

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO  
ESTRUCTURAL Y ECONÓMICO DE LOSAS ARMADAS EN  
UNA DIRECCIÓN Y LOSAS ARMADAS EN DOS  
DIRECCIONES”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Anthony Hector Mendoza Huaccha

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno

Cajamarca - Perú

2019



## DEDICATORIA

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios, por haberme dado la vida, por permitirme llegar a esta etapa de mi vida con salud y por fortalecer e iluminar mi mente.

Se la dedico también a mis padres y hermano, que son la base fundamental de mí, y por su inmenso e incondicional apoyo para lograr mis objetivos.

Especialmente esta tesis se la dedico a mi esposa e hija que son mi fortaleza y por quién quiero crecer personal y profesionalmente.

## AGRADECIMIENTO

Al director de carrera Ing. Dr. Orlando Aguilar Aliaga y a mi asesor Ing. Dr. Miguel Ángel Mosqueira Moreno por su gran apoyo y dedicación en la realización de esta tesis.

A todos los docentes de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana del Norte quiénes me brindaron sus conocimientos y apoyo necesario para crecer en cada etapa de mi vida personal y profesional.

A toda mi familia y amigos que siempre me han estado apoyando en toda mi etapa estudiantil.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
2.2.1. Población:.....	33
2.2.2. Muestra:.....	33
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
3.1. Comparación de la deformación de losas armadas de una y dos direcciones:.....	43
3.2. Comparación del mayor momento actuante:.....	48
3.3. Comparación de fuerza cortante:.....	49
3.4. Comparación económica:.....	50
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>58</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla N° 1: Población Total, Crecimiento Intercensal, Anual Y Tasa De Crecimiento Promedio Anual, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2005, 2007 Y 2017.....</i>	10
<i>Tabla N° 2: Espesor o peralte mínimo (h) en losas armadas en una dirección .....</i>	21
<i>Tabla N° 3: Deflexiones máximas admisibles. ....</i>	21
<i>Tabla N° 4: Cuantías mínimas de refuerzo para temperatura y retracción en losas. ....</i>	23
<i>Tabla N° 5: Espesores mínimos de las losas sin vigas interiores. ....</i>	24
<i>Tabla N° 6: Longitudes mínimas del refuerzo en losas sin vigas.....</i>	25
<i>Tabla N° 7: Coeficientes para momentos negativos. ....</i>	29
<i>Tabla N° 8: Coeficientes para momentos positivos debidos a la carga muerta. ....</i>	30
<i>Tabla N° 9: Coeficientes para momentos positivos debido a la carga viva. ....</i>	31
<i>Tabla N° 10: Técnica de recolección de datos.....</i>	34
<i>Tabla N° 11: Deformaciones de losas armadas de 2m x 4m .....</i>	43
<i>Tabla N° 12: Deformaciones de losas armadas de 3m x 6m .....</i>	44
<i>Tabla N° 13: Deformaciones de losas armadas de 4m x 8m .....</i>	46
<i>Tabla N° 14: Comparación de las deformaciones de las tres losas en una y dos direcciones .....</i>	48
<i>Tabla N° 15: Comparación del mayor momento actuante de las tres losas en una y dos direcciones.....</i>	48
<i>Tabla N° 16: Comparación de la mayor fuerza cortante actuante de las tres losas en una y dos direcciones .....</i>	49
<i>Tabla N° 17: Comparación de costo total.....</i>	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1: Principio básico de la franja unitaria para el diseño por flexión .....</i>	18
<i>Figura N° 2: Forma deflectada de una losa en una dirección cargada uniformemente. ...</i>	18
<i>Figura N° 3: Coeficientes de momento en losas en una dirección. ....</i>	20
<i>Figura N° 4: Coeficientes de fuerza cortante en losas en una dirección. ....</i>	20
<i>Figura N° 5: Losa en dos direcciones. ....</i>	23
<i>Figura N° 6: Modelamiento de deformación de losa armada en una dirección de 2m x 4m .....</i>	44
<i>Figura N° 7: Modelamiento de deformación de losa armada en dos direcciones de 2m x 4m .....</i>	44
<i>Figura N° 8: Modelamiento de deformación de losa armada en una dirección de 3m x 6m .....</i>	45
<i>Figura N° 9: Modelamiento de deformación de losa armada en dos direcciones de 3m x 6m .....</i>	46
<i>Figura N° 10: Modelamiento de deformación de losa armada en una dirección de 4m x 8m .....</i>	47
<i>Figura N° 11: Modelamiento de deformación de losa armada en dos direcciones de 4m x 8m .....</i>	48

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico N° 1: Comparación de deformaciones de losas armadas de una y dos direcciones de 2m x 4m.....</i>	<i>43</i>
<i>Gráfico N° 2: Comparación de deformaciones de losas armadas de una y dos direcciones de 3m x 6m.....</i>	<i>45</i>
<i>Gráfico N° 3: Comparación de deformaciones de losas armadas de una y dos direcciones de 4m x 8m.....</i>	<i>47</i>
<i>Gráfico N° 4: Comparación del mayor momento actuante de las tres losas en una y dos direcciones.....</i>	<i>49</i>
<i>Gráfico N° 5: Comparación de la fuerza cortante de las tres losas en una y dos direcciones.....</i>	<i>49</i>
<i>Gráfico N° 6: Costo unitario de encofrado y desencofrado.....</i>	<i>50</i>
<i>Gráfico N° 7: Costo unitario de habilitación y colocación de acero.....</i>	<i>50</i>
<i>Gráfico N° 8: Costo unitario de concreto armado.....</i>	<i>51</i>
<i>Gráfico N° 9: Comparación de costo total de losas armadas en una y dos direcciones... </i>	<i>51</i>

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ec. N° 1: Resistencia requerida.</i> .....	17
<i>Ec. N° 2: Cálculo de momento</i> .....	19
<i>Ec. N° 3: Cálculo de cortante</i> .....	20
<i>Ec. N° 4: Cálculo de momento en franjas, lado corto</i> .....	27
<i>Ec. N° 5: Cálculo de momentos en franjas, lado largo</i> .....	27
<i>Ec. N° 6: Fuerza cortante</i> .....	28
<i>Ec. N° 7: Fuerza cortante resistente.</i> .....	28

## RESUMEN

La población en el Perú está en aumento y es necesario que todos cuenten con edificaciones adecuadas para ser habitadas, también es necesario que estas edificaciones sean económicas al momento de ser construidas, es por ello que se requieren sistemas de entrepiso aptos para tener estas condiciones, existen varias alternativas de las cuáles esta investigación se enfoca en la utilización de losas armadas. Estas son una buena opción para losas de entrepiso. El objetivo fue comparar el comportamiento estructural y económico de las losas armadas en una dirección y losas armadas en dos direcciones, realizando primero el diseño manual de las losas armadas en una dirección y dos direcciones mediante la Norma E.020, Código ACI y Norma E.060. Los diseños se realizaron para losas de dimensiones de 2m x 4m, 3m x 6m y 4m x 8m. Se modelaron las losas con el software SAP 2000 v.19 para datos de deformación, se realizaron metrados de materiales, costo unitario y se calcularon los presupuestos para cada tipo de losa, por último, se compararon los resultados. Finalmente se pudo concluir que las losas armadas en dos direcciones tienen mejor comportamiento estructural y menor costo hasta en un 20% que las losas armadas en una dirección.

**Palabras clave:** Losa armada, comportamiento estructural, comportamiento económico

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En la actualidad, la población peruana en el último periodo intercensal ha tenido un crecimiento promedio anual de 1,0% al 2017 como se puede observar en la Tabla N° 1 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017). Este crecimiento origina un incremento en la demanda de viviendas para las nuevas familias que se van formando cada año, y si miramos desde el pasado hasta llegar a nuestros días, veremos que el estado actual de nuestra sociedad es el resultado de constantes innovaciones tecnológicas y administrativas, la gran mayoría de ellas tendientes a optimizar recursos, dotándose cambios radicales en cómo se diseñan y construyen las diferentes estructuras (Rodríguez Chávarry, 2015).

*Tabla N° 1: Población Total, Crecimiento Intercensal, Anual Y Tasa De Crecimiento Promedio Anual, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2005, 2007 Y 2017*

**POBLACIÓN TOTAL, CRECIMIENTO INTERCENSAL, ANUAL Y TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993, 2005, 2007 Y 2017**

Año	Total	Incremento Intercensal	Incremento Anual	Tasa de Crecimiento Promedio Anual
1940	7,023,111			
1961	10,420,357	3,397,246	161,774	1.9
1972	14,121,564	3,701,207	336,473	2.8
1981	17,762,231	3,640,667	404,519	2.6
1993	22,639,443	4,877,212	406,434	2.0
2005 a/	27,219,264	4,579,821	381,652	1.5
2007	28,220,764	1,001,500	500,750	1.6
2017	31,237,385	3,016,621	301,662	1.0

a/ Censo de Derecho o De Jure. Se recopiló información de la población en su lugar de residencia.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017

Por ello, existe la necesidad de contar con sistemas constructivos más eficientes y económicos, lo que requiere de nuevos conceptos en el diseño y la construcción de losas estructurales, ante las grandes limitaciones técnicas y constructivas de los sistemas convencionales que se han mantenido hasta la actualidad y que forman parte de la cultura del sector construcción (Ramos Rugel, 2002).

En nuestro medio las losas más usadas en edificaciones son las unidireccionales y del tipo aligeradas estas cubren luces en promedio de hasta 5m. Sin embargo, para luces mayores y para una mejor distribución de las cargas hacia las dos direcciones del sistema se emplean losas armadas en dos direcciones. A diferencia de las losas unidireccionales las losas en dos direcciones logran que las cargas verticales se distribuyan más uniforme entre las vigas luego estas hacia las columnas y finalmente hacia las zapatas, es decir las cargas de diseño sobre cada uno de estos elementos es más uniforme en comparación con las anteriores en donde dichos elementos estarán solicitados en una determinada dirección (Cruz Godoy, 2010).

Históricamente, las losas armadas fueron presentadas por O.W. Norcross en los Estados Unidos de Norteamérica en 1902. Diversos sistemas de colocación del refuerzo fueron presentados y desarrollados para sistemas de dos, tres y cuatro direcciones, así como también para sistemas de losas circulares.

Turner fue uno de los investigadores que más se dedicaron al estudio y desarrollo de losas, en 1908 reorganizó las losas armadas, las que entonces fueron aceptadas como un sistema de piso. Finalmente, en 1971, el diseño de losas en dos direcciones fue desarrollado con vigas, las cuales, históricamente, se habían tratado por separado; varios procedimientos y sistemas empíricos fueron presentados y usados como verdaderos.

A principios de 1950, el análisis del comportamiento a flexión de las losas se basó en los principios de la teoría clásica de elasticidad. La base de las recomendaciones del reglamento del American Concrete Institute fue la teoría de las deflexiones pequeñas en placas, suponiendo al concreto un material homogéneo e isotrópico, esto se presentó a través de tablas de coeficientes para los momentos.

En 1943, JOAHANSEN presentó la teoría de líneas de influencia para evaluar la capacidad de las losas al colapso. Desde entonces se emprendieron investigaciones intensas sobre el comportamiento último de las losas de concreto reforzado (Montemayor Villela, 1998).

Un marco de concreto reforzado, incluyendo el sistema de losas en una y dos direcciones, forma un marco de trabajo de columnas y elementos horizontales, cuyas propiedades dependen de la geometría y espesor de la losa.

Para satisfacer las necesidades del esfuerzo y espesor requerido, bajo una gran variedad de cargas, existen numerosos métodos de análisis, de los cuales para la presente investigación se eligió el método de los coeficientes de la Norma E.060.

El diseño adecuado de una losa pasa por conocer todas las posibilidades que se pueden presentar con la combinación acertada de sus apoyos, de la dirección de sus armaduras y del espesor. Así podemos tener losas unidireccionales o cruzadas, macizas o livianas. La elección correcta del tipo de losa trae aparejada esbeltez en el sistema y economía en los materiales (Bernal, 2005).

En las construcciones de concreto armado, las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana; generalmente horizontal, cuyas superficies superior e inferior son paralelas o casi paralelas entre sí.

Las losas son responsables de soportar las cargas verticales y distribuir las fuerzas horizontales. La capacidad de resistir cargas verticales equivale a soportar su propio peso, acabados, divisiones, piso terminado y la carga viva de acuerdo al uso que tendrá la estructura. (Ramos Rugel, 2002).

En un edificio, el mayor volumen de concreto se destina a la construcción de losas, y por ende el mayor peso propio de la estructura generan ellas mismas. Por este motivo se busca maneras que el diseño de las losas resulte el óptimo (Bernal, 2005).

En la selección del sistema de losas no sólo debe influir el factor económico sino los criterios estructurales en conjunto. Debemos tener en cuenta que las edificaciones se comportan como se construye y no necesariamente como se diseñan (Ramos Rugel, 2002).

Se puede concluir entonces, que las losas de entrepiso constituyen el medio principal de distribución de las fuerzas sísmicas, y si así fue considerado en el análisis y diseño estructural, así debe quedar reflejado en la construcción. Tanto el diseño estructural como el arquitectónico deben ajustarse a conceptos de seguridad y control de daños. (Ramos Rugel, 2002).

En esta investigación se centró el estudio en las losas armadas en una y dos direcciones ya que son losas no muy estudiadas ni usadas en nuestro país y es necesario conocerlas para una mejor elección a la hora de construir.

De la revisión bibliográfica efectuada, se ha encontrado importante información, las cuales se presentan en los párrafos siguientes:

Según Bilbao (2004) en su investigación “Estudio de losas mixtas de acero y concreto en sus condiciones de servicio y estados límites de resistencia” desarrollada en Venezuela, tuvo como objetivo, estudiar los tipos de láminas de acero.

Con distintas alturas, dimensiones y propiedades, una vez que el concreto esté endurecido, concluyendo que al utilizar láminas acanaladas con mayor peralte, el momento de inercia aumenta, y las facilidades en la construcción también lo hacen, ya que las separaciones entre apoyos son mayores, en cuanto al uso de apuntalamientos temporales en la construcción, se puede afirmar que esto no es un uso frecuente, y de ser así, el diseño de la losa varía considerablemente.

Según Reyes (2013) en su investigación “Análisis comparativo entre losa prefabricada con vigueta y bovedilla, losa acero y losa nervada con material de relleno, para la construcción de viviendas en la República de Guatemala” desarrollada en la Universidad de San Carlos de Guatemala, tuvo como objetivo, realizar un análisis comparativo de los 3 sistemas de construcción de losas con el fin de conocer las ventajas y desventajas técnicas y económicas entre los sistemas de losa prefabricada con vigueta y bovedilla, losa nervada con material de relleno y la losa acero, concluyendo que el sistema de losa acero es el que menor costo presenta en la comparación, seguido por la losa nervada y por último el de la losa de vigueta y bovedilla, tomando en cuenta que conforme aumenta el área de la losa comparada, la ventaja de costo que tiene el sistema de losa acero disminuyó. Siendo esta una de las características más importantes que se toman en cuenta a la hora de ejecutar un proyecto, existen ventajas y desventajas en cada sistema de los mostrados en el trabajo, las cuales tienen que ser tomadas en cuenta para elegir el adecuado a la hora de su implementación en el mercado.

Según Ramos (2002) en su investigación “Análisis técnico y económico de losas de entrepiso”, desarrollada en la Universidad de Piura tuvo como objetivo proponer sistemas de entrepiso más ventajosos que el sistema de losas aligeradas con ladrillos

de arcilla comúnmente usado por un sector de la construcción, concluyendo que el sistema de lámina colaborante permite un mayor rendimiento en la construcción de las losas de entrepiso, también que la losa maciza genera un incremento de 120% en el manejo de cantidades de acero con respecto a las losas aligeradas en una dirección, sin embargo la cantidad de acero a usar es semejante para las losas coladas in situ en una y dos direcciones.

Según Rodríguez (2015) en su investigación “Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas” desarrollada en la Universidad Nacional de Cajamarca, tuvo como objetivo analizar y comparar el comportamiento estructural y económico de una losa aligerada y una losa colaborante utilizando placas AD-600, evaluar el efecto de la lámina de acero y establecer un procedimiento válido para diseño y modelamiento, concluyendo que la losa colaborante tiene mejor comportamiento estructural, ya que tiene mejor resistencia a flexión, a esfuerzos de corte y presenta menores deflexiones, también el costo de la losa aligerada es mayor a la losa colaborante, siendo 5.88% mayor.

Los conceptos más importantes para el desarrollo de esta investigación son:

**Concreto armado**, es en concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, pre esforzado o no (Norma E.060, 2009).

**Losa**, elemento estructural de espesor reducido respecto de sus otras dimensiones usado como techo o piso generalmente horizontal y armado en una o dos direcciones según el tipo de apoyo existente en su contorno. Usado también como diafragma rígido para mantener la unidad de la estructura frente a cargas horizontales de sismo (Norma E.060, 2009).

**Refuerzo corrugado**, barras de refuerzo corrugado, mallas de barras, alambre corrugado o refuerzo electrosoldado de alambre (Norma E.060, 2009).

**Metrado**, se define así al conjunto ordenado de datos obtenidos o logrados mediante lecturas acotadas, preferentemente, y con excepción con lecturas a escala, es decir, utilizando el escalímetro. Los metrados se realizan con el objeto de calcular la cantidad de obra a realizar y que al ser multiplicado por el respectivo costo unitario y sumados obtendremos el costo directo (CAPECO, 2003).

**Análisis de costos unitarios**, es la sumatoria de multiplicación de las incidencias de cada insumo por sus precios unitarios (CAPECO, 2003).

#### **Métodos de diseño:**

Para el diseño de estructuras de concreto armado utilizará el diseño por resistencia, se proporcionó a todas las secciones de los elementos estructurales resistencias de diseño adecuadas, de acuerdo con las disposiciones de esta norma, utilizando los factores de carga (amplificación) y los factores de reducción de resistencia  $\phi$  (Norma E.060, 2009).

Se comprobará que las respuestas de los elementos estructurales en condiciones de servicio queden limitadas a valores tales que el funcionamiento sea satisfactorio.

#### **Cargas:**

Las estructuras deberán diseñarse para resistir todas las cargas que puedan obrar sobre ella durante su vida útil. Las cargas serán las estipuladas en la Norma E.020 Cargas, con las reducciones de sobrecarga que en ella se permiten, y las acciones sísmicas serán prescritas en la Norma E.030 Diseño sismo resistente (Norma E.060, 2009).

#### **Métodos de análisis:**

Todos los elementos estructurales deberán diseñarse para resistir los efectos máximos producidos por las cargas amplificadas, determinados por medio del análisis estructural (Norma E.060, 2009).

Excepto para elementos de concreto pre reforzado, se pueden emplear métodos aproximados de análisis estructural para edificaciones con luces, alturas de entresijos y tipos de construcción convencional (Norma E.060, 2009).

### **Resistencia requerida:**

Según la Norma E.060 dice que la resistencia requerida para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo:

*Ec. N° 1: Resistencia requerida.*

$$U = 1.4 * CM + 1.7 * CV$$

### **Losa armada:**

Cuando el concreto es el material que ocupa todo el espesor de la losa, se le denomina a ésta losa armada o maciza. No utilizan ningún tipo de aligerante. Se usan con espesores hasta de 15 centímetros, generalmente utilizan doble armado de acero, una en la parte inferior y otra en la parte superior, ya que con esto cubren la necesidad de acero que es provocada por los momentos, tanto positivo como negativo.

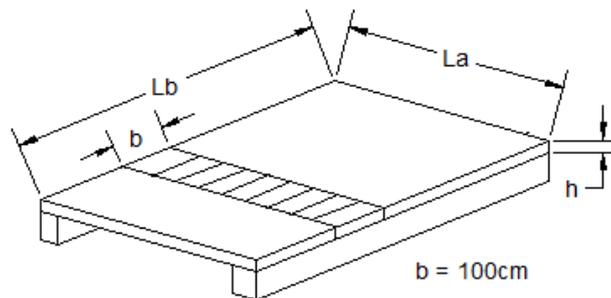
Las losas de concreto armado, preferentemente se utilizaran para viviendas de medidas pequeñas para el uso de entresijos y azoteas, se dice que es armada porque en su interior está compuesta de concreto y una especie de red o malla de acero llamada parrilla, compuesta de varillas amarradas entre sí por alambre de amarre, las varillas que se colocan en ambos sentidos van desde el número 3 hasta denominaciones mayores, según las características de

carga y luz que se requiera salvar en la vivienda, la distancia entre las varillas de refuerzo generalmente dependerán de las cargas de servicio con que se diseña la losa. (Reyes Alvarez, 2013)

### Losas armadas en una dirección:

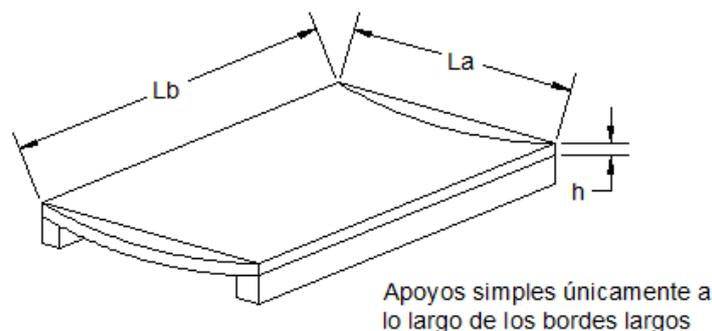
Las losas armadas en una dirección se caracterizan porque la relación entre las dimensiones de sus paños es mayor que dos por lo que el elemento presenta una curva de deflexión más marcada en una dirección como se aprecia en la Figura N° 2. El refuerzo principal se distribuye paralelo a la dirección donde se presenta la mayor curvatura (Serrano Zelada, 2011).

*Figura N° 1: Principio básico de la franja unitaria para el diseño por flexión*



Fuente: Serrano Zelada, 2011.

*Figura N° 2: Forma deflectada de una losa en una dirección cargada uniformemente.*



Fuente: Serrano Zelada, 2011.

Las losas en una dirección se comportan esencialmente como vigas, puede considerarse que la losa es un viga cuyo ancho es la longitud del apoyo, o bien como se hace más frecuentemente, puede suponerse que la losa está formada por una serie de vigas paralelas e independientes de un metro de ancho que se flexionan uniformemente (Serrano Zelada, 2011).

- **Análisis y diseño:**

- **Método de Coeficientes del ACI:**

- Limitaciones:

- ✓ Las cargas son uniformemente distribuidas.
- ✓ La carga viva unitaria no excede tres veces la carga muerta unitaria.
- ✓ Los elementos son prismáticos.

- Coeficientes de momento:

*Ec. N° 2: Cálculo de momento*

$$M = C * W_u * L_n^2$$

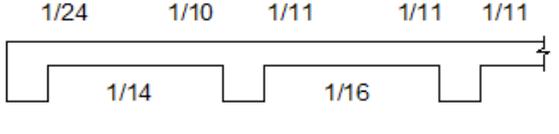
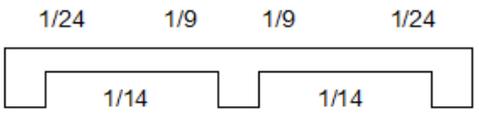
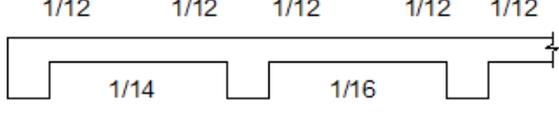
Donde:

C = Coeficiente de momento.

$W_u$  = Carga totalmente distribuida.

$L_n$  = Luz libre para momento positivo, y promedio de las dos luces libres adyacentes para momento negativo.

Figura N° 3: Coeficientes de momento en losas en una dirección.

Para dos o más tramos	
Para dos tramos	
Para dos o más tramos que no excedan los 3 m.	

Fuente: (Serrano Zelada, 2011).

- Fuerza cortante:

Ec. N° 3: Cálculo de cortante

$$V = C * W_u * L_n^2$$

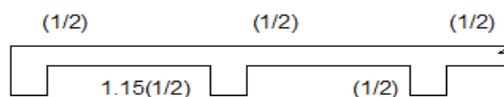
Donde:

C = Coeficiente de momento.

$W_u$  = Carga totalmente distribuida.

$L_n$  = Luz libre para momento positivo, y promedio de las dos luces libres adyacentes para momento negativo.

Figura N° 4: Coeficientes de fuerza cortante en losas en una dirección.



Fuente: (Serrano Zelada, 2011).

Los peraltes o espesores mínimos para no verificar deflexiones, que se señalan en la Tabla N° 2 pueden utilizarse como referencia en elementos armados en una dirección (aligerados, losas armadas y vigas) que no soporten o estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de dañarse por deflexiones excesivas del elemento estructural. Estos límites pueden obviarse si el cálculo de las deflexiones demuestra que es posible utilizar un espesor menor sin provocar efectos adversos (Norma E.060, 2009).

*Tabla N° 2: Espesor o peralte mínimo (h) en losas armadas en una dirección*

	Espesor o peralte mínimo, h			
	Condiciones de apoyo			
	Simplemente apoyada	Con un extremo continuo	Con ambos extremos continuos	En voladizo
<b>Losas armadas en una dirección</b>	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$

Fuente: Norma E.060, 2009

*Tabla N° 3: Deflexiones máximas admisibles.*

TIPO DE ELEMENTO	DEFLEXIÓN CONSIDERADA	LÍMITE DE DEFLEXIÓN
Techos planos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños	Deflexión inmediata debida a la carga viva.	1/180

---

debido a deflexiones

grandes.

---

Pisos que no soporten ni Deflexión inmediata debida

estén ligados a elementos no a la carga viva.

1/360

estructurales susceptibles de

sufrir daños debido a

deflexiones grandes.

---

Pisos o techos que soporten La parte de la deflexión total

o estén ligados a elementos que ocurre después de la

1/480

no estructurales susceptibles unión de los elementos no

de sufrir daños debido a estructurales (la suma de la

deflexiones grandes deflexión a largo plazo

---

Pisos o techos que soporten debida a todas las cargas

o estén ligados a elementos permanentes, y la deflexión

1/240

no estructurales no inmediata debida a

susceptibles de sufrir daños cualquier carga)

debido a deflexiones

grandes

---

Fuente: Norma E.060, 2009

Tabla N° 4: Cuantías mínimas de refuerzo para temperatura y retracción en losas.

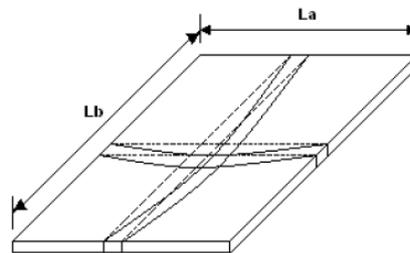
Cuantías mínimas de refuerzo para temperatura y retracción en losas	
<b>Barras Lisas</b>	0.0025
<b>Barras corrugadas con <math>f_y &lt; 4200 \text{ kg/cm}^2</math></b>	0.0020
<b>Barras corrugadas o mallas de alambre (liso o corrugado) de intersecciones soldadas, con <math>f_y \geq 4200 \text{ kg/cm}^2</math></b>	0.0018

Fuente: Norma E.060, 2009.

### Losas armadas en dos direcciones:

Las losas armadas en dos direcciones son losas que transmiten las cargas aplicadas a través de flexión en dos sentidos. Éste comportamiento se observa en losas en las cuáles la relación entre su mayor y menor dimensión es menor que dos (Serrano Zelada, 2011).

Figura N° 5: Losa en dos direcciones.



Fuente: (Serrano Zelada, 2011)

El espesor mínimo de las losas sin vigas interiores que se extiendan entre los apoyos y que tienen una relación entre lados no mayor que 2, debe estar de acuerdo con lo requerido en la Tabla N° 5 y no debe ser inferior que los siguientes valores (Norma E.060, 2009):

- Losas sin ábacos: 125 mm
- Losas con ábacos: 100 mm

Tabla N° 5: Espesores mínimos de las losas sin vigas interiores.

Fy MPa †	Sin ábacos ‡			Con ábacos ‡		
	Paneles exteriores		Paneles interiores	Paneles exteriores		Paneles interiores
	Sin vigas de borde	Con vigas de borde		Sin vigas de borde	Con vigas de borde	
<b>280</b>	$l_n / 33$	$l_n / 36$	$l_n / 36$	$l_n / 36$	$l_n / 40$	$l_n / 40$
<b>420</b>	$l_n / 30$	$l_n / 33$	$l_n / 33$	$l_n / 33$	$l_n / 36$	$l_n / 36$
<b>520</b>	$l_n / 28$	$l_n / 31$	$l_n / 31$	$l_n / 31$	$l_n / 34$	$l_n / 34$

Fuente: Norma E.060, 2009.

\* Para construcción en dos direcciones,  $l_n$ , es la luz libre en la dirección larga, medida entre caras de los apoyos en losas sin vigas y entre caras de las vigas, para losas con vigas u otros apoyos en otros casos.

† Para  $f_y$  entre los valores dados en la tabla, el espesor mínimo debe obtenerse por interpolación lineal.

Sin embargo, la resistencia y rigidez de una losa armada en dos direcciones es muy buena, requiriéndose peraltes reducidos, pudiéndose considerara que estos del orden del cuarentavo de la luz o igual al perímetro del paño (suma de 4 lados) dividido entre 180. Sin embargo, muchas veces se dispone de un espesor mayor por condiciones de aislamiento acústico y vibraciones (Blanco, 1997).

- **Refuerzo de la losa:**

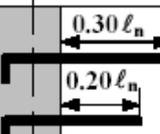
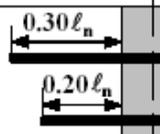
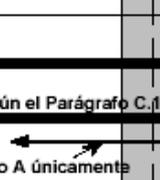
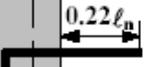
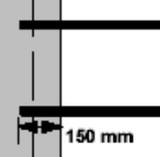
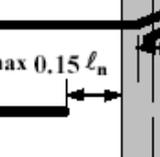
El área de refuerzo en cada dirección para sistemas de losas en dos direcciones deberá determinarse a partir de los momentos en las secciones críticas, el espaciamiento en las secciones críticas, el espaciamiento en las secciones críticas no deberá exceder de dos veces el espesor de la losa (Norma E.060, 2009).

El refuerzo especial tanto en la parte superior como en el inferior de la losa deberá ser suficiente para resistir un momento igual al momento positivo máximo por metro de ancho de la losa (Norma E.060, 2009).

○ **Detalles del refuerzo en las losas sin vigas:**

Además de los otros requisitos, el refuerzo en las losas sin vigas debe tener como mínimo las longitudes indicadas (Norma E.060, 2009).

Tabla N° 6: Longitudes mínimas del refuerzo en losas sin vigas.

FRANJA	LOCALIZACION	PORCENTAJE MINIMO DE $A_s$ EN LA SECCION	SIN ABACOS (SIN SOBRE ESPEORES)	CON ABACOS (CON SOBRE ESPEORES)
FRANJA DE COLUMNAS	ARRIBA	50%  restante		
	ABAJO	100%		
FRANJA CENTRAL	ARRIBA	100%		
	ABAJO	50%  restante		
				

Fuente: Norma E.060, 2009.

- **Métodos de coeficientes:**

Para losas armadas apoyadas en vigas o muros según la Norma E.060:

- **Limitaciones:**

- Cada paño de losa debe estar apoyado en todo su perímetro sobre vigas peraltadas o sobre muros. El peralte de las vigas será como mínimo  $1/15$  de la luz libre o 1.5 veces espesor de la losa, el que sea mayor.
- Los paños de las losas deben ser rectangulares, con una relación entre luz mayor y menor, medidas centro a centro de los apoyos no menor de dos.
- Las longitudes de paños contiguos medidos centro a centro de los apoyos en cada dirección no deben diferir en más de un tercio de la luz mayor.
- Todas las cargas deben ser de gravedad y estar uniformemente distribuidas en todo el paño. La carga viva no debe exceder de dos veces la carga muerta, ambas en servicio.

- **Definiciones:**

- Se denomina franja central a aquella de ancho igual a la mitad del paño o tablero, simétrica respecto a la línea central del paño y que se extiende en la dirección en que se consideran los momentos.
- Se denomina franja de columna a aquella de ancho igual a la mitad del paño o tablero, que ocupa las dos áreas de la franja central.

- **Determinación de momentos, cortantes y secciones críticas:**

- Las secciones críticas para momentos de flexión serán:

- ✓ A lo largo de los bordes del paño en las caras de las vigas o muros de apoyo para el caso de momentos negativos.
- ✓ A lo largo de las líneas medias de los paños para el caso de momentos positivos.
- Los momentos de flexión para las franjas centrales se calcularán por medio de las expresiones:

*Ec. N° 4: Cálculo de momento en franjas, lado corto.*

$$\mathbf{Ma = Ca * wu * A^2}$$

*Ec. N° 5: Cálculo de momentos en franjas, lado largo.*

$$\mathbf{Mb = Cb * wu * B^2}$$

Donde:

A: Luz libre del tramo en la dirección corta,

B: Luz libre del tramo en la dirección larga.

Ma: Momento de flexión en la dirección A.

Mb: Momento de flexión en la dirección B.

Ca: Coeficiente de momentos indicado en las Tablas N° 7,8 y 9 para la dirección corta.

Cb: Coeficiente de momentos indicado en las Tablas N° 7,8 y 9 para la dirección larga.

wu: Carga última uniformemente repartida por unidad de área de la losa.

○ **Fuerza cortante en la losa y cargas en las vigas de apoyo:**

- Las fuerzas cortantes en la losa se calcularán suponiendo que la sección crítica se encuentra ubicada a una distancia “d” (peralte

efectivo) de la cara del apoyo. A menos que se haga un análisis más preciso, la fuerza cortante que actúa en un ancho unitario podrá ser calculada utilizando la ecuación dada:

*Ec. N° 6: Fuerza cortante.*

$$V = w \left( \frac{A}{2} - d \right) \left( 1 - 0.5 \frac{A}{B} \right)$$

Donde:

V: Fuerza cortante

w: Carga de diseño

A: Lado corto

B: Lado largo

d: Peralte efectivo

*Ec. N° 7: Fuerza cortante resistente.*

$$V_r = 0.83 \sqrt{f' c b d}$$

Donde:

V<sub>r</sub>: Fuerza cortante resistente

f'c: Resistencia del concreto

b: Franja de 1.00 m

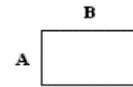
d: Peralte efectivo

Tabla N° 7: Coeficientes para momentos negativos.

$$M_{a\ neg} = C_a w u A^2$$

$$w u = \text{carga ampliificada total}$$

$$M_{b\ neg} = C_b w u B^2$$



Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{A}{B}$									
1.00	$C_a$	0.045		0.050	0.075	0.071		0.033	0.061
	$C_b$	0.045	0.076	0.050			0.071	0.061	0.033
0.95	$C_a$	0.050		0.055	0.079	0.075		0.038	0.065
	$C_b$	0.041	0.072	0.045			0.067	0.056	0.029
0.90	$C_a$	0.055		0.060	0.080	0.079		0.043	0.068
	$C_b$	0.037	0.07	0.040			0.062	0.052	0.025
0.85	$C_a$	0.060		0.066	0.082	0.083		0.049	0.072
	$C_b$	0.031	0.065	0.034			0.057	0.046	0.021
0.80	$C_a$	0.065		0.071	0.083	0.086		0.055	0.075
	$C_b$	0.027	0.061	0.029			0.051	0.041	0.017
0.75	$C_a$	0.069		0.076	0.085	0.088		0.061	0.078
	$C_b$	0.022	0.056	0.024			0.044	0.036	0.014
0.70	$C_a$	0.074		0.081	0.086	0.091		0.068	0.081
	$C_b$	0.017	0.050	0.019			0.038	0.029	0.011
0.65	$C_a$	0.077		0.085	0.087	0.093		0.074	0.083
	$C_b$	0.014	0.043	0.015			0.031	0.024	0.008
0.60	$C_a$	0.081		0.089	0.088	0.095		0.080	0.085
	$C_b$	0.010	0.035	0.011			0.024	0.018	0.006
0.55	$C_a$	0.084		0.092	0.089	0.096		0.085	0.086
	$C_b$	0.007	0.028	0.008			0.019	0.014	0.005
0.50	$C_a$	0.086		0.094	0.090	0.097		0.089	0.088
	$C_b$	0.006	0.022	0.006			0.014	0.010	0.003

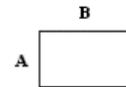
Fuente: Norma E.060, 2009.

Tabla N° 8: Coeficientes para momentos positivos debidos a la carga muerta.

$$M_{a \text{ pos}} = C_a w_u A^2$$

$$M_{b \text{ pos}} = C_b w_u B^2$$

$w_u$  = carga muerta amplificada



Relación		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{A}{B}$										
										
1.00	$C_a$	0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_b$	0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_a$	0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_b$	0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_a$	0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_b$	0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_a$	0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_b$	0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_a$	0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_b$	0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_a$	0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_b$	0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_a$	0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_b$	0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_a$	0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_b$	0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_a$	0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_b$	0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_a$	0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_b$	0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_a$	0.095	0.037	0.08	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_b$	0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

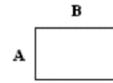
Fuente: Norma E.060, 2009.

Tabla N° 9: Coeficientes para momentos positivos debido a la carga viva.

$$M_{a\ pos} = C_a w_u A^2$$

$$M_{b\ pos} = C_b w_u B^2$$

$w_u$  = carga muerta amplificada



Relación		Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{A}{B}$										
										
1.00	$C_a$	0.036	0.027	0.027	0.032	0.032	0.035	0.032	0.028	0.03
	$C_b$	0.036	0.027	0.032	0.032	0.027	0.032	0.035	0.03	0.028
0.95	$C_a$	0.040	0.030	0.031	0.035	0.034	0.038	0.036	0.031	0.032
	$C_b$	0.033	0.025	0.029	0.029	0.024	0.029	0.032	0.027	0.025
0.90	$C_a$	0.045	0.034	0.035	0.039	0.037	0.042	0.04	0.035	0.036
	$C_b$	0.029	0.022	0.027	0.026	0.021	0.025	0.029	0.024	0.022
0.85	$C_a$	0.050	0.037	0.04	0.043	0.041	0.046	0.045	0.04	0.039
	$C_b$	0.026	0.019	0.024	0.023	0.019	0.022	0.026	0.022	0.02
0.80	$C_a$	0.056	0.041	0.045	0.048	0.044	0.051	0.051	0.044	0.042
	$C_b$	0.023	0.017	0.022	0.02	0.016	0.019	0.023	0.019	0.017
0.75	$C_a$	0.061	0.045	0.051	0.052	0.047	0.055	0.056	0.049	0.046
	$C_b$	0.019	0.014	0.019	0.016	0.013	0.016	0.020	0.016	0.013
0.70	$C_a$	0.068	0.049	0.057	0.057	0.051	0.06	0.063	0.054	0.05
	$C_b$	0.016	0.012	0.016	0.014	0.011	0.013	0.017	0.014	0.011
0.65	$C_a$	0.074	0.053	0.064	0.062	0.055	0.064	0.07	0.059	0.054
	$C_b$	0.013	0.01	0.014	0.011	0.009	0.01	0.014	0.011	0.009
0.60	$C_a$	0.081	0.058	0.071	0.067	0.059	0.068	0.077	0.065	0.059
	$C_b$	0.010	0.007	0.011	0.009	0.007	0.008	0.011	0.009	0.007
0.55	$C_a$	0.088	0.062	0.08	0.072	0.063	0.073	0.085	0.07	0.063
	$C_b$	0.008	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.009	0.007	0.006
0.50	$C_a$	0.095	0.066	0.088	0.077	0.067	0.078	0.092	0.076	0.067
	$C_b$	0.006	0.004	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004

Fuente: Norma E.060, 2009

## 1.2. Formulación del problema

¿Qué tipo de losa tiene mejor comportamiento estructural y económico entre losa armada en una dirección y losa armada en dos direcciones?.

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general

Comparar el comportamiento estructural y económico de las losas armadas en una dirección y losas armadas en dos direcciones..

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Comparar la deformación de las losas armadas en una dirección y losas armadas en dos direcciones de 2m x 4m, 3m x 6m y 4m x 8m.
- Comparar el mayor momento actuante de las losas armadas en una dirección y losas armadas en dos direcciones de 2m x 4m, 3m x 6m y 4m x 8m.
- Comparar la mayor fuerza cortante de las losas armadas en una dirección y losas armadas en dos direcciones de 2m x 4m, 3m x 6m y 4m x 8m.
- Comparar el costo entre las losas armadas de una y dos direcciones de las dimensiones 2m x 4m, 3m x 6m y 4m x 8m.

## 1.4. Hipótesis

Las losas armadas en dos direcciones tienen un mejor comportamiento estructural y son más económicas hasta en un 20% que las losas armadas en una dirección..

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es no experimental, descriptivo..

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

#### 2.2.1. Población:

- Losas armadas en una dirección y losas armadas en dos direcciones.

#### 2.2.2. Muestra:

- Muestreo no probabilístico por conveniencia. Por lo cual se ha considerado losas armadas en una dirección y losas armadas en dos direcciones de 2m x 4m, 3m x 6m y de 4m x 8m.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Para desarrollar la presente investigación se realizó investigaciones teóricas, que involucran el análisis y diseño de losas cuya relación entre sus lados es igual a dos para su posible comparación, estas losas se modelaron en el programa SAP 2000 v20.0.0. Asimismo, se realizaron los metrados, costos unitarios y el presupuesto correspondiente. No se tienen antecedentes de la comparación de losas armadas ya sea en una dirección como en dos direcciones, existen solamente comparaciones entre otros tipos de losas, por ende no se podrá discutir los resultados más adelante.

Tabla N° 10: Técnica de recolección de datos.

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
<b>Comportamiento estructural</b>	Losas armadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Modelamiento</li> <li>✓ Idealización virtual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formato de diseño de losas.</li> <li>✓ Software SAP2000 v20.0.0</li> </ul>
<b>Comportamiento económico</b>	Losas armadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Modelamiento</li> <li>✓ Idealización virtual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planos de losas.</li> <li>✓ Planilla de metrados.</li> <li>✓ Formato de análisis de costos unitarios.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

## 2.4. Procedimiento

El procedimiento para el desarrollo de la investigación fue el siguiente:

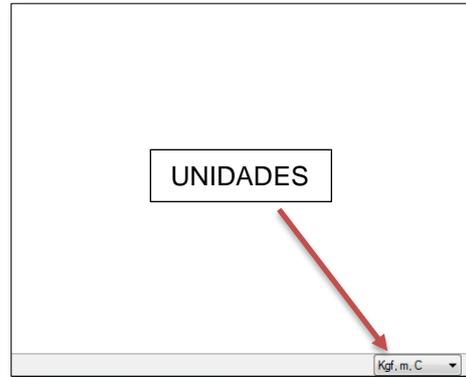
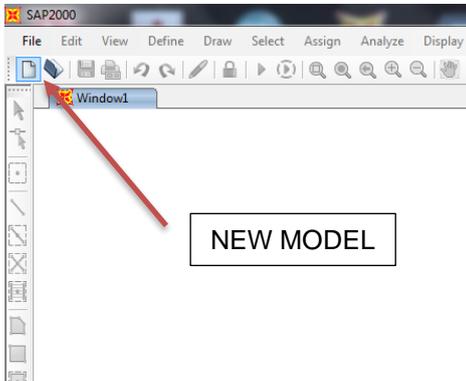
### a. Diseño de losas armadas en una y dos direcciones

El diseño de las losas se realizó con el método de los coeficientes del ACI. Para la aplicación adecuada de estos coeficientes se cumplió con las limitaciones geométricas y de carga en la estructura.

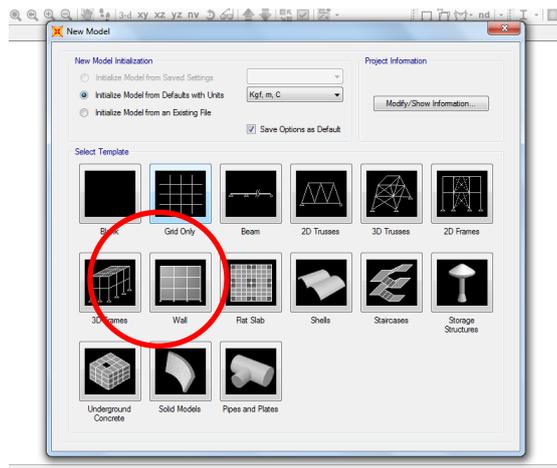
### b. Modelamiento en software

Se utilizó el software SAP2000 v20.0.0. para el modelamiento de las losas armadas. Se realizó un análisis lineal de las estructuras simuladas asumiendo que los materiales utilizados se comportan dentro de un rango elástico, y luego se hizo una comparación de los resultados obtenidos, los pasos del modelamiento se muestran a continuación:

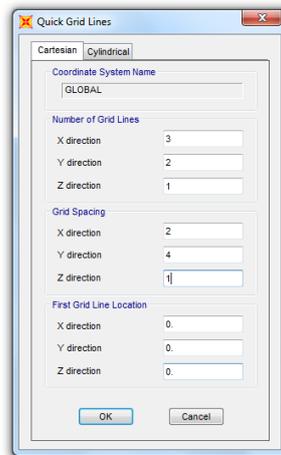
- 1) Para un nuevo modelo, clic en “new model” se verificó que las unidades sean kgf.m.C.



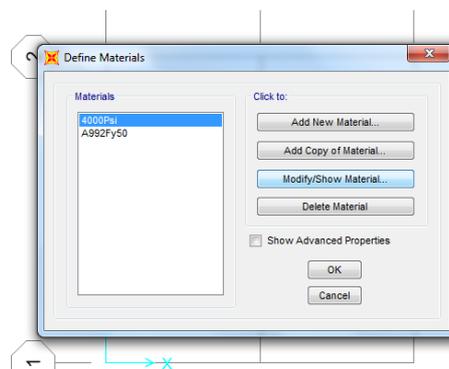
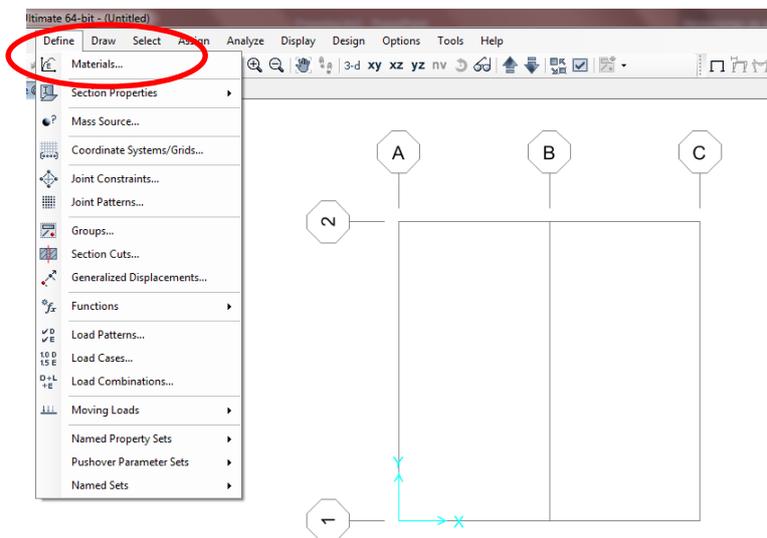
- 2) Clic en Grid Only.

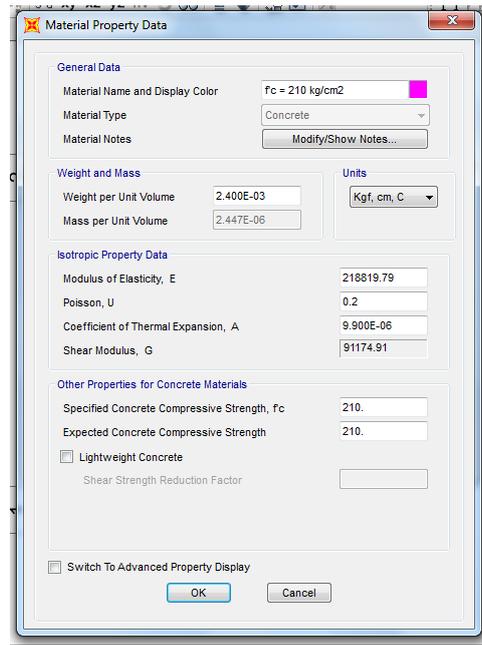


- 3) Se ingresó la cantidad de líneas en x, y, z, también se ingresó las medidas de los espaciamientos de estas líneas en x, y, en z ya no fue necesario.

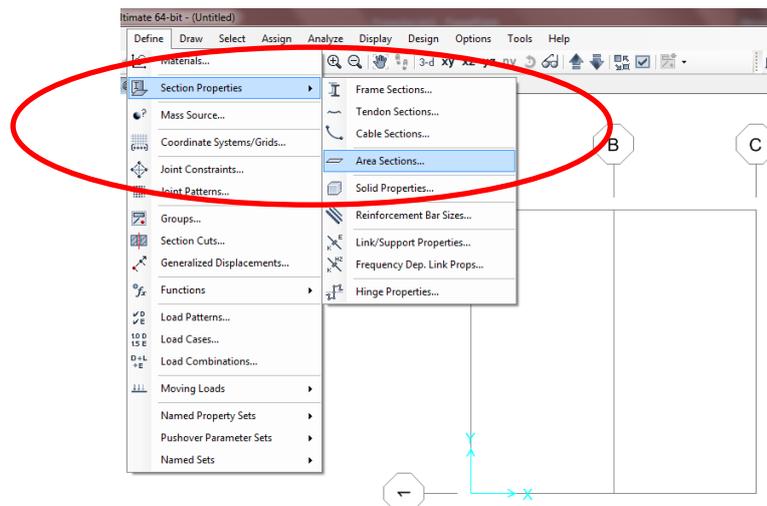


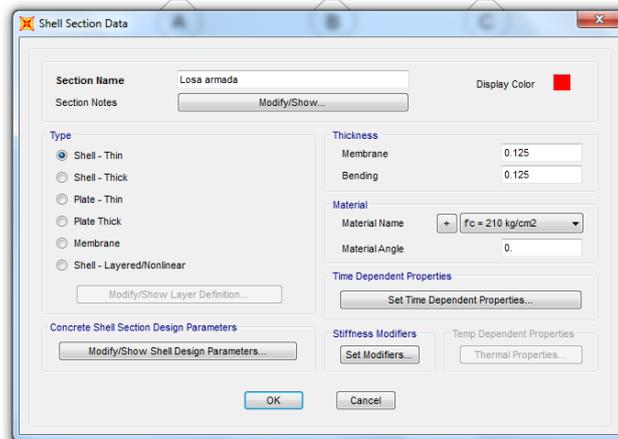
4) Se definió los materiales a usar en el modelamiento.



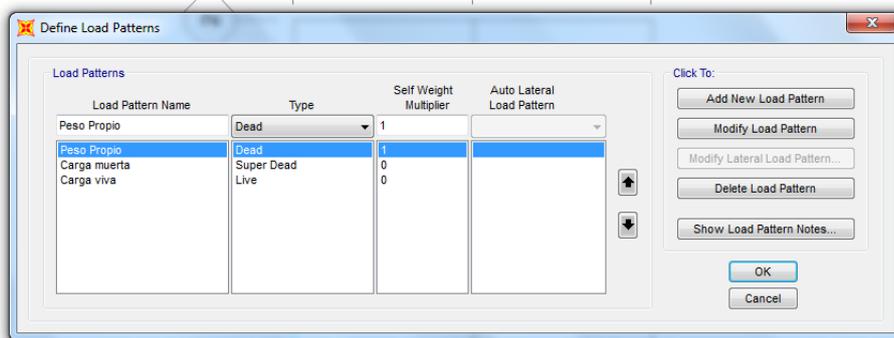
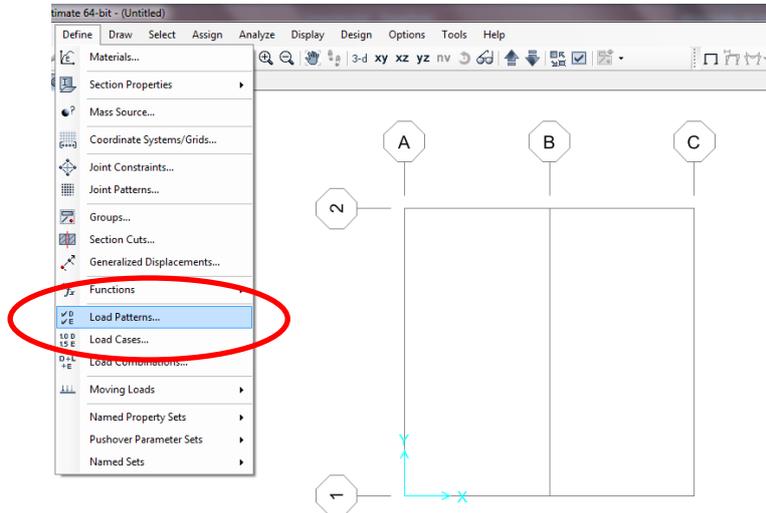


5) Se definió las secciones de área y sus propiedades.

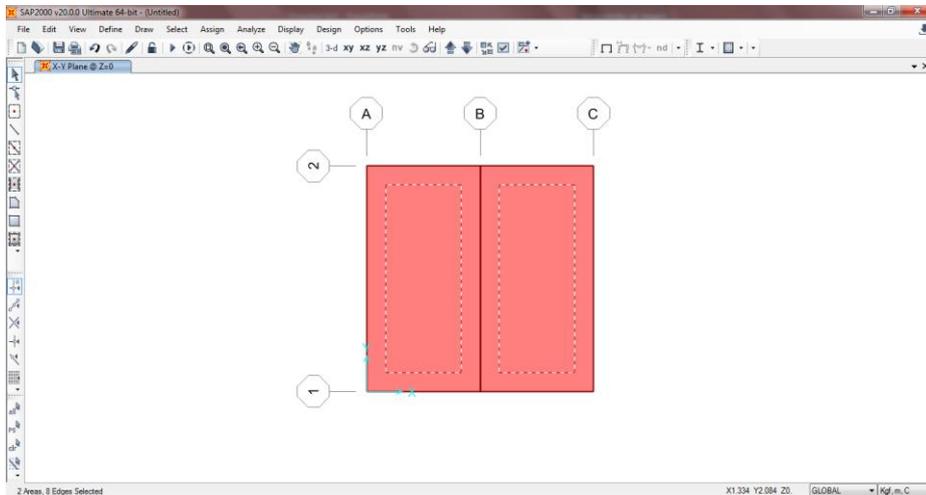




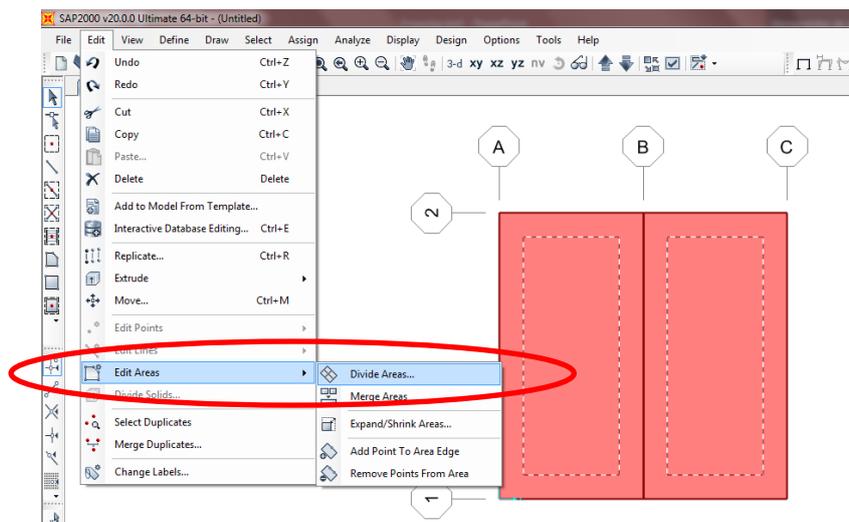
6) Se definió las cargas que actúan en las losas.



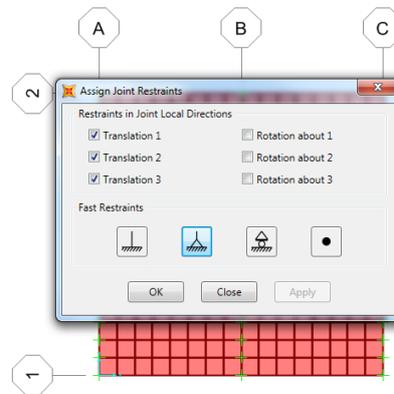
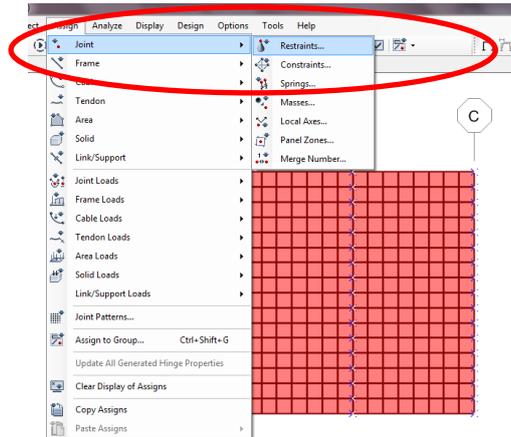
7) Se seleccionó las áreas de las losas para el modelamiento.



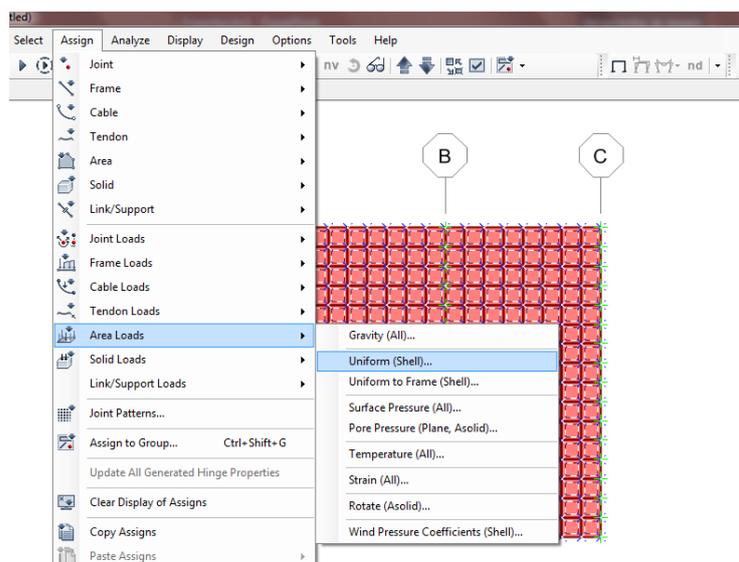
8) Se dividió las losas en cuadrados pequeños para una mejor observación al momento de ver las deformaciones.



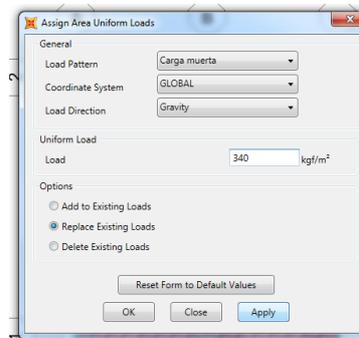
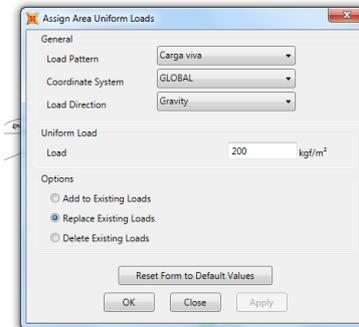
9) Se colocó las restricciones en los apoyos, ya sea para una dirección en los laterales y para dos direcciones en los 4 apoyos.



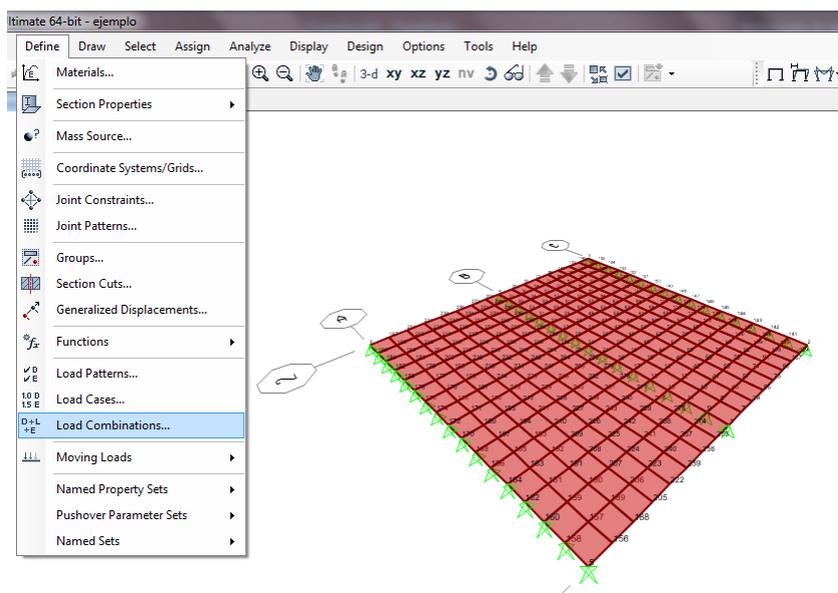
10) Se asignó las cargas.

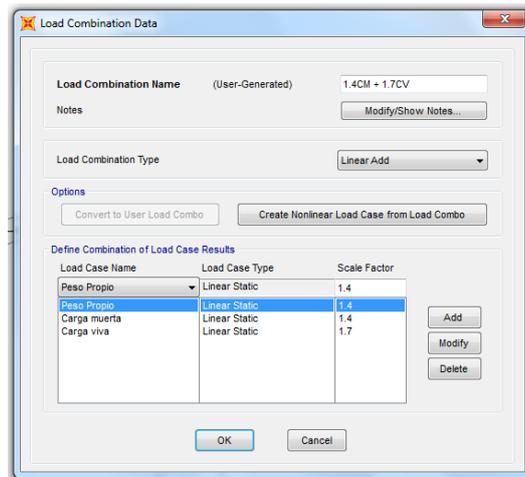


11) Se asignó carga viva y carga muerta de acuerdo a las características de las losas.

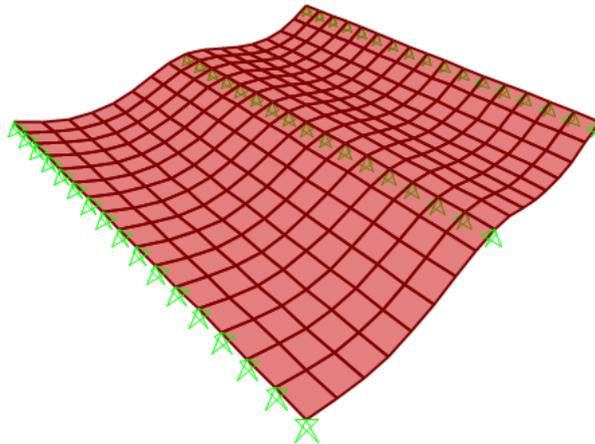


12) Se realizó la combinación para el diseño de acero de refuerzo.





13) Finalmente se corrió el programa.



**c) Medrado de materiales**

Se realizó el cálculo de los materiales por unidad de medrado.

**d) Análisis de precios unitarios**

Se realizó el análisis de precios unitarios para cada partida involucrada en el proceso constructivo de losas armadas en una dirección y losas armadas en dos direcciones.

**e) Comparación estructural y económico de losas armadas**

Con los resultados obtenidos se realizó la comparación estructural y económica entre las losas estudiadas.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Comparación de la deformación de losas armadas de una y dos direcciones:

#### 3.1.1. Losa de 2m x 4m

Tabla N° 11: Deformaciones de losas armadas de 2m x 4m

2m x 4m X m	$\delta v$	
	UNA DIRECCIÓN	DOS DIRECCIONES
	m	m
0.00	0	0
0.25	-0.000239	-0.000034
0.50	-0.000422	-0.000057
0.75	<b>-0.000514</b>	<b>-0.0000670</b>
1.00	-0.000501	-0.0000670
1.25	-0.000397	-0.000057
1.50	-0.000235	-0.000038
1.75	-0.000076	-0.000014
2.00	0	0
2.25	-0.000076	-0.000014
2.50	-0.000235	-0.000038
2.75	-0.000397	-0.000057
3.00	-0.000501	-0.000067
3.25	<b>-0.000514</b>	<b>-0.000067</b>
3.50	-0.000422	-0.000057
3.75	-0.000239	-0.000034
4.00	0	0

Gráfico N° 1: Comparación de deformaciones de losas armadas de una y dos direcciones de 2m x 4m

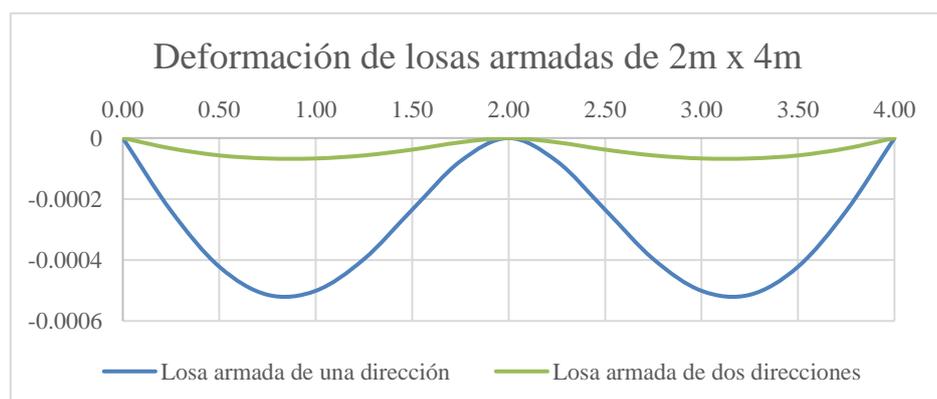


Figura N° 6: Modelamiento de deformación de losa armada en una dirección de 2m x 4m

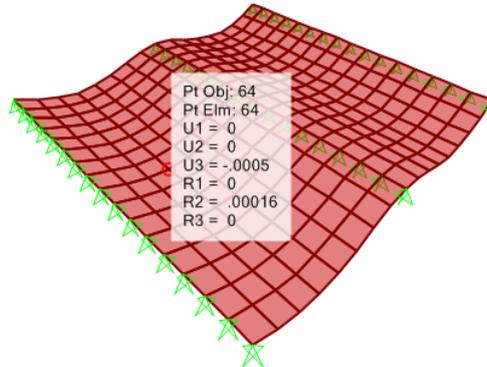
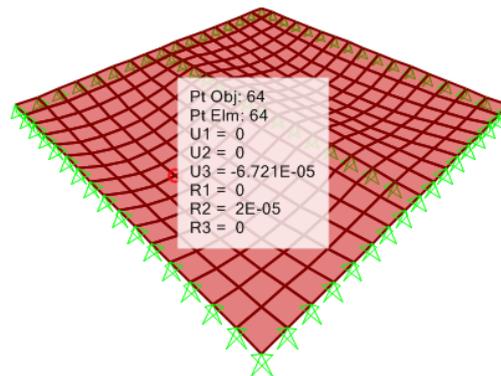


Figura N° 7: Modelamiento de deformación de losa armada en dos direcciones de 2m x 4m



### 3.1.2. Losa de 3m x 6m

Tabla N° 12: Deformaciones de losas armadas de 3m x 6m

3m x 6m		$\delta v$
X	UNA DIRECCIÓN	DOS DIRECCIONES
m	m	m
0.00	0	0
0.25	-0.000282	-0.000062
0.50	-0.000533	-0.000109
0.75	-0.00073	-0.000138
1.00	-0.000854	-0.000153
1.25	<b>-0.00090</b>	<b>-0.000158</b>
1.50	-0.000866	-0.000156
1.75	-0.00076	-0.000148
2.00	-0.000599	-0.000131

2.25	-0.000406	-0.000103
2.50	-0.000214	-0.000064
2.75	-0.000063	-0.000022
3.00	0	0
3.25	-0.000063	-0.000022
3.50	-0.000214	-0.000064
3.75	-0.000406	-0.000103
4.00	-0.000599	-0.000131
4.25	-0.00076	-0.000148
4.50	-0.000866	-0.000156
4.75	<b>-0.00090</b>	<b>-0.000158</b>
5.00	-0.000854	-0.000153
5.25	-0.00073	-0.000138
5.50	-0.000533	-0.000109
5.75	-0.000282	-0.000062
6.00	0	0

Gráfico N° 2: Comparación de deformaciones de losas armadas de una y dos direcciones de 3m x 6m

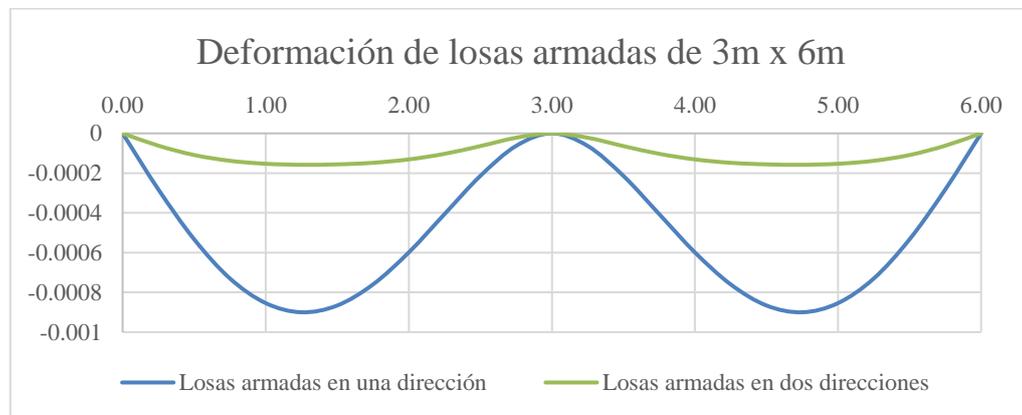


Figura N° 8: Modelamiento de deformación de losa armada en una dirección de 3m x 6m

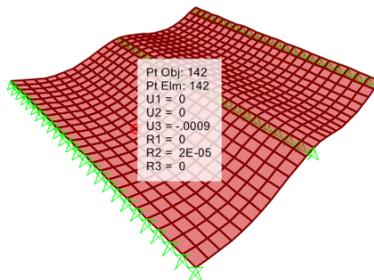
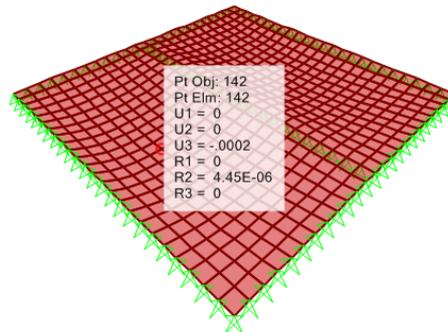


Figura N° 9: Modelamiento de deformación de losa armada en dos direcciones de 3m x 6m



### 3.1.3. Losa de 4m x 8m

Tabla N° 13: Deformaciones de losas armadas de 4m x 8m

4m x 8m X m	$\delta v$	
	UNA DIRECCIÓN	DOS DIRECCIONES
	m	m
0.00	0	0
0.25	-0.000322	-0.000033
0.50	-0.000623	-0.000059
0.75	-0.000886	-0.000077
1.00	-0.001099	-0.000087
1.25	-0.00125	-0.000092
1.50	-0.001336	-0.000093
1.75	<b>-0.001353</b>	<b>-0.000094</b>
2.00	-0.001303	-0.000093
2.25	-0.001193	-0.000091
2.50	-0.001031	-0.000088
2.75	-0.000831	-0.000081
3.00	-0.000611	-0.00007
3.25	-0.000391	-0.000053
3.50	-0.000196	-0.000032
3.75	-0.000055	-0.000011
4.00	0	0
4.25	-0.000055	-0.000011
4.50	-0.000196	-0.000032
4.75	-0.000391	-0.000053
5.00	-0.000611	-0.00007
5.25	-0.000831	-0.000081
5.50	-0.001031	-0.000088

5.75	-0.001193	-0.000091
6.00	-0.001303	-0.000093
6.25	<b>-0.001353</b>	<b>-0.000094</b>
6.50	-0.001336	-0.000093
6.75	-0.00125	-0.000092
7.00	-0.001099	-0.000087
7.25	-0.000886	-0.000077
7.50	-0.000623	-0.000059
7.75	-0.000322	-0.000033
8.00	0	0

Gráfico N° 3: Comparación de deformaciones de losas armadas de una y dos direcciones de 4m x 8m

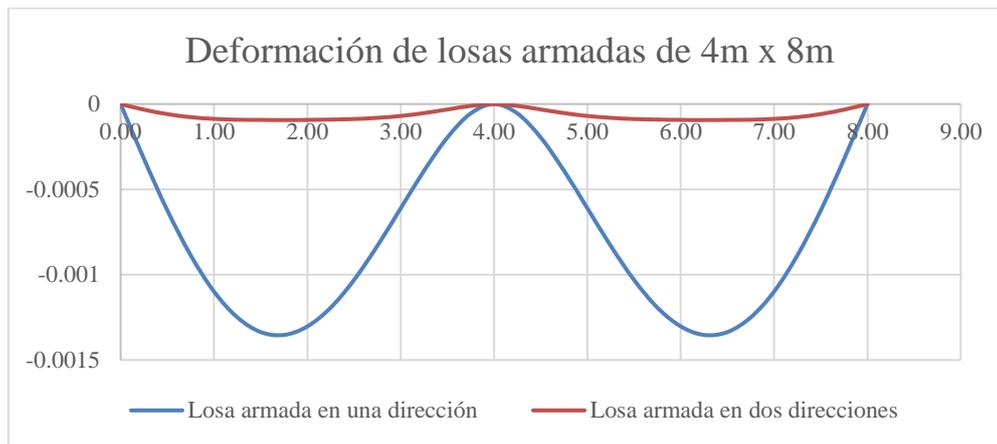


Figura N° 10: Modelamiento de deformación de losa armada en una dirección de 4m x 8m

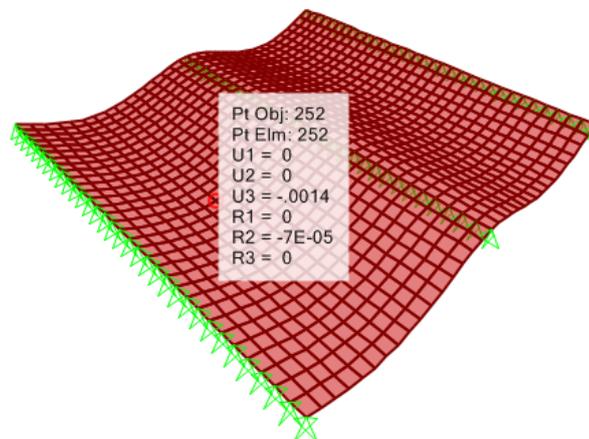


Figura N° 11: Modelamiento de deformación de losa armada en dos direcciones de 4m x 8m

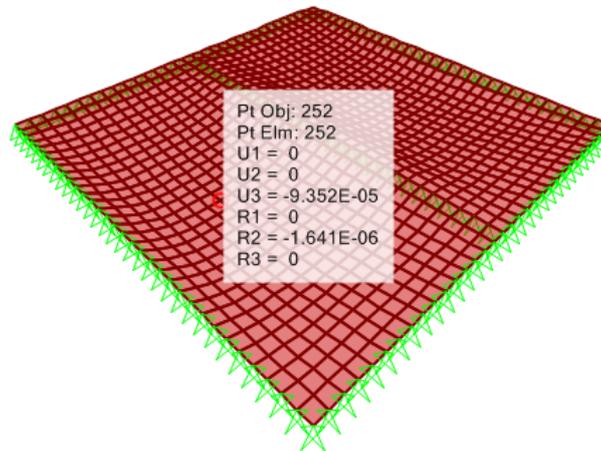


Tabla N° 14: Comparación de las deformaciones de las tres losas en una y dos direcciones

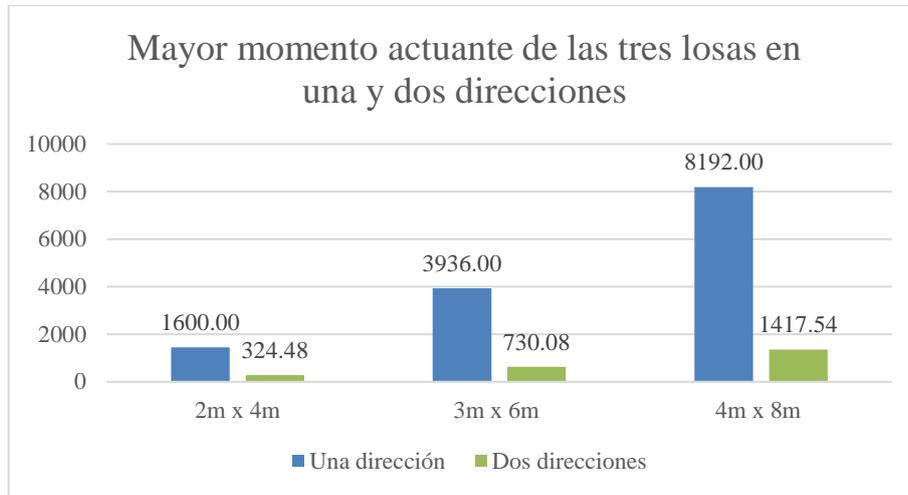
	Deformaciones (m)		
	Una dirección	Dos direcciones	Diferencia
<b>2m x 4m</b>	-0.000514	-0.000067	87%
<b>3m x 6m</b>	-0.0009	-0.000158	82%
<b>4m x 8m</b>	-0.001353	-0.000094	93%

### 3.2. Comparación del mayor momento actuante:

Tabla N° 15: Comparación del mayor momento actuante de las tres losas en una y dos direcciones

	Mayor Momento actuante (Kg.m)		
	Una dirección	Dos direcciones	Diferencia
<b>2m x 4m</b>	1600.00	324.48	80%
<b>3m x 6m</b>	3936.00	730.08	81%
<b>4m x 8m</b>	8192.00	1417.54	83%

Gráfico N° 4: Comparación del mayor momento actuante de las tres losas en una y dos direcciones



### 3.3. Comparación de fuerza cortante:

Tabla N° 16: Comparación de la mayor fuerza cortante actuante de las tres losas en una y dos direcciones

Fuerza cortante (Kg)			
	Una dirección	Dos direcciones	Diferencia
<b>2m x 4m</b>	2700.00	607.77	77%
<b>3m x 6m</b>	4428.00	945.27	79%
<b>4m x 8m</b>	6912.00	1384.05	80%

Gráfico N° 5: Comparación de la fuerza cortante de las tres losas en una y dos direcciones



### 3.4. Comparación económica:

Gráfico N° 6: Costo unitario de encofrado y desencofrado

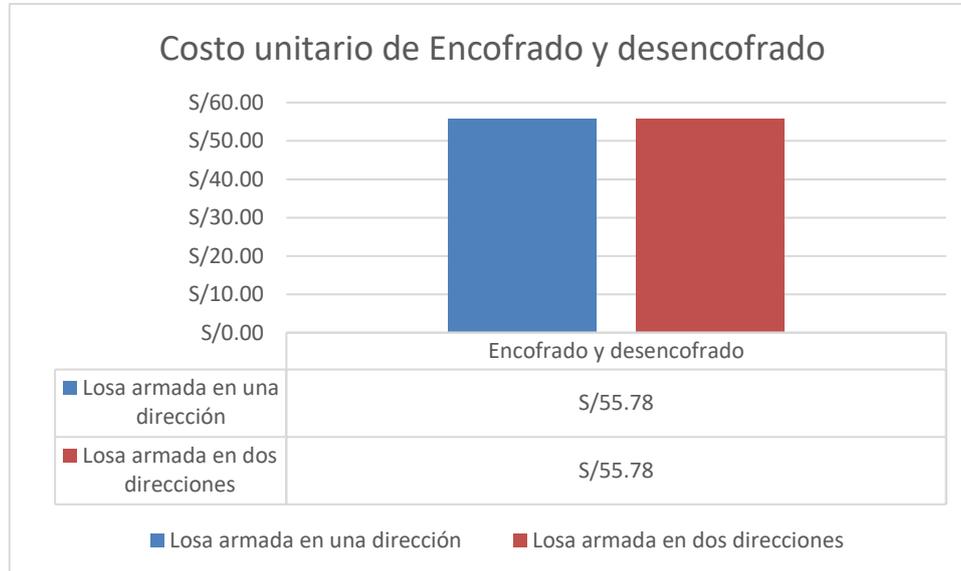


Gráfico N° 7: Costo unitario de habilitación y colocación de acero

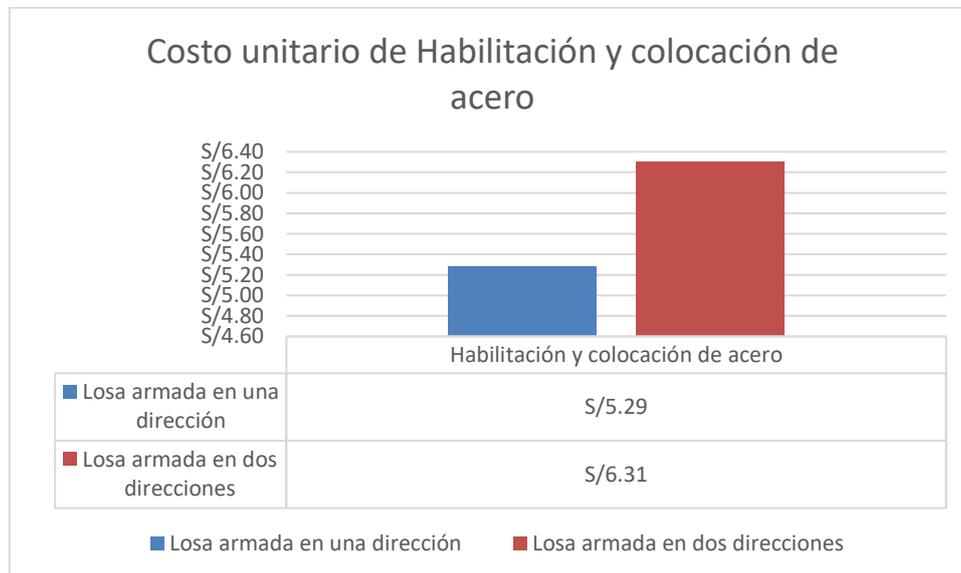


Gráfico N° 8: Costo unitario de concreto armado

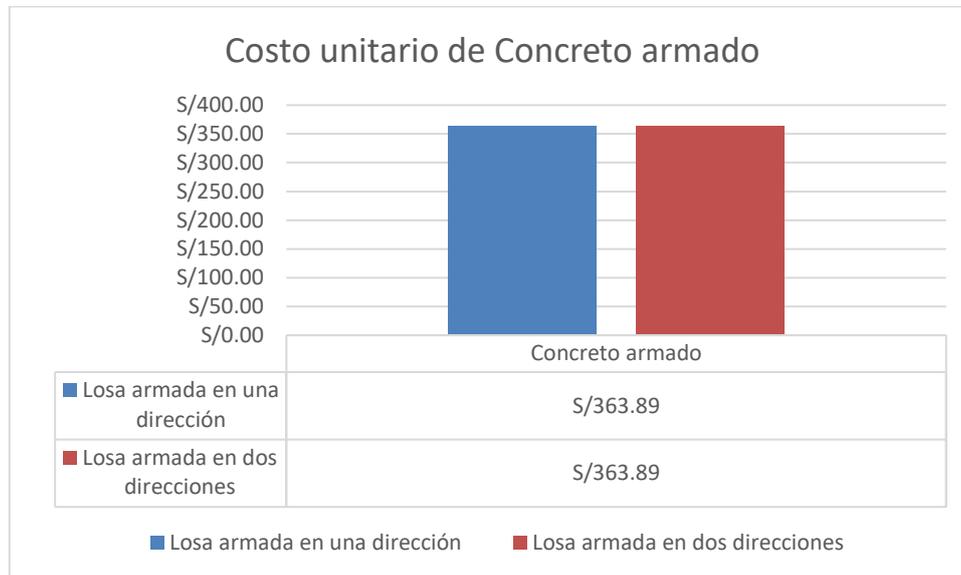
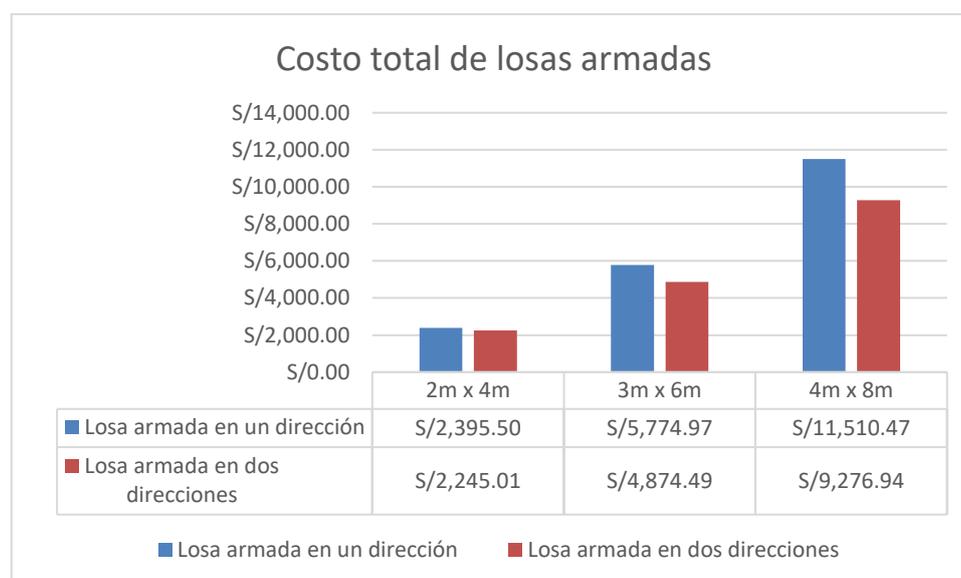


Tabla N° 17: Comparación de costo total

Comparación de costo total			
	2m x 4m	3m x 6m	4m x 8m
<b>Losas armadas en un dirección</b>	S/2,395.50	S/5,774.97	S/11,510.47
<b>Losas armadas en dos direcciones</b>	S/2,245.01	S/4,874.49	S/9,276.94
<b>Diferencia</b>	6.3%	15.6%	19.4%

Gráfico N° 9: Comparación de costo total de losas armadas en una y dos direcciones



## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

- Según la Tabla N° 14, la deformación de las losas armadas en dos direcciones es menor que las losas armadas en una dirección; en las losas de 2m x 4m la deformación es 87% menor, en las de 3m x 6m la deformación es 82% menor, y en las losas de 4m x 8m la deformación es 93% menor. Entonces, concluimos que la losa armada en dos direcciones tiene mejor comportamiento estructural que la losa armada en una dirección
- Según la Tabla N° 15, el mayor momento actuante de las losas armadas en dos direcciones es menor que las losas armadas en una dirección; en las losas de 2m x 4m es 80% menor, en las de 3m x 6m es 81% menor y en las losas de 4m x 8m es 83% menor. Entonces, concluimos que la losa armada en dos direcciones tiene mejor comportamiento estructural que la losa armada en una dirección
- Según la Tabla N° 16, la fuerza cortante de las losas armadas en dos direcciones es menor que las losas armadas en una dirección; en las losas de 2m x 4m es 77% menor, en las de 3m x 6m es 79% menor y en las losas de 4m x 8m es 80% menor. Entonces, concluimos que la losa armada en dos direcciones tiene mejor comportamiento estructural que la losa armada en una dirección.
- Según la Tabla N° 17, el costo total de las losas armadas en dos direcciones es menor que de las losas armadas en una dirección; en las losas de 2m x 4m

es 6.3% menor, en las de 3m x 6m es 15.6% menor y en las losas de 4m x 8m es 19.4% menor.

- En las losas de 2m x 4m, el momento resistente en una dirección es de  $M_r = 4852.36$  kg.m y el mayor momento actuante es  $M_a = 1600$  kg.m, y el momento resistente en dos direcciones es de  $M_r = 4852.36$  kg.m y el mayor momento actuante es  $M_a = 324.48$  kg.m, lo que indica que ambos cumplen con la Norma E.060.
- En las losas de 3m x 6m, el momento resistente en una dirección es de  $M_r = 7594.99$  kg.m y el mayor momento actuante es  $M_a = 3936.00$ , y el momento resistente en dos direcciones es de  $M_r = 4852.36$  kg.m y el mayor momento actuante es  $M_a = 730.08$  kg.m, lo que indica que ambos cumplen con la Norma E.060.
- En las losas de 4m x 8m, el momento resistente en una dirección es de  $M_r = 14911.56$  kg.m y el mayor momento actuante es  $M_a = 8192.00$  kg.m, y el momento resistente en dos direcciones es de  $M_r = 7594.00$  kg.m y el mayor momento actuante es  $M_a = 1417.54$  kg.m, lo que indica que ambos cumplen con la Norma E.060.
- En las losas de 2m x 4m, el esfuerzo resistente en una dirección es de  $V_r = 11979.73$  kg y el mayor esfuerzo actuante es  $V_a = 2700.00$  kg, y el esfuerzo resistente en dos direcciones es de  $V_r = 11979.73$  kg y el esfuerzo actuante es  $V_a = 607.77$  kg, lo que indica que ambos cumplen con la Norma E.060.
- En las losas de 3m x 6m, el esfuerzo resistente en una dirección es de  $V_r = 14986.69$  kg y el mayor esfuerzo actuante es  $V_a = 4428.00$  kg, y el esfuerzo

resistente en dos direcciones es de  $V_r = 11979.73$  kg y el esfuerzo actuante es  $V_a = 945.27$  kg, lo que indica que ambos cumplen con la Norma E.060.

- En las losas de 4m x 8m, el esfuerzo resistente en una dirección es de  $V_r = 21000.61$  kg y el mayor esfuerzo actuante es  $V_a = 6912.00$  kg, y el esfuerzo resistente en dos direcciones es de  $V_r = 14986.69$  kg y el mayor esfuerzo actuante es  $V_a = 1384.05$ , lo que indica que ambos cumplen con la Norma E.060.
- Las deflexiones de todos los tipos de losas son menores a la deflexión máxima dada en la Tabla N°3.
  - 2m x 4m:
    - Una dirección: -0.000514
    - Dos direcciones: -0.000067.
    - Deflexión máxima: -0.004.
  - 3m x 6m:
    - Una dirección: 0.0009
    - Dos direcciones: 0.000158.
    - Deflexión máxima: -0.006.
  - 4m x 8m:
    - Una dirección: 0.001353
    - Dos direcciones: 0.000094.
    - Deflexión máxima: -0.008.

## 4.2 Conclusiones

- La hipótesis planteada en la investigación cumple, ya que las losas armadas en dos direcciones tienen mejor comportamiento estructural y tienen hasta 20% menor costo que las losas armadas en una dirección.
- Se comparó la deformación de las losas armadas en una dirección y losas armadas en dos direcciones de 2m x 4m, 3m x 6m y 4m x 8m.
- Se comparó el momento último resistente de las losas armadas en una dirección y losas armadas en dos direcciones de 2m x 4m, 3m x 6m y 4m x 8m.
- Se comparó el esfuerzo cortante de las losas armadas en una dirección y losas armadas en dos direcciones de 2m x 4m, 3m x 6m y 4m x 8m.
- Se comparó el costo entre las losas armadas en una y dos direcciones de las dimensiones 2m x 4m, 3m x 6m y 4m x 8m.

## REFERENCIAS

- Bernal, J. R. (2005). *Diseño de Losas* (Primera ed.). Buenos Aires: Nobuko.
- Bilbao Torres, E. (2004). *Estudio de losas mixtas de acero y concreto en sus condiciones de servicio y estados límites de resistencia*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- Blanco, A. (1997). *Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado*. Lima: PUCP.
- CAPECO. (2003). *Costos y Presupuestos de Edificación*. Lima: CAPECO.
- Cruz Godoy, R. (2010). *Sistemas Constructivos*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Cueva Campos, W., & Mendo Rodríguez, A. (2013). *Proyecto a Nivel de Ejecución del Centro Educativo Estatal Primario "Santa Teresita"*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Giraldo Bolivar, O. (2003). Losas en una dirección. En *Estructuras de Hormigón I*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- González Cuevas , O., & Robles Fernández, F. (2007). *Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado* (Cuarta ed.). México D.F: LIMUSA S.A.
- Harmsen, T. E. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Tasa de Crecimiento Promedio Anual de la Población Censada*. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poblacion-y-vivienda/>
- Montemayor Villela, J. (1998). *Estudio comparativo de método de análisis de losas en dos direcciones*. Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León.

Morales , R. (2014). *Diseño en concreto armado*. Lima: Instituto de la construcción y gerencia.

Norma E.020. (2006). *Norma E.020*. Lima.

Norma E.060. (2009). *Norma E.060 Concreto Armado*. Lima: Reglamento Nacional de Edificaciones.

Norma Técnica Metrados. (2011). *Norma Técnica Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas*. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.

Pérez, V. A. (2015). *El concreto armado en las estructuras*. México: Trillas.

Quispe Ledesma, F. (2012). *Diseño de Losas Armadas*. Lima: Universidad Ricardo Palma.

Ramos Rugel, M. (2002). *Análisis técnico y económico de losas de entrepiso*. Piura: Universidad de Piura.

Ramos, J. (2005). *Costos y Presupuestos en Edificaciones*. Lima : CAPECO.

Reyes Alvarez, B. (2013). *Análisis Comparativo de Costos entre Losa Prefabricada Vigueta Bovedilla, Losacero y Losa Nervada con material de relleno; para la construcción de viviendas en la República de Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.

Rodríguez Chávarry, A. N. (2015). *Comparación del comportamiento estructural y económico de losas colaborantes unidireccionales con losas aligeradas*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

Serrano Zelada, O. (2011). *Análisis y diseño de losas*. Perú.

## ANEXOS

Anexo N° 1: Diseño de losa armada en una dirección de 2m x 4m

Anexo N° 2: Diseño de losa armada en una dirección de 3m x 6m

Anexo N° 3: Diseño de losa armada en una dirección de 4m x 8m

Anexo N° 4: Diseño de losa armada en dos direcciones de 2m x 4m

Anexo N° 5: Diseño de losa armada en dos direcciones de 3m x 6m

Anexo N° 6: Diseño de losa armada en dos direcciones de 4m x 8m

Anexo N° 7: Metrado de materiales

Anexo N° 8: Análisis de precios unitarios de losa armada en una dirección

Anexo N° 9: Análisis de precios unitarios de losa armada en dos direcciones

Anexo N° 10: Diseño de mezclas para concreto 210 **kg/cm<sup>2</sup>**

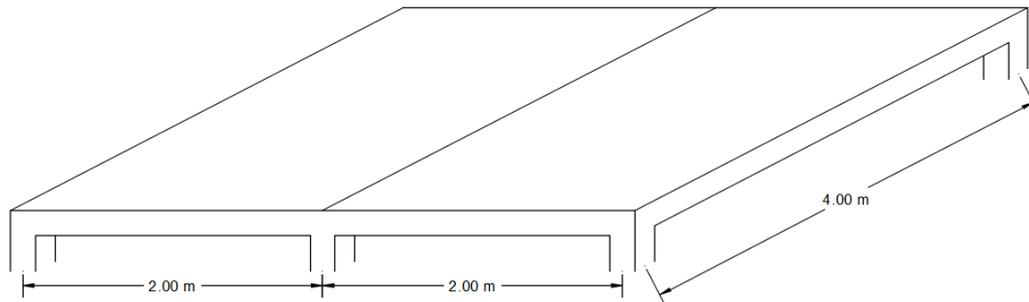
Anexo N° 11: Cotizaciones.

Anexo N° 12: Resolución de alcaldía N 056-2016-A-MPC

Anexo N° 13: Plano de detalle de losa armada en una dirección

Anexo N° 14: Plano de detalle de losa armada en dos direcciones

**ANEXO N° 1: DISEÑO DE LOSA ARMADA EN UNA DIRECCIÓN DE 2m x 4m**



➤ **CARACTERÍSTICAS DE LOSA:**

- Simplemente apoyada.
- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- Peso del concreto:  $2400 \text{ kg/m}^3$ .
- Uso: vivienda.
- Piso terminado: 5 cm.

➤ **PREDIMENSIONAMIENTO:**

- Lado corto: 2m
- Lado largo: 4m
- $h = \text{lado corto}/20$
- $h = 10 \text{ cm.}$ , se considera  $h = 12.5 \text{ cm}$  que es el peralte mínimo.
- $d = 9.96 \text{ cm}$ .

➤ **METRADO DE CARGAS:**

- Carga muerta:
  - Losa de concreto =  $300 \text{ kg/m}^2$
  - Piso terminado =  $100 \text{ kg/m}^2$
  - Total =  $400 \text{ kg/m}^2$

- Carga viva:
  - Sobre carga = 200 kg/m<sup>2</sup>
- COMBINACIÓN DE CARGAS:
  - $W = 1.4 \times CM + 1.7 \times CV$
  - $W = 900 \text{ kg/m}^2$ .
- CÁLCULO DE MOMENTO:
  - $M = C \times Wu \times Ln^2$
  - $M1 = 600.00 \text{ kg.m}$
  - $M2 = 1028.57 \text{ kg.m}$
  - $M3 = 1600.00 \text{ kg.m}$
- CÁLCULO CORTANTE:
  - $M = C \times Wu \times Ln$
  - $V1 = 1800.00 \text{ kg.}$
  - $V2 = 2700.00 \text{ kg.}$
- VERIFICACIÓN DE PERALTE:
  - $\rho_{m\acute{a}x} = 0.75\rho_b$
  - $\rho_b = 0.85 + \beta_1 \left( \frac{f'c}{fy} \right) \left( \frac{87000}{87000 + fy} \right)$
  - $\rho_b = 0.0214$
  - $\rho_{m\acute{a}x} = 0.0160$
  - $d^2 = \frac{Mu}{\phi \rho fy b \left( 1 - \frac{0.59 \rho fy}{f'c} \right)}$
  - $d^2 = 32.56 \text{ cm}^2$
  - $d = 5.71 \text{ cm} \dots \dots \dots$  Se considera  $d = 9.96 \text{ cm.}$

➤ OBTENCIÓN DE ACERO:

○  $M = 1600.00 \text{ kg.m}$

▪  $As = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$

▪  $a = \frac{As f_y}{0.85 f' c b}$

▪ Tomando  $a = 1.0559 \dots As = 4.49 \text{ cm}^2$ .

▪  $S = 16 \text{ cm} \dots \Phi 3/8 @ 16 \text{ cm}$

○  $M = 1028.57 \text{ kg.m}$

▪  $As = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$

▪  $a = \frac{As f_y}{0.85 f' c b}$

▪ Tomando  $a = 0.6650 \dots As = 2.83 \text{ cm}^2$ .

▪  $S = 25 \text{ cm} \dots \Phi 3/8 @ 25 \text{ cm}$

○  $M = 600.00 \text{ kg.m}$

▪  $As = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$

▪  $a = \frac{As f_y}{0.85 f' c b}$

▪ Tomando  $a = 0.3823 \dots As = 1.62 \text{ cm}^2$ . (se considera  $As \text{ min}$ )

▪  $S = 44 \text{ cm}$ .

○  $As \text{ min y de temperatura} = 0.0018 \times h \times 100$

▪  $As \text{ min} = 2.25 \text{ cm}^2$ .

▪  $S = 25 \text{ cm} \dots \Phi 3/8 @ 30 \text{ cm}$

➤ MOMENTO RESISTENTE:

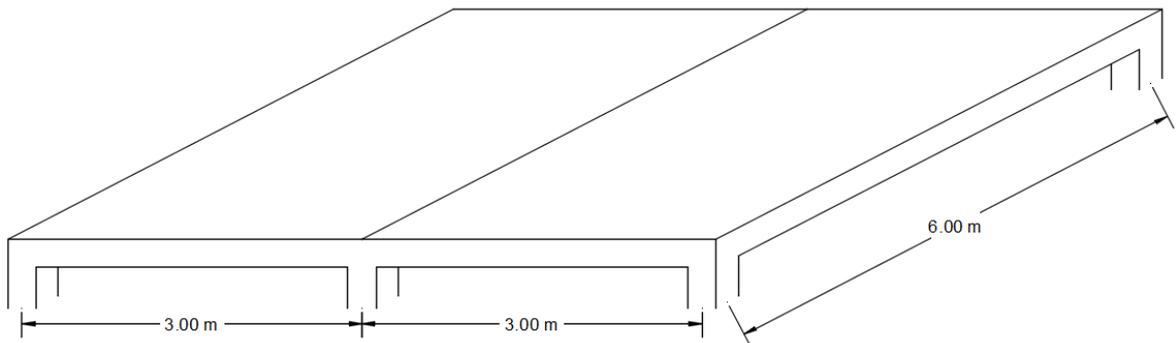
○  $Mr = 0.9 w b d^2 f' c (1 - 0.59 w) = 4852.36 \text{ kg.m}$

○ Momento resistente es mayor que los momentos actuantes.

➤ ESFUERZO RESISTENTE:

- $V_r = 0.83\sqrt{f'_{cb}d} = 11979.73 \text{ kg}$
- Esfuerzo resistente es mayor que los esfuerzos actuantes.

**ANEXO N° 2: DISEÑO DE LOSA ARMADA EN UNA DIRECCIÓN DE 3m x 6m**



➤ CARACTERÍSTICAS DE LOSA:

- Simplemente apoyada.
- $f'_{c} = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- Peso del concreto:  $2400 \text{ kg/m}^3$ .
- Uso: vivienda.
- Piso terminado: 5 cm.

➤ PREDIMENSIONAMIENTO:

- Lado corto: 3m
- Lado largo: 6m
- $h = \text{lado corto}/20$
- $h = 15 \text{ cm}$ .
- $d = 12.46 \text{ cm}$ .

➤ METRADO DE CARGAS:

- Carga muerta:
  - Losa de concreto =  $360 \text{ kg/m}^2$
  - Piso terminado =  $100 \text{ kg/m}^2$
  - Total =  $460 \text{ kg/m}^2$
- Carga viva:
  - Sobre carga =  $200 \text{ kg/m}^2$

➤ COMBINACIÓN DE CARGAS:

- $W = 1.4 \times \text{CM} + 1.7 \times \text{CV}$
- $W = 984 \text{ kg/m}^2$

➤ CÁLCULO DE MOMENTO:

- $M = C \times W_u \times L_n^2$
- $M_1 = 1476.00 \text{ kg.m}$
- $M_2 = 2530.29 \text{ kg.m}$
- $M_3 = 3936.00 \text{ kg.m}$

➤ CÁLCULO CORTANTE:

- $M = C \times W_u \times L_n$
- $V_1 = 2952.00 \text{ kg.}$
- $V_2 = 4428.00 \text{ kg.}$

➤ VERIFICACIÓN DE PERALTE:

- $\rho_{m\acute{a}x} = 0.75\rho_b$
- $\rho_b = 0.85 + \beta_1 \left( \frac{f'c}{f_y} \right) \left( \frac{87000}{87000 + f_y} \right)$
- $\rho_b = 0.0214$
- $\rho_{m\acute{a}x} = 0.0160$

- $d^2 = \frac{Mu}{\phi \rho f_y b \left(1 - \frac{0.59 \rho f_y}{f'_c}\right)}$
- $d^2 = 80.09 \text{ cm}^2$
- $d = 8.95 \text{ cm} \dots \dots \dots$  Se considera  $d = 12.46 \text{ cm}$ .

➤ OBTENCIÓN DE ACERO:

- $M = 1450.67 \text{ kg.m}$ 
  - $As = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$
  - $a = \frac{As f_y}{0.85 f'_c b}$
  - Tomando  $a = 2.1522 \dots \dots As = 9.15 \text{ cm}^2$ .
  - $S = 8 \text{ cm} \dots \dots \Phi 3/8 @ 8 \text{ cm}$ .
- $M = 2530.29 \text{ kg.m}$ 
  - $As = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$
  - $a = \frac{As f_y}{0.85 f'_c b}$
  - Tomando  $a = 1.3357 \dots \dots As = 5.68 \text{ cm}^2$ .
  - $S = 12 \text{ cm} \dots \dots \Phi 3/8 @ 12 \text{ cm}$
- $M = 1476.00 \text{ kg.m}$ 
  - $As = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$
  - $a = \frac{As f_y}{0.85 f'_c b}$
  - Tomando  $a = 0.7606 \dots \dots As = 3.23 \text{ cm}^2$ .
  - $S = 20 \text{ cm} \dots \dots \Phi 3/8 @ 20 \text{ cm}$
- As min y de temperatura =  $0.0018 \times h \times 100$ 
  - $As \text{ min} = 2.70 \text{ cm}^2$ .

- $S = 25 \text{ cm} \dots \Phi 3/8 @ 25 \text{ cm}$

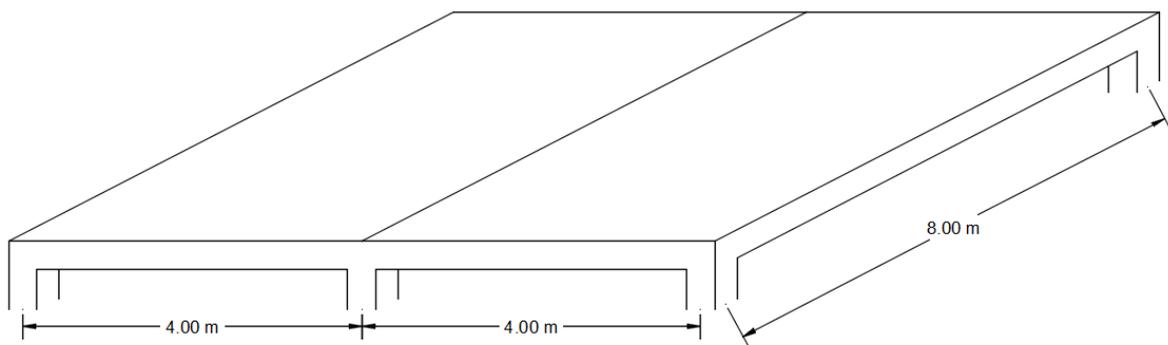
➤ MOMENTO RESISTENTE:

- $M_r = 0.9 w b d^2 f'c (1 - 0.59 w) = 7594.00 \text{ kg.m}$
- Momento resistente es mayor que los momentos actuantes.

➤ ESFUERZO RESISTENTE:

- $V_r = 0.83 \sqrt{f'c} b d = 14986.69 \text{ kg}$ .
- Esfuerzo resistente es mayor que los esfuerzos actuantes.

**ANEXO N° 3: DISEÑO DE LOSA ARMADA EN UNA DIRECCIÓN DE 4m x 8m**



➤ CARACTERÍSTICAS DE LOSA:

- Simplemente apoyada.
- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- Peso del concreto:  $2400 \text{ kg/m}^3$ .
- Uso: vivienda.
- Piso terminado: 5 cm.

➤ PREDIMENSIONAMIENTO:

- Lado corto: 4m
- Lado largo: 8m

- $h = \text{lado corto}/20$
- $h = 20 \text{ cm.}$
- $d = 17.46 \text{ cm.}$

➤ METRADO DE CARGAS:

- Carga muerta:
  - Losa de concreto =  $480 \text{ kg/m}^2$
  - Piso terminado =  $100 \text{ kg/m}^2$
  - Total =  $580 \text{ kg/m}^2$
- Carga viva:
  - Sobre carga =  $200 \text{ kg/m}^2$

➤ COMBINACIÓN DE CARGAS:

- $W = 1.4 \times \text{CM} + 1.7 \times \text{CV}$
- $W = 1152 \text{ kg/m}^2$

➤ CÁLCULO DE MOMENTO:

- $M = C \times W_u \times L_n^2$
- $M_1 = 3072.00 \text{ kg.m}$
- $M_2 = 5266.29 \text{ kg.m}$
- $M_3 = 8192.00 \text{ kg.m}$

➤ CÁLCULO CORTANTE:

- $M = C \times W_u \times L_n$
- $V_1 = 4608.00 \text{ kg.}$
- $V_2 = 6912.00 \text{ kg.}$

➤ VERIFICACIÓN DE PERALTE:

- $\rho_{m\acute{a}x} = 0.75\rho_b$

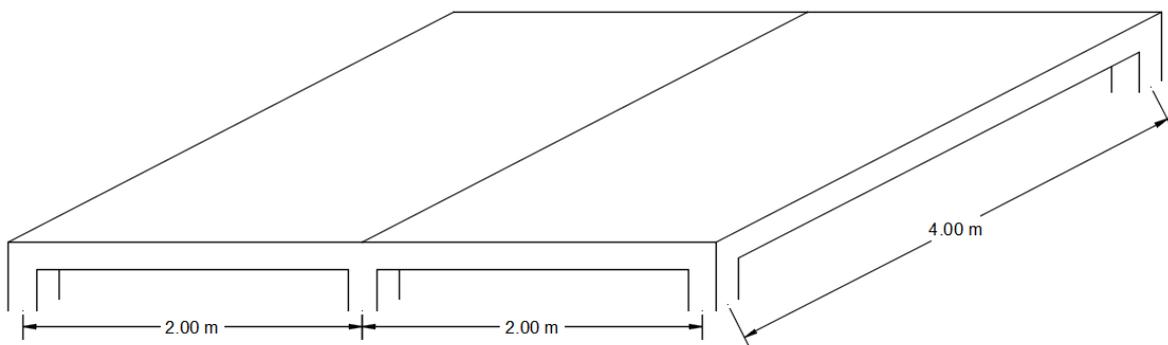
- $\rho_b = 0.85 + \beta_1 \left( \frac{f'c}{f_y} \right) \left( \frac{87000}{87000 + f_y} \right)$
- $\rho_b = 0.0214$
- $\rho_{m\acute{a}x} = 0.0160$
- $d^2 = \frac{Mu}{\phi \rho f_y b \left( 1 - \frac{0.59 \rho f_y}{f'c} \right)}$
- $d^2 = 166.69 \text{ cm}^2$
- $d = 12.91 \text{ cm} \dots \dots \dots$  Se considera  $d = 17.46 \text{ cm}$ .

➤ OBTENCIÓN DE ACERO:

- $M = 8192.00 \text{ kg.m}$ 
  - $As = \frac{Mu}{\phi f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)}$
  - $a = \frac{As f_y}{0.85 f'c b}$
  - Tomando  $a = 3.2169 \dots \dots$   $As = 13.67 \text{ cm}^2$ .
  - $S = 5 \text{ cm} \dots \dots \Phi 3/8 @ 5 \text{ cm}$
- $M = 5266.29 \text{ kg.m}$ 
  - $As = \frac{Mu}{\phi f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)}$
  - $a = \frac{As f_y}{0.85 f'c b}$
  - Tomando  $a = 1.9910 \dots \dots$   $As = 8.46 \text{ cm}^2$ .
  - $S = 8 \text{ cm} \dots \dots \Phi 3/8 @ 8 \text{ cm}$
- $M = 3072.00 \text{ kg.m}$ 
  - $As = \frac{Mu}{\phi f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)}$
  - $a = \frac{As f_y}{0.85 f'c b}$
  - Tomando  $a = 1.1319 \dots \dots$   $As = 4.81 \text{ cm}^2$ .

- $S = 15 \text{ cm} \dots \Phi 3/8 @ 15 \text{ cm}$
- As min y de temperatura =  $0.0018 \times h \times 100$ 
  - $As \text{ min} = 3.60 \text{ cm}^2$ .
  - $S = 20 \text{ c} \dots \Phi 3/8 @ 20 \text{ cm}$
- MOMENTO RESISTENTE:
  - $M_r = 0.9 w b d^2 f'c (1 - 0.59 w) = 14911.56 \text{ kg.m}$
  - Momento resistente es mayor que los momentos actuantes.
- ESFUERZO RESISTENTE:
  - $V_r = 0.83 \sqrt{f'c} b d = 21000.61 \text{ kg}$ .
  - Esfuerzo resistente es mayor que los esfuerzos actuantes.

#### ANEXO N° 4: DISEÑO DE LOSA ARMADA EN DOS DIRECCIONES DE 2m x 4m



- CARACTERÍSTICAS DE LOSA:
  - Simplemente apoyada.
  - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
  - $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Peso del concreto:  $2400 \text{ kg/m}^3$ .
  - Uso: vivienda.

- Piso terminado: 5 cm.
- PREDIMENSIONAMIENTO:
  - Lado corto: 2m
  - Lado largo: 4m
  - $h = \text{luz libre (lado corto)} / 30$
  - $h = 12.5 \text{ cm.}$
  - $d = 9.96 \text{ cm.}$
- METRADO DE CARGAS:
  - Carga muerta:
    - Losa de concreto =  $300 \text{ kg/m}^2$
    - Piso terminado =  $100 \text{ kg/m}^2$
    - Total =  $400 \text{ kg/m}^2$
  - Carga viva:
    - Sobre carga =  $200 \text{ kg/m}^2$
- COMBINACIÓN DE CARGAS:
  - $W = 1.4 \times \text{CM} + 1.7 \times \text{CV}$
  - $W = 900 \text{ kg/m}^2$
- CÁLCULO DE MOMENTO:
  - Caso 7 de las tablas N° 6, N° 7 y N° 8
  - $m = 0.5$
  - MOMENTOS NEGATIVOS EN BORDES CONTINUOS:
    - $M_{A,neg} = C_a W_u A^2$ 
      - $C_a = 0$
      - $M_{A,neg} = 0$

- $M_{B,neg} = C_b W_u B^2$ 
  - $C_a = 0.014$
  - $M_{B,neg} = 201.6 \text{ kg.m}$

○ MOMENTOS POSITIVOS:

- $M_{A,pos} = C_{a.cm} W_{u.cm} A^2 + C_{a.cv} W_{u.cv} A^2$ 
  - $C_{a.cm} = 0.089$
  - $C_{a.cv} = 0.092$
  - $M_{A,pos} = 324.48 \text{ kg.m}$
- $M_{B,pos} = C_{b.cm} W_{u.cm} B^2 + C_{b.cv} W_{u.cv} B^2$ 
  - $C_{b.cm} = 0.007$
  - $C_{b.cv} = 0.007$
  - $M_{B,pos} = 100.8 \text{ kg.m}$

○ MOMENTOS NEGATIVOS EN BORDES DISCONTINUOS:

- $M_{A,neg} = \frac{1}{3} (M_{A,pos}) = 108.16$
- $M_{B,neg} = \frac{1}{3} (M_{B,pos}) = 33.60 \text{ kg.m}$

➤ OBTENCIÓN DE ACERO:

- Los momentos calculados son menores al acero mínimo, por lo que será diseñado con éste:
- $A_s \text{ min} = 0.0018bd = 2.25 \text{ cm}^2$ .
  - $S = 25 \text{ cm}$ .
  - $\Phi 3/8 @ 25 \text{ cm}$ .

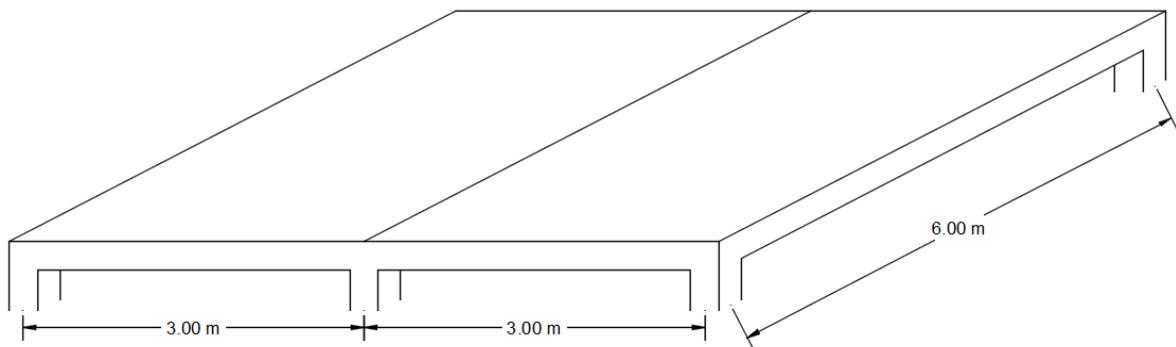
➤ MOMENTO RESISTENTE:

- $M_r = 0.9wbd^2 f'c (1 - 0.59w) = 4852.36 \text{ kg.m}$

- Momento resistente es mayor que los momentos actuantes.
- ESFUERZO RESISTENTE:

- $V_a = w \left( \frac{A}{2} - d \right) \left( 1 - 0.5 \frac{A}{B} \right) = 607.77 \text{ kg.}$
- $V_r = 0.83 \sqrt{f'c} b d = 11979.73 \text{ kg.}$
- Esfuerzo resistente es mayor que el esfuerzo actuante.

#### ANEXO N° 5: DISEÑO DE LOSA ARMADA EN DOS DIRECCIONES DE 3m x 6m



- CARACTERÍSTICAS DE LOSA:
  - Simplemente apoyada.
  - $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
  - $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
  - Peso del concreto:  $2400 \text{ kg/m}^3$ .
  - Uso: vivienda.
  - Piso terminado: 5 cm.
- PREDIMENSIONAMIENTO:
  - Lado corto: 2m
  - Lado largo: 4m
  - $h = \text{luz libre (lado corto)} / 30$

○  $h = 12.5 \text{ cm.}$

○  $d = 9.96 \text{ cm.}$

➤ METRADO DE CARGAS:

○ Carga muerta:

▪ Losa de concreto =  $300 \text{ kg/m}^2$

▪ Piso terminado =  $100 \text{ kg/m}^2$

▪ Total =  $400 \text{ kg/m}^2$

○ Carga viva:

▪ Sobre carga =  $200 \text{ kg/m}^2$

➤ COMBINACIÓN DE CARGAS:

○  $W = 1.4 \times \text{CM} + 1.7 \times \text{CV}$

○  $W = 900 \text{ kg/m}^2$

➤ CÁLCULO DE MOMENTO:

○ Caso 7 de las tablas N° 6, N° 7 y N° 8

○  $m = 0.5$

○ MOMENTOS NEGATIVOS EN BORDES CONTINUOS:

▪  $M_{A,neg} = C_a W_u A^2$

•  $C_a = 0$

•  $M_{A,neg} = 0$

▪  $M_{B,neg} = C_b W_u B^2$

•  $C_b = 0.014$

•  $M_{B,neg} = 453.6 \text{ kg.m}$

○ MOMENTOS POSITIVOS:

$$\blacksquare M_{A,posit} = C_{a.cm} W_{u.cm} A^2 + C_{a.cv} W_{u.cv} A^2$$

$$\bullet C_{a.cm} = 0.089$$

$$\bullet C_{a.cv} = 0.092$$

$$\bullet M_{A,posit} = 730.08 \text{ kg.m}$$

$$\blacksquare M_{B,posit} = C_{b.cm} W_{u.cm} B^2 + C_{b.cv} W_{u.cv} B^2$$

$$\bullet C_{b.cm} = 0.007$$

$$\bullet C_{b.cv} = 0.007$$

$$\bullet M_{B,posit} = 226.80 \text{ kg.m}$$

○ MOMENTOS NEGATIVOS EN BORDES DISCONTINUOS:

$$\blacksquare M_{A,neg} = \frac{1}{3} (M_{A,posit}) = 243.36 \text{ kg.m}$$

$$\blacksquare M_{B,neg} = \frac{1}{3} (M_{B,posit}) = 75.00 \text{ kg.m}$$

➤ OBTENCIÓN DE ACERO:

- Los momentos calculados son menores al acero mínimo, por lo que será diseñado con éste:

$$\bullet A_s \text{ min} = 0.0018bd = 2.25 \text{ cm}^2.$$

$$\blacksquare S = 25 \text{ cm.}$$

$$\blacksquare \Phi \text{ 3/8 @ 25 cm.}$$

➤ MOMENTO RESISTENTE:

$$\bullet M_r = 0.9wb d^2 f'c (1 - 0.59w) = 4852.36 \text{ kg.m}$$

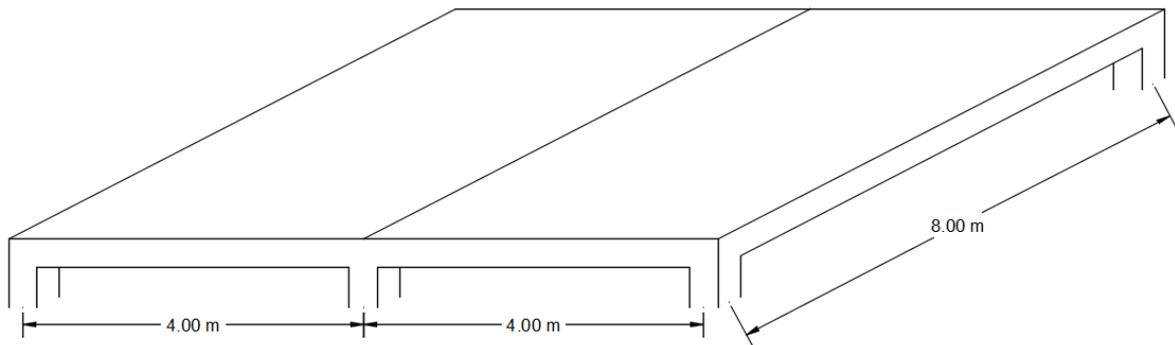
- Momento resistente es mayor que los momentos actuantes.

➤ ESFUERZO RESISTENTE:

$$\bullet V_a = w \left( \frac{A}{2} - d \right) \left( 1 - 0.5 \frac{A}{B} \right) = 945.27 \text{ kg.}$$

- $V_r = 0.83\sqrt{f'c}bd = 11979.73 \text{ kg}$ .
- Esfuerzo resistente es mayor que el esfuerzo actuante.

#### ANEXO N° 6: DISEÑO DE LOSA ARMADA EN DOS DIRECCIONES DE 4m x 8m



#### ➤ CARACTERÍSTICAS DE LOSA:

- Simplemente apoyada.
- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .
- Peso del concreto:  $2400 \text{ kg/m}^3$ .
- Uso: vivienda.
- Piso terminado: 5 cm.

#### ➤ PREDIMENSIONAMIENTO:

- Lado corto: 2m
- Lado largo: 4m
- $h = \text{luz libre (lado corto)} / 30$
- $h = 15 \text{ cm}$ .
- $d = 12.46 \text{ cm}$ .

#### ➤ METRADO DE CARGAS:

- Carga muerta:

- Losa de concreto =  $360 \text{ kg/m}^2$
- Piso terminado =  $100 \text{ kg/m}^2$
- Total =  $460 \text{ kg/m}^2$
- Carga viva:
  - Sobre carga =  $200 \text{ kg/m}^2$
- COMBINACIÓN DE CARGAS:
  - $W = 1.4 \times \text{CM} + 1.7 \times \text{CV}$
  - $W = 984 \text{ kg/m}^2$
- CÁLCULO DE MOMENTO:
  - Caso 7 de las tablas N° 6, N° 7 y N° 8
  - $m = 0.5$
  - MOMENTOS NEGATIVOS EN BORDES CONTINUOS:
    - $M_{A,neg} = C_a W_u A^2$ 
      - $C_a = 0$
      - $M_{A,neg} = 0$
    - $M_{B,neg} = C_b W_u B^2$ 
      - $C_a = 0.014$
      - $M_{B,neg} = 881.66 \text{ kg.m}$
  - MOMENTOS POSITIVOS:
    - $M_{A,pos} = C_{a.cm} W_{u.cm} A^2 + C_{a.cv} W_{u.cv} A^2$ 
      - $C_{a.cm} = 0.089$
      - $C_{a.cv} = 0.092$
      - $M_{A,pos} = 1417.54 \text{ kg.m}$

$$\blacksquare M_{B, pos} = C_{b.cm} W_{u.cm} B^2 + C_{b.cv} W_{u.cv} B^2$$

$$\bullet C_{b.cm} = 0.007$$

$$\bullet C_{b.cv} = 0.007$$

$$\bullet M_{B, pos} = 440.83 \text{ kg.m}$$

○ MOMENTOS NEGATIVOS EN BORDES DISCONTINUOS:

$$\blacksquare M_{A, neg} = \frac{1}{3} (M_{A, pos}) = 472.51 \text{ kg. m}$$

$$\blacksquare M_{A, neg} = \frac{1}{3} (M_{A, pos}) = 146.94 \text{ kg.m}$$

➤ OBTENCIÓN DE ACERO:

○  $M_{A, pos} = 1417.54 \text{ kg. m}$

$$\blacksquare A_s = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$\blacksquare a = \frac{A_s f_y}{0.85 f' c b}$$

$$\blacksquare \text{Tomando } a = 0.7295 \dots A_s = 3.10 \text{ cm}^2.$$

$$\blacksquare S = 20 \text{ cm.}$$

○ La obtención del acero se realizó con el momento mayor.

$$\blacksquare \Phi 3/8 @ 20 \text{ cm.}$$

➤ MOMENTO RESISTENTE:

○  $M_r = 0.9 w b d^2 f' c (1 - 0.59 w) = 7594.00 \text{ kg. m}$

○ Momento resistente es mayor que los momentos actuantes.

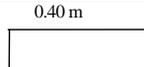
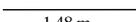
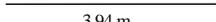
➤ ESFUERZO RESISTENTE:

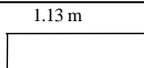
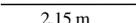
○  $V_a = w \left(\frac{A}{2} - d\right) \left(1 - 0.5 \frac{A}{B}\right) = 1384.05 \text{ kg.}$

○  $V_r = 0.83 \sqrt{f' c b d} = 14986.69 \text{ kg.}$

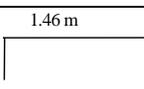
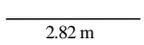
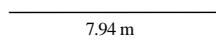
○ Esfuerzo resistente es mayor que el esfuerzo actuante.

### ANEXO N° 7: METRADO DE MATERIALES

METRADO LOSA ARMADA EN UNA DIRECCIÓN - 2m x 4m												
ELEMENTO		DISEÑO DE ACERO			CANTIDAD		LONGITUD SEGÚN DIÁMETRO					
DENOMINACION	VECES	DETALLE	DIAM.	LONGITUD PARCIAL	TOTAL	1/4 "	3/8 "	1/2 "	5/8 "	3/4 "	1 "	
<b>ACERO EN LOSA ARMADA EN UNA DIRECCIÓN</b>												
ACERO NEGATIVO (BASTÓN)	2	0.07 m 	3/8	0.47	20.00	40.00		18.80				
BALANCÍN	1		3/8	1.48	38.00	38.00		56.24				
ACERO POSITIVO	1		3/8	3.94	28.00	28.00		110.32				
ACERO DE TEMPERATURA	1		3/8	1.94	20.00	20.00		38.80				
LONGITUD TOTAL (ML)							0.00	224.16	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO UNITARIO (KG/ML)							0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	3.97
PESO PARCIAL (KG)							0.00	125.53	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL (KG)</b>										<b>125.53</b>		

METRADO LOSA ARMADA EN UNA DIRECCIÓN - 3m x 6m												
ELEMENTO		DISEÑO DE ACERO			CANTIDAD		LONGITUD SEGÚN DIÁMETRO					
DENOMINACION	VECES	DETALLE	DIAM.	LONGITUD PARCIAL	TOTAL	1/4 "	3/8 "	1/2 "	5/8 "	3/4 "	1 "	
<b>ACERO EN LOSA ARMADA EN UNA DIRECCIÓN</b>												
ACERO NEGATIVO (BASTÓN)	2	0.07 m 	3/8	1.20	28.00	56.00		67.20				
BALANCÍN	1		3/8	2.15	74.00	74.00		159.10				
ACERO POSITIVO	1		3/8	5.94	47.00	47.00		279.18				
ACERO DE TEMPERATURA	1		3/8	2.94	12.00	12.00		35.28				
LONGITUD TOTAL (ML)							0.00	540.76	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO UNITARIO (KG/ML)							0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	3.97
PESO PARCIAL (KG)							0.00	302.83	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL (KG)</b>										<b>302.83</b>		

**METRADO LOSA ARMADA EN UNA DIRECCIÓN - 4m x 8m**

ELEMENTO		DISEÑO DE ACERO			CANTIDAD		LONGITUD SEGÚN DIÁMETRO					
DENOMINACIÓN	VECES	DETALLE	DIAM.	LONGITUD PARCIAL	TOTAL	1/4 "	3/8	1/2"	5/8"	3/4"	1"	
<b>ACERO EN LOSA ARMADA EN UNA DIRECCIÓN</b>												
ACERO NEGATIVO (BASTÓN)	2	0.07 m 	3/8	1.53	53.00	106.00		162.18				
BALANCÍN	1		3/8	2.82	144.00	144.00		406.08				
ACERO POSITIVO	1		3/8	7.94	92.00	92.00		730.48				
ACERO DE TEMPERATURA	1		3/8	3.94	21.00	21.00		82.74				
LONGITUD TOTAL (ML)							0.00	1381.48	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO UNITARIO (KG/ML)							0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	3.97
PESO PARCIAL (KG)							0.00	773.63	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL (KG)</b>												<b>773.63</b>

**METRADO MADERA Y CONCRETO LOSA 2m x 4m**

DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTURA	SUB TOTAL	TOTAL
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m <sup>2</sup>	1	4	4		16.00	18.00
		2	4		0.13	1.00	
		2	4		0.13	1.00	
CONCRETO f <sub>c</sub> 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1	4	4	0.13	2.00	2.00

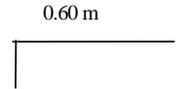
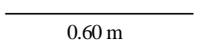
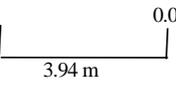
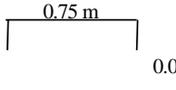
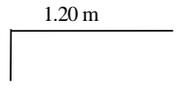
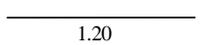
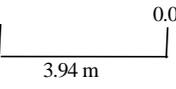
**METRADO MADERA Y CONCRETO LOSA 3m x 6m**

DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTURA	SUB TOTAL	TOTAL
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m <sup>2</sup>	1	6	6		36.00	39.60
		2	6		0.15	1.80	
		2	6		0.15	1.80	
CONCRETO f <sub>c</sub> 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1	6	6	0.15	5.40	5.40

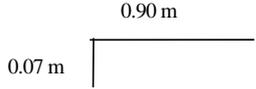
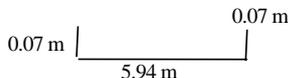
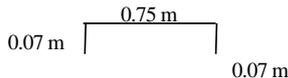
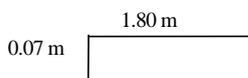
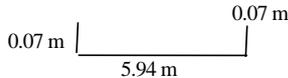
**METRADO MADERA Y CONCRETO LOSA 4m x 8m**

DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTURA	SUB TOTAL	TOTAL
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m <sup>2</sup>	1	8	8		64.00	70.40
		2	8		0.20	3.20	
		2	8		0.20	3.20	
CONCRETO f <sub>c</sub> 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1	8	8	0.15	9.60	9.60

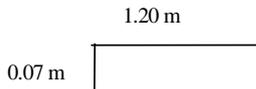
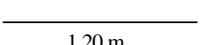
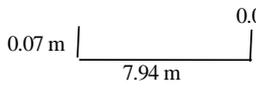
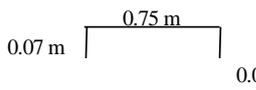
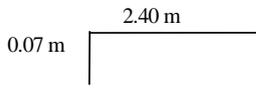
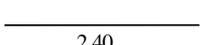
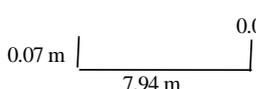
METRADO LOSA ARMADA EN DOS DIRECCIONES - 2m x 4m

ELEMENTO		DISEÑO DE ACERO			CANTIDAD		LONGITUD SEGÚN DIÁMETRO				
DENOMINACION	VECES	DETALLE	DIAM.	LONGITUD PARCIAL	TOTAL	1/4 "	3/8	1/2"	5/8"	3/4"	1"
<b>ACERO EN LOSA ARMADA EN DOS DIRECCIONES</b>											
ACERO NEGATIVO LADO CORTO	4	0.07 m 	3/8	0.67	7.00	28.00		18.76			
ACERO POSITIVO LADO CORTO	1		3/8	0.60	7.00	7.00		4.20			
ACERO POSTIVO LADO CORTO	2	0.07 m 	3/8	3.94	7.00	14.00		55.16			
BASTÓN LADO CONTINUO	2	0.07 m 	3/8	0.89	7.00	14.00		12.46			
ACERO NEGATIVO LADO LARGO	2	0.07 m 	3/8	1.27	7.00	14.00		17.78			
ACERO POSITIVO LADO LARGO	1		3/8	1.20	7.00	7.00		8.40			
ACERO POSITIVO LADO LARGO	1	0.07 m 	3/8	4.08	7.00	7.00		28.56			
LONGITUD TOTAL (ML)						0.00	145.32	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO UNITARIO (KG/ML)						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	3.97
PESO PARCIAL (KG)						0.00	81.38	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>									<b>81.38</b>		

METRADO LOSA ARMADA EN DOS DIRECCIONES - 3m x 6m

ELEMENTO		DISEÑO DE ACERO		CANTIDAD			LONGITUD SEGÚN DIÁMETRO				
DENOMINACION	VECES	DETALLE	DIAM.	LONGITUD PARCIAL	TOTAL	1/4 "	3/8	1/2"	5/8"	3/4"	1"
<b>ACERO EN LOSA ARMADA EN DOS DIRECCIONES</b>											
ACERO NEGATIVO LADO CORTO	4		3/8	0.97	10.00	40.00		38.80			
ACERO POSITIVO LADO CORTO	1		3/8	0.90	10.00	10.00		9.00			
ACERO POSTIVO LADO CORTO	2		3/8	5.94	10.00	20.00		118.80			
BASTÓN LADO CONTINUO	2		3/8	0.89	10.00	20.00		17.80			
ACERO NEGATIVO LADO LARGO	2		3/8	1.87	10.00	20.00		37.40			
ACERO POSTIVO LADO LARGO	1		3/8	1.80	10.00	10.00		18.00			
ACERO POSITIVO LADO LARGO	1		3/8	6.08	10.00	10.00		60.80			
LONGITUD TOTAL (ML)						0.00	300.60	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO UNITARIO (KG/ML)						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	3.97
PESO PARCIAL (KG)						0.00	168.34	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>									<b>168.34</b>		

METRADO LOSA ARMADA EN DOS DIRECCIONES - 4m x 8m

ELEMENTO		DISEÑO DE ACERO		CANTIDAD			LONGITUD SEGÚN DIÁMETRO				
DENOMINACION	VECES	DETALLE	DIAM.	LONGITUD PARCIAL	TOTAL	1/4 "	3/8	1/2"	5/8"	3/4"	1"
<b>ACERO EN LOSA ARMADA EN DOS DIRECCIONES</b>											
ACERO NEGATIVO LADO CORTO	4		3/8	1.27	14.00	56.00		71.12			
ACERO POSITIVO LADO CORTO	1		3/8	1.20	14.00	14.00		16.80			
ACERO POSTIVO LADO CORTO	2		3/8	7.94	14.00	28.00		222.32			
BASTÓN LADO CONTINUO	2		3/8	0.89	14.00	28.00		24.92			
ACERO NEGATIVO LADO LARGO	2		3/8	2.47	14.00	28.00		69.16			
ACERO POSTIVO LADO LARGO	1		3/8	2.40	14.00	14.00		33.60			
ACERO POSITIVO LADO LARGO	1		3/8	8.08	14.00	14.00		113.12			
LONGITUD TOTAL (ML)						0.00	551.04	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO UNITARIO (KG/ML)						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	3.97
PESO PARCIAL (KG)						0.00	308.58	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>									<b>308.58</b>		

**METRADO MADERA Y CONCRETO LOSA 2m x 4m**

DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTURA	SUB TOTAL	TOTAL
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1	4	4		16.00	18.00
		2	4		0.13	1.00	
		2	4		0.13	1.00	

DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTURA	SUB TOTAL	TOTAL
CONCRETO f <sub>c</sub> 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1	4	4	0.13	2.00	2.00

**METRADO MADERA Y CONCRETO LOSA 3m x 6m**

DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTURA	SUB TOTAL	TOTAL
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1	6	6		36.00	39.00
		2	6		0.13	1.50	
		2	6		0.13	1.50	

DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTURA	SUB TOTAL	TOTAL
CONCRETO f <sub>c</sub> 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1	6	6	0.13	4.50	4.50

**METRADO MADERA Y CONCRETO LOSA 4m x 8m**

DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTURA	SUB TOTAL	TOTAL
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1	8	8		64.00	68.80
		2	8		0.15	2.40	
		2	8		0.15	2.40	

DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.	LARGO	ANCHO	ALTURA	SUB TOTAL	TOTAL
CONCRETO f <sub>c</sub> 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1	8	8	0.15	9.60	9.60

**ANEXO N° 8: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOSA ARMADA EN UNA DIRECCIÓN**

<b>PARTIDA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ARMADA</b>					
		<b>RENDIMIENTO ESTÁNDAR</b>		<b>COSTO</b>	<b>55.780</b>
<b>Encofrado y desencofrado</b>		15	p <sup>2</sup> /día	<b>UNITARIO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN/RECURSO</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>24.411</b>
Operario	hh	1.0	0.533	17.310	9.232
Oficial	hh	2.0	1.067	14.230	15.179
<b>MATERIALES</b>					<b>30.637</b>
Clavos para madera	kg		0.140	4.190	0.587
Alambre negro N°8	kg		0.100	4.000	0.400
Madera Tornillo	p <sup>2</sup>		5.930	5.000	29.650
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					<b>0.732</b>
Herramientas manuales	%MO		3.000%	24.411	0.732

<b>PARTIDA: ACERO EN LOSA ARMADA</b>					
		<b>RENDIMIENTO ESTÁNDAR</b>		<b>COSTO</b>	<b>5.287</b>
<b>Acero en losa armada</b>		300	kg/día	<b>UNITARIO</b>	
<b>DESCRIPCIÓN/RECURSO</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>0.841</b>
Operario	hh	1.0	0.0267	17.310	0.462
Oficial	hh	1.0	0.0267	14.230	0.379
<b>MATERIALES</b>					<b>3.397</b>
Fierro corrugado	kg		1.070	2.950	3.157
Alambre negro N°16	kg		0.060	4.000	0.240
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					<b>1.049</b>
Herramientas manuales	%MO		3.000%	0.841	0.025
Cizalla	hm		0.320	3.200	1.024

**PARTIDA: CONCRETO ARMADO 210 kg/cm<sup>2</sup>**

		RENDIMIENTO ESTÁNDAR		COSTO	
Concreto en losa maciza		20	m <sup>3</sup> /día	UNITARIO	363.893
DESCRIPCIÓN/RECURSO	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial (S/.)
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>76.152</b>
Operario	hh	2	0.80	17.310	13.848
Oficial	hh	2	0.80	14.230	11.384
Peón	hh	10	4.00	12.730	50.920
<b>MATERIALES</b>					<b>278.340</b>
Piedra chancada de 1/2"	m <sup>3</sup>		0.69	120.000	82.800
Arena gruesa	m <sup>3</sup>		0.51	70.000	35.700
Cemento Portland tipo I	bol		6.66	24.000	159.840
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					<b>9.401</b>
Herramientas manuales	%MO		3%	76.152	2.285
Mezcladora de concreto	hm	1	0.40	9.220	3.688
Vibrador de concreto	hm	1	0.40	8.570	3.428

**ANEXO N° 9: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOSA ARMADA EN DOS DIRECCIONES**

**PARTIDA: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ARMADA**

		RENDIMIENTO ESTÁNDAR		COSTO	
Encofrado y desencofrado		15	p <sup>2</sup> /día	UNITARIO	55.780
DESCRIPCIÓN/RECURSO	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial (S/.)
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>24.411</b>
Operario	hh	1.0	0.533	17.310	9.232
Oficial	hh	2.0	1.067	14.230	15.179
<b>MATERIALES</b>					<b>30.637</b>
Clavos para madera	kg		0.140	4.190	0.587
Alambre negro N°8	kg		0.100	4.000	0.400
Madera Tornillo	p <sup>2</sup>		5.930	5.000	29.650
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					<b>0.732</b>
Herramientas manuales	%MO		3.000%	24.411	0.732

**PARTIDA: ACERO EN LOSA ARMADA**

		RENDIMIENTO ESTÁNDAR		COSTO	
Acero en losa armada		200	kg/día	UNITARIO	6.306
DESCRIPCIÓN/RECURSO	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial (S/.)
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>1.831</b>
Operario	hh	1.0	0.0400	17.310	0.692
Oficial	hh	2.0	0.0800	14.230	1.138
<b>MATERIALES</b>					<b>3.397</b>
Fierro corrugado	kg		1.070	2.950	3.157
Alambre negro N°16	kg		0.060	4.000	0.240
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					<b>1.079</b>
Herramientas manuales	%MO		3.000%	1.831	0.055
Cizalla	hm		0.320	3.200	1.024

**PARTIDA: CONCRETO ARMADO 210 kg/cm<sup>2</sup>**

		RENDIMIENTO ESTÁNDAR		COSTO	
Concreto en losa maciza		20	m <sup>3</sup> /día	UNITARIO	363.893
DESCRIPCIÓN/RECURSO	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial (S/.)
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>76.152</b>
Operario	hh	2	0.80	17.310	13.848
Oficial	hh	2	0.80	14.230	11.384
Peón	hh	10	4.00	12.730	50.920
<b>MATERIALES</b>					<b>278.340</b>
Piedra chancada de 1/2"	m <sup>3</sup>		0.69	120.000	82.800
Arena gruesa	m <sup>3</sup>		0.51	70.000	35.700
Cemento Portland tipo I	bol		6.66	24.000	159.840
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>					<b>9.401</b>
Herramientas manuales	%MO		3%	76.152	2.285
Mezcladora de concreto	hm	1	0.40	9.220	3.688
Vibrador de concreto	hm	1	0.40	8.570	3.428

## ANEXO N° 10: DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO DE 210 kg/cm<sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A USAR PARA LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO			
Cantera de donde se extraen los materiales :		<b>RIO MASHCÓN</b>	
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del Concreto	( f'c ) =	210	kg / cm2
Desviación estándar de antiguos ensayos realizados en esta Cantera	( σ ) =	20	kg / cm2
Resistencia promedio a la compresión del Concreto	( f'cr ) =	237	kg / cm2
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa	:	2.64	Tamaño máximo nominal ( Pulg. ) : 1 1/2 "
Absorción ( % )	:	0.70	Peso seco compactado ( kg / m3 ) : 1600.00
Contenido de Humedad ( % )	:	6.00	Peso específico de masa : 2.68
Módulo de finura	:	2.80	Absorción ( % ) : 0.50
			Contenido de Humedad ( % ) : 2.00
CEMENTO		AGUA	
Tipo de Cemento Portland a usar	:	ASTM Tipo 1 "sol"	
Peso Específico	:	3.15	
DISEÑO DE MEZCLA			
Selección del Asentamiento :		Tipo de consistencia :	Plástica
		Asentamiento :	3 " a 4 "
Tipo de Concreto a diseñar :		Concreto sin aire incorporado	
Volumen unitario de Agua :		181.00	lt / m3
Contenido de aire total :		1.00	%
Relación Agua / Cemento :		0.64	
Factor cemento :	Factor Cemento =	283.00	Kg / m3
	Factor Cemento =	6.7	Bolsas / m3
Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :	0.72	m3
	Peso del Agregado Grueso :	1152	Kg / m3
Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los materiales	Cemento :	0.090	m3
	Agua :	0.181	m3
	Aire :	0.010	m3
	Agregado Grueso :	0.430	m3
	Suma de Volúmenes :	0.711	m3
Contenido de Agregado Fino	Volumen Absoluto de Agregado Fino	0.289	m3
	Peso del Agregado Fino seco	764	Kg / m3
Cantidad de materiales a ser empleados como valores de diseño por m3.	Cemento :	283.00	Kg / m3
	Agua de diseño :	181.00	lt / m3
	Agregado Fino seco :	764.00	Kg / m3
	Agregado Grueso seco :	1152.00	Kg / m3
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento :	42.50	Kg / saco
	Agua de diseño :	27.18	lt / saco
	Agregado Fino seco :	114.73	Kg / saco
	Agregado Grueso seco :	173.00	Kg / saco
Proporción en peso de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado	Cemento :	1	
	Agregado fino seco :	2.70	
	Agregado grueso seco :	4.07	
	Agua de Diseño :	27.2	lt / saco

(Cueva Campos & Mendo Rodríguez, 2013)

## CORRECCIÓN POR HUMEDAD USANDO EL MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI

Fecha de Corrección :

Realizado por : A.R.M.R./W.R.C.C.

Chequeado por : Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNC

### CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO

Cantera de donde se extraen los materiales :

**RIO MASHCÓN**

Contenido de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	:	6.00	%	
	Agregado Grueso	:	2.00	%	
Peso Húmedo de los Agregados :	Agregado Fino	:	810.00	Kg / m <sup>3</sup>	
	Agregado Grueso	:	1175.00	Kg / m <sup>3</sup>	
Humedad Superficial de los Agregados :	Agregado Fino	:	5.30	%	
	Agregado Grueso	:	1.50	%	
Aporte de Humedad de los Agregados :	Agregado Fino	:	40.00	lt / m <sup>3</sup>	
	Agregado Grueso	:	17.00	lt / m <sup>3</sup>	
	Aporte Total	:	57.00	lt / m <sup>3</sup>	
Agua Efectiva	:	Agua Efectiva	:	124.00	lt / m <sup>3</sup>
Relación Agua / Cemento de Diseño	:			0.64	
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m <sup>3</sup> .	Cemento	:	283.00	Kg / m <sup>3</sup>	
	Agua Efectiva	:	124.00	lt / m <sup>3</sup>	
	Agregado Fino Húmedo	:	810.00	Kg / m <sup>3</sup>	
	Agregado Grueso Húmedo	:	1175.00	Kg / m <sup>3</sup>	
Relación Agua / Cemento Efectiva	:			0.44	
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	:	42.5	Kg / saco	
	Agua Efectiva	:	18.6	lt / saco	
	Agregado fino húmedo	:	121.6	Kg / saco	
	Agregado grueso húmedo	:	176.5	Kg / saco	
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	:	1		
	Agregado fino húmedo	:	2.86		
	Agregado grueso húmedo	:	4.15		
	Agua Efectiva	:	18.6	lt / saco	
Proporción en volumen para utilización en análisis de costos unitarios	Cemento	:	6.66	saco	
	Agregado fino húmedo	:	0.51	m <sup>3</sup>	
	Agregado grueso húmedo	:	0.69	m <sup>3</sup>	
	Agua Efectiva	:	0.1	m <sup>3</sup>	

(Cueva Campos & Mendo Rodríguez, 2013)

## ANEXO N° 11: COTIZACIONES



SODIMAC PERU S.A. RUC: 20389230724  
 AV. ANGAMOS ESTE N°0. 1805 INT. 2 (OFICINA 2) LIMA - SURQUILLO

SUCURSAL: CAJAMARCA

FECHA: sábado, 05 de octubre de 2019

SEÑOR(RES): MENDOZA HUACCHA ANTHONY

RUC: 10723575678

PROYECTO: TESIS PROFESIONAL: "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y ECONÓMICO DE LOSAS ARMADAS EN UNA DIRECCIÓN Y LOSAS ARMADAS EN DOS

EJECUTIVO: KEILA FAJARDO FLORES

TELF.: 940192393

E MAIL: [epantar@sodimac.com.pe](mailto:epantar@sodimac.com.pe)

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UM	CANT	PRECIO	TOTAL	OBSERVACIONES
					SIN IGV	SIN IGV	
1	120405	CLAVO ALBAÑIL X 1KG	CU	1	S/. 4.19	S/. 4.19	
2	1554433	ALAM NEGRO RECOCIDO N°8	CU	1	S/. 4.00	S/. 4.00	
3	1554425	ALAM NEGRO RECOCIO N°16	CU	1	S/. 4.00	S/. 4.00	
4	84247	BARRA ACERO 3/8" AA	CU	1	S/. 2.95	S/. 2.95	
5	1402579	CEMENTO PACASMAYO TIPO I	CU	1	S/. 24.00	S/. 24.00	
6	1865412	MADERA PARA ENCOFRADO	CU	1	S/. 5.00	S/. 5.00	
7	1865137	PIEDRA CHANCADA 1/2"	CU	1	S/. 120.00	S/. 120.00	
8	1865293	ARENA GRUESA	CU	1	S/. 70.00	S/. 70.00	
<b>SUB TOTAL</b>						<b>S/. 198.42</b>	
<b>TOTAL IGV</b>						<b>S/. 35.72</b>	
<b>TOTAL</b>						<b>S/. 234.14</b>	

**OBSERVACIONES:**

\* Los precios UNITARIOS NO INCLUYEN IMPUESTOS (IGV)

\* Validez de la oferta un día (01).

\*Cotización NO INCLUYE COSTOS DE TRANSPORTE.

\* Precio sujeto a cambio sin previo aviso.

\* Cotización NO ASEGURA disponibilidad del producto y se solicita confirmar existencia al momento de la compra.



FABRICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS. GEOSINTÉTICOS. CAPACITACIÓN EN SSOMA. ALQUILER DE EQUIPOS PARA CONSTRUCCIÓN CIVIL, HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS, EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES Y/O ELABORACIÓN DE EXPEDIENTES TÉCNICOS, SUPERVISIÓN DE OBRAS. TRANSPORTES DE MATERIAL A GRANEL, SUMINISTRO DE ALIMENTOS EN GENERAL.

## **RELACION DE EQUIPOS EN ALQUILER**

**SR. ANTHONY MENDOZA**

De mi mayor consideración:

Es grato dirigimos a usted a fin de hacerle llegar nuestra propuesta económica por lo siguiente:

ITEM	DESCRIPCIÓN DE MAQUINA	PRECIO UNITARIO DIARIO
1	CIZALLA	S/. 30.00
2	AMOLADORA DE 7"	S/. 45.00
3	AMOLADORA DE 9"	S/. 50.00
4	COMPRESORA DE 2.0 HP	S/. 50.00
5	GENERADOR 6000 WATTS	S/. 100.00
6	GENERADOR 15000 WATTS	S/. 175.00
7	KIT EQUIPO DE OXICORTE.	S/. 50.00
8	MÁQUINA DE SOLDAR	S/. 100.00
9	MEZCLADOR DE CONCRETO	S/. 90.00
10	VIBRADOR DE CONCRETO	S/. 80.00
11	MOTOSIERRA	S/. 50.00
12	PLANCHA COMPACTADORA	S/. 40.00
13	TABLERO DIST. ENERGÍA. IP65	S/.50.00
14	TALADRO INDUSTRIAL	S/.50.00
15	JUEGO DE TERRAJAS	S/. 30.00
16	MARTILLO DEMOLEDOR	S/. 100.00
17	APISONADORA	S/. 65.00
18	CARRO PARA EQUIPO DE OXICORTE	S/. 20.00
19	TALADRO MAGNETICO	S/. 155.00
20	TALADRO INALÁMBRICO	S/. 40.00

*Nota: Todos nuestros precios no incluyen IGV.*

Para cualquier duda o consulta estaremos gustosos de atenderlo en nuestras oficinas y/o a cualquiera de nuestros números telefónicos.

Cajamarca, 6 de Noviembre del 2019.

Atte,

Cristhian Paúl, Gonzales G.

Gerente General

Jr. San Sebastián #557 - Cajamarca - CAJAMARCA, PERÚ  
Teléfono (076) 367239 - 966869663 - 940221260  
Email serviciosgenerales2g@outlook.com

**ANEXO N° 12: RESOLUCIÓN DE ALCALDÍA N 056-2016-A-MPC**

 **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA** 

*Resolución de Alcaldía N° 056-2016-A-MPC*

Cajamarca, 04 de febrero de 2016

**EL ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA**

**VISTO:**

El Memorándum Múltiple N° 039-2015-SGEP-GI-MPC, de la Sub Gerencia de Estudios y Proyectos; Informe N° 071-2015-AMTM-SGEP/GI-MPC del Ing. Marcelino Alberto Tapia Muñoz y del Ing. Miguel Ángel Roncal Alarcón, Evaluadores - Proyectistas de la SGEP; Informe N° 838-2015-SGEP-GI-MPC, de la Sub Gerencia de Estudios y Proyectos; Proveído N° 7827-2015-GI-MPC, del Gerente de Infraestructura; Informe N° 002-2016-CIG-AL-GI-MPC, del Asesor Legal de la Gerencia de Infraestructura; Informe N° 017-2016-GI-MPC, del Gerente de Infraestructura; proveído N° 93080-15, del Despacho de Alcaldía, y;

**CONSIDERANDO:**

Que, el artículo II del Título Preliminar de la Ley Orgánica de Municipalidades, establece que los Gobiernos Locales gozan de autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia. La autonomía que la Constitución Política del Perú establece para las municipalidades radica en la facultad de ejercer actos de gobierno, administrativo y de administración, con sujeción al ordenamiento jurídico.

Que, el artículo 13° del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, aprobado por D.S N° 350-2015-EF, establece que el presupuesto de obra o de consultoría de obra deberá incluir “todos los tributos, seguros, transporte, inspecciones, pruebas, seguridad en el trabajo y los costos laborales respectivos conforme a la legislación vigente, así como cualquier otro concepto que le sea aplicable y que pueda incidir sobre el presupuesto”.

Que, la Resolución Ministerial N° 169-2015-TR, del 25 de agosto del 2015, publicada el 27 de agosto del mismo año, prescribe, disponer la publicación del Acta Final de la Negociación Colectiva en Construcción Civil 2015-2016, suscrita el 06 de agosto del 2015, entre la Cámara Peruana de la Construcción - CAPECO y la Federación de Trabajadores en Construcción Civil del Perú - FTCCP, a través del cual se acuerda un aumento general sobre el Jornal Básico Diario de los Trabajadores de Construcción Civil, según sus categorías, constituido como base para el cálculo Costo Hora – Hombre (H-H), que será considerado en los costos unitarios de los Expedientes Técnicos, según la coyuntura de cada jurisdicción del país.

Que, la precitada Acta Final de la Negociación Colectiva en Construcción Civil 2015-2016, en el numeral primero, preceptúa que, a partir del 1° de junio del 2015, los trabajadores en construcción civil del ámbito nacional recibirán un aumento general sobre su jornal básico diario, precisando las siguientes categorías: Operario S/ 3.00 soles; Oficial S/ 2.00 soles; y Peón S/ 1.80 soles.

Que, resulta necesario, como facultad de esta Municipalidad, establecer las disposiciones necesarias, a efectos de articular la elaboración de perfiles, estudios de factibilidad y expedientes técnicos, para la regulación y actualización de los jornales básicos diarios en la ejecución de las obras, según el Plan Anual de Contrataciones, visualizando, además, las obras de ejecución presupuestaria directa, considerando la prioridad y la administración adecuada de los recursos del Estado.

Que, en atención a ello, y mediante Informe N° 012-2016-MATM-SGEP/GI-MPC, de fecha 25 de enero del 2016, el Ing. Marcelino Alberto Tapia Muñoz y el Ing. Miguel Ángel Roncal Alarcón, evaluadores – proyectistas de la Sub Gerencia de Estudios y Proyectos, elaboran la Deducción de Costos Hora Hombre, del rubro de la Construcción Civil, para Proyectos de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, el mismo que, entre otros, se detalla de la siguiente manera:

ALAMEDA DE LOS INCAS N° 253 - COMPLEJO “QHAPAC ÑAN”  
CAJAMARCA - PERÚ



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA



## Resolución de Alcaldía N° 056-2016-A-MPC

Cajamarca, 04 de febrero de 2016

2. **Metodología de Cálculo:** El costo hora hombre (H-H) se deduce en base al Jornal Básico Diario Oficial Vigente, existiendo diversas consideraciones para su deducción, dependiendo de la zona de ejecución de los proyectos, por lo que existen variaciones del costo de un lugar a otro y entre diversas Entidades. Para el Cálculo se ha utilizado normas vigentes de leyes y beneficios sociales, formatos y plantillas de cálculo estándares de Entidades con características similares, obteniendo un resultado final para ser utilizado de manera particular por la Municipalidad Provincial de Cajamarca:

CATEGORIA DEL PARTICIPANTE	JORNAL DIARIO (a)	COSTO HORA HOMBRE (H-H)
Operario (b)	S/. 138.51	S/. 17.31
Oficial	S/. 113.85	S/. 14.23
Peón	S/. 101.84	S/. 12.73
Topógrafo	S/. 143.79	S/. 17.97
Operario Operador de Equipo mediano (c)	S/. 143.20	S/. 17.90
Operario Operador de Equipo pesado (c)	S/. 144.37	S/. 18.05
Operario Electromecánico (c)	S/. 147.30	S/. 18.41
Capataz (d)	S/. 143.20	S/. 17.90

- (a) Incluye todos los beneficios y bonificaciones por leyes sociales.

- (b) **OPERARIOS:** Son los albañiles, carpinteros, fierros, pintores, electricistas, gasfiteros, plomeros, almaceneros, choferes, mecánicos y demás trabajadores calificados en una especialidad en el ramo. Son considerados también operarios, los maquinistas que desempeñan las funciones de operarios, mezcladores, concreteros, wincheros y obreros dedicados a la instalación de redes sanitarias, de aire acondicionado y ascensores.

**Nota:** El personal considerado como **Operario**, líneas arriba, **No** debe confundirse o considerarse como Operario Operador de Equipo Mediano, ni de equipo pesado, ni como operario electromecánico.

- (c) Se utilizará **SOLO** para proyectos especiales de envergadura dónde amerite el requerimiento obligatorio de operarios con alta especialización. Beneficio que se otorgará a los trabajadores operarios que estén debidamente certificados por el empleador o por una institución educativa para realizar trabajos especializados.

- (d) El capataz no está considerado dentro de los pactos colectivos de construcción civil; sin embargo, de manera particular, se ha optado considerarlo para proyectos especiales, generalmente de carreteras, estimándose un jornal equivalente al de un operario más una bonificación de 8% del jornal básico del operario.

Que, mediante el documento de visto, la Gerencia de Infraestructura, ha propuesto la aprobación de los Lineamientos y cálculo en el Cuadro General de Deducción de Costo Hora – Hombre, para obras de Construcción Civil en Cajamarca, en obras mayores y menores a 6 meses, correspondiente al año 2015 – 2016.

En uso de las facultades conferidas por el inciso 6) del artículo 20° de la Ley N° 27972 - Ley Orgánica de Municipalidades;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR** el Cuadro General de Deducción de Costo Hora – Hombre, para obras de Construcción Civil en Cajamarca – MPC, para obras mayores y menores a seis

ALAMEDA DE LOS INCAS N° 253 - COMPLEJO "QHAPAC ÑAN"  
CAJAMARCA - PERÚ

 **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA** 

*Resolución de Alcaldía N°* **056-2016-A-MPC**

Cajamarca, 04 de febrero de 2016

meses, aplicables en la elaboración de perfiles, estudios de factibilidad y expedientes técnicos, para el año 2015-2016, de acuerdo al detalle del sexto considerando de la presente Resolución.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- ENCARGAR** a Gerencia de Infraestructura y a las Sub Gerencias adscritas a ésta, según sus ámbitos y competencias, cautelar el cumplimiento de lo dispuesto en la presente Resolución.

**ARTÍCULO TERCERO.- DEJAR SIN EFECTO** las disposiciones que se opongan a lo resuelto por la presente Resolución.

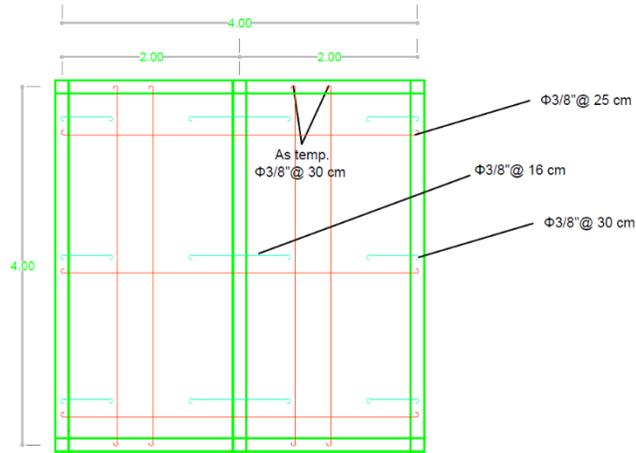
**REGÍSTRESE, COMUNIQUESE Y CÚMPLASE.**

  
Manuel Antenor Beterria Vilchez  
ALCALDE PROVINCIAL

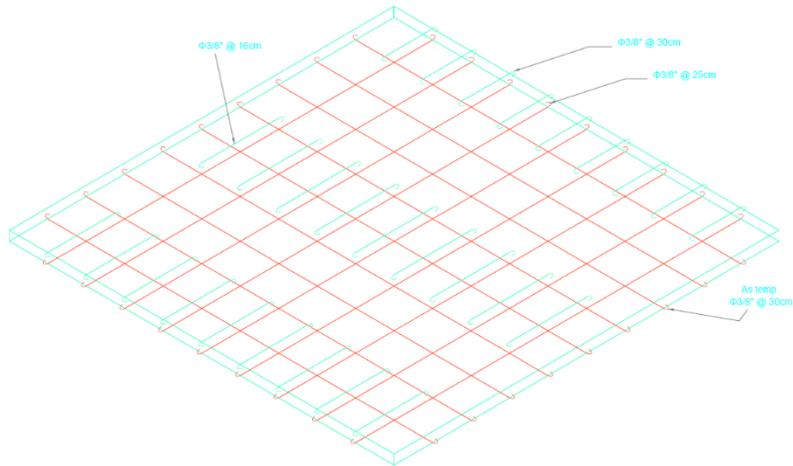
  
  
  


Cc.  
JLVR/etg  
- Alcaldía.  
- Gerencia Municipal.  
- Oficina General de Asesoría Jurídica  
- Oficina General de Administración.  
- Oficina General de Planeamiento y Presupuesto  
- Gerencia de Infraestructura  
- Oficina de Asesoría Legal de la Gerencia de Infraestructura.  
- OCI  
- Archivo

ALAMEDA DE LOS INCAS N° 253 - COMPLEJO "QHAPAC ÑAN"  
CAJAMARCA - PERÚ



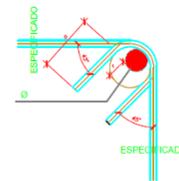
DETALLE EN PLANTA  
ESC: 1/50



DETALLE TÍPICO EN 3D  
ESC: 1/100



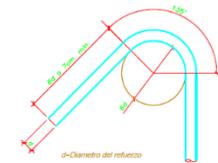
DETALLE EN CORTE TÍPICO  
SIN ESCALA



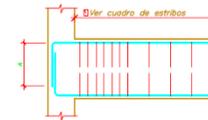
Ø	r(cm.)	a(cm.)
1/4"	1.3	6.5
3/8"	2.0	10.0
1/2"	2.5	12.5

Ø DE COLUMNA O VIGA

DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS  
EN COLUMNAS Y VIGAS



GANCHOS EN ESTRIBOS  
SIN ESCALA



Ø	A
3/8"	.20
1/2"	.30
5/8"	.35
3/4"	.45
1"	.50

EXTREMO TÍPICO DE VIGAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO ARMADO:	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	RECURSAMIENTO DEL ACERO
CONCRETO - LOSAS	$f_y = 210 \text{ kg/cm}^2$	LOSAS - 3.00 cm
CONCRETO - VIGAS	$f_y = 210 \text{ kg/cm}^2$	
ACERO	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE  
Facultad de Ingeniería  
Carrera Profesional de Ingeniería Civil

TESTIS: COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y ECONOMICO DE LOSAS ARMADAS EN UNA DIRECCIÓN Y LOSAS ARMADAS EN DOS DIRECCIONES

PLANO: DETALLE LOSA ARMADA EN UNA DIRECCIÓN

Elaborado por: MENDOZA HUACCHA, Anthony Héctor

Escala: Indicada

FECHA: Diciembre 2019

LA-01

