunos casos, cumplir una función estructural adicional.

R1.1.8.1 - En su aplicación más simple, el tablero de acero sirve como encofrado y solo el concreto cumple una función estructural y, por lo tanto, debe diseñarse para resistir todas las cargas.

RI.1.8.2 - Otro tipo de tablero de acero usado comúnmente desarrolla una acción compuesta entre el concreto y el tablero de acero. En este tipo de construcción, el tablero de acero sirve como refuerzo para momento positivo. El diseño del refuerzo para momento negativo para construir una losa continua es un ejemplo típico en donde la sección de la losa está diseñada en conformidad con este Reglamento.” (American Concrete Institute , 2008)

A la hora de realizar el diseño de los modelos incluimos vigas secundarias de hormigón armado para brindarle mejor soporte al elemento. Las direcciones de estas vigas se analizarán en un sentido en X & en Y.

#### **4.7.1 Limitaciones y recomendaciones de las normas.**

“El espesor de la lámina utilizado en el diseño no debe tener en cuenta el recubrimiento en zinc u otro material para protección o acabado. Este es el espesor del acero base sin ningún tipo de recubrimiento. El recubrimiento en zinc o pintura no incrementa la capacidad estructural y por ende no debe ser tenido en cuenta en el diseño.

El recubrimiento mínimo de concreto por encima de la parte superior de la lámina de METALDECK (tc) debe ser de 50mm (2pulg.) Cuando se coloque refuerzo negativo adicional a la malla por temperatura y retracción, el recubrimiento mínimo de concreto por encima del este debe ser de 20mm.

De acuerdo con lo anterior, los espesores mínimos totales recomendados para losas en METALDECK se resumen en la tabla 3.

Referencia	Altura de lámina	Espesor total mínimo concreto
Metaldeck 2"	50.8mm (2")	100mm (4")
Metaldeck 3"	76.2mm (3")	130mm (5")

Tabla 2- espesores mínimos de concreto en metaldeck (ACESCO, 2012)

#### 4.7.2 Dimensionamiento

Para el dimensionamiento se consideró el número de vigas secundarias y las distancias a las que se encontrar de eje a eje y que el espesor en la losa siempre fuera 10 CM. Estas fueron las fórmulas que se implantaron:

Para conseguir el peralte mínimo de las vigas secundarias.

$$H_{min} = L/18.5$$

A partir del peralte mínimo se tuvo que aumentar las secciones para que esta cumpliera con los requisitos que se estudiaran, dándonos como resultados las siguientes dimensiones:

Longitud (M)	En dirección X (CM)	En dirección Y (CM)
4	15x25	15x25
5	15X30	15X30
6	15X35	15X35
7	25x45	25x45

8	25x50	25x50
9	30X55	30x55

Tabla 3- Tabla de dimensiones de viguetas de hormigón en metaldeck.

Para determinar la cantidad y la separación de las vigas secundarias.

Se colocó una viga secundaria a partir de los 3 metros y a medida que la longitud fue a aumentado el número de viga lo hizo. En los dos últimos modelos se colocó vigas de arrostramiento, para acortar la longitud libre de dichos componentes para que cumpliera con los requisitos del análisis.

Longitud (M)	Cantidad de vigas 2da	Cantidad de espacio entre vigas	Cantidad de vigas de Arrostramiento
4	2	3	0
5	3	4	0
6	4	5	0
7	5	6	0
8	6	7	1
9	7	8	3

Tabla 4- Tabla de cantidad de viguetas en metaldeck

Las vigas secundarias no pueden estar separadas a más de 180 CM entre ellas.

$$\text{SEPARACIÓN} = \frac{\text{LONG} - \text{CARA DE LA COLUMNA}}{\text{CANTIDAD DE ESPACIOS}}$$

Las vigas de arrostramiento para el modelo de 9 metros se colocaron una separación de 215 CM de eje a eje, mientras que para el modelo de 8 metros se colocó una justo en el medio de la losa.

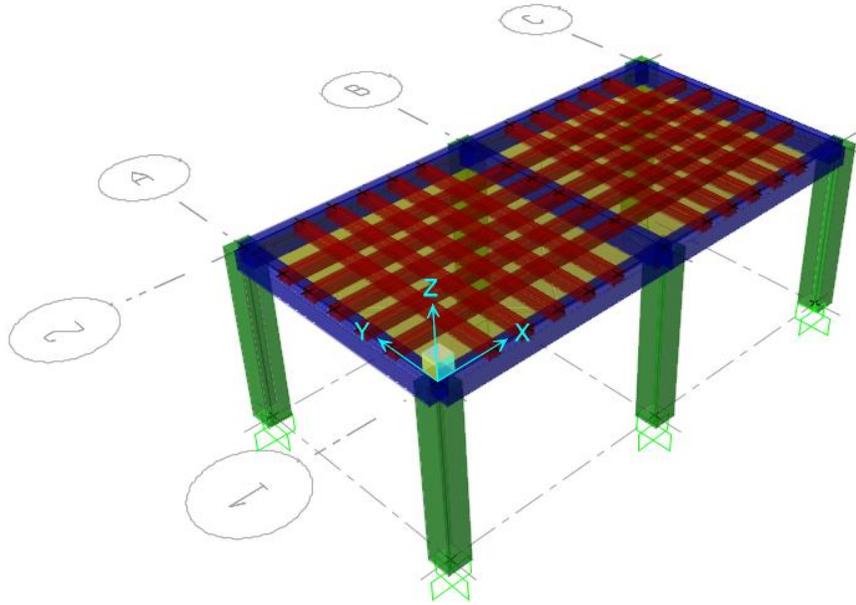
El resultado de esta fórmula:

longitud (M)	Separación (CM)
4	120
5	115
6	112
7	110
8	109
9	108

*Tabla 5- Tabla de separación de viguetas de metaldeck.*

Se tomó esta forma para determinar el espaciamiento de las vigas para que los modelos tuvieran cierta uniformidad y para que estos trabajen al límite.

## 4.8 Losa nervada en dos direcciones



*Ilustración 2-0-1- Vista isométrica de losa nervada en dos direcciones en SAFE*

“Una losa nervada consiste en una combinación monolítica de nervios espaciados regularmente, en una o en dos direcciones, y de una losa superior que actúa también en una o en dos direcciones, de acuerdo con la acción de los nervios. Los nervios pueden ser prefabricados, y la losa puede ser parcialmente prefabricada; pero, como mínimo, una parte de su espesor debe ser vaciado en sitio. Los entrepisos contruidos con losas aligeradas (Hollow Core) o viguetas “Doble T” pretensadas prefabricadas no caen dentro de esta definición. ” (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), 2012)

Es utilizadas construcciones donde se desea reducir el peso de la estructura, eventualmente en de grande envergadura, según profesionales del área de la construcción, se frecuenta su utilización por su eficiencia económica y estructural para grandes luces. El propósito de la investigación es validar dicha observación.

### **4.8.1 Limitaciones y recomendaciones de las normas.**

“Artículo 165. LOSAS NERVADAS. Las dimensiones de las losas nervadas deben cumplir las condiciones dadas a continuación:

- a) Los nervios no deben tener menos de 10 cm de ancho, y su altura libre (altura por debajo de la losa) no debe ser mayor que 3-1/2 veces el espesor mínimo del nervio.
- b) La separación libre entre nervios no debe ser mayor de 90 cm.
- c) El espesor de la losa no puede ser menor que 1/12 de la distancia libre entre nervios, ni 5 cm.
- d) Cuando se usen moldes permanentes de hormigón que formen parte de la losa, la porción vaciada en sitio de la losa superior debe tener un espesor no menor que 1/12 de la distancia libre entre nervios, o 4 cm.
- e) En losas nervadas en una dirección, se deben colocar nervios transversales de repartición con una separación máxima de 10 veces el espesor total de la losa nervada (losa más nervio), sin exceder 4.00 m.
- f) Cuando se dejen conductos o tubos embebidos en la losa, según lo indicado en la Sección 10.9, el espesor de la losa debe ser al menos 2.5 cm mayor que el diámetro exterior máximo de la tubería en cualquier punto.”(Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), 2012)

“Artículo 166. SISTEMAS DE NERVADURAS COMO CONJUNTO DE VIGAS. Cuando se excede la separación máxima entre nervios dada en el ordinal (b) del Artículo 165, o cuando el número de nervaduras en la dirección bajo consideración

dentro de la losa es menor de 4, las nervaduras se deben considerar como elementos aislados y su análisis y diseño no se pueden regir por los procedimientos del presente Artículo. La losa entre nervaduras en este caso se debe analizar y diseñar como una losa en una o dos direcciones, según sea el caso, cumpliendo los requisitos correspondientes.” (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC), 2012).

#### 4.8.2 Dimensionamiento

Tomando en consideración las limitaciones estipuladas por el R-033 mencionado anteriormente, consideramos las siguientes dimensiones.

- La separación entre cara a cara de los nervios es 40 CM y de eje a eje es 55 CM.
- La base de los nervios es 15 CM.
- La misma cantidad de nervios que ahí horizontal es la misma cantidad en vertical.
- El espesor de la losa se calculó con la misma fórmula de espesores mínimo para losas macizas ya mencionado. Considerando que la losa superior en todos los modelos de este tipo tiene 5 CM de espesor.

Bajo las condiciones impuestas obtuvimos las siguientes especificaciones

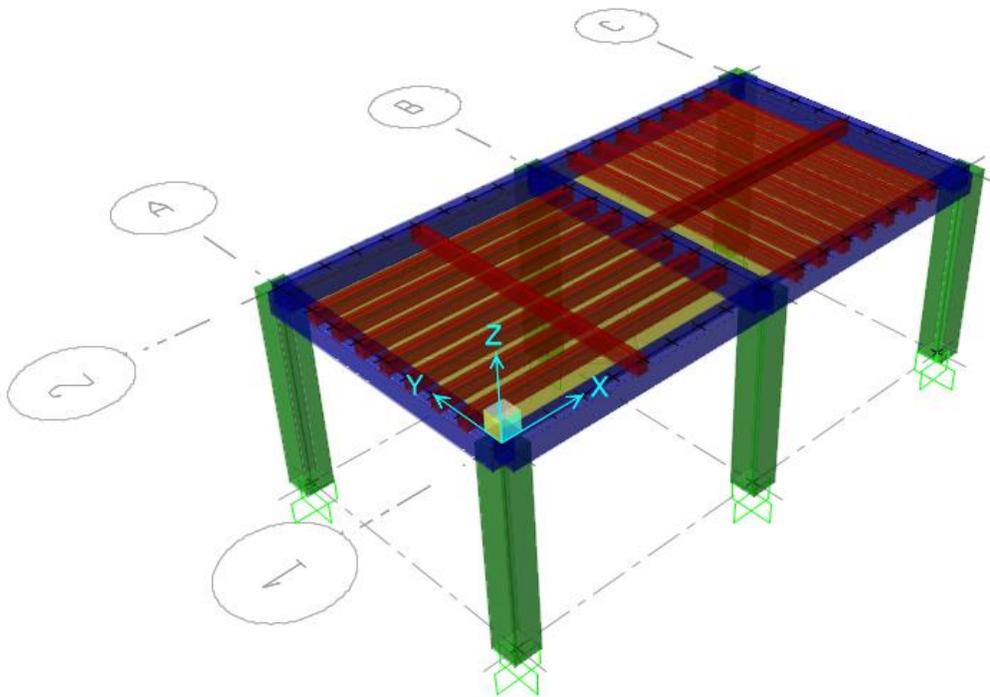
Longitud (M)	Sección (CM)	Separación (CM)	Total de nervios en las 2 direcciones
4	15X20	40	10
5	15X20	40	14

6	15X30	40	18
7	15X30	40	22
8	15X35	40	26
9	15x45	40	30

*Tabla 6- Especificación de los nervios en la losa nervada en 2 direcciones.*

Es importante aclarar que en la losa superior se colocara una malla electro-soldada.

#### 4.9 Losa nervada en una dirección.



*Ilustración 2-0-1- Vista isométrica de losa nervada en una dirección en SAFE*

Este tipo de losas, así como lo dice su nombre es una losa reticulada compuesta con nervios principales orientados en una sola dirección. Se utiliza mayormente cuando

la relación entre luz larga y luz corta es mayor a 2, pero de igualmente se puede utilizar sin no cumple esta condición siempre y cuando se utilice nervios de arrostramiento.

#### 4.9.1 Limitaciones y recomendaciones de las normas.

Este contenido es el mismo que se mencionó en las losas nervadas en dos direcciones.

#### 4.9.2 Dimensionamiento.

Para el dimensionamiento del espesor de la losa se tomó en cuenta la siguiente tabla 7.

	Espesor mínimo, $h$			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Tabla 7- Espesor mínimo para losa nervada en una dirección.

Asumiendo que  $L/18.5$  sea el caso más desfavorable en una construcción común. Utilizando esta condición se obtiene el espesor total, al restarle 5 CM de la losa superior da como resultado el peralte de los nervios considerando que todos los modelos de es

este tipo la separación de las nervaduras es de 30 CM de cara a cara y de eje a eje es 45 CM, siendo la base 15 CM.

Como resultado se obtiene las siguientes secciones.

Longitud (M)	Sección (CM)	Separación (CM)	Cantidad de nervios	Cantidad de arrostramiento
4	15X20	30	7	1
5	15X25	30	9	1
6	15X30	30	11	1
7	15X40	30	13	1
8	15X50	30	15	1
9	15X55	30	19	4

*Tabla 8- Especificación del dimensionamiento de los nervios en la losa nervada en una dirección.*

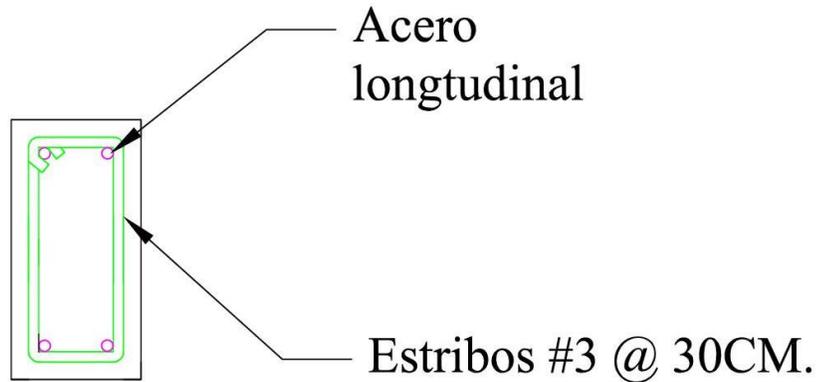
Es importante aclarar que en la losa superior se colocará una malla electro soldada.

#### 4.10 Detalle del acero.

A continuación, se presentará el detallamiento estructural de los modelos analizados.

#### 4.10.1 Estribos

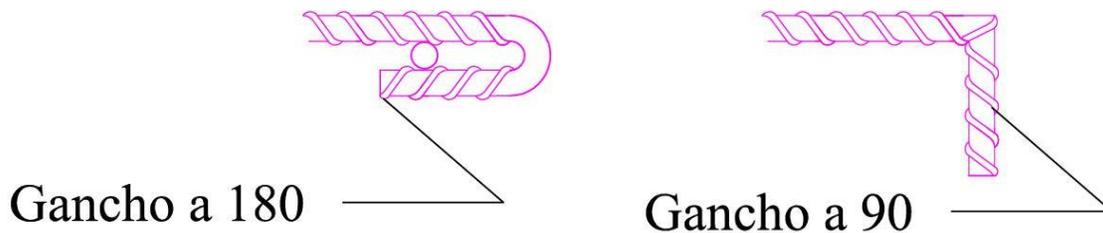
Las losas no requirieron acero para el cortante ni para la torsión, de tal manera que se utilizó estribos cerrados de confinamiento separados a una distancia de 30 CM con varillas de #3 (3/8”).



*Ilustración 2-0-1- Sección transversal de los nervios (Propia)*

#### 4.10.2 Ganchos

Se implementaron ganchos a 180° en las losas macizas, mientras que en los restantes se colocaron ganchos a 90° a los nervios (o vigas secundarias).



*Ilustración 2-0-2-Tipos de ganchos utilizado (Propia).*

### 4.10.3 Losas con malla Electro-soldada

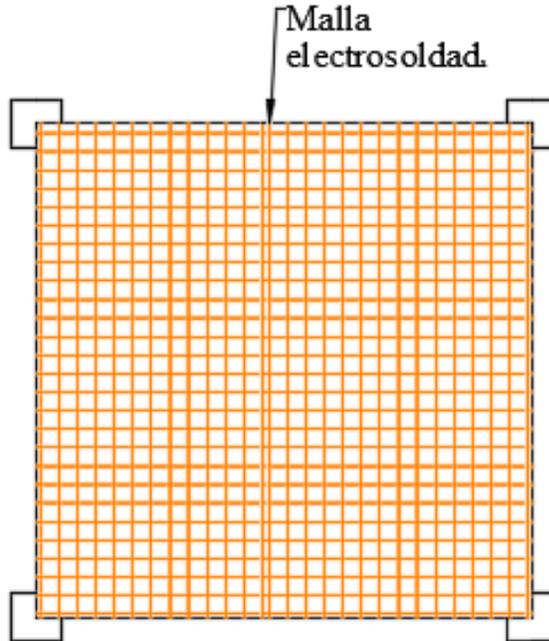


Ilustración 2-0-3- Malla electrosoldada (Propia)

Todas las losas analizadas menos la macizas llevan mallas electrosoldada tal y como se mostrará en la (ilustración 2-0-8) su principal función es servir como acero adicional para la compresión en el topping y como acero de temperatura.

### 4.10.4 Losa maciza

	Losa	
L uz (M)	As top	As botton
4	<u>#3</u> <u>@0.18m</u>	<u>#3</u> <u>@0.21m</u>
5	<u>#4</u>	<u>#4</u>

	<u>@0.22m</u>	<u>@0.25m</u>
6	<u>#4</u> <u>@0.17m</u>	<u>#4</u> <u>@0.22m</u>
7	<u>#4</u> <u>@0.16m</u>	<u>#4</u> <u>@0.18m</u>
8	<u>#6</u> <u>@0.25m</u>	<u>#6</u> <u>@0.25m</u>
9	<u>#6</u> <u>@0.15m</u>	<u>#6</u> <u>@0.17m</u>



Ilustración 2-0-4- Perfil transversal de la losa maciza (Propia).

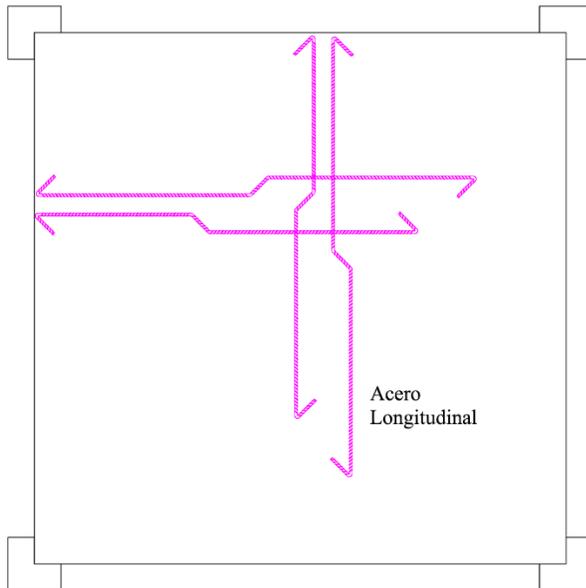
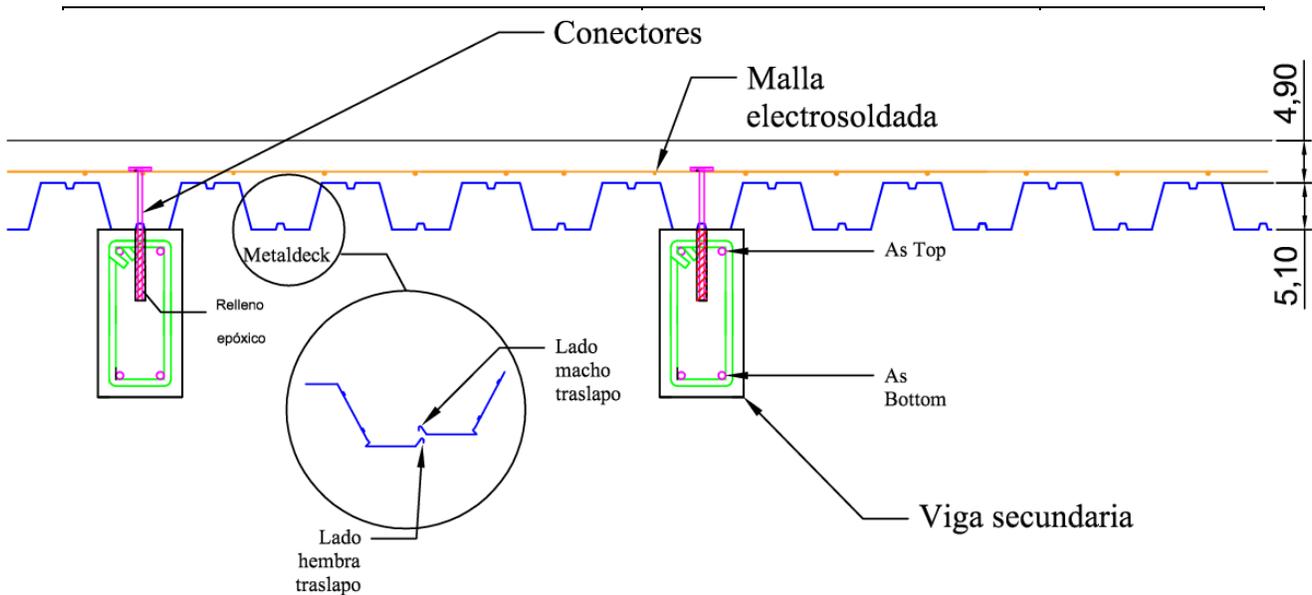


Ilustración 2-0-5- Esquema en planta del acero longitudinal en planta (Propia)

	Losa		
Luz (M)	As top	As botton	
4	#3@0.18m	#3@0.21m	
5	#4@0.22m	#4@0.25m	
6	#4@0.17m	#4@0.22m	
7	#4@0.16m	#4@0.18m	
8	#6@0.25m	#6@0.25m	
9	#6@0.15m	#6@0.17m	

#### 4.10.5 Losa con Metaldeck



Luz (M)	As top	As botton	s	s

			to p	bott on
4	<a href="#">D2.9</a> <a href="#">@0.1X0.1m</a>	M etaldec k 2" cal 22	#3	#3
5	<a href="#">D2.9</a> <a href="#">@0.1X0.1m</a>	M etaldec k 2" cal 22	#3	#3
6	<a href="#">D2.9</a> <a href="#">@0.1X0.1m</a>	M etaldec k 2" cal 22	#4	#4
7	<a href="#">D2.9</a> <a href="#">@0.1X0.1m</a>	M etaldec k 2" cal 22	#4	#4
8	<a href="#">D2.9</a> <a href="#">@0.1X0.1m</a>	M etaldec k 2" cal 22	#4	#4
9	<a href="#">D2.9</a> <a href="#">@0.1X0.1m</a>	M etaldec k 2" cal	#6	#6

		<b>22</b>		
--	--	-----------	--	--

Ilustración 2-0-6-Perfil transversal de losa en metaldeck.(Propia)

Tabla 9- Especificación del acero en losa en metaldeck

Luz (M)	Losa 10 CM		Vigas secundaria		Peralte vigueta (CM)	Base (CM)
	As top	As botton	As top	As bottom		
4	<a href="#">D2.9@0.1X0.1m</a>	Metaldeck 2" cal 22	2#3	2#3	25	15
5	<a href="#">D2.9@0.1X0.1m</a>	Metaldeck 2" cal 22	2#3	3#3	30	15
6	<a href="#">D2.9@0.1X0.1m</a>	Metaldeck 2" cal 22	2#4	2#4	35	15
7	<a href="#">D2.9@0.1X0.1m</a>	Metaldeck 2" cal 22	2#4	5#4	45	25
8	<a href="#">D2.9@0.1X0.1m</a>	Metaldeck 2" cal 22	2#4	7#4	50	25
9	<a href="#">D2.9@0.1X0.1m</a>	Metaldeck 2" cal 22	2#6	5#6	55	30

#### 4.10.6 Losa nervada

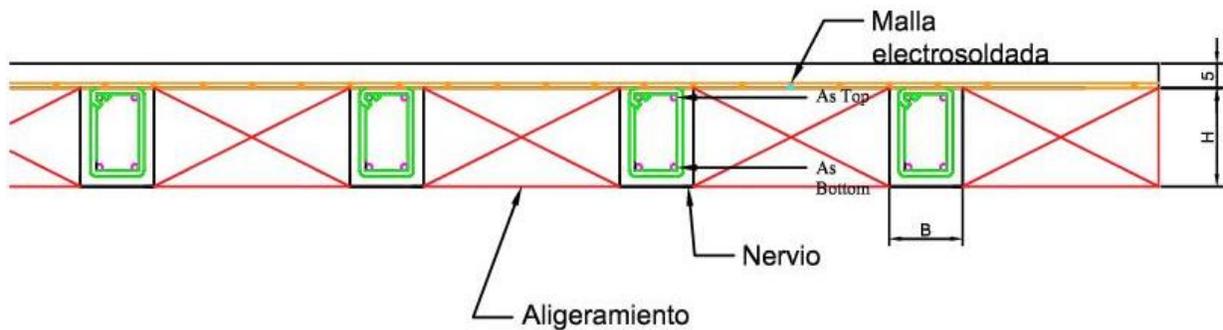


Ilustración 2-7- Perfil transversal de una losa nervada (Propia)

4.10.6.1 En dos direcciones

Luz (M)	Losa 5 CM	Nervio		Sección (CM)	Separación (CM)
	As	As top	As botton		
4	D2.9@0.1X0.1m	2#3	2#3	15X20	40
5	D2.9@0.1X0.1m	3#3	3#3	15X20	40
6	D2.9@0.1X0.1m	4#3	5#3	15X30	40
7	D2.9@0.1X0.1m	2#4	2#4	15X30	40
8	D2.9@0.1X0.1m	2#4	3#4	15X35	40
9	D2.9@0.1X0.1m	3#4	4#4	15x45	40

4.10.6.2 En una dirección

Luz (M)	Losa 5 CM	Nervio		Sección (CM)	Separación (CM)
	As	As top	As botton		
4	D2.9@0.1X0.1m	2#3	2#3	15X20	30
5	D2.9@0.1X0.1m	3#3	3#3	15X25	30
6	D2.9@0.1X0.1m	2#4	2#4	15X30	30
7	D2.9@0.1X0.1m	3#4	3#4	15X40	30
8	D2.9@0.1X0.1m	3#4	5#4	15X50	30
9	D2.9@0.1X0.1m	3#4	5#4	15X55	30



#### 4.11 Resultados.

Se demostrará el peso propio y la capacidad a la deflexión de cada modelo bajo cargas sin factorizar, unos de los puntos de comparación de la investigación, dicha comparación se realizará en formas de versus poniendo las losas unas con otras. La unidad en que se encuentra estos valores es en CM.

Para el caso de la losa que esté compuesto por viguetas o nervios en una sola dirección se mostrara su deflexión que sufren colocando dichos elementos en los diferentes ejes. Se considerará los valores obtenidos del eje x ya que este es el que posee menor inercia y por ende es el que tiende a tener mayor flexión.

Las deflexiones máximas permitidas, viene dado por la siguiente tabla.

Tipo de elemento	Deflexión considerada	Limite de deflexión
Cubiertas planas que no soporten ni estén ligadas a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debida a la carga viva, $L$	$l/180^*$
Entrepisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	Deflexión inmediata debida a la carga viva, $L$	$l/360$
Sistema de entepiso o cubierta que soporte o esté ligado a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.	La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (la suma de la deflexión a largo plazo debida a todas las cargas permanentes, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional) <sup>†</sup>	$l/480^‡$
Sistema de entepiso o cubierta que soporte o esté ligado a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños debido a deflexiones grandes.		$l/240^§$

Tabla 10- Limite de deflexión (American Concrete Institute , 2008)

Evaluado con la condición de  $L/480$ .

#### 4.11.1Peso propio.

Peso Propio (Kg)				
Luces (M)	Losa Maciza	Nervad a 1D	Nervad a 2D	Metald eck
4	4608	3970.56	4272	4423.2
5	8400	7050	7236	7391.4
6	13824	11370.2 4	14385.6	11314. 08
7	19992	18792.4 8	20260.8	20573. 7
8	30720	28876.8	30499.2	31195. 2
9		47663.6 4	48114	53427. 6

Gráfico 1- Peso propio

Por defecto la losa nervada en una sola dirección resulta más ligera que lo demás sistema evaluados.

#### 4.11.2 Deflexión.

	MACIZA	NERVADA	NERVADA	NERVADA	METALD	METALD	L/480
--	--------	---------	---------	---------	--------	--------	-------

		2D	1D X	1D Y	X	Y	
LUZ (M)	Deflexión (CM)						
4	-0.275	-0.435	-0.406	-0.396	-0.311	-0.308	-0.833
5	-0.478	-0.712	-0.718	-0.6733	-0.632	-0.601	-1.041
6	-0.775	-1.022	-1.122	-1.031	-1.06	-1.004	-1.25
7	-1.261	-1.246	-1.281	-1.125	-1.231	-1.065	-1.458
8	-1.638	-1.619	-1.646	-1.417	-1.408	-1.249	-1.667
9	-2.305	-1.808	-1.839	-1.609	-1.833	-1.688	-1.875

*Gráfico 2- Deflexiones*

Los datos obtenidos por el análisis hecho dan como resultados que la losa maciza desde luces de 4 metros a 6 metros es más eficiente, el metaldeck con viguetas orientadas al eje ‘y’ resulta mejor estructuralmente en luces de 7 metros a 8, finalmente en luces de 9 metros la nervada en una dirección con sus nervios en ‘y’ resulta más conveniente.

#### 4.12. Comparación

##### **Losa maciza versus Losa nervada en 2 direcciones.**

	MACIZA	NERVADA 2D
LUZ(M)	Deflexion (CM)	
4	-0.275	-0.435

5	-0.478	-0.712
6	-0.775	-1.022
7	-1.261	-1.246
8	-1.638	-1.619
9	-2.305	-1.808

*Gráfico 3-Losa maciza versus Losa nervada en 2 direcciones*

Las losas macizas son convenientes hasta los 6 metros y esta no puede alcanzar luces mayores de 8 metros ya que esta no cumple con los límites de deformación normativos, mientras que las losas nervadas en dos direcciones son más eficientes a partir de los 7 metros y pueden alcanzar luces mayores a los 9 metros.

**Losa maciza versus Losa nervada en 1 direcciones.**

	MACIZA	NERVADA 1D X	NERVADA 1D Y
LUZ(M)	Deflexion (CM)		
4	-0.275	-0.406	-0.396
5	-0.478	-0.718	-0.6733
6	-0.775	-1.122	-1.031
7	-1.261	-1.281	-1.125
8	-1.638	-1.646	-1.417
9	-2.305	-1.839	-1.609

*Gráfico 4-Losa maciza versus Losa nervada en 1 direcciones*

Para la geometría asumida para el modelo de análisis, las losas macizas resultan conveniente hasta luces de 8 metros comparándola con la losa nervada con los nervios en una sola dirección orientados al eje ‘x’, pero si los nervios se colocaran en el eje ‘y’, entonces la losa nervada en una dirección resultaría conveniente a partir de los 7 metros.

**Losa maciza versus Losa con Metaldeck.**

	MACIZA	METALD X	METALD Y
LUZ(M)	Deflexion (CM)		
4	-0.275	-0.311	-0.308
5	-0.478	-0.632	-0.601
6	-0.775	-1.06	-1.004
7	-1.261	-1.231	-1.065
8	-1.638	-1.408	-1.249
9	-2.305	-1.833	-1.688

Las losas macizas son eficientes hasta luces de 6 metros, luces mayores conviene usar la Metaldeck.

**Losa nervada en 2 direcciones versus Losa nervada en 1 direcciones**

	NERVADA 2D	NERVADA 1D X	NERVADA 1D Y
LUZ(M)	Deflexion (CM)		
4	-0.435	-0.406	-0.396
5	-0.712	-0.718	-0.6733
6	-1.022	-1.122	-1.031
7	-1.246	-1.281	-1.125
8	-1.619	-1.646	-1.417
9	-1.808	-1.839	-1.609

*Gráfico 5-Losa nervada en 2 direcciones versus Losa nervada en 1 direcciones.*

Para la geometría asumida para el modelo de análisis, las losas nervadas con los nervios en una sola dirección orientados al eje ‘‘x’’ resultan conveniente en luces no mayores a 4 metros, pero si los nervios se colocaran en el eje ‘‘y’’, entonces la losa nervada en una dirección no se pudiera compara con las nervadas en dos direcciones ya que los resultados de esta están por debajo, es decir que la nervada en dos direcciones queda entre el medio de la losa nervada en una dirección con los nervios en ‘‘x’’ y la misma con los nervios en ‘‘y’’.

**Losa nervada en 2 direcciones versus Losa con metaldeck.**

	NERVADA 2D	METALD X	METALD Y
LUZ(M)	Deflexion (CM)		
4	-0.435	-0.311	-0.308

5	-0.712	-0.632	-0.601
6	-1.022	-1.06	-1.004
7	-1.246	-1.231	-1.065
8	-1.619	-1.408	-1.249
9	-1.808	-1.833	-1.688

*Gráfico 6-Losa nervada en 2 direcciones versus Losa con metaldeck*

Si las viguetas que dan soporte a la losa en metaldeck se colocar en sentido al eje ‘x’ entonces la losa nervada en dos direcciones conviene específicamente para luces de 6 metros y luces de 9 metros, si se colocara dichas viguetas en el sentido opuesto entonces la metaldeck estaría por encima de la nervada y esta no sería comparable.

**Losa nervada en 1 direcciones versus Losa con metaldeck.**

	NERVADA 1D X	NERVADA 1D Y	METALD X	METALD Y
LUZ(M)	Deflexion (CM)			
4	-0.406	-0.396	-0.311	-0.308
5	-0.718	-0.6733	-0.632	-0.601
6	-1.122	-1.031	-1.06	-1.004
7	-1.281	-1.125	-1.231	-1.065
8	-1.646	-1.417	-1.408	-1.249
9	-1.839	-1.609	-1.833	-1.688

*Gráfico 7-Losa nervada en 1 direcciones versus Losa con metaldeck*

Las losas nervadas en una dirección no pueden ser comprara con las losas en metaldeck porque ésta última está por encima, es decir que la metaldeck es más eficiente que la losa nervada en todas las luces.

## V. Análisis de Costos

### 5.1. Análisis Económico

Se realizará el análisis de costos de las losas analizadas en esta investigación, apoyándonos en datos suministrados por Contrucostos.rdu una página web dominicana que actualiza los precios de los insumos de la construcción, los precios fueron extraídos durante el periodo de mayo-agosto del 2016 en la zona de Santo Domingo.

Maciza		Nervada 1D	Nervada 2D	Metaldeck
Luces(M)	Costo(RD\$)	Costo(RD\$)	Costo(RD\$)	Costo(RD\$)
4	\$25,656.36	\$38,556.71	\$31,928.33	\$31,262.42
5	\$50,049.14	\$60,321.42	\$59,503.07	\$51,095.36

6	\$80,868.55	\$86,753.86	\$110,230.92	\$76,333.62
7	\$119,708.79	\$130,357.18	\$143,641.41	\$119,009.72
8	\$215,265.30	\$202,951.96	\$232,368.73	\$187,202.57
9		\$362,917.13	\$340,668.90	\$314,759.46

Tabla 11-Costo

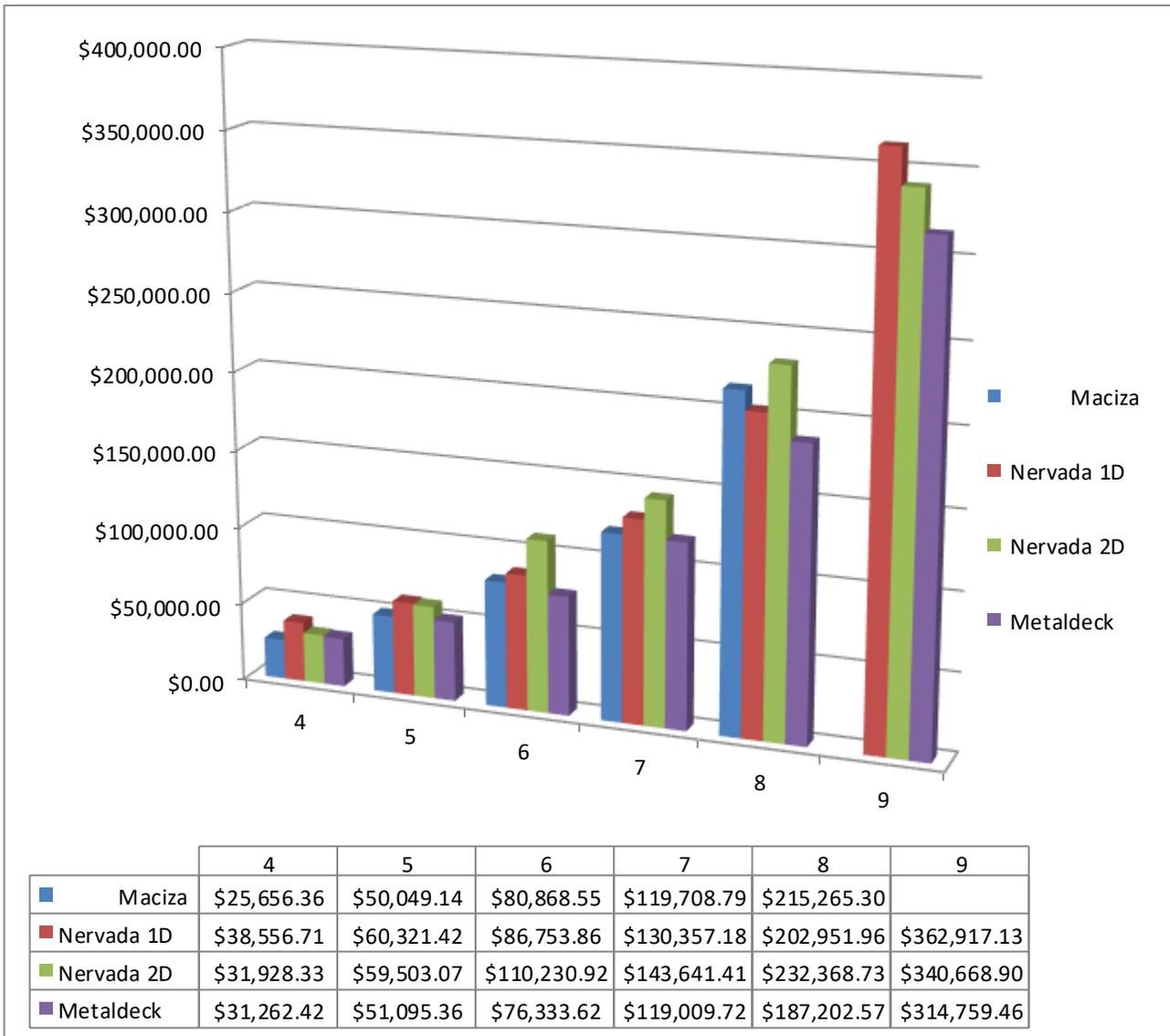


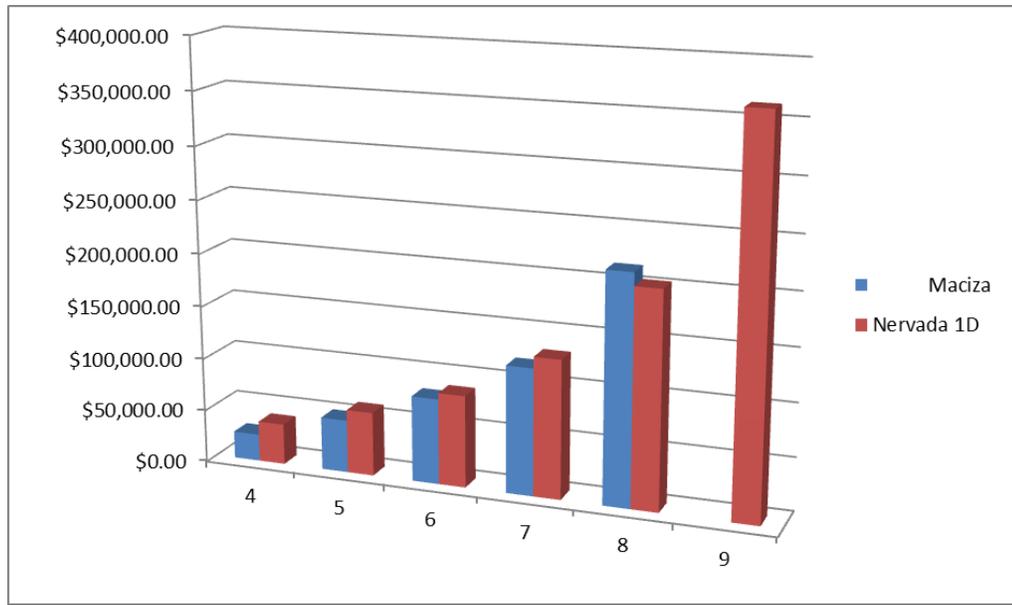
Gráfico 8-Costo

Los valores obtenidos en el análisis de costos de las losas evaluadas tenemos como resultado que cuando comparamos las cuatro losas evaluando los precios en una luz de 4m y 5m la que resulta más económica de todas es la losa maciza, pero luego cuando hacemos la misma comparación para luces de 6m, 7m, 8m y 9m obtenemos que la losa más económica es la losa con Metaldeck.

A su vez realizaremos el mismo análisis se realizó para comparar las losas entre ellas y así valorar cual es más eficiente en las diferentes luces.

## 5.2 Comparaciones

### **Comparación Losa Maciza y Losa Nervada en 1 Dirección**



*Gráfico 9-Comparación Losa Maciza y Losa Nervada en 1 Dirección*

1. En luces de 4m la maciza es más económica ya que la nervada necesita algunos materiales adicionales (bloques de poli-estireno (hielo seco), Mallas electro-soldadas) que la maciza no utiliza por ende esto trae como consecuencia que los precios se eleven.
2. En las luces 5m, 6m y 7m la maciza continúa siendo más viable a nivel económico como se muestra en la figura.
3. Ya en luces de 8m y 9m la más viable es la Nervada en 1 dirección, en las losas macizas se necesitarían demasiados materiales para su construcción, pero ya en una luz de 9m la maciza no se utiliza porque no cumple con los requerimientos de diseño por ende no se comparan en esa luz.

## Comparación Losa Maciza y Losa Nervada en 2 Dirección

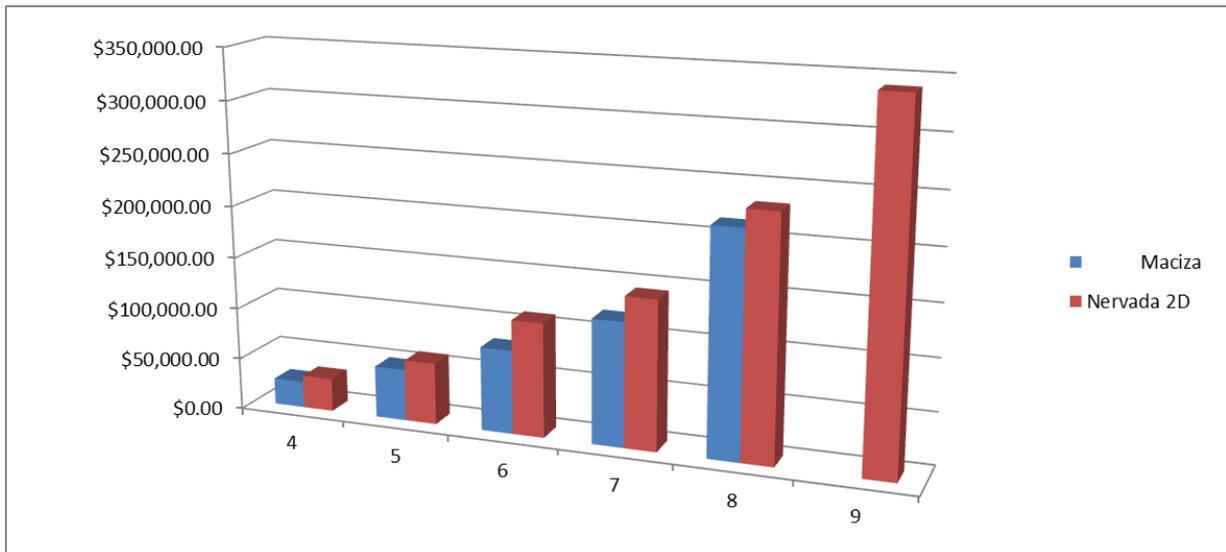
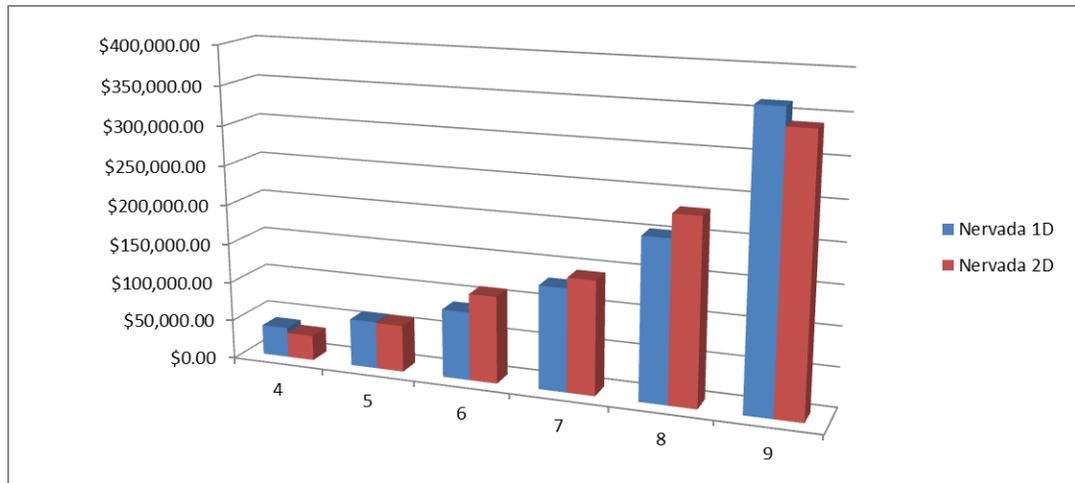


Gráfico 10-Comparación Losa Maciza y Losa Nervada en 2 Dirección

1. En este caso la losa Nervada resulta más cara porque en esta se duplican los costos porque todo es en 2 direcciones lo que no se produce en la losa maciza y ya para luces de 9m se recomienda utilizar losas nervadas de 2 direcciones ya que la maciza de 9m no cumple con los requerimientos de diseño.

### Comparación Losa Nervada en 1 Dirección y Losa Nervada en 2 Direcciones



*Gráfico 11-Comparación Losa Nervada en 1 Dirección y Losa Nervada en 2 Direcciones*

1. En luces cortas 4m y 5m la losa Nervada en 2 direcciones es más económica que la Nervada en 1 dirección, pero ya para luces largas desde 6m hasta 8m la Nervada en 1 dirección es más económica.
2. Ya evaluando en una luz mayor de 9m la losa Nervada en 1 dirección ya no es tan factible económicamente entonces en esta condición se recomendaría usar una losa Nervada en 2 direcciones.

### **Comparación Losa Maciza y Losa con Metaldeck**

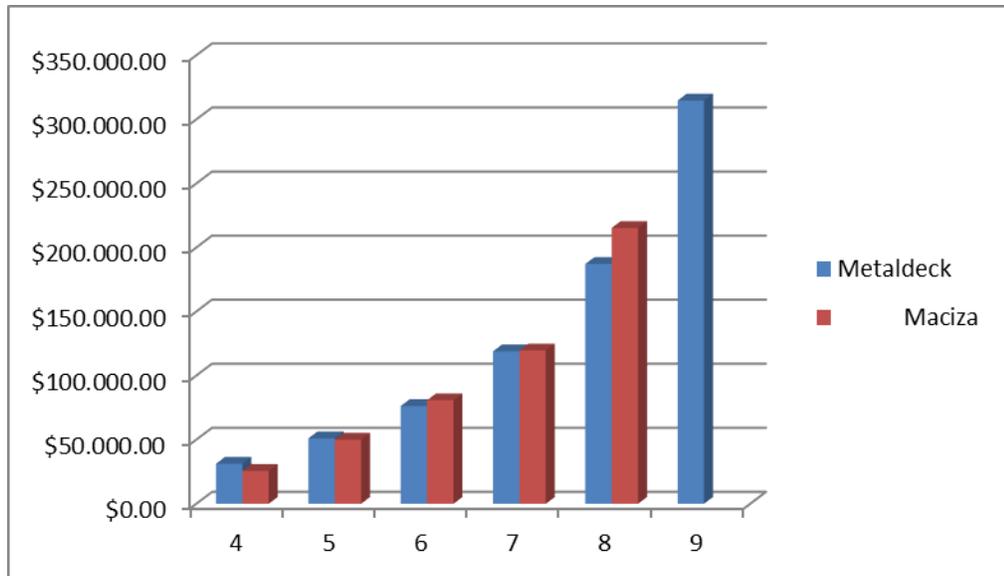
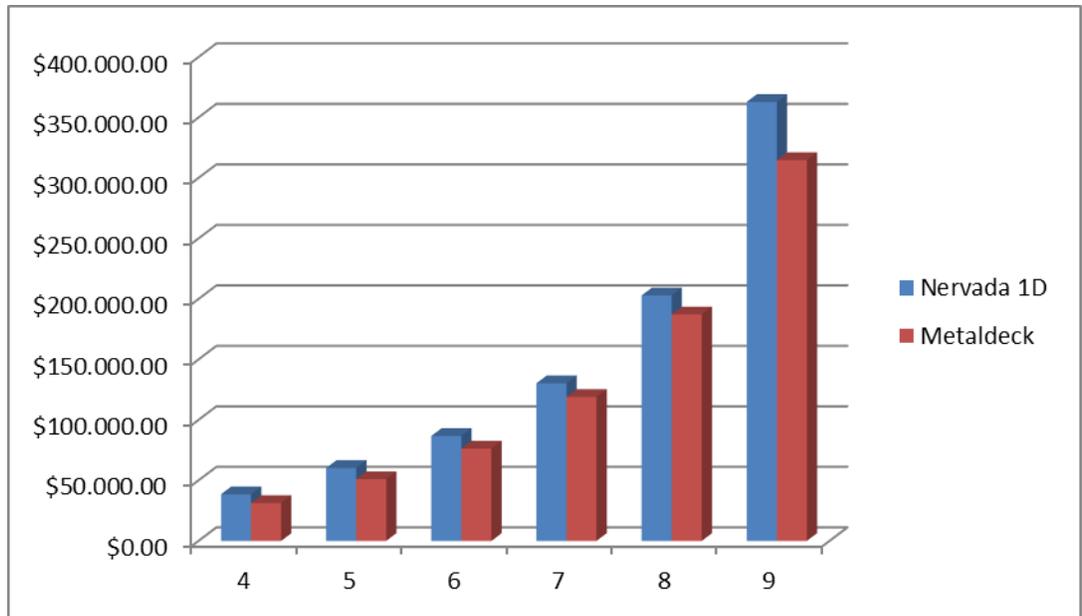


Gráfico 12-Comparación Losa Maciza y Losa con Metaldeck

1. La losa de metaldeck es la que resulta más económica ya que la misma lámina funciona como encofrado y acero a flexión, la maciza si lleva acero a flexión y encofrado independiente para luces de largas a partir de luces de 6m hasta 9m, pero para luces cortas de 4m y 5m la más económica es la losa maciza.

### Comparación Losa Nervada en 1 Dirección y Losa con Metaldeck



*Gráfico 13-Comparación Losa Nervada en 1 Dirección y Losa con Metaldeck*

1. Los datos arrojados por el análisis de costo realizado para ambas losas resultan que la losa con Metaldeck es la más económica en todas las luces evaluadas desde 4m hasta 9m, ya que esta utiliza menos materiales que la losa Nervada en 1 dirección.

### **Comparación Losa Nervada en 2 Direcciones y Losa con Metaldeck**

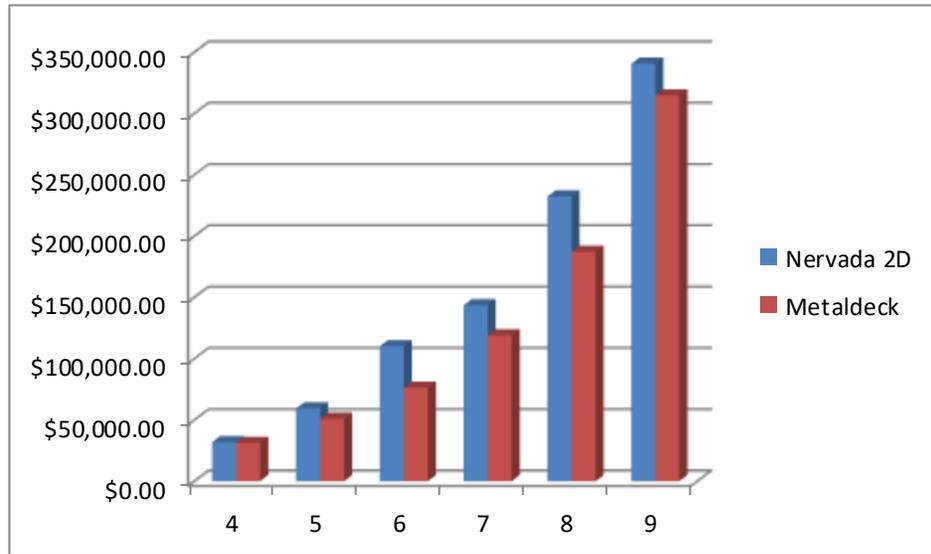


Gráfico 14-Comparación Losa Nervada en 2 Direcciones y Losa con Metaldeck

1. La losa de metaldeck es la que resulta más económica ya que la nervada en 2 direcciones contiene más elementos que elevan los costos, los cuales la losa con metaldeck no los tiene.

## Conclusiones

Al final se recopilan los siguientes datos y como se presentan:

Maciza	Luces (M)	Peso	Deflexiones	Costo(RD\$)	Espesores
		Propio(Kg)	(CM)		(CM)
	4	4608	-0.275	\$25,656.36	12
	5	8400	-0.478	\$50,049.14	14
	6	13824	-0.775	\$80,868.55	16
	7	19992	1.261	\$119,708.79	17
	8	30720	-1.638	\$215,265.30	20

Nervada 2D (topping 5CM)	Luces (M)	Peso	Deflexiones	Costo(RD\$)	Peralte(CM)	Base(CM)
		Propio(Kg)	(CM)			
	4	4272	-0.435	\$31,928.33	20	15
	5	7236	-0.712	\$59,503.07	20	15
	6	14385.6	-1.022	\$110,230.92	30	15
	7	20260.8	-1.246	\$143,641.41	30	15
	8	30499.2	-1.619	\$232,368.73	35	15
	9	48114	-1.808	\$340,668.90	45	15

Tabla 13- Datos finales de losa nervada en dos direcciones.

Nervada 1D (topping 5CM)	Luces	Peso	Deflexiones	Deflexiones	Costo(RD\$)	Peralte(CM)	Base(CM)
	(M)	Propio(Kg)	(CM) (X)	(CM) (Y)			
	4	3970.56	-0.406	-0.396	\$38,556.71	20	15
	5	7050	-0.718	-0.6733	\$60,321.42	25	15
	6	11370.24	-1.122	-1.031	\$86,753.86	30	15
	7	18792.48	-1.281	-1.125	\$130,357.18	40	15
	8	28876.8	-1.646	-1.417	\$202,951.96	50	15
	9	47663.64	-1.839	-1.609	\$362,917.13	55	15

Tabla 14- Datos finales de losa en una dirección

Metaldeck (topping 10CM)	Luces	Peso	Deflexiones	Deflexiones	Costo(RD\$)	Peralte(CM)	Base(CM)
	(M)	Propio(Kg)	(CM) (X)	(CM) (Y)			
	4	4423.2	-0.311	-0.308	\$31,262.42	25	15
	5	7391.4	-0.632	-0.601	\$51,095.36	30	15
	6	11314.08	-1.06	-1.004	\$76,333.62	35	15
	7	20573.7	-1.231	-1.065	\$119,009.72	45	25
	8	31195.2	-1.408	-1.249	\$187,202.57	50	25
	9	53427.6	-1.833	-1.688	\$314,759.46	55	30

Tabla 15- Datos finales de losa en metaldeck

Nervada 1D (topping 5CM)	Luces	Peso	Deflexiones
	(M)	Propio(Kg)	(CM) (X)
	4	3970.56	-0.406
	5	7050	-0.718
	6	11370.24	-1.122
7	18792.48	-1.281	

	8	28876.8	-1.646
	9	47663.64	-1.839

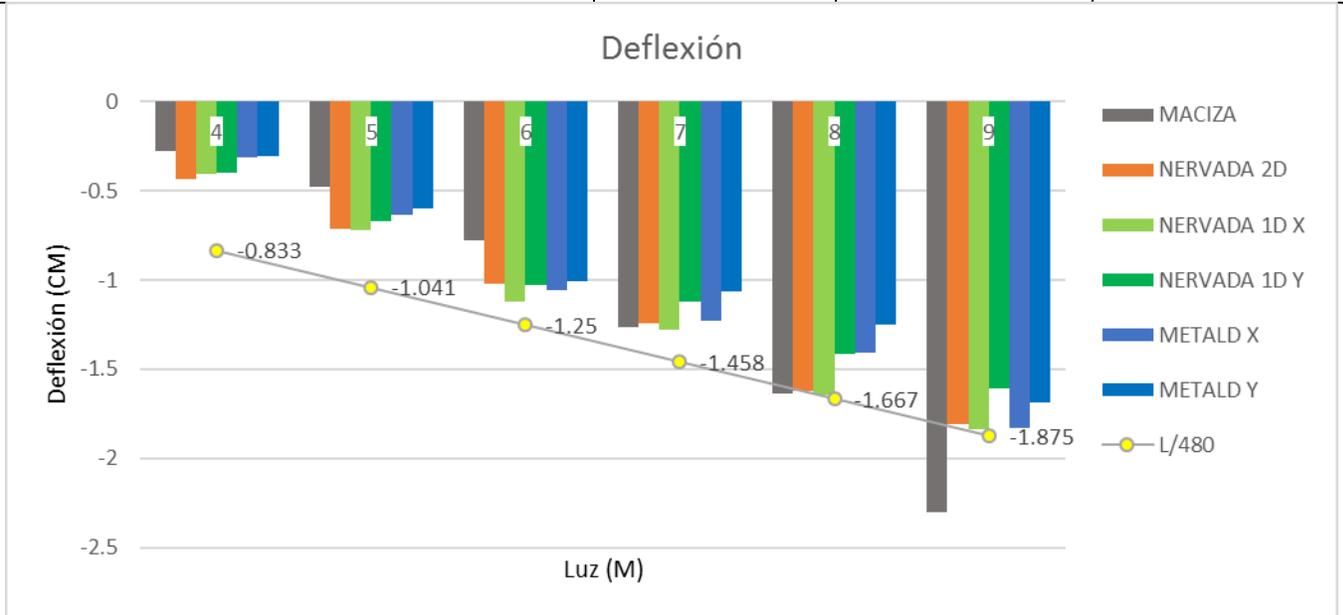


Gráfico 15- Gráfico final Deflexión

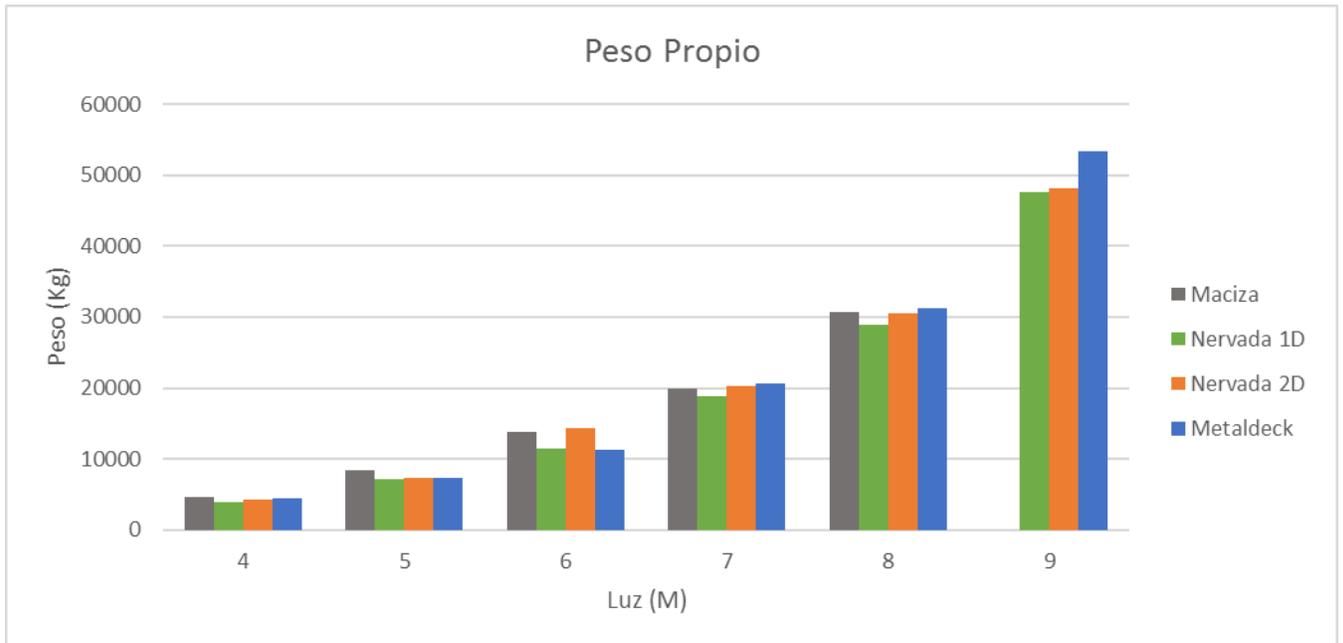


Gráfico 16- Gráfico final Peso propio

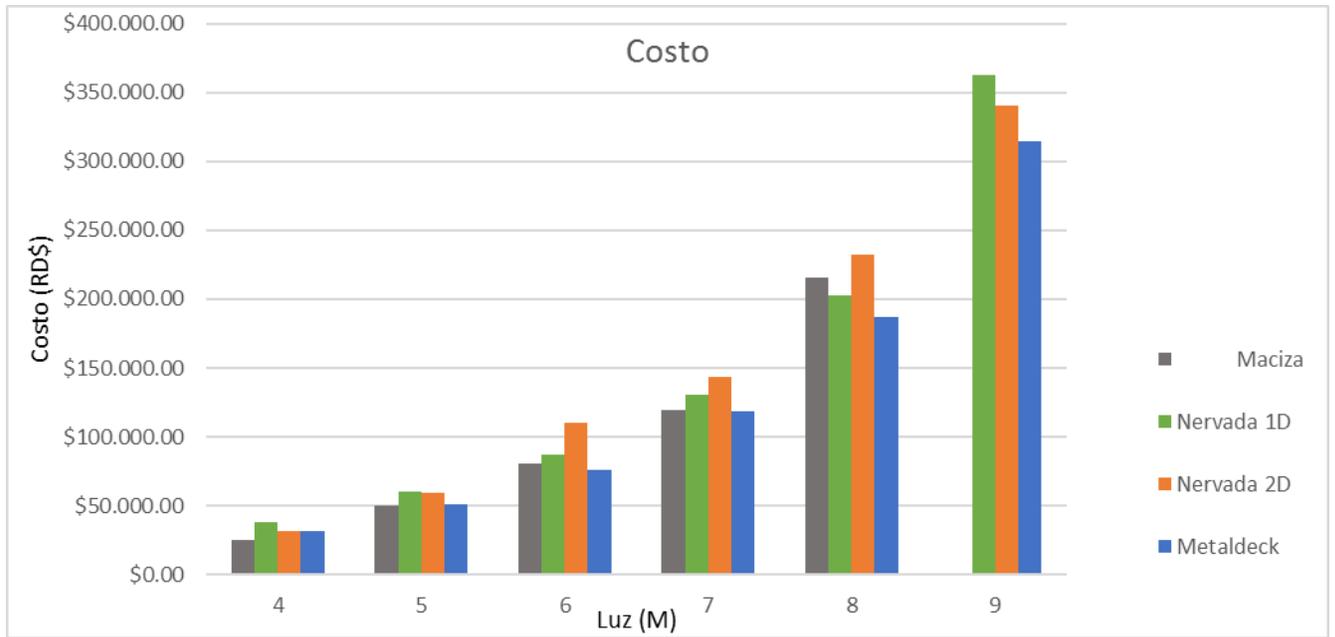


Gráfico 17- Gráfico final de Costo

Nevada 2D (topping 5CM)	Luces	Peso	Deflexiones
	(M)	Propio(Kg)	(CM)
	4	4272	-0.435
	5	7236	-0.712
	6	14385.6	-1.022
	7	20260.8	-1.246

	8	30499.2	-1.619
	9	48114	-1.808

En esta investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Evaluando los datos obtenidos de los análisis estructurales y económico de los objetos trabajados, resulta que la más competente estructuralmente y viable económicamente es la losa con metaldeck a partir de 6 metros, ya que por sus características tiene buen desempeño en las deflexiones y su costo no es tan elevado comparadas a las otras losas estudiadas por qué no cuenta, con la cantidad de insumos que tienen la otras para llevarla a cabo. Sin embargo, esta cuenta con el inconveniente que no pueden ser utilizada en lugares donde sean propenso a incendios, así como su proceso constructivo es más complejo con viguetas en hormigón armado que con viguetas metálicas.

Su peso es elevado a partir de los 7 metros comparado a otras losas.

2. Según los estudios realizados, bajos las condiciones asignadas a los modelos de estudio concluimos que las losas macizas no pueden ser construida en luces no más de 8 metros ya que a los 9 metros no cumple con las condiciones estructurales impuestas por la norma. Se debe prestar precaución si se ejecuta una losa maciza a esta luz.

3. Con los datos arrojados en nuestra investigación llegamos a la conclusión que las losa aligerada estudiada son estructuralmente más convenientes que las losas macizas en luces de 7 metros para las nervadas en una dirección y 8 metros para las nervadas en dos dirección (luces largas) y a nivel económico la maciza tiene mayor ventaja en luces corta de 4 a 7 metros y la nervada en una dirección es mejor luces largas de 8 metros a 9 metros, las macizas son mejores en todas las luces que la nervada en dos direcciones menos en la luz de 9 metros ya que esta no fue evaluada. Los datos obtenidos respaldan lo antes dicho por el ing. Nelson Morrison en su artículo escrito sobre “Losas Nervadas (o “Aligeradas”) Vs Losas Macizas”.
  
4. Las losas macizas son más simples en su ejecución porque las nervadas utiliza materiales adicionales tales mallas electro-soldadas, bloque de poli-estireno, el acero de longitudinal y transversal de los nervios y la mano de obra adicional que tiene las losas nervadas que la losa maciza no posee.
  
5. Las losas nervadas en una dirección con sus nervios en dirección al eje “x” son mejores estructuralmente que la nervada en dos direcciones solo en luces de 4 metros, pero si se orienta estos nervios al eje “y” se aprovecha de tal manera que la losa nervada en una dirección es superior en todas las luces que la losa nervada en dos direcciones, eso se debe a que en nuestro modelo de estudio el eje con menor longitud es el “y” y por esta razón la deflexión es más reducida. Sin embargo, la nervada en una dirección alcanza su peralte máximo en la luz de 9 metro, pero la

losa nervada en dos direcciones está a su plena capacidad y puede alcanzar luces mayores.

En cuanto a su peso queda claro que por defecto la nervada en una dirección resulta más ligera.

6. Al final se coincide con la conclusión expuesta con el ing. Nelson Morrison sobre su investigación de ‘‘Losas Nervadas (o ‘‘Aligeradas’’) Vs Losas Macizas’’.

*- ‘‘El uso de cualquier tipo de losas es ventajoso solo si contemplamos las variables que la hacen verdaderamente rentables. Y esas variables las debe establecer la persona que realice el cálculo estructural. El realizar un cálculo estructural no debe ser simplemente disponer las losas por experiencias similares. Las estructuras deben responder no solo a un principio de seguridad sino de economía.’’-*

## **Recomendaciones para futuras investigaciones.**

Estudios que se podrían realizar para complementar y continuar nuestra investigación...

- Comparar la frontera de factibilidad entre las losas coladas en sitio (pre-esforzados o simplemente reforzados), y pre-fabricadas (pre-esforzados).
- Evaluar el comportamiento de cada losa en diferentes en edificaciones, y sometidas a diferentes solicitaciones.
- Comparar y evaluar factibilidades de las losas en metaldeck entre elementos de hormigón armado y metálico.
- En vista que se vio un atractivo en el sistema de metaldeck recomendamos un estudio para buscar una factibilidad constructiva de losas con metaldeck y vigas de hormigón armado.

## **Bibliografía**

- Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. (1995). *Analisis Comparativo entre sistemas de losas Aligeradas Hollow Core y Poliestireno Expandido*. Santo Domingo .
- Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. (1996). *Analisis Comparativo entre Estructuras con losas convecionales y el sistema de piso compuesto Hambro D500*. Santo Domingo.
- abc. (4 de Abril de 2003). Obtenido de abc.com: <http://www.abc.com.py/articulos/el-metodo-comparativo-comparacion-o-contrastacion-v-691577.html>
- ACESCO. (2012). *Manual técnico del METALDECK*.
- Alba Lucía Marín Villada. (7 de Marzo de 2008). *Metodología De La Investigación: Métodos Y Estrategias De Investigación*. Obtenido de Metinvestigacion: <https://metinvestigacion.wordpress.com>
- American Concrete Institute . (2008). *Requisitos De Reglamento Para Concreto Estructural (ACI 3185-08) Y Comentario .*
- ARQUBA. (s.f.). Obtenido de <http://www.arquba.com>: <http://www.arquba.com/monografias-de-arquitectura/losas-nervadas-o-reticulares/>
- eumed. (s.f.). Obtenido de eumed.net: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/257/7.1.htm>
- Explorable. (28 de Marzo de 2016). Obtenido de [explorable.com](http://explorable.com): <https://explorable.com/es/investigacion-experimental>
- García, E. (s.f.). <http://tiposdelosas405lalo.blogspot.com/>. Obtenido de <http://tiposdelosas405lalo.blogspot.com/>.

Hunter, G. A. (2007). *ESTUDIO PARAMÉTRICO PARA LA COMPARACIÓN DE DISEÑO DE LOSAS POR EL METODO 3 Y POR EL METODO DEL MARCO EQUIVALENTE*. Guatemala: Universidad de san Carlos de Guatemala.

*Lo basico de la construccion*. (25 de Marzo de 2013). Obtenido de [construccionbasica.blogspot.com](http://construccionbasica.blogspot.com):

<http://construccionbasica.blogspot.com/2013/03/que-losa-es-mejor-losa-maciza-o-losa-de.html>

Macuart, K. N. (16 de Noviembre de 2013). *Prezi*. Obtenido de [prezi.com](http://prezi.com):  
<https://prezi.com/lomdzwwqbkaq/losas-reticulares/>

Maldonado, U. G. (s.f.). *palosamacisanervada*. Obtenido de <http://palosamacisanervada.blogspot.com>:

<http://palosamacisanervada.blogspot.com/2013/11/losa-maciza-nervada-objetivos.html>

MAPESA. (s.f.). *MAPESA*. Obtenido de Servicios Generales MAPESA:  
<http://www.mapesa.tripod.com/id5.html>

Maritza Ramos Rugel. (2002). *Análisis Técnico y Económico de Losas de Entrepiso*. Perú: Piura.

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC). (2012). *Reglamento para Diseño y Construcción de Estructuras en Hormigón Armado*. Santo Domingo, Santo Domingo, República Dominicana .

Morrison, N. (s.f.). Losas Nervadas o Aligeradas Vs Losas Macizas . *Codianosenaccion*.

Panama, E. (s.f.). [www.ecotecpanama.com](http://www.ecotecpanama.com). Obtenido de [www.ecotecpanama.com](http://www.ecotecpanama.com):  
[www.ecotecpanama.com](http://www.ecotecpanama.com)

Pfenniger, F. (s.f.). *arquitectura+acero*. Obtenido de <http://www.arquitecturaenacero.org/>:  
<http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/materiales/steel-deck-o-losa-colaborante>

Propia, F. (s.f.).

Rodero, E. P. (s.f.). *artchist.blogspot.com*. Obtenido de [artchist.blogspot.com](http://artchist.blogspot.com/):  
<http://artchist.blogspot.com/2015/03/losa-aligerada-de-concreto-reforzado.html>

Sampier, R. H. (2004). *Metodología de la Investigación*. La Habana: Editorial Felix Varela.

*Supervisiondeestructuras*. (s.f.). Obtenido de [sites.google.com/site/supervisiondeestructuras](https://sites.google.com/site/supervisiondeestructuras/):  
<https://sites.google.com/site/supervisiondeestructuras/1-1-propiedades-del-concreto-y-sus-componentes/unidad-2/2-6-losas-mascizas>

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. (2006). *Análisis y Diseño de losas por Método Directo de diseño y método del Pórtico equivalente*. Santo Domingo.

Veliz, J. C. (2005). *ANALISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE EL SISTEMA DE LOSA DENSA Y LOSA-ACERO*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

## ANEXOS

### Análisis de Costo Losas Macizas

Luces (M)	Espesores (M)	Volumen Hormigón (M3)	Espaciamiento entre Barras	
			Cara Superior	Cara Inferior
4	0.12	1.92	0.18	0.21
5	0.14	3.5	0.22	0.25
6	0.16	5.76	0.17	0.22
7	0.17	8.33	0.16	0.18
8	0.2	12.8	0.25	0.25

Recubrimiento= 0.02

Números de Barras				Longitudes Totales	
	# Barras Cara Superior	# Barras Cara Inferior	Barra	M(metro)	ft(pies)
4	23	20	3/8	94.07	308.5496
5	24	21	1/2	119.8463636	393.096073
6	36	28	1/2	219.5982353	720.282212
7	45	40	1/2	315.505	1034.8564
8	33	33	3/4	265.6756	871.415968

Barras		QQ
8.8157	9	1.18421
9.8274	10	2.6738
28.8113	29	4.14878
25.8714	26	6.95187
24.8976	25	13.1579

81.21571429	266.387543
106.0756	347.927968
171.0736364	561.121527
281.2366667	922.456267
265.6756	871.415968

8.87958	9	1.015801354
9.9408	10	2.341920375
18.7041	19	3.80761523
36.8983	37	5.293276109
24.8976	25	13.15789474

Resultados...

Luces(M)	QQ	Alambre (lb)	Volumen Hormigón(M3)
4	4.4	9	1.92
5	10.0	20	3.5
6	15.9	32	5.76
7	24.5	49	8.33
8	52.6	105	12.8

### Presentación de Precios

Luz 4M H=0.12	Cant	und	precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
---------------	------	-----	--------	-------	----------	----------------	-------

<b>Volumen del Análisis</b>	1.92	m3						
<b>Materiales y Equipos</b>								
Acero-Cuantía QQ/M3	4.4	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$6,322.76	\$1,138.10		
Hormigón Industrial 240kg/cm2-10% desp	2.02	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$8,912.20	\$1,626.95		
Alambre Dulce No.18	9	Lb	\$32.01	\$5.76	\$288.09	\$51.84		
<b>Mano de Obra</b>								
Mano de Obra Acero	4.4	QQ	\$326.46	\$0.00	\$1,436.42	\$0.00		
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	20	M2	\$294.00	\$0.00	\$5,880.00	\$0.00		
<b>Total/UND</b>					\$22,839.47	\$2,816.89		\$25,656.36

Luz 5M H= 0.14	Cant	und	precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Análisis</b>	3.5	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuantía QQ/M3	10	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$14,369.90	\$2,586.60	
Hormigón Industrial 240kg/cm2-10% desp	3.6	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$15,883.13	\$2,899.51	
Alambre Dulce No.18	20	Lb	\$32.01	\$5.76	\$640.20	\$115.20	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Acero	10	QQ	\$326.46	\$0.00	\$3,264.60	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	35	M2	\$294.00	\$0.00	\$10,290.00	\$0.00	
<b>Total/UND</b>					\$44,447.83	\$5,601.31	\$50,049.14

Luz 6M H= 0.16	Cant	und	precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Análisis</b>	5.76	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuantía QQ/M3	15.9	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$22,848.14	\$4,112.69	
Hormigón Industrial 240kg/cm2-10% desp	5.86	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$25,854.20	\$4,719.76	
Alambre Dulce No.18	32	Lb	\$32.01	\$5.76	\$1,024.32	\$184.32	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Acero	15.9	QQ	\$326.46	\$0.00	\$5,190.71	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	58	M2	\$294.00	\$0.00	\$16,934.40	\$0.00	
<b>Total/UND</b>					\$71,851.78	\$9,016.78	\$80,868.55

Luz 7M H= 0.17	Cant	und	precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Análisis</b>	8.33	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuantía QQ/M3	24.5	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$35,206.26	\$6,337.17	
Hormigón Industrial 240kg/cm2-	8.4	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$37,060.63	\$6,765.53	

10% desp							
Alambre Dulce No.18	49	Lb	\$32.01	\$5.76	\$1,568.49	\$282.24	
Mano de Obra							
<b>Mano de Obra Acero</b>	24.5	QQ	\$326.46	\$0.00	\$7,998.27	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	83	M2	\$294.00	\$0.00	\$24,490.20	\$0.00	
<b>Total/UND</b>					\$106,323.85	\$13,384.94	\$119,708.79

Luz 8M H= 0.20	Cant	und	precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Análisis</b>	12.8	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuantía QQ/M3	52.6	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$75,585.67	\$13,605.52	
Hormigón Industrial 240kg/cm2-10% desp	12.9	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$56,914.54	\$10,389.92	
Alambre Dulce No.18	105	Lb	\$32.01	\$5.76	\$3,361.05	\$604.80	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Acero	52.6	QQ	\$326.46	\$0.00	\$17,171.80	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	128	M2	\$294.00	\$0.00	\$37,632.00	\$0.00	
<b>Total/UND</b>					\$190,665.06	\$24,600.23	\$215,265.30

### Análisis de Costo Losas Nervada en 1 Dirección

	Nervios				
Luces(M)	B(M)	H(M)	Losa Superior(M)	Cantidad de Nervios	Nervios de Arrostramiento
4	0.15	0.2	0.05	7	1
5	0.15	0.25	0.05	9	1
6	0.15	0.3	0.05	11	1
7	0.15	0.4	0.05	13	1
8	0.15	0.5	0.05	15	1
9	0.15	0.55	0.05	19	4

Volumen Hormigón nervios (M3)	Volumen Losa Superior(M3)	Volumen Total(M3)
0.96	0.8	1.76
1.875	1.25	3.125
3.24	1.8	5.04
5.88	2.45	8.33
9.6	3.2	12.8
17.0775	4.05	21.1275

Recubrimiento 0.02

#### Espaciamiento entre Barras

Acero 0.3

Luces (M)	Cara Superior	Cara Inferior	Barras	Estribos	Longitud de Estribos(M)
4	2	2	3/8	14	0.66
5	3	3	3/8	18	0.76
6	2	2	1/2	21	0.86
7	3	3	1/2	24	1.06
8	3	5	1/2	28	1.26
9	3	5	1/2	31	1.36

Longitud Total (M)	Longitud Total de Estribos(M)	ft(Pies)
--------------------	-------------------------------	----------

9.46	75.68	248.2304
13.42666667	134.2666667	440.3946667
18.06	216.72	710.8416
25.79333333	361.1066667	1184.429867
34.86	557.76	1829.4528
42.16	969.68	3180.5504

### Determinación Quintales de Acero de los Estribos

40	35	30	25	20	Barras		QQ
6.20576	7.0922971	8.2743467	9.929216	12.41152	9.929216	10	0.9398496
11.009867	12.582705	14.679822	17.615787	22.019733	14.67982222	15	1.6930023
17.77104	20.30976	23.69472	28.433664	35.54208	17.77104	18	2.7067669
29.610747	33.840853	39.480996	47.377195	59.221493	29.61074667	30	4.5112782
45.73632	52.27008	60.98176	73.178112	91.47264	60.98176	61	6.8848758
79.51376	90.872869	106.01835	127.22202	159.02752	90.87286857	91	11.973684

### Acero Longitudinal

Luces (M)	Cara Superior	Cara Inferior	Barra	Longitud total (M)	Longitud Total (ft)
4	2	2	3/8	8.18	26.8304
5	3	3	3/8	15.27	50.0856
6	2	2	1/2	12.18	39.9504
7	3	3	1/2	21.27	69.7656
8	3	5	1/2	24.27	79.6056
9	3	5	1/2	27.27	89.4456

40	35	30	25	20	Barras	QQ
0.67076	0.766582857	0.894346667	1.073216	1.34152	1.34152	2 0.1503759
1.25214	1.431017143	1.66952	2.003424	2.50428	1.66952	2 0.2257336
0.99876	1.14144	1.33168	1.598016	1.99752	1.99752	2 0.2673797
1.74414	1.993302857	2.32552	2.790624	3.48828	1.9933029	2 0.286123
1.99014	2.274445714	2.65352	3.184224	3.98028	1.99014	2 0.5347594
2.23614	2.555588571	2.98152	3.577824	4.47228	2.98152	3 0.6012024

QQ longitudinales
1.203007519
2.257336343
3.20855615
4.005722461
8.556149733
13.82765531

8.18	26.8304	0.67076	0.766582857	0.894346667	1.073216
15.27	50.0856	1.25214	1.431017143	1.66952	2.003424
12.18	39.9504	0.99876	1.14144	1.33168	1.598016
21.27	69.7656	1.74414	1.993302857	2.32552	2.790624

40.45	132.676	3.3169	3.790742857	4.422533333	5.30704
45.45	149.076	3.7269	4.259314286	4.9692	5.96304

Barras QQ

QQ (Longitudinales)

1.34152	1.34152	2	0.1503759	1.203007519
2.50428	2.50428	3	0.2255639	2.255639098
1.99752	1.99752	2	0.2673797	3.20855615
3.48828	1.9933029	2	0.4683841	6.557377049
6.6338	6.6338	7	0.9358289	14.97326203
7.4538	5.96304	6	0.8583691	19.74248927

## Presentación de Precios

Luz 4M	Cant	und	precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Analisis</b>	1.76	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero- Cuanía QQ/M3	3.3459	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$4,807.97	\$865.44	
Hormigon Industrial 240kg/cm2- 10% desp	1.86	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$8,206.28	\$1,498.08	
Malla Electrosoldada	0.166	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$2,379.77	\$133.70	
Bovedillas en foam	32	ud	\$385.00	\$69.30	\$12,320.00	\$2,217.60	
Alambre Dulce No.18	7	Lb	\$32.01	\$5.76	\$224.07	\$40.32	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	16	M2	\$38.51	\$0.00	\$616.16	\$0.00	
Mano de Obra Acero	3.3458	QQ	\$326.46	\$0.00	\$1,092.27	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	14.133	M2	\$294.00	\$0.00	\$4,155.04	\$0.00	
Total/UND					\$33,801.57	\$4,755.14	\$38,556.71
Luz 5M	Cant	und	precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Analisis</b>	3.125	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero- Cuanía QQ/M3	6.206	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$8,917.93	\$1,605.24	
Hormigon Industrial 240kg/cm2- 10% desp	3.225	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$14,228.64	\$2,597.48	
Malla Electrosoldada	0.2604	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$3,733.08	\$209.73	
Bovedillas en foam	40	ud	\$385.00	\$69.30	\$15,400.00	\$2,772.00	
Alambre Dulce No.18	13	Lb	\$32.01	\$5.76	\$416.13	\$74.88	
Mano de Obra							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	25	M2	\$38.51	\$0.00	\$962.75	\$0.00	
<b>Mano de Obra Acero</b>	6.206	QQ	\$326.46	\$0.00	\$2,026.00	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	25.094	M2	\$294.00	\$0.00	\$7,377.56	\$0.00	
Total/UND					\$53,062.09	\$7,259.33	\$60,321.42
Luz 6M	Cant	und	precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Analisis</b>	5.04	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero- Cuanía QQ/M3	9.1239	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$13,110.92	\$2,359.98	
Hormigon Industrial 240kg/cm2- 10% desp	5.14	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$22,677.58	\$4,139.86	
Malla Electrosoldada	0.375	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$5,375.99	\$302.03	
Bovedillas en foam	48	ud	\$385.00	\$69.30	\$18,480.00	\$3,326.40	
Alambre Dulce No.18	19	Lb	\$32.01	\$5.76	\$608.19	\$109.44	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	36	M2	\$38.51	\$0.00	\$1,386.36	\$0.00	
Mano de Obra Acero	9.1239	QQ	\$326.46	\$0.00	\$2,978.58	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	40.471	M2	\$294.00	\$0.00	\$11,898.53	\$0.00	
Total/UND					\$76,516.15	\$10,237.71	\$86,753.86

Luz 7M	Cant	und	precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Analisis</b>	8.33	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuantía QQ/M3	15.074	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$21,661.73	\$3,899.14	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	8.43	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$37,192.99	\$6,789.69	
Malla Electrosoldada	0.5104	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$7,317.07	\$411.09	
Bovedillas en foam	56	ud	\$385.00	\$69.30	\$21,560.00	\$3,880.80	
Alambre Dulce No.18	31	Lb	\$32.01	\$5.76	\$992.31	\$178.56	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	49	M2	\$38.51	\$0.00	\$1,886.99	\$0.00	
Mano de Obra Acero	15.074	QQ	\$326.46	\$0.00	\$4,921.18	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	66.89	M2	\$294.00	\$0.00	\$19,665.63	\$0.00	
Total/UND					\$115,197.91	\$15,159.28	\$130,357.18
Luz 8M	Cant	und	precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Analisis</b>	12.8	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuantía QQ/M3	30.414	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$43,705.03	\$7,866.96	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	12.9	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$56,914.54	\$10,389.92	
Malla Electrosoldada	0.666	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$9,547.75	\$536.41	
Bovedillas en foam	64	ud	\$385.00	\$69.30	\$24,640.00	\$4,435.20	
Alambre Dulce No.18	61	Lb	\$32.01	\$5.76	\$1,952.61	\$351.36	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	64	M2	\$38.51	\$0.00	\$2,464.64	\$0.00	
Mano de Obra Acero	30.414	QQ	\$326.46	\$0.00	\$9,929.05	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	102.78	M2	\$294.00	\$0.00	\$30,218.50	\$0.00	
Total/UND					\$179,372.11	\$23,579.85	\$202,951.96
Luz 9M	Cant	und	precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Analisis</b>	21.128	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuantía QQ/M3	45.544	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$65,446.03	\$11,780.37	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	21.228	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$93,655.31	\$17,097.05	
Malla Electrosoldada	0.8438	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$12,095.97	\$679.57	
Bovedillas en foam	200	ud	\$385.00	\$69.30	\$77,000.00	\$13,860.00	
Alambre Dulce No.18	91	Lb	\$32.01	\$5.76	\$2,912.91	\$524.16	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	81	M2	\$38.51	\$0.00	\$3,119.31	\$0.00	
Mano de Obra Acero	45.544	QQ	\$326.46	\$0.00	\$14,868.24	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	169.65	M2	\$294.00	\$0.00	\$49,878.22	\$0.00	
Total/UND					\$318,975.97	\$43,941.15	\$362,917.13

## Análisis de Costo Losas Nervadas en 2 Dirección

Recubrimiento 0.02

Luces (M)	Nervios		Losas Superior (M)	Cantidad de Nervios en dos direcciones	Volumen Hormigón nervios (M3)	Volumen Losa Superior(M3)	Volumen Total(M3)
	B(M)	H(M)					
4	0.15	0.2	0.05	10	1.2	0.8	2
5	0.15	0.2	0.05	14	2.1	1.25	3.35
6	0.15	0.3	0.05	18	4.86	1.8	6.66
7	0.15	0.3	0.05	22	6.93	2.45	9.38
8	0.15	0.35	0.05	26	10.92	3.2	14.12
9	0.15	0.45	0.05	30	18.225	4.05	22.275

Separación Barras de Acero

Acero 0.30 m

Luces(M)	Cara Superior	Cara Inferior	Barra	Estribos	Longitud de estribo (M)
4	2	2	3/8	14.33333333	0.66
5	3	3	3/8	17.66666667	0.66
6	4	5	3/8	21	0.86
7	2	2	1/2	24.33333333	0.86
8	2	3	1/2	27.66666667	0.96
9	3	4	1/2	31	1.16

Longitud Total (M)	Longitud Total de Estribos (M)	Longitud Total (ft)
9.46	94.6	310.288
11.66	163.24	535.4272
18.06	325.08	1066.2624
20.92666667	460.3866667	1510.068267
26.56	690.56	2265.0368
35.96	1078.8	3538.464

40	35	30	25	20	Barras	
7.7572	8.8653714	10.342933	12.41152	15.5144	8.865371429	9
13.38568	15.29792	17.847573	21.417088	26.77136	17.84757333	18
26.65656	30.46464	35.54208	42.650496	53.31312	42.650496	43
37.751707	43.144808	50.335609	60.402731	75.503413	37.75170667	38
56.62592	64.715337	75.501227	90.601472	113.25184	64.71533714	65
88.4616	101.09897	117.9488	141.53856	176.9232	117.9488	118

QQ
1.1842105
2.0316027
4.0413534
5.7142857
8.5526316
13.318284

### Acero Longitudinal

Luces (M)	Cara Superior	Cara Inferior	Barra	Longitud(M)	Longitud (ft)
4	2	2	3/8	8.18	26.8304
5	3	3	3/8	15.27	50.0856
6	4	5	3/8	24.36	79.9008
7	2	2	1/2	14.18	46.5104
8	2	3	1/2	16.18	53.0704
9	3	4	1/2	27.27	89.4456

8.36	27.4208
15.45	50.676
30.54	100.1712
14.63	47.9864
24.72	81.0816
36.81	120.7368

40	35	30	25	20	Barras		QQ	QQ longitudinales
0.67076	0.766582857	0.894346667	1.073216	1.34152	0.8943467	1	0.093985	0.939849624
1.25214	1.431017143	1.66952	2.003424	2.50428	2.50428	3	0.2255639	3.157894737
1.99752	2.28288	2.66336	3.196032	3.99504	1.99752	2	0.3007519	5.413533835
1.16276	1.328868571	1.550346667	1.860416	2.32552	1.860416	2	0.286123	6.294706724
1.32676	1.516297143	1.769013333	2.122816	2.65352	1.7690133	2	0.4008016	10.42084168
2.23614	2.555588571	2.98152	3.577824	4.47228	2.98152	3	0.6012024	18.03607214

0.68552	0.783451429	0.914026667	1.096832	1.37104	0.9140267	1	0.1128668	1.128668172
1.2669	1.447885714	1.6892	2.02704	2.5338	1.6892	2	0.2257336	3.16027088
2.50428	2.862034286	3.33904	4.006848	5.00856	2.8620343	3	0.3947368	7.105263158
1.19966	1.37104	1.599546667	1.919456	2.39932	1.919456	2	0.286123	6.294706724
2.02704	2.316617143	2.70272	3.243264	4.05408	2.70272	3	0.7025761	18.26697892
3.01842	3.449622857	4.02456	4.829472	6.03684	4.829472	5	0.7153076	21.45922747

Luces (M)	QQ	Alambre (lb)	Volumen Hormigón(M3)	Fon (UND)
4	3.252728322	7	2	36
5	8.349768326	17	3.35	64
6	16.56015038	33	6.66	100
7	18.30369916	37	9.38	144
8	37.24045219	74	14.12	196
9	52.81358404	106	22.275	256

### Presentación de Precios

Luz 4M	Cant	und	Precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total	
<b>Volumen del Analisis</b>		2	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>								
Acero-Cuánta QQ/M3	3.252728322	QQ	\$1,436.99		\$258.66	\$4,674.14	\$841.35	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	2.1	m3	\$4,411.98		\$805.42	\$9,265.16	\$1,691.38	
Malla Electrosoldada	0.166	Rollo	\$14,335.96		\$805.42	\$2,379.77	\$133.70	
Bovedillas en foam	36	ud	\$105.11		\$69.30	\$3,783.96	\$2,494.80	
Alambre Dulce No.18	7	Lb	\$32.01		\$5.76	\$224.07	\$40.32	
<b>Mano de Obra</b>								
Mano de Obra Malla Electrosoldada	16	M2	\$38.51		\$0.00	\$616.16	\$0.00	
Mano de Obra Acero	3.252728322	QQ	\$326.46		\$0.00	\$1,061.89	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	16.06	M2	\$294.00		\$0.00	\$4,721.64	\$0.00	
<b>Total/UND</b>						\$26,726.78	\$5,201.55	\$31,928.33

Luz 5M	Cant	und	Precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total	
<b>Volumen del Analisis</b>		3.35	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>								
Acero-Cuánta QQ/M3	8.349768326	QQ	\$1,436.99		\$258.66	\$11,998.53	\$2,159.75	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	3.45	m3	\$4,411.98		\$805.42	\$15,221.33	\$2,778.70	
Malla Electrosoldada	0.260416667	Rollo	\$14,335.96		\$805.42	\$3,733.32	\$209.74	
Bovedillas en foam	64	ud	\$105.11		\$69.30	\$6,727.04	\$4,435.20	
Alambre Dulce No.18	17	Lb	\$32.01		\$5.76	\$544.17	\$97.92	
<b>Mano de Obra</b>								
Mano de Obra Malla Electrosoldada	25	M2	\$38.51		\$0.00	\$962.75	\$0.00	
Mano de Obra Acero	8.349768326	QQ	\$326.46		\$0.00	\$2,725.87	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	26.9005	M2	\$294.00		\$0.00	\$7,908.75	\$0.00	
<b>Total/UND</b>						\$49,821.76	\$9,681.31	\$59,503.07

Luz 6M	Cant	und	Precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total	
<b>Volumen del Analisis</b>		6.66	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>								
Acero-Cuánta QQ/M3	16.56015038	QQ	\$1,436.99		\$258.66	\$23,796.77	\$4,283.45	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	6.76	m3	\$4,411.98		\$805.42	\$29,824.98	\$5,444.64	
Malla Electrosoldada	0.375	Rollo	\$14,335.96		\$805.42	\$5,375.99	\$302.03	
Bovedillas en foam	100	ud	\$105.11		\$69.30	\$10,511.00	\$6,930.00	
Alambre Dulce No.18	33	Lb	\$32.01		\$5.76	\$1,056.33	\$190.08	
<b>Mano de Obra</b>								
Mano de Obra Malla Electrosoldada	36	M2	\$38.51		\$0.00	\$1,386.36	\$0.00	
Mano de Obra Acero	16.56015038	QQ	\$326.46		\$0.00	\$5,406.23	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	53.4798	M2	\$294.00		\$0.00	\$15,723.06	\$0.00	
<b>Total/UND</b>						\$93,080.72	\$17,150.20	\$110,230.92

Luz 7M	Cant	und	Precio	Ítbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Analisis</b>	9.38	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuánta QQ/M3	18.30369916	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$26,302.23	\$4,734.43	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	9.48	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$41,825.57	\$7,635.38	
Malla Electrosoldada	0.4375	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$6,271.98	\$352.37	
Bovedillas en foam	144	ud	\$105.11	\$69.30	\$15,135.84	\$9,979.20	
Alambre Dulce No.18	37	Lb	\$32.01	\$5.76	\$1,184.37	\$213.12	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	49	M2	\$38.51	\$0.00	\$1,886.99	\$0.00	
Mano de Obra Acero	18.30369916	QQ	\$326.46	\$0.00	\$5,975.43	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	75.3214	M2	\$294.00	\$0.00	\$22,144.49	\$0.00	
Total/UND					\$120,726.90	\$22,914.51	\$143,641.41

Luz 8M	Cant	und	Precio	Ítbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Analisis</b>	14.12	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuánta QQ/M3	37.24045219	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$53,514.16	\$9,632.62	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	14.22	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$62,738.36	\$11,453.07	
Malla Electrosoldada	0.66666667	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$9,557.31	\$536.95	
Bovedillas en foam	196	ud	\$105.11	\$69.30	\$20,601.56	\$13,582.80	
Alambre Dulce No.18	74	Lb	\$32.01	\$5.76	\$2,368.74	\$426.24	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	64	M2	\$38.51	\$0.00	\$2,464.64	\$0.00	
Mano de Obra Acero	37.24045219	QQ	\$326.46	\$0.00	\$12,157.52	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	113.3836	M2	\$294.00	\$0.00	\$33,334.78	\$0.00	
Total/UND					\$196,737.06	\$35,631.67	\$232,368.73

Luz 9M	Cant	und	Precio	Ítbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Analisis</b>	22.275	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuánta QQ/M3	52.81358404	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$75,892.59	\$13,660.76	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	22.375	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$98,718.05	\$18,021.27	
Malla Electrosoldada	0.84375	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$12,095.97	\$679.57	
Bovedillas en foam	256	ud	\$105.11	\$69.30	\$26,908.16	\$17,740.80	
Alambre Dulce No.18	106	Lb	\$32.01	\$5.76	\$3,393.06	\$610.56	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	81	M2	\$38.51	\$0.00	\$3,119.31	\$0.00	
Mano de Obra Acero	52.81358404	QQ	\$326.46	\$0.00	\$17,241.52	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	178.86825	M2	\$294.00	\$0.00	\$52,587.27	\$0.00	
Total/UND					\$289,955.93	\$50,712.97	\$340,668.90

## Análisis de Costo Losas Con Metaldeck

Luces (M)	Nervios			Losa Superior	Cantidad de Vigas 2do	Vigas de arrostramiento	Volumen Hormigón Nervios (M3)	Volumen Losa Superior (M3)	Volumen Total(M3)
	B(M)	H(M)							
4	0.15	0.25	0.1	0.1	2	0	0.3	1.6	1.9
5	0.15	0.3	0.1	0.1	3	0	0.675	2.5	3.175
6	0.15	0.35	0.1	0.1	4	0	1.26	3.6	4.86
7	0.25	0.45	0.1	0.1	5	0	3.9375	4.9	8.8375
8	0.25	0.5	0.1	0.1	6	1	7	6.4	13.4
9	0.3	0.55	0.1	0.1	7	3	14.85	8.1	22.95

### Recubrimiento 0.02

### Acero separado a 0.30 M

Longitud Total (Ft)	40	35	30	25	20	Barras	QQ
71.46026667	1.7865067	2.0417219	2.3820089	2.8584107	3.5730133	2.858410667	3 0.2819549
149.5024	3.73756	4.2714971	4.9834133	5.980096	7.47512	4.983413333	5 0.5643341
264.4992	6.61248	7.55712	8.81664	10.579968	13.22496	8.81664	9 1.0158014
542.7306667	13.568267	15.50659	18.091022	21.709227	27.136533	21.70922667	22 2.0676692
927.4309333	23.185773	26.498027	30.914364	37.097237	46.371547	30.91436444	31 3.4988713
1687.888	42.1972	48.225371	56.262933	67.51552	84.3944	67.51552	68 6.3909774

Luces (M)	Cara Superior	Cara Inferior	Barra	Estribos	Longitud de Estribos(M)	Longitud Total (M)	Longitud Total de Estribos (M)
4	2	2	3/8	14.33333333	0.76	10.89333333	21.78666667
5	2	3	3/8	17.66666667	0.86	15.19333333	45.58
6	2	2	1/2	21	0.96	20.16	80.64
7	2	5	1/2	24.33333333	1.36	33.09333333	165.4666667
8	2	7	1/2	27.66666667	1.46	40.39333333	282.7533333
9	2	5	3/4	31	1.66	51.46	514.6

Acero Longitudinal					
Luces (M)	Cara Superior	Cara Inferior	Barra	Longitud Total(M)	Longitud Total (M)
4	2	2	3/8	8.18	26.8304
5	2	3	3/8	10.18	33.3904
6	2	2	1/2	12.18	39.9504
7	2	5	1/2	14.18	46.5104
8	2	7	1/2	16.18	53.0704
9	2	5	3/4	18.18	59.6304
				8.18	26.8304
				15.27	50.0856
				12.18	39.9504
				35.45	116.276
				56.63	185.7464
				45.45	149.076

40	35	30	25	20	Barras	QQ	QQ longitudinales	
0.67076	0.766582857	0.894346667	1.073216	1.34152	0.8943467	2	0.2257336	0.451467269
0.83476	0.954011429	1.113013333	1.335616	1.66952	0.9540114	2	0.2631579	0.789473684
0.99876	1.14144	1.33168	1.598016	1.99752	1.99752	2	0.2673797	1.069518717
1.16276	1.328868571	1.550346667	1.860416	2.32552	1.860416	2	0.286123	1.430615165
1.32676	1.516297143	1.769013333	2.122816	2.65352	1.7690133	2	0.4008016	2.805611222
1.49076	1.703725714	1.98768	2.385216	2.98152	1.98768	2	0.9009009	9.009009009
0.67076	0.766582857	0.894346667	1.073216	1.34152	0.8943467	2	0.2257336	0.451467269
1.25214	1.431017143	1.66952	2.003424	2.50428	1.66952	2	0.2257336	0.677200903
0.99876	1.14144	1.33168	1.598016	1.99752	1.99752	2	0.2673797	1.069518717
2.9069	3.322171429	3.875866667	4.65104	5.8138	3.8758667	4	0.8016032	4.008016032
4.64366	5.30704	6.191546667	7.429856	9.28732	4.64366	5	1.3368984	9.35828877
3.7269	4.259314286	4.9692	5.96304	7.4538	4.9692	5	2.2522523	22.52252252

Luces (M)	QQ	Alambre (lb)	Volumen Hormigon (M3)	Lámina (M2)
4	1.184889424	4	1.9	16
5	2.031008673	6	3.175	25
6	3.154838788	8	4.86	36
7	7.50630037	16	8.8375	49
8	15.66277132	32	13.4	64
9	37.92250898	76	22.95	81

## Presentación de Precios

Luz 4M	Cant	und	Precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
<b>Volumen del Analisis</b>	1.9	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuantía QQ/M3	1.184889424	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$1,702.67	\$306.48	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	2	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$8,823.96	\$1,610.84	
Malla Electrosoldada	0.166	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$2,379.77	\$133.70	
Lámina de Metakdeck	17.6	ud	\$554.60	\$99.83	\$9,760.96	\$1,756.97	
Alambre Dulce No.18	4	Lb	\$32.01	\$5.76	\$128.04	\$23.04	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	16	M2	\$38.51	\$0.00	\$616.16	\$0.00	
Mano de Obra Acero	1.184889424	QQ	\$326.46	\$0.00	\$386.82	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	17.3	ML	\$210.00	\$0.00	\$3,633.00	\$0.00	
<b>Total/UND</b>					\$27,431.38	\$3,831.04	\$31,262.42
<b>Luz 5M</b>							
Volumen del Analisis	3.175	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuantía QQ/M3	2.031008673	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$2,918.54	\$525.34	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	3.275	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$14,449.23	\$2,637.75	
Malla Electrosoldada	0.2604	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$3,733.08	\$209.73	
Lámina de Metakdeck	27.5	ud	\$554.60	\$99.83	\$15,251.50	\$2,745.27	
Alambre Dulce No.18	6	Lb	\$32.01	\$5.76	\$192.06	\$34.56	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	25	M2	\$38.51	\$0.00	\$962.75	\$0.00	
Mano de Obra Acero	2.031008673	QQ	\$326.46	\$0.00	\$663.04	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	32.25	ML	\$210.00	\$0.00	\$6,772.50	\$0.00	
<b>Total/UND</b>					\$44,942.71	\$6,152.65	\$51,095.36
<b>Luz 6M</b>							
Volumen del Analisis	4.86	m3					
<b>Materiales y Equipos</b>							
Acero-Cuantía QQ/M3	3.154838788	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$4,533.47	\$816.03	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	4.96	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$21,883.42	\$3,994.88	
Malla Electrosoldada	0.375	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$5,375.99	\$302.03	
Lámina de Metakdeck	39.6	ud	\$554.60	\$99.83	\$21,962.16	\$3,953.19	
Alambre Dulce No.18	8	Lb	\$32.01	\$5.76	\$256.08	\$46.08	
<b>Mano de Obra</b>							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	36	M2	\$38.51	\$0.00	\$1,386.36	\$0.00	
Mano de Obra Acero	3.154838788	QQ	\$326.46	\$0.00	\$1,029.93	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	51.4	ML	\$210.00	\$0.00	\$10,794.00	\$0.00	
<b>Total/UND</b>					\$67,221.41	\$9,112.22	\$76,333.62

Luz 7 M	Cant	und	Precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
Volumen del Analisis	8.8375	m3					
Materiales y Equipos							
Acero-Cuantía QQ/M3	7.50630037	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$10,786.48	\$1,941.58	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	8.9375	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$39,432.07	\$7,198.44	
Malla Electrosoldada	0.5104	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$7,317.07	\$411.09	
Lámina de Metaldeck	53.9	ud	\$554.60	\$99.83	\$29,892.94	\$5,380.73	
Alambre Dulce No.18	16	Lb	\$32.01	\$5.76	\$512.16	\$92.16	
Mano de Obra							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	49	M2	\$38.51	\$0.00	\$1,886.99	\$0.00	
Mano de Obra Acero	7.50630037	QQ	\$326.46	\$0.00	\$2,450.51	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	55.75	ML	\$210.00	\$0.00	\$11,707.50	\$0.00	
Total/UND					\$103,985.72	\$15,024.00	\$119,009.72
Luz 8 M	Cant	und	Precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
Volumen del Analisis	13.4	m3					
Materiales y Equipos							
Acero-Cuantía QQ/M3	15.66277132	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$22,507.25	\$4,051.33	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	13.5	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$59,561.73	\$10,873.17	
Malla Electrosoldada	0.66	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$9,461.73	\$531.58	
Lámina de Metaldeck	70.4	M2	\$554.60	\$99.83	\$39,043.84	\$7,027.89	
Alambre Dulce No.18	32	Lb	\$32.01	\$5.76	\$1,024.32	\$184.32	
Mano de Obra							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	64	M2	\$38.51	\$0.00	\$2,464.64	\$0.00	
Mano de Obra Acero	15.66277132	QQ	\$326.46	\$0.00	\$5,113.27	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	120.75	ML	\$210.00	\$0.00	\$25,357.50	\$0.00	
Total/UND					\$164,534.28	\$22,668.29	\$187,202.57
Luz 9 M	Cant	und	Precio	itbis	Subtotal	Subtotal Itbis	Total
Volumen del Analisis	22.95	m3					
Materiales y Equipos							
Acero-Cuantía QQ/M3	37.92250898	QQ	\$1,436.99	\$258.66	\$54,494.27	\$9,809.04	
Hormigon Industrial 240kg/cm2-10% desp	23.05	m3	\$4,411.98	\$805.42	\$101,696.14	\$18,564.93	
Malla Electrosoldada	0.84375	Rollo	\$14,335.96	\$805.42	\$12,095.97	\$679.57	
Lámina de Metaldeck	89.1	M2	\$554.60	\$99.83	\$49,414.86	\$8,894.67	
Alambre Dulce No.18	76	Lb	\$32.01	\$5.76	\$2,432.76	\$437.76	
Mano de Obra							
Mano de Obra Malla Electrosoldada	81	M2	\$38.51	\$0.00	\$3,119.31	\$0.00	
Mano de Obra Acero	37.92250898	QQ	\$326.46	\$0.00	\$12,380.18	\$0.00	
Encofrado losa plana H=3.00m Todo Costo	194	ML	\$210.00	\$0.00	\$40,740.00	\$0.00	
Total/UND					\$276,373.48	\$38,385.98	\$314,759.46