



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA INGENIERIA CIVIL**

TEMA:

**Análisis comparativo de costos y tiempo entre losas de
hormigón armado y losas pre-tensadas pre-fabricadas sobre
pórticos de hormigón armado.**

AUTOR:

Alexander André Betancourt Reyes

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO CIVIL**

TUTOR:

Ing. Marco Vinicio Suarez Rodríguez

Guayaquil, Ecuador

15 de febrero del 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Betancourt Reyes Alexander André**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

TUTOR

f. _____

Ing. Marco Vinicio Suárez Rodríguez.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Stefany Esther Alcívar Bastidas.

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Betancourt Reyes Alexander André**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Análisis comparativo de costos y tiempo entre losas de hormigón armado y losas pre-tensadas pre-fabricadas sobre pórticos de hormigón armado**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR

f. _____
Betancourt Reyes Alexander André



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, **Betancourt Reyes Alexander André**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Análisis comparativo de costos y tiempo entre losas de hormigón armado y losas pre-tensadas pre-fabricadas sobre pórticos de hormigón armado**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR:

f. _____
Betancourt Reyes Alexander André

Reporte urkund



Urkund Analysis Result

Analysed Document: Betancourt_Alexander_FINAL.pdf (D96587528)
Submitted: 2/26/2021 7:12:00 AM
Submitted By: claglas@hotmail.com
Significance: 6 %

Sources included in the report:

17882-Paucar Palomino, Héctor.pdf (D56331895)
http://www.andece.org/images/BIBLIOTECA/guia_tecnica%20estructuras_%20prefabricadas_hormigon_andece.v1.pdf
<https://docplayer.es/74626942-Universidad-de-guayaquil-facultad-de-ciencias-matematicas-y-fisicas-carrera-de-ingenieria-civil.html>
<https://docplayer.es/98565772-Universidad-de-guayaquil.html>
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2744/1/Maestr%C3%ADa%20E.S.R.%2061%20-%20Navarro%20Pe%C3%B1aherrera%20Carlos%20Patricio.pdf>

Acti

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer al Ing. Marco Suarez Rodríguez, quien es y espero siga siendo un gran modelo a seguir respecto al ámbito profesional de la ingeniería y docencia, quien no solamente es mi tutor sino también un gran amigo del cual espero seguir aprendiendo.

Al Ing. Carlos León por haber ayudado y guiado este trabajo con su conocimiento y experiencia, ya que gracias a él se pudo tener el acceso a los planos y criterios para los cambios del mismo.

A mis padres y hermanas, quienes brindaban alegría y apoyo emocional que me ayudó a llegar hasta el final de este largo camino.

Al Ing. Alfredo Arias, por compartir sus conocimientos y experiencias sobre los elementos prefabricados, y permitir el ingreso a las instalaciones de la planta Ditelme.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a toda mi familia, quienes de una manera u otra aportaron en mi desenvolvimiento académico, crecimiento personal y laboral.

Además, quiero dedicar este trabajo a todas esas personas que criticaron y dieron una pobre esperanza respecto a mi futuro en la carrera de Ingeniería Civil, por impulsarme cada día a esforzarme más para cumplir la meta.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Stefany Alcívar Bastidas
DECANO O DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

Ing. Guillermo Ponce Vásquez
COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

Ing. José Andrés Barros Cabezas
OPONENTE

Índice general

1. Capítulo 1: Introducción.	2
1.1. Antecedentes.	2
1.2. Planteamiento del problema.	2
1.3. Justificación de Estudio.	2
1.4. Objetivo General.	3
1.5. Objetivos Específicos.	3
1.6. Hipótesis.	3
1.7. Alcance.	3
1.8. Metodología.	4
2. Capítulo 2: Marco teórico.	5
2.1. Condiciones arquitectónicas de un estacionamiento.	5
2.1.1. Entradas y salidas (art. 380).	5
2.1.2. Áreas de espera (art. 384).	5
2.1.3. Altura libre mínima (art 386).	6
2.1.4. Dimensiones mínimas para puestos de estacionamiento (art. 387).	6
2.1.5. Anchos mínimos para puestos de estacionamientos (art. 388).	6
2.1.6. Normas relativas a estacionamientos para vehículos pesados (art. 389).	7
2.2. Coordinación arquitectónica e ingenieril.	7
2.3. Losas de hormigón.	8
2.3.1. Definición.	8

2.3.2.	Funciones de una losa.	9
2.3.2.1.	Función arquitectónica.....	9
2.3.2.1.1.	Normas de arquitectura y urbanismo. Sección décimo cuarta: estacionamientos y edificios de estacionamientos.	9
2.3.2.2.	Función estructural.	9
2.3.2.2.1.	Norma ecuatoriana de la construcción (NEC).....	10
2.3.3.	Clasificación de las losas.	10
2.3.3.1.	Según su compacidad.....	10
2.3.3.1.1.	Losa Maciza.	10
2.3.3.1.2.	Losa alivianada.	11
2.3.3.1.3.	Losa nervada.....	11
2.3.3.1.4.	Losas con elementos pretensados.	12
2.3.3.1.5.	Luces entre apoyos.	12
2.3.3.2.	Disposición de las armaduras.	13
2.3.3.2.1.	Losas armadas en una dirección.	13
2.3.3.2.2.	Losas armadas en dos direcciones.....	14
2.3.3.3.	Según sus apoyos.	14
2.3.3.3.1.	Losas sobre apoyos lineales.	14
2.3.3.3.2.	Losas sobre apoyos puntuales.	15
2.3.3.4.	Continuidad de las losas.	15
2.3.3.4.1.	Losa simple, con libre rotación.	16
2.3.3.4.2.	Losa simple, con rotación restringida.....	16

2.3.3.4.3.	Losas continuas en una dirección.....	17
2.3.3.4.4.	Losas continuas en dos direcciones.....	17
2.3.3.5.	Formas de las losas.....	18
2.3.4.	Especificaciones de diseño de losas.....	18
2.4.	Vigas.....	18
2.4.1.	Vigas de hormigón armado.....	18
2.4.1.1.	Fuerza cortante y momento de flexión en vigas de hormigón armado. 19	
2.4.1.2.	Torsión en vigas.....	20
2.4.2.	Vigas de hormigón pre-forzado.....	21
.....	21
2.4.2.1.	Perdidas de pre-esfuerzo.....	22
2.4.2.2.	Resistencia a la flexión de vigas pre-forzadas.....	22
2.4.2.3.	Resistencia al corte de vigas pre-forzadas.....	23
2.4.3.	Vigas prefabricadas.....	24
2.4.3.1.	Resistencia y calidad del hormigón en sistemas estructurales prefabricados.....	28
3.	Capítulo 3: Desarrollo.....	29
3.1.	Descripción del proyecto.....	29
3.2.	Sistema constructivo de losas con vigas y nervios de hormigón armado.....	30
3.3.	Sistema constructivo de losas de hormigón con vigas doble T de hormigón pretensado prefabricado.....	31

3.3.1.	Visita técnica a la planta de Ditelme S.A.....	32
4.	Análisis comparativo.....	37
4.1.	Comparación técnica de parámetros y materiales.....	37
4.2.	Comparación de costos y tiempos.....	37
4.2.1.	Obtención de cantidades y análisis de precios unitarios de los rubros de la losa de hormigón armado.....	37
4.2.2.	Conformación del presupuesto.....	44
4.2.3.	Obtención de cantidades y análisis de precios unitarios de los rubros de la losa con utilización grúa.....	44
4.2.4.	Conformación del presupuesto.....	51
4.2.5.	Obtención de cantidades y análisis de precios unitarios de los rubros de losas prefabricadas pretensadas.....	51
4.2.6.	Conformación del presupuesto.....	62
4.2.7.	Cronograma de obra para los diferentes sistemas.....	63
4.2.8.	Comparación entre los costos de los diferentes sistemas y sus plazos de ejecución.....	66
5.	Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones.....	67
5.1.	Conclusiones.....	67
5.2.	Recomendaciones.....	67
6.	Bibliografía.....	71
7.	Anexos.....	72

Índice de Figuras.

Figura 1. Ejemplo de funciones.	8
Figura 2. Detalle de losa maciza.	11
Figura 3. Sección transversal de losa aligerada.	11
Figura 4. Detalle de losa nervada.	12
Figura 5. Losa con elementos pretensados.	12
Figura 6. Tipo de losas según luces.	13
Figura 7. Losa de una dirección.	13
Figura 8. Losa en dos direcciones.	14
Figura 9. Losas sobre apoyo.	15
Figura 10. Losas sobre apoyos puntuales.	15
Figura 11. Losa simple, con rotación libre.	16
Figura 12. Empotramiento parcial.	16
Figura 13. Losa continua en una dirección.	17
Figura 14. Losas continuas en dos direcciones.	17
Figura 15. Cortante en vigas rectangulares.	19
Figura 16. Comportamiento de vigas ante cargas crecientes.	20
Figura 17. Viga sometida a torsión.	21
Figura 18. Sección transversal de viga pre-forzada.	21
Figura 19. Viga doble T.	24
Figura 20. Viga DT.	25

Figura 21. Viga T.....	25
Figura 22. Viga rectangular.....	26
Figura 23. Viga Omega.....	26
Figura 24. Viga en Y.....	27
Figura 25. Viga canal.....	28
Figura 26. Mall el Fortín.....	29
Figura 27. Bodegas de Ditelme.....	33
Figura 28. Bodegas de Ditelme.....	34
Figura 29. Placas de tensado para colocación del gato hidráulico.....	35
Figura 30. Moldes de fundición para vigas doble T.....	36
Figura 33. Área de losa para Sistema tradicional de hormigón armado.....	72
Figura 34. Área de losa para Sistema de elementos prefabricados pre-tensados.....	73

Índice de tablas.

Tabla 1. Dimensiones mínimas de un puesto de estacionamiento en base a la forma de colocación del puesto.	6
Tabla 2. Anchos mínimos de puestos de estacionamiento	6
Tabla 3. Dimensiones de puestos de estacionamientos para vehículos pesados	7
Tabla 4. Materiales y parámetros técnicos más importantes.....	37
Tabla 5. Cantidades de obra para sistema tradicional de hormigón armado.....	37
Tabla 6. APU de Vigas cargadoras de $f'c=350$ kg/cm ²	38
Tabla 7. APU de Vigas de amarre de $f'c=350$ kg/cm ²	39
Tabla 8. APU de Vigas secundarias de $f'c=350$ kg/cm ²	40
Tabla 9. APU de Cajonetas de poliestireno.	41
Tabla 10. APU de Losa de $f'c=350$ kg/cm ²	42
Tabla 11. APU de Acero de refuerzo general $f_y=4200$ kg/cm ²	43
Tabla 12. Presupuesto de obra para el sistema tradicional de hormigón armado.	44
Tabla 13. Cantidades de obra para sistema tradicional con grúa.	44
Tabla 14. APU de Vigas cargadoras de $f'c=350$ kg/cm ²	45
Tabla 15. APU de Vigas de amarre de $f'c=350$ kg/cm ²	46
Tabla 16. APU de Vigas secundarias de $f'c=350$ kg/cm ²	47
Tabla 17. APU de Cajonetas de poliestireno.	48
Tabla 18. APU de Losa de $f'c=350$ kg/cm ²	49
Tabla 19. APU de Acero de refuerzo general $f_y=4200$ kg/cm ²	50
Tabla 20. Presupuesto de obra para el sistema tradicional de hormigón armado.	51

Tabla 13. Cantidades de obra.....	53
Tabla 22. APU de Vigas cargadoras de $f'c=350$ kg/cm ²	54
Tabla 23. APU de Vigas de amarre de $f'c=350$ kg/cm ²	55
Tabla 24. APU de Vigas sección Doble Tee 12,10m.....	56
Tabla 25. APU de Vigas sección Doble Tee 9,20m.....	57
Tabla 26. APU de Apoyo de neopreno sección cuadrada 10x10x1cm.	58
Tabla 27. APU de Izaje de vigas Doble Tee en obra.	59
Tabla 28. APU de Capa de compresión $f'c=280$ kg/cm ²	60
Tabla 29. APU de Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	61
Tabla 30. Presupuesto de obra para el sistema elementos prefabricados.....	62
Tabla 31. Cronograma de obra del sistema tradicional de hormigón armado	63
Tabla 32. Cronograma de obra del sistema tradicional de hormigón armado con grúa...64	
Tabla 33. Cronograma de obra del sistema de elementos prefabricados.	65
Tabla 34. Resumen del análisis.....	66

RESUMEN

En este trabajo de titulación se realizó una comparación entre los sistemas constructivos tradicionales de hormigón armado y el sistema constructivo de elementos prefabricados, empleados para la construcción de una losa de parqueos donde se tomó de ejemplo el parqueadero subterráneo del Centro Comercial El Fortín, tratando de demostrar las ventajas y desventajas que tiene un sistema respecto al otro, en función del costo y tiempo de ejecución del proyecto. Se realizó la modificación del plano estructural de la losa, para poder hacer el análisis de cantidades de los materiales, y estructurar los presupuestos y cronogramas de obra para los diferentes sistemas constructivos. Adicionalmente, se realizó el análisis de tiempo y costo del sistema tradicional de hormigón armado implementando maquinaria pesada (en este caso una grúa), que sería utilizada en la construcción para el transporte e izaje de materiales para encofrado y acero de refuerzo, obteniendo como resultado que el sistema tradicional de hormigón armado con implementación de maquinaria pesada (grúa) es más costoso que el trabajo común solo con el personal de obra, sin embargo requiere un menor tiempo de ejecución.

Palabras Clave: Hormigón, Sistema constructivo, Análisis de Precios Unitarios, Costos, Comparación, Prefabricado, Alivianado.

ABSTRACT

In this degree work, a comparison was made between the traditional construction systems of reinforced concrete and the construction system of precast elements, used for the construction of a parking slab where the underground parking lot of the El Fortín Shopping Center was taken as an example, trying to demonstrate the advantages and disadvantages that one system has over the other, depending on the cost and time of project execution. The modification of the structural plan of the slab was carried out, in order to be able to make the analysis of the quantities of the materials, and structure the budgets and work schedules for the different construction systems. Additionally, the time and cost analysis of the traditional reinforced concrete system was carried out by implementing heavy machinery (in this case a crane), which would be used in construction to transport and lift materials for formwork and reinforcing steel, obtaining as a result that the traditional system of reinforced concrete with implementation of heavy machinery (crane) is more expensive than common work only with construction personnel, however it requires less execution time.

Key Words: Concrete, Construction System, Unit Price Analysis, Costs, Comparison, Precast, Lightened.

1. Capítulo 1: Introducción.

1.1. Antecedentes.

Dentro del ámbito profesional, a la hora de escoger la mejor alternativa que conduzca a diseñar y luego construir una losa de hormigón con vigas, nos encontramos con dos alternativas, un sistema de elementos prefabricados y el sistema de elementos de hormigón armado, sin embargo, se deberá plantear las diferencias y conveniencias de ambos sistemas, por lo que se considera necesario realizar este previo análisis comparativo, para tratar de lograr establecer los puntos más convenientes para los involucrados en el proyecto y se pueda desarrollar de la mejor manera el mismo.

Es conocido que actualmente para obras de gran tamaño se considere pertinente emplear un sistema que permita avanzar rápidamente el proyecto, por esta razón los análisis de costo-tiempo se ven inclinados por la alternativa de elementos prefabricados, no obstante, en este trabajo se procederá a realizar la comparación debida de ambos sistemas de hormigón tomando como ejemplo el parqueadero subterráneo del Centro Comercial El Fortín ubicado en el Km 25 Av. Perimetral, Entre Av. Modesto Luque y Calle Casuarina.

1.2. Planteamiento del problema.

Actualmente en las obras civiles de gran tamaño se considera muy importante el tema costo-tiempo del proyecto, por lo que los diseñadores deben plantear la mejor alternativa posible para viabilidad del mismo; complementado por los ejecutores del proyecto, quienes deben realizar el análisis riguroso de los sistemas constructivos en hormigón, para brindar un punto comparativo que arroje como resultado los beneficios que podría adquirir sobre todo el dueño del proyecto al emplear uno de los sistemas planteados.

1.3. Justificación de Estudio.

Actualmente se tiene la creencia que en los proyectos de gran tamaño donde se necesita grandes luces entre columnas, resulta muy útil y primordial el uso de elementos

prefabricados pretensados, sin embargo, existe la alternativa de realizarlo con elementos de hormigón armado, aunque no es muy empleada en la práctica ya que supuestamente “encarece el proyecto”; viendo esta posibilidad, resulta necesario realizar un análisis comparativo que demuestre el efecto económico que puede tener un sistema respecto del otro, y qué ventajas plantea cada uno de ellos para la toma de decisiones en proyectos futuros.

1.4. Objetivo General.

Realizar un análisis comparativo de costos, tiempo y función entre losas de hormigón armado con vigas reforzadas y con vigas pretensadas prefabricadas. Luego, establecer ventajas y desventajas entre los sistemas planteados.

1.5. Objetivos Específicos.

- Detallar los sistemas constructivos, con el esquema técnico que involucra cada uno de los dos, adjuntando detalles gráficos.
- Realizar un análisis comparativo de costos, tiempo y función, tomando como modelo un edificio tipo de la ciudad de Guayaquil, entre los sistemas planteados.

1.6. Hipótesis.

Para los proyectos de gran tamaño, tipo edificaciones comerciales o parqueaderos, es posible obtener un funcionamiento adecuado en ambos sistemas y adicionalmente obtener los costos de manera similar entre ambos casos.

1.7. Alcance.

El desarrollo del trabajo conducirá a tener un análisis veraz, de forma tal que permita especialmente a los Promotores, Ingenieros y Arquitectos Constructores, en el sector privado y Funcionarios o Técnicos de las entidades públicas, escoger las mejores

alternativas para llevar a cabo obras de esta naturaleza, partiendo sobre todo en mejorar costos y tiempo.

1.8. Metodología.

Realizar una investigación de antecedentes en la construcción de los dos tipos de vigas en losas, que han originado cambios en funcionalidad, costos y tiempo, entre un tipo y el otro dentro de los grandes proyectos.

Escoger una edificación tipo de Guayaquil, como el parqueadero subterráneo del Centro Comercial El Fortín ubicado en el Km 25 Av. Perimetral, Entre Av. Modesto Luque y Calle Casuarina y plantear debidamente los procesos constructivos alrededor de los dos tipos de losas con vigas reforzadas y vigas pretensadas prefabricadas.

Conseguir información de los proveedores de elementos prefabricados pretensados, que permitan realizar un estudio más profundo, para abarcar una comparación respecto a parámetros técnicos de los elementos.

Hacer un análisis comparativo entre estos sistemas de losas, básicamente en costos y tiempo a través de los presupuestos, cronogramas de obra y experiencias

Culminar, obteniendo las conclusiones que permitan realizar las recomendaciones del caso.

2. Capítulo 2: Marco teórico.

2.1. Condiciones arquitectónicas de un estacionamiento.

2.1.1. Entradas y salidas (art. 380).

Zona de transición: Todas las edificaciones que por su ubicación no estén afectadas por retiros frontales a la vía pública o pasajes, deberán prever a la entrada y salida de vehículos, una zona de transición horizontal no menor a 3,00 m. de longitud, medidos desde la línea de fábrica, con una pendiente no mayor al 10% (territorial, 2003, pág. 204).

“Número de carriles: Los carriles para entrada o salida de vehículos serán 2 cuando el estacionamiento albergue a más de 40 puestos” (territorial, 2003, pág. 204).

“Ancho mínimo de carriles: Cada carril deberá tener un ancho mínimo útil de 2.50 m., perfectamente señalizado” (territorial, 2003, pág. 204).

Señal de alarma-luz: Toda edificación que al interior del predio tuviese más de veinte puestos de estacionamiento, deberá instalar a la salida de vehículos una señal de alarma-luz. Esta será lo suficientemente visible para los peatones, indicando el instante de salida de los vehículos (territorial, 2003, pág. 204).

“No podrá destinarse para accesos de estacionamientos más del 30% del frente del lote, excepto en lotes de hasta 15 m de frente, en los que se podrá destinar hasta el 40% del mismo” (territorial, 2003, pág. 204).

2.1.2. Áreas de espera (art. 384).

Los edificios de estacionamiento tendrán áreas de espera cubiertas ubicadas a cada lado de los carriles, las que deberán tener una longitud mínima de 6.00 m., y un ancho no menor de 1.20 m., el piso terminado estará elevado 0.15 m. sobre el nivel de los carriles (territorial, 2003, pág. 205).

2.1.3. Altura libre mínima (art 386).

“Las construcciones para estacionamientos públicos tendrán una altura libre mínima de 2.30 m. medidos desde el piso terminado hasta la cara inferior del elemento de mayor descuelgue. En edificios de otros usos esta altura será de 2.20 m” (territorial, 2003, pág. 206).

2.1.4. Dimensiones mínimas para puestos de estacionamiento (art. 387).

En la siguiente tabla se establecerán el área mínima y las dimensiones requeridas para un puesto de estacionamiento de acuerdo con su forma de colocación.

Tabla 1. Dimensiones mínimas de un puesto de estacionamiento en base a la forma de colocación del puesto.

ESTACIONAMIENTO	A	B	C
En 30º	5.00	4.30	3.30
En 45º	3.40	5.00	3.30
En 60º	2.75	5.50	6.00
En 90º	2.30	4.80	5.00
En paralelo	6.00	2.20	3.30

Fuente: (territorial, 2003, pág. 206)

2.1.5. Anchos mínimos para puestos de estacionamientos (art. 388).

El ancho mínimo de puestos de estacionamiento con respecto a elementos laterales como muros se regirán mediante la siguiente tabla:

Tabla 2. Anchos mínimos de puestos de estacionamiento.

LUGAR DE EMPLAZAMIENTO	PARA AUTOMOVILES LIVIANOS
Abierto por todos los lados o contra un obstaculo	4.80 m x 2.30 m
Con pared en uno de los dos lados	4.80 m x 2.50 m
Con pared en ambos lados (caja)	4.80 m x 2.80 m

Fuente: (territorial, 2003, pág. 206)

2.1.6. Normas relativas a estacionamientos para vehículos pesados (art. 389).

La norma establece dimensiones según los ángulos de estacionamiento para vehículos pesados mediante la siguiente tabla:

Tabla 3. Dimensiones de puestos de estacionamientos para vehículos pesados.

TIPO DE VEHICULO	INCLINACIÓN														
	90			60			45			30			PARALELO		
	A	L	C	A	L	C	A	L	C	A	L	C	L	A	C
PESADO	3.00	10.00	8.00	5.50	10.15	8.00	4.20	9.20	6.00	6.20	7.60	6.00	12.00	3.00	6.00
TIPO A	3.00	18.00	12.00	3.50	17.00	12.00	4.20	14.85	9.00	6.20	11.70	9.00	22.00	3.00	9.00
TIPO B	3.00	14.00	12.00	3.50	13.60	12.00	4.20	12.00	9.00	6.20	9.65	9.00	17.00	3.00	9.00

Fuente: (territorial, 2003, pág. 207)

Los vehículos TIPO A están relacionados a los buses, busetas, camiones rígidos de 2 y 3 ejes, mientras que los vehículos TIPO B (tractor, camión y remolques). Donde A= ancho, L= largo y C= carril de circulación.

2.2. Coordinación arquitectónica e ingenieril.

A lo largo de los años se han construidos grandes obras de arquitectura e ingeniería, como el Acueducto de Segovia, el puente Golden Gate el de Brooklyn o el de Alcántara que a pesar del tiempo en el que fueron construidos aún permanecen de pie, esto nos da a notar la buena coordinación que hubo entre todos los especialistas que abordaron la construcción.

En una obra civil uno de los primeros profesionales que se involucran es el arquitecto, el cual mediante planos arquitectónicos transmite ideas vinculándose estrechamente con el hábitat, en esta etapa el arquitecto debe trabajar conjuntamente con el ingeniero civil compartiendo conocimientos e ideas y de este modo realizar una construcción enfocada en el hábitat y en la obra pública.

Eduardo Torreja en un informe se pronunció sobre el tema con las siguientes palabras: “de crear una organización que asegure una perfecta convivencia entre las distintas profesiones, las más nobles y las más humildes, en la cual cada uno pueda mantenerse a un alto nivel humano, en un clima de lealtad, de mutuo respeto y de solidaridad recíproca,

de forma que se garantice a cada uno la máxima dignidad personal” (Torreja, 1982, pág. 52).

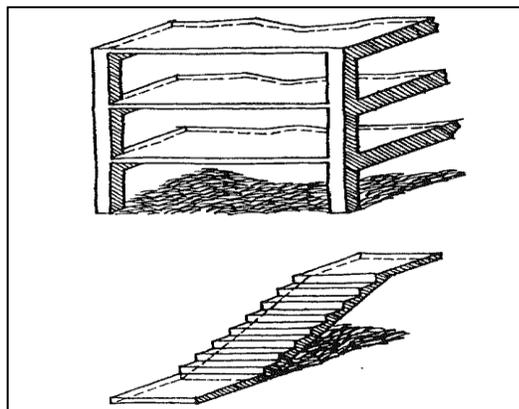
2.3. Losas de hormigón.

2.3.1. Definición.

En las construcciones de concreto reforzado las losas se utilizan para proporcionar superficies planas y útiles. Una losa de concreto reforzado es una amplia placa plana, generalmente horizontal, cuyas superficie superior e inferior son paralelas o casi paralelas entre sí. Puede estar apoyada en vigas de concreto reforzado (y se vacía por lo general en forma monolítica con estas vigas), en muros de mampostería, en elementos de acero estructural, en forma directa en columnas en el terreno de forma continua. (Nilson, 2001, pág. 365)

Las losas son una parte fundamental de una estructura y se diseñan no tan solo con la finalidad de tener un buen comportamiento ante esfuerzos, sino también con alguna función en específico. Así como las losas planas o inclinadas son utilizadas para cubiertas, las rampas para acceso vehicular, losas planas para entresijos, entre otras funciones.

Figura 1. Ejemplo de funciones.



Fuente: (Bernal, 2005, pág. 17)

2.3.2. Funciones de una losa.

2.3.2.1. Función arquitectónica.

Separa los espacios verticales de la estructura formando los diferentes niveles de la construcción; para que esta función se cumpla de una manera adecuada, la losa debe garantizar el aislamiento del ruido, del calor y la visión directa (losas, 2016, pág. 4).

La función arquitectónica es fundamental para realizar el análisis estructural de un proyecto de construcción ya que se podrá conocer mediante normativas la ubicación precisa de los elementos estructurales y sus dimensiones permisibles, cabe recalcar que en este proyecto de titulación nos enfocaremos en una losa de parqueadero.

2.3.2.1.1. Normas de arquitectura y urbanismo. Sección décimo cuarta: estacionamientos y edificios de estacionamientos.

“Las disposiciones de esta sección y las demás pertinentes de la presente normativa, afectaran a todo tipo de edificaciones en que existan o se destinen uno o más sitios para el estacionamiento público o privado de vehículos” (territorial, 2003, pág. 186).

“Todo espacio destinado para estacionamiento debe disponer de una reserva permanente de lugares destinados para vehículos que transporten o pertenezcan a personas discapacitadas o con movilidad reducida a razón de una plaza por cada 25 lugares o fracción” (territorial, 2003, pág. 186).

Todos los artículos de la sección décima cuarta de la norma de Arquitectura y urbanismo serán necesariamente aplicados al proyecto ya que contienen conceptos fundamentales para la ingeniería de tránsito, permitiendo la fluidez y seguridad al interior del parqueadero.

2.3.2.2. Función estructural.

“Las losas deben ser capaces de sostener las cargas de servicio, lo mismo que su propio peso y el de los acabados como piso, tabiquería, frisos, etc. Además, forman un diafragma rígido, para atender la función sísmica de conjunto” (losas, 2016, pág. 4).

2.3.2.2.1. Norma ecuatoriana de la construcción (NEC).

En la norma ecuatoriana de la construcción (NEC) se presentan los requerimientos y metodologías que deberán ser aplicados al diseño sismo resistente de edificios principalmente y, en segundo lugar, a otras estructuras; complementadas con normas extranjeras reconocidas.

2.3.3. Clasificación de las losas.

Las losas se clasifican:

- Según su compacidad
- La armadura
- Según sus apoyos
- Su continuidad
- Su forma

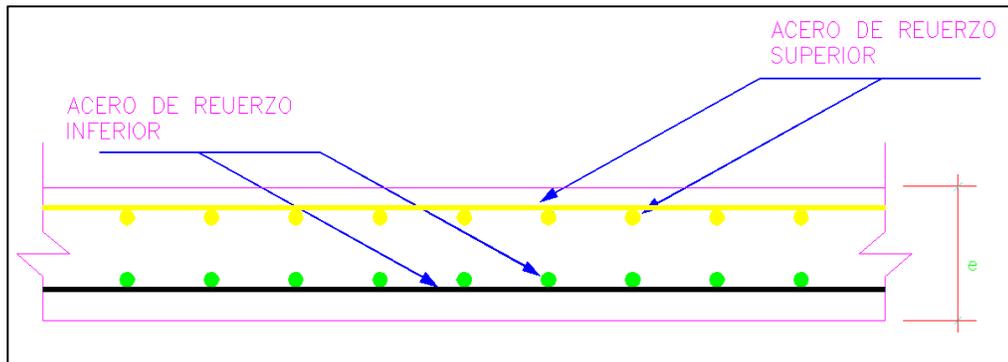
2.3.3.1. Según su compacidad.

Esta clasificación se enfoca en su constitución transversal.

2.3.3.1.1. Losa Maciza.

Este tipo de losas esta hoy en día en desuso por su elevado peso y ser poco económicas, tienen poca rigidez y vibran demasiado. Debido a su poco bajo espesor, requieren mucho refuerzo longitudinal y si este se incrementa para disminuir la cantidad de acero e incrementar su rigidez, el peso propio aumenta considerablemente (losas, 2016, pág. 11).

Figura 2. Detalle de losa maciza.

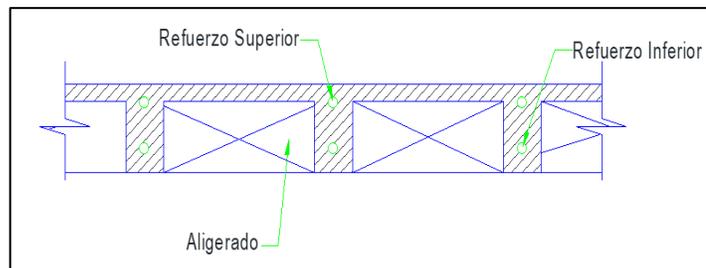


Fuente: (losas, 2016, pág. 13).

2.3.3.1.2. Losa alivianada.

Ejecutadas con la incorporación de algún material más liviano que el hormigón, y que se coloca en las zonas de tracción. Habitualmente se utilizan bloques huecos o bloques de poliestireno expandido que, colocados según un cierto orden, pueden formar nervaduras en las losas donde se colocaran los hierros que resisten a la tracción (Bernal, 2005, pág. 21).

Figura 3. Sección transversal de losa aligerada.



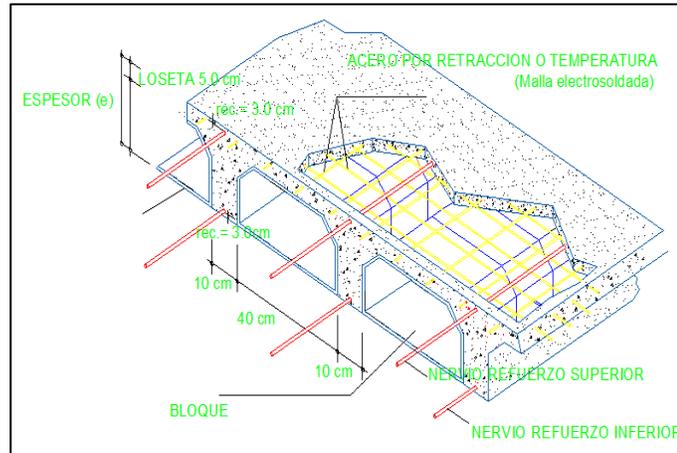
Fuente: (Alex Betancourt).

2.3.3.1.3. Losa nervada.

Están constituidas por una serie de pequeñas "T", llamadas nervios o viguetas (en el caso de las losas prefabricadas), unidas a través de una losa de igual espesor que le ala de la

viga. Las losas nervadas son más ligeras que las losas macizas de rigidez equivalente, lo que les permite ser más eficientes para cubrir grandes luces (losas, 2016, pág. 9).

Figura 4. Detalle de losa nervada.

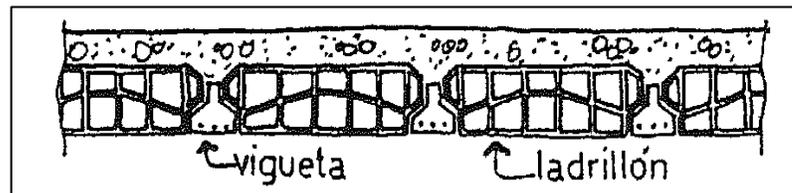


Fuente: (losas, 2016, pág. 10).

2.3.3.1.4. Losas con elementos pretensados.

“Las más comunes son aquellas ejecutadas con viguetas pretensadas y ladrillones cerámicos o de hormigón. Este tipo de losas trae aparejada una gran economía de encofrados y puntales” (Bernal, 2005, pág. 22).

Figura 5. Losa con elementos pretensados.



Fuente: (Bernal, 2005, pág. 22).

2.3.3.1.5. Luces entre apoyos.

En el siguiente cuadro se determina el tipo de losa armada en una sola dirección según las luces habituales máximas.

Figura 6. Tipo de losas según luces.

Tipo de losa	Luces habituales
Losa maciza	hasta 5,00 metros
Losa alivianada	hasta 7,00 metros
Losa nervurada	hasta 10,00 metros
Losa premoldeadas	hasta 7,00 metros

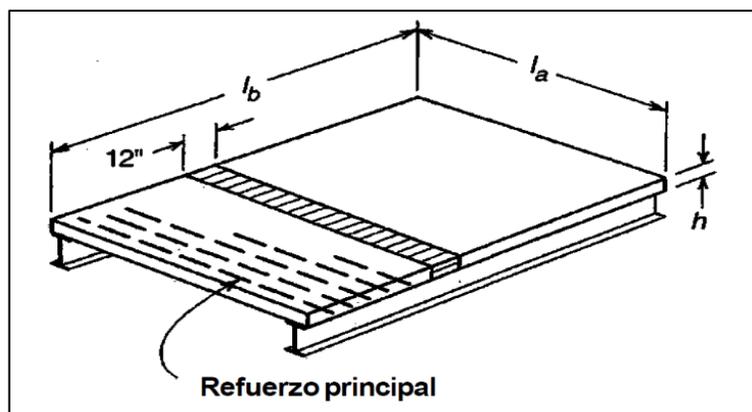
Fuente: (Bernal, 2005, pág. 22).

2.3.3.2. Disposición de las armaduras.

2.3.3.2.1. Losas armadas en una dirección.

Una losa de hormigón reforzada en una dirección es un miembro a flexión que salva una luz en una dirección entre apoyos y se refuerza para flexión solamente en una dirección. Si una losa se apoya por medio de vigas o muros sobre los cuatro lados, pero la luz en la dirección larga es mayor que dos veces la de la dirección corta, la mayoría de la carga se transportara en la dirección corta; de donde, la losa puede ser diseñada como una losa en una dirección (Merrit & Ricketts, 1997, pág. 9.72).

Figura 7. Losa de una dirección.

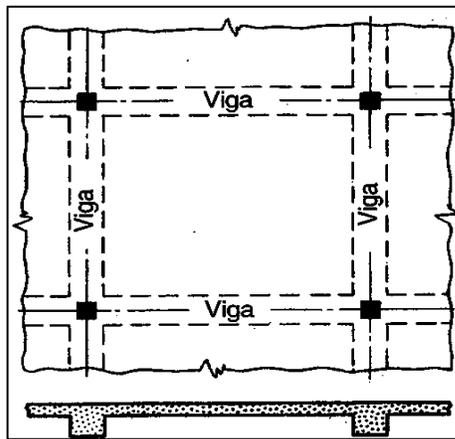


Fuente: (Nilson, 2001, pág. 368).

2.3.3.2.2. Losas armadas en dos direcciones.

Una losa en dos direcciones es un panel de hormigón reforzado para flexión en más de una dirección. Se han utilizado muchas variaciones de este tipo de construcción para pisos y techos incluyendo las placas planas, las losas planas sólidas y las losas planas reticulares de cajones. Generalmente las columnas que apoyan la construcción de este tipo se disponen de tal manera que sus centros dividan la losa en paneles cuadrados o casi cuadrados, pero si se desea, pueden utilizarse paneles rectangulares triangulares, o aun irregulares (Merrit & Ricketts, 1997, pág. 9.80).

Figura 8. Losa en dos direcciones.



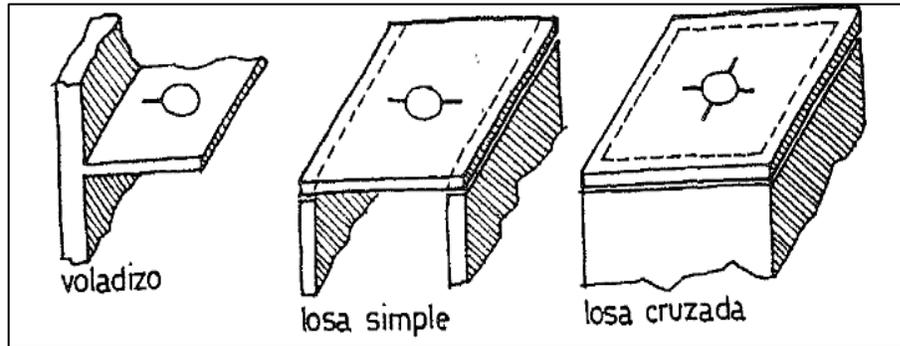
Fuente: (Nilson, 2001, pág. 366).

2.3.3.3. Según sus apoyos.

2.3.3.3.1. Losas sobre apoyos lineales.

Representan un tipo de losas comunes las cuales pueden estar apoyadas en un solo lado (voladizo), en lados paralelos (losa simple) y en más de dos lados (losas cruzadas).

Figura 9. Losas sobre apoyo.

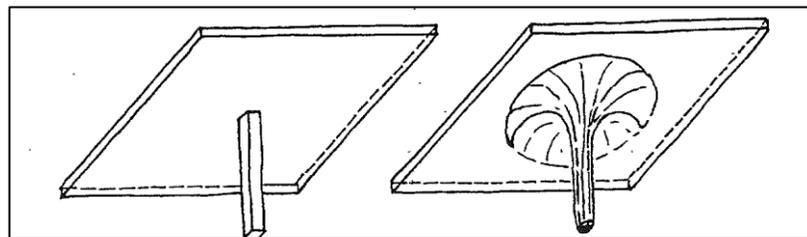


Fuente: (Bernal, 2005, pág. 24).

2.3.3.3.2. Losas sobre apoyos puntuales.

“(Entrepisos sin vigas) apoyan sobre columnas. En algunos casos en forma directa y en otro con un capitel en las columnas, en este último, las losas suelen ser llamadas losas tipo hongos” (Bernal, 2005, pág. 24).

Figura 10. Losas sobre apoyos puntuales.



Fuente: (Bernal, 2005, pág. 24).

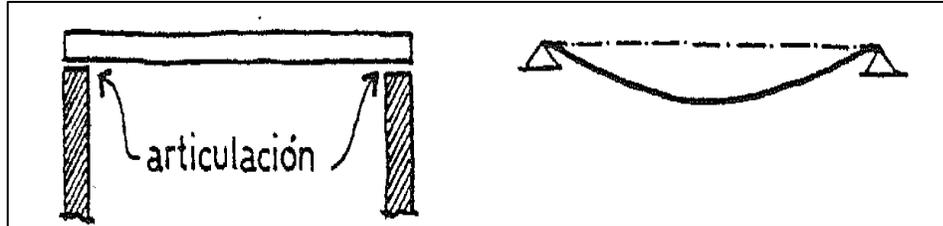
2.3.3.4. Continuidad de las losas.

Las losas pueden ser aisladas, simples o producir una continuidad con el sistema estructural.

2.3.3.4.1. Losa simple, con libre rotación.

“Se presenta en aquellos casos donde las losas apoyan sobre mampostería. No existiendo monolitismo en el apoyo. Las losas se deforman y giran libremente sin ningún tipo de empotramiento elástico en los apoyos” (Bernal, 2005, pág. 24).

Figura 11. Losa simple, con rotación libre.

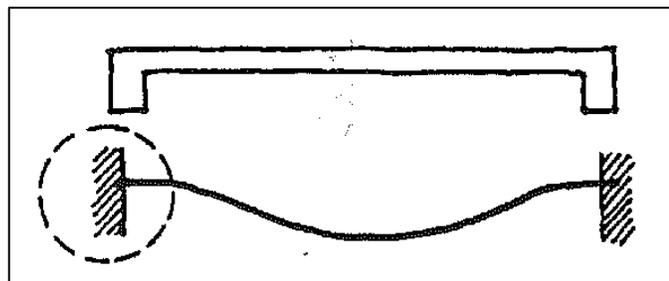


Fuente: (Bernal, 2005, pág. 24).

2.3.3.4.2. Losa simple, con rotación restringida.

La mayoría de las losas se encuentran monolíticamente unidas a las vigas, esta situación genera en los apoyos de las losas cierto empotramiento que resulta favorable para su estabilidad. Este empotramiento parcial está dado por la rigidez a torsión de las vigas de apoyo que se reduce bruscamente cuando la viga pasa del estado sin fisurar al estado fisurado. Por estas circunstancias, en general, para el cálculo y dimensionado de las simplemente apoyadas, no se tiene en cuenta esta rigidez en los extremos (Bernal, 2005, pág. 25).

Figura 12. Empotramiento parcial.

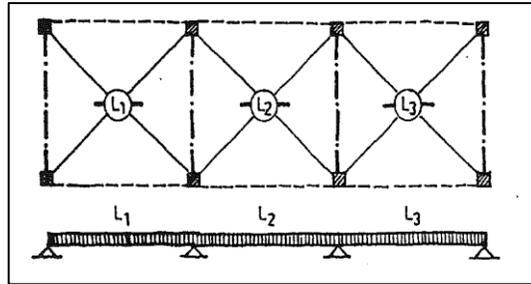


Fuente: (Bernal, 2005, pág. 25).

2.3.3.4.3. Losas continuas en una dirección.

“Tanto apoyadas en mampostería como sobre vigas, las losas pueden ser diseñadas como continuas en una dirección. El procedimiento para el cálculo de las solicitaciones es similar al de las vigas continuas” (Bernal, 2005, pág. 25).

Figura 13. Losa continua en una dirección.

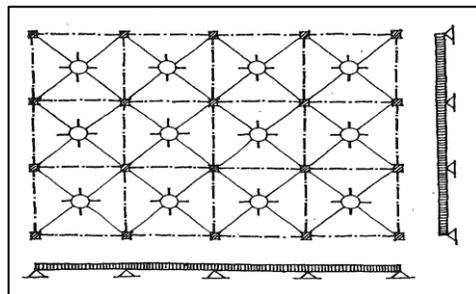


Fuente: (Bernal, 2005, pág. 25).

2.3.3.4.4. Losas continuas en dos direcciones.

Son las denominadas losas en dameros. Como un tablero de ajedrez, las losas generan continuidad en dos direcciones. Si bien su dimensionado posee complicaciones, son las losas de menor espesor y consumo de hierro. Este tipo de placas son altamente hiperestáticas, por la ductilidad del hormigón; el acero se permiten grandes redistribuciones de momentos. Es por ello que este tipo de losas en muchos casos se las analizan por el denominado “método de las líneas rotura”, dado que la capacidad máxima soporte de una losa se detiene cuando se presentan líneas de agrietamiento (Bernal, 2005, pág. 25).

Figura 14. Losas continuas en dos direcciones.



Fuente: (Bernal, 2005, pág. 26).

2.3.3.5. Formas de las losas.

“Las losas por ser elementos superficiales que se ajustan a las plantas arquitectónicas y otras por resultar parte de depósitos, tabiques o escaleras, poseen una gran variedad de formas. Citaremos en las figuras que siguen, algunas de ellas” (Bernal, 2005, pág. 26).

2.3.4. Especificaciones de diseño de losas.

En el capítulo de estructuras de hormigón armado de la Norma Ecuatoriana de la Construcción establece que: “los diseños de losas se realizarán conforme a los capítulos 13 y 19 del código ACI 318”. (NEC, 2014, pág. 73)

Un sistema de losa se puede diseñar mediante cualquier procedimiento que cumpla con las condiciones de equilibrio y compatibilidad geométrica, siempre que la resistencia de diseño en cada sección sea al menos igual a la resistencia requerida, y que se cumplan todos los requisitos de funcionamiento. Se permite el método de diseño directo de la sección 8.10 ó el método del pórtico equivalente de 8.11, donde sean aplicables (ACI, 2014, pág. 101).

2.4. Vigas.

“Un miembro a flexión diseñado para soportar cargas lineales uniformes o concentradas, una viga puede actuar como miembro primario en pórticos de viga y columna, o puede utilizarse para soportar losas o losas de viguetas” (Merrit & Ricketts, 1997, pág. 9.91).

2.4.1. Vigas de hormigón armado.

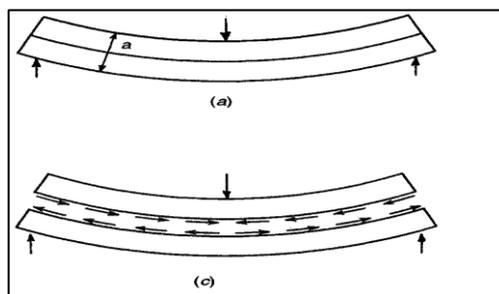
Las vigas de hormigón armado son reforzadas con barras de acero estructural, también pueden ser reforzadas con fibras sintéticas de plástico, vidrio o la combinación de barras de acero y fibras.

2.4.1.1. Fuerza cortante y momento de flexión en vigas de hormigón armado.

La falla a cortante de concreto reforzada más conocida como falla a tensión diagonal. La falla a cortante es difícil de predecir en forma exacta. A pesar de la investigación experimental llevada a cabo durante muchas décadas y del uso de herramientas analíticas altamente sofisticadas, esta no se comprende aun completamente. Además, si una viga sin diseño adecuado del refuerzo a cortante se sobrepasa hasta la falla, se puede presentar un colapso por cortante en forma súbita, sin aviso alguno de peligro. Esto está en fuerte contraste con la naturaleza de la falla a flexión. Para vigas comunes sub-reforzadas, la falla a flexión se inicia por fluencia gradual del acero a tensión acompañada por agrietamiento obvio del concreto y grandes deflexiones, que dan aviso evidente y la oportunidad de tomar medidas correctivas. A causa de estas diferencias en el comportamiento, Por lo general se coloca refuerzo a cortante en las vigas de concreto reforzado para garantizar una falla a flexión antes de que ocurra la falla a cortante en caso de que el elemento se sobrecargue en exceso (Nilson, 2001, pág. 105).

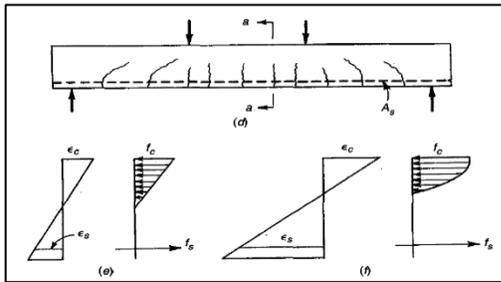
En cualquier sección transversal existen fuerzas internas que pueden descomponerse en fuerzas normales y tangenciales a la sección. Las componentes normales a la sección son los esfuerzos deflexión (tensión en un lado del eje neutro y compresión en el otro); su función es la de resistir el momento flector que actúa en la sección. Las componentes tangenciales se conocen como esfuerzos cortantes que resisten las fuerzas transversales o cortantes (Nilson, 2001, pág. 62).

Figura 15. Cortante en vigas rectangulares.



Fuente: (Nilson, 2001, pág. 107).

Figura 16. Comportamiento de vigas ante cargas crecientes.



Fuente: (Nilson, 2001, pág. 65)

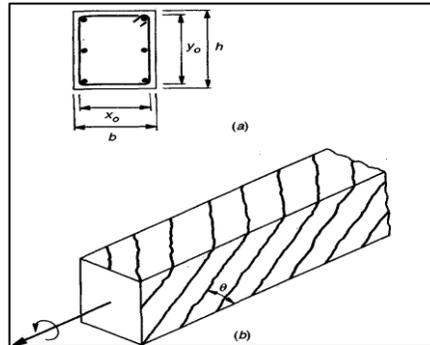
2.4.1.2. Torsión en vigas.

Los elementos de concreto reforzado están sometidos comúnmente a momentos flectores, a fuerzas cortantes transversales asociadas con estos momentos flectores y, en el caso de columnas, a fuerzas axiales combinadas a menudo con flexión y cortante. Además, pueden actuar fuerzas de torsión que tienden a retorcer el elemento con respecto a su eje longitudinal. Estas fuerzas de torsión rara vez actúan solas y casi siempre están acompañadas por momentos flectores, por cortantes transversales y algunas veces por fuerzas axiales. Durante muchos años, la torsión se observaba como un efecto secundario y no era tomada en cuenta en forma explícita en el diseño; su influencia era absorbida por el factor de seguridad global de estructuras diseñadas más bien conservadoramente. Sin embargo, en años recientes surgió la necesidad de considerar en muchos casos los efectos de torsión en el diseño de elementos y proporcionar refuerzo para aumentar la resistencia de torsión.

Existen dos razones principales para este cambio, la primera se relaciona con el mejoramiento en los métodos de análisis y diseño, como el método de diseño a la resistencia que ahora se utiliza, los cuales permiten un factor de seguridad global un poco menor mediante una evaluación más precisa de la capacidad de carga y conducen a su vez a elementos con dimensiones un poco menores. La segunda razón tiene que ver con el incremento en el uso de elementos estructurales en los cuales la torsión es un aspecto principal de su comportamiento, como en las vigas de los puentes curvos, las vigas cajón cargadas excéntricamente y las losas de escaleras helicoidales. En consecuencia, desde

1960 se ha dado una evolución importante en las actividades de investigación relacionadas con la torsión en el concreto reforzado. Por primera vez se incorporaron procedimientos prácticos de diseño en el Código ACI de 1971, se hicieron revisiones menores en las siguientes tres ediciones, y se hizo una revisión sustancial en 1995 (Nilson, 2001, pág. 222).

Figura 17. Viga sometida a torsión.

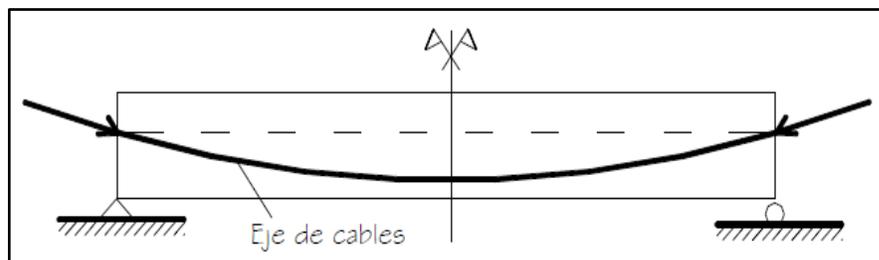


Fuente: (Nilson, 2001, pág. 227).

2.4.2. Vigas de hormigón pre-forzado.

En el pre-forzado de vigas tiene como propósito tensar las vigas mediante torones y de esta forma precargarla para contrarrestar los esfuerzos tensionales que recibe la estructura al verse sometida a cargas externas, las vigas se pueden pre-forzar mediante dos métodos:

Figura 18. Sección transversal de viga pre-forzada.



Fuente: (Rodríguez Serquen , 2016, pág. 113).

El término pretensado se usa para describir el método de pre-esfuerzo en el cual los tendones se tensan antes de colar el concreto. Se requiere de moldes o muertos (bloques

de concreto enterrados en el suelo) que sean capaces de soportar el total de la fuerza de pre-esfuerzo durante el colado y curado del concreto antes de cortar los tendones y que la fuerza pueda ser transmitida al elemento. La mayoría de los elementos pre-forzados se fabrican en serie dentro de plantas con instalaciones adecuadas, donde se logra la reutilización de moldes metálicos o de concreto y se pueden pre-forzar en una sola operación varios elementos (Reinoso Angulo, Rodriguez , & Betancourt Ribotta , 2000, pág. 5).

2.4.2.1. Pérdidas de pre-esfuerzo.

La fuerza de compresión final en el hormigón no es igual a la fuerza de tensionamiento inicial aplicada por los tendones. Hay pérdidas inmediatas debidas al acortamiento elástico del hormigón, pérdidas por fricción debidas a la curvatura de los tendones y pérdidas debidas al deslizamiento en los anclajes. También existen pérdidas a largo tiempo, como las debidas a la retracción y flujo plástico del hormigón, y posiblemente la relajación del acero. Estas pérdidas deben calcularse con tanta exactitud como sea posible o determinar experimentalmente. Se deducen de la fuerza de pre-esfuerzo inicial para determinar la fuerza de pre-esfuerzo efectiva que se emplea en el diseño (la razón por la que deben utilizarse aceros de alta resistencia para el pre-esfuerzo es que la suma de estas pérdidas de deformación se debe mantener en un pequeño porcentaje de la deformación de pre-esfuerzo aplicada inicialmente) (Meritt & Ricketts, 1997, pág. 9.143).

2.4.2.2. Resistencia a la flexión de vigas pre-forzadas.

En una viga corriente de concreto reforzado, el esfuerzo en el acero a tensión y la fuerza de compresión en el concreto aumentan en proporción al momento aplicado hasta y un poco más allá de la carga de servicio, y la distancia entre las dos resultantes de esfuerzos internos permanece constante. En contraste con este comportamiento, en una viga pre-forzada el incremento en el momento es resistido por un aumento proporcional en la distancia entre las resultantes de las fuerzas a compresión y a tensión, con la resultante de compresión desplazándose hacia arriba a medida que se incrementa la carga. La magnitud

de las fuerzas internas permanece casi constante hasta y, por lo general, un poco más allá de las cargas de servicio (Nilson, 2001, pág. 601).

Esta situación cambia de manera drástica una vez que ocurre el agrietamiento a tensión por flexión de la viga pre-forzada. Cuando el concreto se fisura, se presenta un aumento súbito en el esfuerzo en el acero, puesto que la tensión que inicialmente resistía el concreto se transfiere al acero. Después del agrietamiento, la viga pre-forzada se comporta como una viga corriente de concreto reforzado. La resultante de compresión no puede continuar moviéndose hacia arriba en forma indefinida y el aumento en el momento debe estar acompañado por un incremento casi proporcional en los esfuerzos en el acero y en la fuerza de compresión. Por consiguiente, es posible estimar la resistencia de una viga pre-forzada mediante los mismos métodos desarrollados para las vigas corrientes de concreto reforzado, con algunas modificaciones para tener en cuenta: (a) la forma diferente de la curva esfuerzo-deformación unitaria para el acero de pre-esfuerzo, en comparación con la de las barras corrientes de refuerzo, y (b) la deformación de tensión presente en el acero de pre-esfuerzo antes de cargar la viga. Con base en un análisis de compatibilidad de deformaciones que tenga en cuenta estos factores de modo racional y explícito, puede adelantarse un estimativo bastante preciso de la resistencia a la flexión de vigas pre-forzadas. Para efectos de diseño corriente se han desarrollado relaciones aproximadas. El Código ACI 18.7 (Nilson, 2001, pág. 601).

2.4.2.3. Resistencia al corte de vigas pre-forzadas.

El American Concrete Institute Building Code, ACI 318, establece que las vigas de hormigón pre-forzado se diseñen para resistir la tensión diagonal por la teoría de resistencia. Hay dos tipos de grietas de tensión diagonal que pueden presentarse en los miembros a flexión de hormigón pre-forzado: las grietas de cortante por flexión que se inician por las grietas de tensión por flexión, y las grietas de cortante en el alma causadas por los esfuerzos de tensión principales que exceden la resistencia a tensión del hormigón (Merrit & Ricketts, 1997, pág. 9.149).

2.4.3. Vigas prefabricadas.

Los miembros de hormigón prefabricados se ensamblan y se aseguran uno contra otro en el trabajo. Pueden ser no reforzados, reforzados o pre-forzados. El prefabricado es especialmente ventajoso cuando permite la producción masiva de unidades de hormigón, pero el prefabricado también es beneficioso porque facilita el control de calidad y la utilización de hormigones de más alta resistencia. Los costos de formaleta pueden reducirse de manera ostensible, porque las formaletas reutilizables pueden localizarse en el piso de una planta de prefabricados o en el suelo del sitio de la construcción en lugares protegidos y en posiciones convenientes, donde los trabajadores puedan moverse alrededor con plena libertad. Muchas estructuras complejas de cascara delgada son económicas cuando se usa el prefabricado, pero no son económicos si se funden en el lugar (Merrit & Ricketts, 1997, pág. 9.137).

A continuación, hablaremos de algunas secciones habituales:

Vigas I:

También conocidas como doble T, se trata de elementos generalmente de hormigón pretensado, aunque también pueden estar armadas. Tienen sección constante, pudiendo incorporar macizados en sus apoyos en función de las solicitudes de proyecto. Longitud aproximada hasta 45 m. Uso principal como elemento de apoyo de vigas o correas de cubierta (Betancourt, 2020, pág. 7).

Figura 19. Viga doble T



Fuente: (Betancourt, 2020, pág. 7).

Viga DT:

“Variante de la sección anterior, con la diferencia de que en los extremos se ensancha siendo de sección rectangular. Usos principales como jácena de apoyo de elementos de forjado (placas alveolares), viga carril de puentes grúa, etc.” (Betancourt, 2020, pág. 8).

Figura 20. Viga DT.



Fuente: (Betancourt, 2020, pág. 8).

Viga T:

“Vigas pretensadas o armadas con posibilidad de distintas secciones, aunque constantes a lo largo de su longitud, para utilización en pórticos hastiales (vigas piñón), entreplantas de forjado, cubiertas con placa alveolar, carrileras para puente grúa, etc.” (Betancourt, 2020, pág. 8).

Figura 21. Viga T.



Fuente: (Betancourt, 2020, pág. 8).

Viga rectangular:

“Son jácenas tanto de hormigón armado como pretensado, de sección rectangular y canto constante, con anchuras desde 50 cm y canto variable hasta 110 cm. Su aplicación principal es la de servir de apoyo a forjados de placas alveolares” (Betancourt, 2020, pág. 8).

Figura 22. Viga rectangular.



Fuente: (Betancourt, 2020, pág. 8).

Viga omega:

Su geometría consigue aportar la recogida de las aguas pluviales, así como conformar por si misma gran parte de la cubierta del edificio, con la que se alcanzan luces máximas de 25 m. Puede incorporar de fábrica la chapa de cubrición y el aislamiento, proporcionando así una solución completa (Betancourt, 2020, pág. 9).

Figura 23. Viga Omega.



Fuente: (Betancourt, 2020, pág. 9).

Viga Y:

Conocida también como “épsilon” (i griega), es una viga de gran canto (entre 1 y 1,75 m aprox.) que se utiliza principalmente como elemento soporte de la cubierta, por su mayor estabilidad y la gran capacidad de evacuación de aguas pluviales, pudiendo llevar el agua a los extremos de la nave donde están ubicadas las bajantes. Consigue llegar a luces de hasta 50 m, por lo que ha tenido un papel relevante en edificios industriales diáfanos (Betancourt, 2020, pág. 10).

Figura 24. Viga en Y.



Fuente: (Betancourt, 2020, pág. 10).

Viga canal:

Este tipo de vigas tienen como función principal la recogida de las aguas de la cubierta, sirviendo también como soporte a los cerramientos prefabricados y dotando a la estructura de una mayor rigidez (arriostramiento en el sentido longitudinal de la estructura). Adicionalmente, esta pieza requiere de una impermeabilización exterior para garantizar el perfecto sellado y estanqueidad de las aguas pluviales. Se fabrican con un ancho habitual de 40 o 50 cm e integran tanto armadura activa como pasiva. Estos elementos se fabrican con los orificios necesarios para la colocación de las bajantes de evacuación de las aguas pluviales (Betancourt, 2020, pág. 10).

Figura 25. Viga canal.



Fuente: (Betancourt, 2020, pág. 10).

2.4.3.1. Resistencia y calidad del hormigón en sistemas estructurales prefabricados.

A menudo se utiliza concreto de resistencia a la compresión sustancialmente mayor para estructuras pre-esforzadas, que para las construidas con concreto reforzado corriente. En la actualidad, la mayor parte de las construcciones pre-esforzadas en los Estados Unidos se diseñan para una resistencia a la compresión entre 5000 y 6000 lb/pulg². Hay varias razones para esto (Nilson, 2001, pág. 594).

1.) Normalmente, el concreto de alta resistencia tiene un módulo de elasticidad mayor. Esto significa una reducción en la deformación elástica inicial con la aplicación de la fuerza de pre-esfuerzo y una reducción en la deformación por flujo plástico, que es aproximadamente proporcional a la deformación elástica. Esto genera una reducción en la pérdida de pre-esfuerzo. 2.) En construcción pos-tensada, se tienen grandes esfuerzos de contacto en los extremos de las vigas, donde la fuerza de pre-esfuerzo se transfiere desde los tendones hasta los dispositivos de anclaje, que se apoyan directamente sobre el concreto. Este problema se puede resolver aumentando el tamaño de los dispositivos de anclaje o incrementando la capacidad portante del concreto mediante un aumento en su resistencia a la compresión. Esta última solución es por lo general más económica. 3.) En construcción pretensada, donde es común la transferencia de esfuerzos por adherencia, la utilización de concretos de alta resistencia permitirá el desarrollo de mayores esfuerzos de adherencia. 4.) Una parte sustancial de la construcción pre-esforzada en los Estados

Unidos es prefabricada, con el concreto mezclado, vaciado y curado en condiciones cuidadosamente controladas, lo cual facilita la obtención de altas resistencias (Nilson, 2001, pág. 594).

La instrucción de hormigón estructural (EHE), en el artículo 86.9 habla sobre el control del hormigón para elementos prefabricados y establece parámetros en la elaboración del mismo.

3. Capítulo 3: Desarrollo.

3.1. Descripción del proyecto.

Figura 26. Mall el Fortín.



Fuente: (Betancourt, 2020).

El Centro Comercial el Fortín, es una estructura moderna que combina a la perfección con su entorno de viviendas mixtas y de hormigón; esta estructura consta de 5 niveles donde sus dos niveles inferiores fueron destinados a parqueaderos subterráneos.

Este proyecto fue construido en hormigón armado, utilizando además juntas de construcción para mejorar su comportamiento estructural. Esta estructura consta de losas nervadas en una dirección, sin embargo, fue necesario colocar vigas secundarias debido a los 12,10m de luz entre columnas, por lo que podría ser considerada una losa en dos direcciones.

El enfoque del trabajo, se centrará directamente en el área de parqueos subterráneos, donde se tiene una losa nervada en una dirección ya antes descrita, con un área total de 11593m².

3.2. Sistema constructivo de losas con vigas y nervios de hormigón armado.

El sistema constructivo de las losas de hormigón armado en una dirección de manera sintetizada, consiste en realizar el armado del encofrado, donde se teje el acero de refuerzo de las vigas y luego colocar sobre los paños de losa los elementos que servirán para aligerarla, una vez realizado esto se procede a realizar el armado de acero de refuerzo para los nervios y las mallas de refuerzo para la capa de compresión, de manera que una vez colocados estos elementos se procederá al vaciado del hormigón. Dicho esto, se describe a continuación su proceso constructivo:

Colocación del encofrado.

El encofrado se coloca empezando con los puntales los mismos que van sobre arrastres y cuñas, vigas o largueros las cuales deben unirse a los puntales, luego de constatar que los puntales estén rectos se amarran mediante contravientos diagonales para evitar que se mueva al momento del colado, por último, se colocan las tablas laterales o correas y se clava la plataforma que funcionará como superficie de contacto con el concreto, luego se revisa que esté bien nivelada mediante el nivel de burbuja.

Trazado de retícula y armado.

Se traza en el encofrado los espacios donde se ubicarán permanentemente los bloques huecos según el plano estructural, en el mismo tiempo que se coloca el armado de las vigas principales y secundarias luego se ubicarán los separadores (comúnmente conocidos como galletas de hormigón), sobre las mismas que se colocan las varillas de refuerzo inferior mediante el arreglo lineal y uniforme que deben tener los nervios de la losa de parqueadero utilizando el tipo de varillas y distanciamientos de acuerdo al cálculo estructural, a continuación se colocan los estribos, el refuerzo superior y por último se refuerza con la malla electro soldada.

Colocación de instalaciones eléctricas y sanitarias.

Se colocan las tuberías de las instalaciones eléctricas y sanitarias en la zona entre los nervios de la losa, fijadas con clavos y ubicadas de acuerdo a lo establecido en los planos.

Vaciado de hormigón de la losa.

Luego de colocar el encofrado en el contorno de la losa y se procede al vaciado de hormigón uniformemente, teniendo en cuenta que no se mueven separadores (comúnmente conocidos como galletas de hormigón), que levantan a las varillas, es muy común en la práctica colocar una capa de arena para evitar la pérdida de agua del hormigón y así evitar grietas en el fraguado, cuando la losa endurezca se realiza el curado el cual consiste en mantener el ambiente húmedo por varios días para que esta adquiera su total resistencia.

Desencofrar.

Consiste en quitar el encofrado cuando la losa ya haya alcanzado la resistencia requerida.

3.3. Sistema constructivo de losas de hormigón con vigas doble T de hormigón pretensado prefabricado.

Este sistema constructivo consiste en que, una vez construidos los pórticos de hormigón armado, con la coordinación entre el ingeniero estructural y el ingeniero diseñador de los elementos prefabricados, se coloque las vigas prefabricadas mediante un proceso de izado con grúa, para la correcta colocación de las vigas sobre los pórticos ya construidos. Además, luego de su colocación se deberá verter una capa de hormigón sobre estos elementos para tener la superficie final de la losa, esta capa tendrá un espesor entre 5 y 7 centímetros. Dicho esto, se procede a describir el proceso constructivo de manera más profundizada:

Elaboración de vigas pretensadas.

En una mesa de colado se tensan los torones conformados por 7 hilos trenzados, esta función se realiza mediante un anclaje y un gato hidráulico antes del colado del concreto,

la magnitud de la fuerza se estableció en el diseño estructural teniendo en cuenta las pérdidas que existen por el pre-esfuerzo, ya con la formaleta en su lugar se procede a colar la viga de concreto entorno al cable tensado, el concreto que se utiliza es de alta resistencia, una vez curado el concreto y luego de haber adquirido la resistencia necesaria se suelta la presión del gato hidráulico, esta acción permite que el pre-esfuerzo se transmita al concreto el cual adquiere esfuerzos de compresión y de esta forma aumenta su capacidad para resistir esfuerzos de tracción.

Transporte de vigas

Teniendo en cuenta el orden de envío establecido las vigas prefabricadas se transportan por carretera mediante un camión tráiler con plataforma abierta que se utiliza para trasladar piezas que posean longitudes menores a 13,5 metros y con pesos de hasta 24 toneladas.

Montaje e izado de vigas prefabricadas.

Para realizar el montaje de las vigas el responsable de la seguridad y el supervisor del montaje previamente adaptan el terreno donde será ubicará la grúa, para que esta pueda tener estabilidad y se encargan de retirar todos los obstáculos que puedan interferir en dicha maniobra, el supervisor de montaje y el maniobrista principal estarán ubicados de manera que puedan interactuar mediante señas reglamentarias con el operador de la grúa, la misma que no se deberá cargar más del rango establecido por el fabricante.

Armado de losa.

Una vez colocadas las vigas doble T, se procederá a colocar una malla electro soldada y se realiza el vaciado uniforme del hormigón.

3.3.1. Visita técnica a la planta de Ditelme S.A.

Con el fin de obtener información importante para el trabajo y complementar la teoría sobre la fabricación de los elementos prefabricados, se realizó una visita a la planta de

fabricación de los elementos de construcción Ditelme S.A. con ayuda del Ing. Alfredo Arias Gerente Director Técnico de la compañía.

Dentro de la visita se explicó el procedimiento constructivo de los elementos pretensados tales como paredes, vigas, viguetas, pilotes y columnas. A razón de explicación general sobre los torones que se utilizaban en cada elemento principal de construcción, se realizó una muestra del stock de materiales en bodega, donde se observó los rollos de cables o torones con una variación entre 1/2 y 1 plg, compuestos de 7 hilos de acero de alta resistencia.

Figura 27. Bodegas de Ditelme.



Fuente: Alexander Betancourt.

Mediante dudas planteadas al Ing. Alfredo Arias, se explicó el modo de implementación de los torones sobre qué diámetro de cable es utilizado para los diferentes elementos y longitudes requeridas; por ejemplo, los cables de mayor diámetro son cables especiales que se utilizan para elementos entre 15 y 20 metros de longitud. Una vez conocidos los

propósitos y funciones de los torones, se procedió a la explicación superficial de colocación de los torones, para lo cual se utilizan ductos o canales especiales como se observa a continuación.

Figura 28. Bodegas de Ditelme.



Fuente: Alexander Betancourt.

Siendo los torones el único refuerzo longitudinal para controlar la flexión de los elementos, para las vigas doble T normalmente utilizadas para puentes o losas de grandes luces, se coloca una malla electro soldada de 15x15 centímetros y 6 milímetros de diámetro como refuerzo para la capa superior de compresión. A manera de explicación se visualizó y explicó el funcionamiento de una maquina enderezadora para los torones,

donde se coloca el rollo del cable que se necesita enderezar, mediante un sistema de poleas y guías el cable sale de manera lineal, para ser colocado dentro de los ductos ya colocados en los moldes de fundición. Adicionalmente, antes de verter el hormigón dentro del molde, los cables son tensados mediante un gato hidráulico que se coloca en uno de los extremos de los cables, y en el otro extremo se coloca un anclaje.

Figura 29. Placas de tensado para colocación del gato hidráulico.



Fuente: Alexander Betancourt.

Finalmente, una vez colocados y tensados los cables, se coloca la malla electro soldada, para luego verter el hormigón que conformara el elemento. Cabe recalcar, que el hormigón utilizado para estos elementos de alta resistencia está compuesto por elementos especiales, tales como: Cemento Tipo N distribuido por Holcim, polvo de roca o arena azul; estos elementos brindan a este hormigón resistencias entre 600 y 800 kg/cm².

Figura 30. Moldes de fundición para vigas doble T.



Fuente: Alexander Betancourt.

4. Análisis comparativo.

4.1. Comparación técnica de parámetros y materiales.

Tabla 4. Materiales y parámetros técnicos más importantes.

CUADRO COMPARATIVO			
PARÁMETROS Y MATERIALES	UNIDAD	LOSA DE HORMIGÓN ARMADO	LOSA PRETENSADA PREFABRICADA
Agregado fino	----	Arena de río limpia	Arena azul o polvo de roca
Cemento	----	Tipo HE	Tipo N
Módulo de elasticidad	Kg/cm ²	282495,13	369872,95
Resistencia a la compresión	Kg/cm ²	350	600
Deflexión positiva	mm	30	0
Peso muerto total	Ton	4130,19	3807,04

Fuente: Alexander Betancourt.

Tal como se puede observar en la tabla, las diferencias entre ambos sistemas respecto a materiales y parámetros técnicos marcan una gran importancia al momento de escoger uno de ellos, claramente pueden observarse las ventajas que presenta un sistema respecto al otro.

4.2. Comparación de costos y tiempos.

Para llevar a cabo el siguiente análisis, es necesario realizar la revisión de los planos y especificaciones técnicas del proyecto, con el fin de obtener las cantidades y precios acorde a lo requerido en los mismos; sin embargo, se hace presente una tercera variable donde se realizará el análisis del sistema tradicional de hormigón armado con el apoyo de una grúa.

4.2.1. Obtención de cantidades y análisis de precios unitarios de los rubros de la losa de hormigón armado.

Tabla 5. Cantidades de obra para sistema tradicional de hormigón armado.

CANTIDADES DE OBRA DE LOSA DE HORMIGÓN ARMADO		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Vigas cargadoras sección rectangular 45x95cm	m ³	325,11
Vigas de amarre sección rectangular 40x85cm	m ³	288,80
Vigas secundarias sección rectangular 35x80cm	m ³	323,59
Nervios sección rectangular 11x15cm	m ³	170,73
Capa de compresión espesor 8cm	m ³	612,68
Cajoneta de poliestireno expandido	m ³	803,20
Acero de refuerzo general	kg	204212,47

Fuente: Alexander Betancourt.

Tabla 6. APU de Vigas cargadoras de $f'c=350$ kg/cm².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: m3 # 01		
RUBRO: Vigas cargadoras					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Vibrador	2	3,13	6,26	1	\$ 6,26
SUBTOTAL M					\$ 6,26
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	0,2	4,04	0,81	7,5	\$ 6,06
Carpintero	2	3,65	7,30	7,5	\$ 54,75
Peón	6	3,6	21,60	7,5	\$ 162,00
SUBTOTAL N					\$ 222,81
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Hormigón premezclado de 350 Kg/cm ²	m3	1,05	149,07	\$ 156,52	
Plywood de encofrado de 1,20x2,40m espesor e=15mm	u	0,7	23,74	\$ 16,62	
Tira semidura	u	4	1,50	\$ 6,00	
Cuartón semiduro	u	6	3,00	\$ 18,00	
Clavo 2 1/2 plg.	kg	0,45	1,65	\$ 0,74	
Desmoldante	global	1	3,00	\$ 3,00	
SUBTOTAL O					\$ 200,88
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 429,95
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 94,59
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 524,54
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021			FIRMA DEL OFERENTE		
LUGAR Y FECHA					

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 7. APU de Vigas de amarre de $f'c=350$ kg/cm².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: m3 # 02		
RUBRO: Vigas de amarre					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Vibrador	2	3,13	6,26	1,00	6,26
SUBTOTAL M					6,26
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	0,2	4,04	0,81	7,2	\$ 5,82
Carpintero	2	3,65	7,30	7,2	\$ 52,56
Peón	6	3,6	21,60	7,2	\$ 155,52
SUBTOTAL N					\$ 213,90
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Hormigón premezclado de 350 Kg/cm ²	m3	1,05	149,07	156,52	
Plywood de encofrado de 1,20x2,40m espesor e=15mm	u	0,70	23,74	16,62	
Tira semidura	u	4,00	1,50	6,00	
Cuartón semiduro	u	6,00	3,00	18,00	
Clavo 2 1/2 plg.	kg	0,45	1,65	0,74	
Desmoldante	global	1,00	3,00	3,00	
SUBTOTAL O					200,88
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 421,04
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 92,63
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 513,67
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021					
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 8. APU de Vigas secundarias de $f'c=350$ kg/cm².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: m3 # 03		
RUBRO: Vigas secundarias					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Vibrador	2	3,13	6,26	1	\$ 6,26
SUBTOTAL M					\$ 6,26
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	0,2	4,04	0,81	7	\$ 5,66
Carpintero	2	3,65	7,30	7	\$ 51,10
Peón	6	3,6	21,60	7	\$ 151,20
SUBTOTAL N					\$ 207,96
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Hormigón premezclado de 350 Kg/cm ²	m3	1,05	149,07	\$ 156,52	
Plywood de encofrado de 1,20x2,40m espesor e=15mm	u	0,7	23,74	\$ 16,62	
Tira semidura	u	4	1,5	\$ 6,00	
Cuartón semiduro	u	6	3	\$ 18,00	
Clavo 2 1/2 plg.	kg	0,45	1,65	\$ 0,74	
Desmoldante	global	1	3	\$ 3,00	
SUBTOTAL O					\$ 200,88
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 415,10
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 91,32
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 506,42
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021					
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 9. APU de Cajonetas de poliestireno.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: m3 # 04		
RUBRO: Cajonetas de poliestireno					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	\$/h	h/u	\$/u
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ -
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	0,2	3,6	0,72	0,3	\$ 0,22
Peón	3	3,6	10,80	0,3	\$ 3,24
SUBTOTAL N					\$ 3,46
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Cajoneta de poliestireno	m3	1,05	6,53	\$ 6,86	
SUBTOTAL O					\$ 6,86
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 10,31
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 2,27
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 12,58
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021					
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 10. APU de Losa de $f'c=350$ kg/cm².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: m ³ # 05		
RUBRO: Losa					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	\$/h	h/u	\$/u
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Vibrador	2	3,13	6,26	1	\$ 6,26
SUBTOTAL M					\$ 6,26
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	0,2	4,04	0,81	7	\$ 5,66
Carpintero	2	3,65	7,30	7	\$ 51,10
Peón	6	3,6	21,60	7	\$ 151,20
SUBTOTAL N					\$ 207,96
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Hormigón premezclado de 350 Kg/cm ²	m ³	1,05	149,07	\$ 156,52	
Plywood de encofrado de 1,20x2,40m espesor e=15mm	u	0,7	23,74	\$ 16,62	
Tira semidura	u	4	1,5	\$ 6,00	
Cuartón semiduro	u	6	3	\$ 18,00	
Clavo 2 1/2 plg.	kg	0,45	1,65	\$ 0,74	
Desmoldante	global	1	3	\$ 3,00	
SUBTOTAL O					\$ 200,88
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 415,10
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 91,32
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 506,42
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021					
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 11. APU de Acero de refuerzo general $f_y=4200$ kg/cm².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: Kg # 06		
RUBRO: Acero de refuerzo					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ -
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	1	4,04	4,04	0,03	\$ 0,12
Fierrero	3	3,65	10,95	0,03	\$ 0,33
Peón	3	3,6	10,8	0,03	\$ 0,32
SUBTOTAL N					\$ 0,77
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Acero de refuerzo	kg	1,05	1,1	\$ 1,16	
Alambre galvanizado #18	kg	0,015	1,87	\$ 0,03	
SUBTOTAL O					\$ 1,18
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 1,96
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 0,43
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2,39
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021			_____		
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

4.2.2. Conformación del presupuesto.

Una vez obtenido los APUs del sistema tradicional de hormigón armado, podemos obtener los costos de los diferentes rubros y conformar el presupuesto como se ve reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 12. Presupuesto de obra para el sistema tradicional de hormigón armado.

PRESUPUESTO DE OBRA					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín					
LUGAR Y FECHA: Guayaquil 23 de febrero del 2021					
#	Rubro	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Vigas cargadoras	m3	325,11	\$ 524,54	\$ 170.534,46
2	Vigas de amarre	m3	288,80	\$ 513,67	\$ 148.348,11
3	Vigas secundarias	m3	323,59	\$ 506,42	\$ 163.873,09
4	Cajoneta de poliestireno	m3	803,20	\$ 12,58	\$ 10.105,26
5	Losa	m3	783,40	\$ 506,42	\$ 396.730,99
6	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	204212,47	\$ 2,39	\$ 487.503,16
TOTAL					\$ 1.377.095,08

Fuente: Alexander Betancourt.

4.2.3. Obtención de cantidades y análisis de precios unitarios de los rubros de la losa con utilización grúa.

Tabla 13. Cantidades de obra para sistema tradicional con grúa.

CANTIDADES DE OBRA DE LOSA DE HORMIGÓN ARMADO CON GRÚA		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Vigas cargadoras sección rectangular 45x95cm	m3	325,11
Vigas de amarre sección rectangular 40x85cm	m3	288,80
Vigas secundarias sección rectangular 35x80cm	m3	323,59
Nervios seccion rectangular 11x15cm	m3	170,73
Capa de compresión espesor 8cm	m3	612,68
Cajoneta de poliestireno expandido	m3	803,20
Acero de refuerzo general	kg	204212,47

Fuente: Alexander Betancourt.

Tal como se observa en la tabla, son las mismas cantidades y rubros del sistema tradicional de hormigón armado, sin embargo, dentro de los APUs se hace presente una variante adicional la cual es la grúa, con el fin de demostrar la diferencia en costos y rapidez de implementarla en el sistema tradicional.

Tabla 14. APU de Vigas cargadoras de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortún			UNIDAD: m3 # 01			
RUBRO: VIGAS CARGADORAS						
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u	
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Vibrador	2	3,13	6,26	1	\$ 6,26	
Grúa	1	250	250	0,03	\$ 7,50	
SUBTOTAL M					\$ 13,76	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C=A*B	R	D=C*R	
Maestro	0,2	4,04	0,81	5,15	\$ 4,16	
Carpintero	2	3,65	7,30	5,15	\$ 37,60	
Peón	6	3,6	21,60	5,15	\$ 111,24	
Operador de Grúa	1	4,04	4,04	0,03	\$ 0,12	
SUBTOTAL N					\$ 153,12	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C=A*B		
Hormigón premezclado de 350 Kg/cm ²	m ³	1,05	149,07	\$ 156,52		
Plywood de encofrado de 1,20x2,40m espesor e=15mm	u	0,7	23,74	\$ 16,62		
Tira semidura	u	4	1,50	\$ 6,00		
Cuartón semiduro	u	6	3,00	\$ 18,00		
Clavo 2 1/2 plg.	kg	0,45	1,65	\$ 0,74		
Desmoldante	global	1	3,00	\$ 3,00		
SUBTOTAL O					\$ 200,88	
TRANSPORTES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C=A*B		
SUBTOTAL P					\$ -	
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 367,76
					COSTO INDIRECTO 22 %	\$ 80,91
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 448,67
Estos precios no incluyen IVA						
Guayaquil, 23 Febrero 2021			_____			
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE			

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 15. APU de Vigas de amarre de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: m3 # 02		
RUBRO: VIGAS DE AMARRE					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Vibrador	2	3,13	6,26	1,00	\$ 6,26
Grúa	1	250	250	0,03	\$ 7,50
SUBTOTAL M					\$ 13,76
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	0,2	4,04	0,81	5	\$ 4,04
Carpintero	2	3,65	7,30	5	\$ 36,50
Peón	6	3,6	21,60	5	\$ 108,00
Operador de Grúa	1	4,04	4,04	0,03	\$ 0,12
SUBTOTAL N					\$ 148,66
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Hormigón premezclado de 350 Kg/cm ²	m ³	1,05	149,07	156,52	
Plywood de encofrado de 1,20x2,40m espesor e=15mm	u	0,70	23,74	16,62	
Tira semidura	u	4,00	1,50	6,00	
Cuartón semiduro	u	6,00	3,00	18,00	
Clavo 2 1/2 plg.	kg	0,45	1,65	0,74	
Desmoldante	global	1,00	3,00	3,00	
SUBTOTAL O					200,88
TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 363,31
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 79,93
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 443,23
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021			_____		
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 16. APU de Vigas secundarias de $f'c=350$ kg/cm².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: m3 # 03		
RUBRO: VIGAS SECUNDARIAS					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Vibrador	2	3,13	6,26	1	\$ 6,26
Grúa	1	250	250	0,03	\$ 7,50
SUBTOTAL M					\$ 13,76
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	0,2	4,04	0,81	4,7	\$ 3,80
Carpintero	2	3,65	7,30	4,7	\$ 34,31
Peón	6	3,6	21,60	4,7	\$ 101,52
Operador de Grúa	1	4,04	4,04	0,03	\$ 0,12
SUBTOTAL N					\$ 139,75
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Hormigón premezclado de 350 Kg/cm ²	m ³	1,05	149,07	\$ 156,52	
Plywood de encofrado de 1,20x2,40m espesor e=15mm	u	0,7	23,74	\$ 16,62	
Tira semidura	u	4	1,5	\$ 6,00	
Cuartón semiduro	u	6	3	\$ 18,00	
Clavo 2 1/2 plg.	kg	0,45	1,65	\$ 0,74	
Desmoldante	global	1	3	\$ 3,00	
SUBTOTAL O					\$ 200,88
TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 354,39
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 77,97
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 432,36
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021			FIRMA DEL OFERENTE		
LUGAR Y FECHA					

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 17. APU de Cajonetas de poliestireno.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín					
RUBRO: CAJONETA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO			UNIDAD: m3	# 04	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	\$/h	h/u	\$/u
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Grúa	1	250	250	0,01	\$ 2,50
SUBTOTAL M					\$ 2,50
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	0,2	3,6	0,72	0,25	\$ 0,18
Peón	3	3,6	10,80	0,25	\$ 2,70
Operador de Grúa	1	4,04	4,04	0,01	\$ 0,04
SUBTOTAL N					\$ 2,92
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Cajoneta de poliestireno	m3	1,05	6,53	\$ 6,86	
SUBTOTAL O					\$ 6,86
TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 12,28
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 2,70
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 14,98
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021					
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 18. APU de Losa de $f'c=350$ kg/cm².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: m ³ # 05		
RUBRO: LOSA					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Vibrador	2	3,13	6,26	1	\$ 6,26
Grúa	1	250	250	0,03	\$ 7,50
SUBTOTAL M					\$ 13,76
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	0,2	4,04	0,81	5,85	\$ 4,73
Carpintero	2	3,65	7,30	5,85	\$ 42,71
Peón	6	3,6	21,60	5,85	\$ 126,36
Operador de Grúa	1	4,04	4,04	0,03	\$ 0,12
SUBTOTAL N					\$ 173,91
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Hormigón premezclado de 350 Kg/cm ²	m ³	1,05	149,07	\$ 156,52	
Plywood de encofrado de 1,20x2,40m espesor e=15mm	u	0,7	23,74	\$ 16,62	
Tira semidura	u	4	1,5	\$ 6,00	
Cuartón semiduro	u	6	3	\$ 18,00	
Clavo 2 1/2 plg.	kg	0,45	1,65	\$ 0,74	
Desmoldante	global	1	3	\$ 3,00	
SUBTOTAL O					\$ 200,88
TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P) \$ 388,56
					COSTO INDIRECTO 22 % \$ 85,48
					COSTO TOTAL DEL RUBRO \$ 474,04
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021					
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 19. APU de Acero de refuerzo general $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: Kg # 06		
RUBRO: ACERO DE REFUERZO					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Grúa	1	250	250	0,0013	\$ 0,33
SUBTOTAL M					\$ 0,33
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	0,2	4,04	0,808	0,023	\$ 0,02
Fierrero	3	3,65	10,95	0,023	\$ 0,25
Peón	4	3,6	14,4	0,023	\$ 0,33
Operador de Grúa	1	4,04	4,04	0,0013	\$ 0,01
SUBTOTAL N					\$ 0,61
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
Acero de refuerzo	kg	1,05	1,1	\$ 1,16	
Alambre galvanizado #18	kg	0,015	1,87	\$ 0,03	
SUBTOTAL O					\$ 1,18
TRANSPORTES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 2,11
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 0,47
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2,58
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021					
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

4.2.4. Conformación del presupuesto.

A diferencia del sistema tradicional de hormigón armado, se puede observar dentro de los APU's una gran variación respecto a los precios de cada rubro, sin embargo, el resultado final dentro del presupuesto brindará una mejor realidad respecto a la diferencia del costo total de la obra.

Tabla 20. Presupuesto de obra para el sistema tradicional de hormigón armado.

PRESUPUESTO DE OBRA					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín					
LUGAR Y FECHA: Guayaquil 23 de febrero del 2021					
#	Rubro	Unidad	Cantidad	P. Unitrio	P. Total
1	Vigas cargadoras	m3	325,11	\$ 448,67	\$ 145.866,75
2	Vigas de amarre	m3	288,80	\$ 443,23	\$ 128.005,50
3	Vigas secundarias	m3	323,59	\$ 432,36	\$ 139.907,12
4	Cajoneta de poliestireno expandido	m3	803,20	\$ 14,98	\$ 12.030,18
5	Losa	m3	783,40	\$ 474,04	\$ 371.362,58
6	Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm ²	kg	204212,47	\$ 2,58	\$ 526.913,49
TOTAL					\$ 1.324.085,62

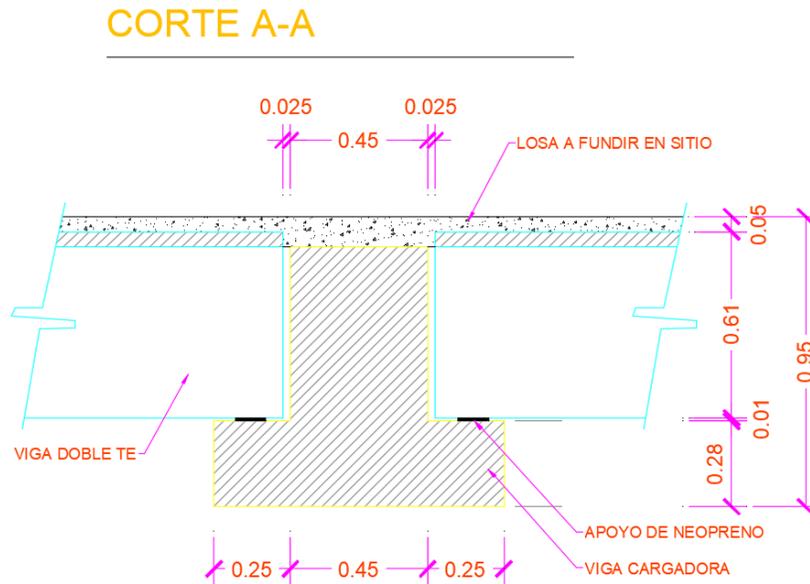
Fuente: Alexander Betancourt.

4.2.5. Obtención de cantidades y análisis de precios unitarios de los rubros de losas prefabricadas pretensadas.

Debido a que esta estructura fue construida en hormigón armado, fue necesaria la asistencia y colaboración de un par de profesionales con conocimiento de este sistema constructivo. Por el diseño estructural se contó con la ayuda del Ing. Carlos León (Ingeniero especialista en calculo estructural), y para el área de elementos prefabricados tuvo lugar el Ing. Alfredo Arias (Gerente de la compañía Ditelme, Ingeniero especialista en elementos prefabricados), quien brindo las dimensiones y especificaciones de los elementos prefabricados a utilizar para este sistema. Adicionalmente, mediante una visita a la planta de Ditelme, ambos ingenieros establecieron el cambio de sección de las vigas cargadoras, que pasaría de ser rectangular a una sección Tee invertida cuyo propósito es

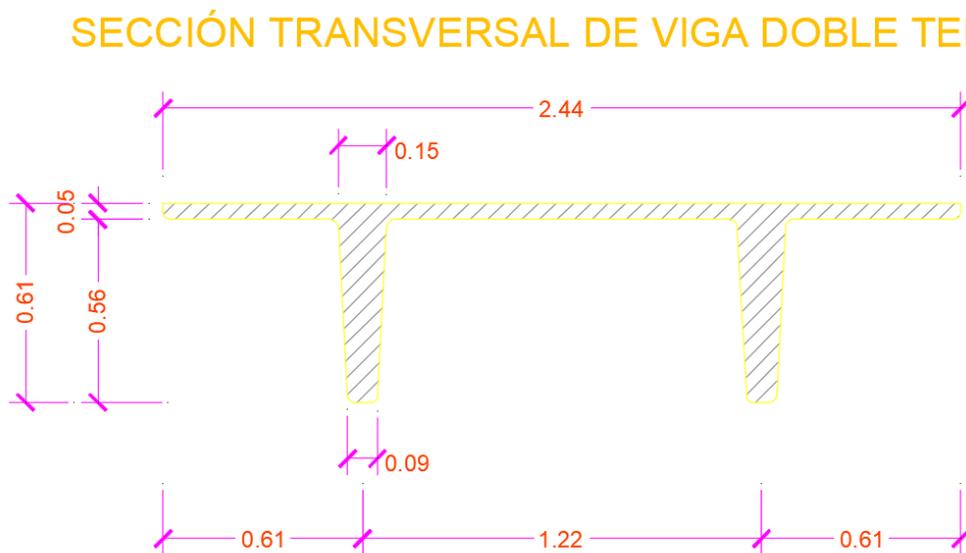
que sus alas sirvan de apoyo para los nervios de las vigas prefabricadas sección Doble Tee.

Ilustración 31. Planos de la Nueva sección de las vigas cargadoras



Fuente: Ing. Alfredo Arias.

Ilustración 32. Planos de la sección de las vigas pretensadas prefabricadas.



Fuente: Ing. Alfredo Arias.

Una vez realizados los cambios dentro de los planos estructurales, se procedió a la colocación de las vigas prefabricadas sección Doble tee sobre el mismo, para finalmente proceder a la obtención de cantidades de obra en este sistema.

Tabla 21. Cantidades de obra.

CANTIDADES DE OBRA DE LOSA DE HORMIGÓN PRETENSADO PREFABRICADO		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Vigas cargadoras sección T invertida	m3	397,36
Vigas de amarre sección rectangular 40x85cm	m3	288,80
Vigas doble tee de 2,44x12,10x0,61m	uni	225,00
Vigas doble tee de 2,44x9,20x0,61m	uni	15,00
Capa de compresión espesor 5cm	m3	382,92
Apoyo de neopreno sección cuadrada 10x10x1,50cm	uni	960,00
Acero de refuerzo en vigas de hormigón	kg	109334,34

Fuente: Alexander Betancourt.

Tal como se puede observar dentro de la tabla, se tiene que el valor de las vigas de amarre sigue manteniendo su valor original por criterio y recomendación del Ing. Carlos León. Por otra parte, se puede observar que las cantidades de acero de refuerzo disminuyeron considerablemente en relación al sistema tradicional, debido a que dentro de este sistema no consta el refuerzo de la capa de compresión y los nervios que se requería.

Tabla 22. APU de Vigas cargadoras de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: m3 # 01		
RUBRO: Vigas cargadoras					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Vibrador	2	3,13	6,26	1	\$ 6,26
SUBTOTAL M					\$ 6,26
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	0,2	4,04	0,81	7,5	\$ 6,06
Carpintero	2	3,65	7,30	7,5	\$ 54,75
Peón	6	3,6	21,60	7,5	\$ 162,00
SUBTOTAL N					\$ 222,81
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Hormigón premezclado de 350 Kg/cm2	m3	1,05	135,98	\$ 142,78	
Plywood de encofrado de 1,20x2,40m espesor e=15mm	u	0,7	27	\$ 18,90	
Tira semidura	u	4	1,5	\$ 6,00	
Cuartón semiduro	u	6	3	\$ 18,00	
Clavo 2 1/2 plg.	kg	0,45	1,65	\$ 0,74	
Desmoldante	global	1	3	\$ 3,00	
SUBTOTAL O					\$ 189,42
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 418,49
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 92,07
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 510,56
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021			_____		
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 23. APU de Vigas de amarre de $f'c=350$ kg/cm².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: m3 # 02		
RUBRO: Vigas de amarre					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Vibrador	2	3,13	6,26	1,00	6,26
SUBTOTAL M					6,26
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	0,2	4,04	0,81	7,2	\$ 5,82
Carpintero	2	3,65	7,30	7,2	\$ 52,56
Peón	6	3,6	21,60	7,2	\$ 155,52
SUBTOTAL N					\$ 213,90
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Hormigón premezclado de 350 Kg/cm ²	m3	1,05	135,98	142,78	
Plywood de encofrado de 1,20x2,40m espesor e=15mm	u	0,70	27,00	18,90	
Tira semidura	u	4,00	1,50	6,00	
Cuartón semiduro	u	6,00	3,00	18,00	
Clavo 2 1/2 plg.	kg	0,45	1,65	0,74	
Desmoldante	global	1,00	3,00	3,00	
SUBTOTAL O					189,42
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 409,58
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 90,11
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 499,69
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021			_____		
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 24. APU de Vigas sección Doble Tee 12,10m.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín					
RUBRO: Vigas sección Doble Tee de hormigón pretensado de 12,10m			UNIDAD: U	# 03	
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	\$ /h	h/u	\$/u
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ -
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Ayudante	2	3,62	7,24	0,67	\$ 4,85
SUBTOTAL N					\$ 4,85
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
VIGAS SECCION DOBLE TEE	u	1	\$ 1.486,00	\$ 1.486,00	
SUBTOTAL O					\$ 1.486,00
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Camion remolcador con cama baja de 2 Ton	viaje	1	\$ 220,00	\$ 220,00	
SUBTOTAL P					\$ 220,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 1.710,85
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 376,39
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2.087,24
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021			_____		
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 25. APU de Vigas sección Doble Tee 9,20m.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: U # 04		
RUBRO: Vigas sección Doble Tee de hormigón pretensado de 9,20m					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ -
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Ayudante	2	3,62	7,24	0,67	\$ 4,85
SUBTOTAL N					\$ 4,85
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
VIGAS SECCION DOBLE TEE	u	1	\$ 1.080,00	\$1.080,00	
SUBTOTAL O					\$1.080,00
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Camion remolcador con cama baja de 2 Ton	viaje	1	\$ 73,33	\$ 73,33	
SUBTOTAL P					\$ 73,33
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$1.158,18
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 254,80
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$1.412,98
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021			_____		
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 26. APU de Apoyo de neopreno sección cuadrada 10x10x1cm.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: U # 05		
RUBRO: Apoyo de neopreno sección cuadrada 10x10x1cm					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ -
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Peón	1	3,6	3,60	0,11	\$ 0,40
SUBTOTAL N					\$ 0,40
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Apoyo de neopreno sección cuadrada 10x10x1cm	u	1	\$ 7,00	\$ 7,00	
SUBTOTAL O					\$ 7,00
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 7,40
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 1,63
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 9,02
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021					
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 28. APU de Capa de compresión $f'c=280$ kg/cm².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: m ³ # 07		
RUBRO: Capa de compresión					
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	\$/h	h/u	\$/u
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Vibrador	2	3,13	6,26	1	\$ 6,26
SUBTOTAL M					\$ 6,26
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	1	4,04	4,04	6	\$ 24,24
Peón	6	3,6	21,60	6	\$ 129,60
SUBTOTAL N					\$ 153,84
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Hormigón premezclado de 280 Kg/cm ²	m ³	1,05	135,98	\$ 142,78	
Tira semidura	u	4	1,5	\$ 6,00	
SUBTOTAL O					\$ 148,78
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 308,88
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 67,95
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 376,83
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021					
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

Tabla 29. APU de Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm².

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín			UNIDAD: Kg # 08		
RUBRO: Acero de refuerzo					
EQUIPOS			\$/h	h/u	\$/u
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
SUBTOTAL M					\$ -
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	Cantidad	Tarifa	Costos Hora	Rendimiento	Costos
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Maestro	1	4,04	4,04	0,03	\$ 0,12
Fierrero	3	3,65	10,95	0,03	\$ 0,33
Peón	3	3,6	10,8	0,03	\$ 0,32
SUBTOTAL N					\$ 0,77
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
Acero de refuerzo	kg	1,05	1,1	\$ 1,16	
Alambre galvanizado #18	kg	0,015	1,45	\$ 0,02	
SUBTOTAL O					\$ 1,18
TRANSPORTES					
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costos	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 1,95
COSTO INDIRECTO 22 %					\$ 0,43
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 2,38
Estos precios no incluyen IVA					
Guayaquil, 23 Febrero 2021					
LUGAR Y FECHA			FIRMA DEL OFERENTE		

Fuente: Ing. Marco Suarez Rodríguez.

4.2.6. Conformación del presupuesto.

Una vez analizados minuciosamente los APUs del sistema de hormigón pretensado prefabricado, se procedió a la conformación del presupuesto donde fue necesaria la ayuda del Ing. Alfredo Arias para obtener los costos aproximados de las vigas Doble Tee, su movilización y finalmente la colocación en obra.

Tabla 30. Presupuesto de obra para el sistema elementos prefabricados.

PRESUPUESTO DE OBRA					
NOMBRE DE OBRA: Centro Comercial El Fortín					
LUGAR Y FECHA: Guayaquil, 23 febrero 2021					
#	Rubro	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Vigas cargadoras sección T invertida	m3	397,36	\$ 510,56	\$ 202.875,97
2	Vigas de amarre sección rectangular 40x85	m3	288,80	\$ 499,69	\$ 144.309,46
3	Apoyo de neopreno 10x10x1cm	u	960,00	\$ 9,02	\$ 8.662,20
4	Vigas sección Doble Tee de 12,10m	u	225,00	\$ 2.087,24	\$ 469.628,54
5	Vigas sección Doble Tee de 9,20m	u	15,00	\$ 1.412,98	\$ 21.194,77
6	Izaje de vigas sección Doble Tee	u	240,00	\$ 265,94	\$ 63.825,72
7	Capa de compresión $f_c=280\text{kg/cm}^1$	m3	382,92	\$ 376,83	\$ 144.296,65
8	Acero de refuerzo $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$	kg	109334,34	\$ 2,38	\$ 260.166,42
TOTAL					\$1.314.959,74

Fuente: Alexander Betancourt.

4.2.7. Cronograma de obra para los diferentes sistemas.

Todos los cronogramas fueron planteados colocando el tiempo en meses y luego se los subdividió en semanas, las cuales constarán de 6 días laborables.

Tabla 31. Cronograma de obra del sistema tradicional de hormigón armado.

CRONOGRAMA DE OBRA														
OBRA: Centro Comercial El Fortín Losa de Parqueo Subterráneo														
SISTEMA: Tradicional														
FECHA: Febr-21														
PLAZO: 98 días calendario														
#	RUBROS	TIEMPO (MESES)												
		1				2				3				4
		Semana.1	Semana.2	Semana.3	Semana.4	Semana.5	Semana.6	Semana.7	Semana.8	Semana.9	Semana.10	Semana.11	Semana.12	Semana.13
1	ENCOFRADO DE LOSA	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX									
2	ENCOFRADO DE VIGAS			XX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX							
3	ACERO DE REFUERZO GENERAL			XX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXX					
4	COLOCACIÓN DE BLOQUES DE POLIESTIRENO Y MALLA ELÉCTROSOLDADA								XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX			
5	EMPOTRAMIENTOS ELÉCTRICOS									XXXXXX	XXXXXX	XX		
6	REVISIÓN PREVIA AL VACIADO											XXXXXX	XXX	
7	VACIADO DE HORMIGÓN											XX	XXXXXX	
8	CURADO												XXXXXX	XXXXXX
9														
10														
11														
12														
13														
14														

Fuente: Alexander Betancourt.

Tabla 32. Cronograma de obra del sistema tradicional de hormigón armado con grúa.

CRONOGRAMA DE OBRA													
OBRA: Centro Comercial El Fortín Losa de Parqueo Subterráneo SISTEMA: Tradicional con grúa FECHA: Febre-21 PLAZO: 77 días calendario													
#	RUBROS	TIEMPO (MESES)											
		1				2				3			
		Semana.1	Semana.2	Semana.3	Semana.4	Semana.5	Semana.6	Semana.7	Semana.8	Semana.9	Semana.10	Semana.11	Semana.12
1	ENCOFRADO DE LOSA	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX								
2	ENCOFRADO DE VIGAS		XX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX							
3	ACERO DE REFUERZO GENERAL		XX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXX						
4	COLOCACIÓN DE BLOQUES DE POLIESTIRENO Y					XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX					
5	EMPOTRAMIENTOS ELÉCTRICOS						XXXXXX						
6	REVISIÓN PREVIA AL VACIADO						XX	XXXXXX					
7	VACIADO DE HORMIGÓN							XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX			
8	CURADO								X	XXXXXX	XXXXXX		
9													
10													
11													
12													
13													
14													

Fuente: Alexander Betancourt.

Tabla 33. Cronograma de obra del sistema de elementos prefabricados.

CRONOGRAMA DE OBRA												
OBRA: Centro Comercial El Fortín Losa de Parqueo Subterráneo												
SISTEMA: Prefabricado												
FECHA: Febre-21												
PLAZO: 68 días calendario												
#	RUBROS	TIEMPO (MESES)										
		1				2				3		
		Semana.1	Semana.2	Semana.3	Semana.4	Semana.5	Semana.6	Semana.7	Semana.8	Semana.9	Semana.10	Semana.11
1	FABRICACIÓN DE VIGAS DOBLE	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX							
2	ENCOFRADO DE VIGAS	XXXXXX	XXXXXX									
3	ACERO DE REFUERZO GENERAL	XXX	XXXXXX	XXX								
4	REVISIÓN PREVIA AL VACIADO		XXX	XXX								
5	VACIADO DE HORMIGÓN DE VIGAS		XX	XXXXXX	XXXXXX							
6	COLOCACIÓN DE MALLAS						XXX	XXXXXX	XXXXXX			
7	CAPA DE COMPRESIÓN									XXXXX		
8	EMPOTRAMIENTOS ELÉCTRICOS				X	XXXXXX	XXXXXX	XXX				
9	REVISIÓN PREVIA AL IZAJE				XX	XXXXXX	XXXX					
10	TRASPORTE DE VIGAS DOBLE TEE					XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX		
11	IZAJE DE VIGAS DOBLE TEE					XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XXXXXX	XX	
12												
13												
14												

Fuente: Alexander Betancourt.

4.2.8. Comparación entre los costos de los diferentes sistemas y sus plazos de ejecución.

A manera de resumen se presenta los costos y plazos de ejecución de cada sistema, con el fin de realizar una comparación de un sistema respecto al otro.

Tabla 34. Resumen del análisis.

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE COSTOS Y TIEMPO			
NOMBRE DE LA OBRA: Centro Comercial El Fortín.			
FECHA: 23/02/2021			
SISTEMA	Costo total (\$)	Costo por m2 construido (\$)	PLAZOS DE EJECUCIÓN (días calendario)
TRADICIONAL HORMIGÓN ARMADO	1.377.095,08	179,81	98
TRADICIONAL HORMIGÓN ARMADO CON GRÚA	1.324.085,62	172,89	77
ELEMENTOS PREFABRICADOS	1.314.959,74	171,70	68

Fuente: Alexander Betancourt.

Tal como se puede observar existen diferencias bastante considerables de un sistema respecto al otro, donde:

El sistema de elementos prefabricados tiene un menor costo a diferencia del sistema tradicional de hormigón armado por un 4,73% del costo total de la losa y su plazo de ejecución se diferencia por un valor de 30 días calendario; sin embargo, comparado con el sistema tradicional de hormigón armado con grúa no se tiene una diferencia muy considerable, donde el costo del sistema prefabricado es menor por un 0,69%, pero sus plazos de ejecución son bastante cercanos con una diferencia de 9 días calendario. Adicionalmente, al implementar una grúa en el sistema tradicional de hormigón armado, se tiene una diferencia del 4,00% menor al costo total, sin embargo, reduce su plazo de ejecución en un total de 21 días calendario.

5. Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones.

5.1. Conclusiones.

Con este trabajo de investigación se pudo concluir, que las diversas alternativas de tipo técnico y la variación de costos y plazo de ejecución entre ambos sistemas, proporciona tanto al promotor como a los profesionales involucrados en el proyecto, todos los parámetros necesarios, con una gran cantidad de información y variables, de forma tal, que conduzcan a la elección más conveniente en función de vuestras prioridades más importantes por parte de los citados anteriormente.

Esta elección indicada, parte del trabajo desarrollado por el autor en cada uno de los aspectos directrices del tema de la tesis. Empezando por el técnico, se pudo tener un esquema general en lo que tiene relación a cada uno de los diseños estructurales. En el sistema tradicional, se contempló el área disponible para la losa de parqueadero de vehículos, las cargas para la misma, las luces más convenientes, y la altura adecuada entre niveles y para el sistema de elementos prefabricados, lo propio, sin embargo, por su naturaleza, se incluyó en los diseños sus originales elementos con características en cierta forma más convenientes que el otro, como el ahorro de tiempo, mejores resistencias, mejor acabado, entre otros.

En lo que tiene relación al costo, se han planteado costos mayores para el sistema tradicional, donde la utilización de mayor mano de obra, colocación de encofrado y logística más detallada en cuanto a la llegada y empleo de los materiales, justifican lo aseverado.

Aparte de lo indicado, se han calculado tiempos menores para el sistema prefabricado, basado sobre todo en las ventajas que ofrece este sistema ante el sistema tradicional, tal como se corrobora con la simultaneidad de actividades, que arrojan disminución del tiempo global de ejecución y lo práctico de la movilización de estos elementos y su correspondiente izaje en el sitio de obra.

Otro aspecto importante de recalcar es la inclusión de un análisis comparativo interno dentro del sistema tradicional, es decir la relación entre la movilización manual de los

materiales y la facilidad de hacerlo a través de grúas. Guardando un símil con la relación anterior, resulta que el costo de obra con grúa es menor, optimizándose también el tiempo.

5.2. Recomendaciones.

Cuando se tiene un proyecto arquitectónico importante como una losa de parqueadero dentro de un centro comercial en un sector muy populoso de la ciudad, es recomendable, en función de las memorias técnicas necesarias, realizar dos diseños estructurales, el uno tradicional y el otro con elementos prefabricados. Se debe sugerir en la realización de estos diseños, una total coordinación profesional entre arquitectos e ingenieros, de tal manera que el resultado final, brinde una adecuada función, la seguridad debida y la estética deseable, para beneplácito de los promotores o contratantes. Solo a partir de lo señalado, se puede hacer un importante y conveniente análisis comparativo general entre ambos sistemas, que determine la elección más conveniente en función de los correspondientes intereses de los involucrados en el proyecto.

En la práctica, todos los parámetros citados en las conclusiones, se tienen que relacionar entre sí. En el aspecto técnico, es necesario examinar las ventajas y desventajas que ofrecen cada uno de ellos, siendo lo más relevante el costo y el tiempo que arrojan ambos resultados.

Si se compara el sistema prefabricado ante el tradicional, se nota que entre las ventajas más importantes, están, la simultaneidad de actividades con el ahorro de tiempo implícito, la calidad de los elementos en acabado y sobre todo en seguridad dadas las resistencias obtenidas en tiempos óptimos, la facilidad de elegir mayores luces entre los apoyos y el menor costo, y entre las desventajas, están los riesgos del manipuleo, la transportación y el izaje de estos elementos, con planificaciones casi perfectas, para evitar algún inconveniente que pudiese contrariar la programación establecida, así como la prolija entrega de parte del responsable técnico del proyecto a la empresa fabricante, de toda la información técnica para la correcta fabricación de estos elementos, intentando reducir los errores a cero.

Debe recalarse también, que no siempre los elementos prefabricados tienen menor costo ante los elementos tradicionales, ya que esto obedece a algunos factores, siendo los más importantes, el tipo de obra, su ubicación, si es construcción puntual o serial y su arquitectura.

Por lo referido en este proyecto, tema de la investigación, es notoria la ventaja y, por ende, la recomendación para la utilización de los elementos prefabricados.

Pero, en definitiva, como nada es absoluto, lo más conveniente para un promotor de un proyecto, es tomar la mejor decisión, entre los diversos aspectos que tiene consigo, en función de sus reales prioridades, pero siempre con la guía y asesoramiento técnico, económico y logístico de todos los profesionales de la arquitectura e ingeniería que forman parte del proyecto.

Con debidas decisiones como la planteada, también gana la comunidad o el sector de la ciudad, al contar con un proyecto que privilegia el sitio escogido y puede incluso ofrecer mejor status social y económico a través de la motivación y fuentes de empleo, a los pobladores del lugar indicado y llevando consigo una huella positiva de los empresarios de nuestro país.

6. Bibliografía.

- ACI. (2014). Requisitos de reglamento para concreto estructural .
- ANDECE. (2019). Estructuras prefabricadas de hormigón .
- Bernal, J. R. (2005). Hormigon armado :Losas. Buenos Aires : Nobuko.
- Betancourt, A. (Noviembre de 2020). Bodegas Ditelme. Guayaquil.
- losas, D. y. (2016). Rubén J. González P.
- Merrit , F., & Ricketts, J. (1997). Manual integral para diseño y construccion . Santa fe :
McGRAW-HILL.
- NEC. (2014). Estructuras de Hormigon Armado.
- Nilsones, A. (2001). Diseño de estructuras de concreto. Santafé, Bogotá, Colombia :
Emma Ariza H.
- Reinoso Angulo, E., Rodriguez , M., & Betancourt Ribotta , R. (2000). Manual de diseño
de estructuras prefabricadas y presforzadas .
- Rodriguez Serquen , A. (2016). Puentes con AASHTO-LRFD .
- territorial, O. d. (2003). Normas de arquitectura y urbanismo.
- Torreja, E. I. (1982).Codigo-modelo ceb-fip para las estructura de hormigon. España.

7. Anexos.

Figura 33. Área de losa para Sistema tradicional de hormigón armado.



Fuente: Alexander Betancourt.

Figura 34. Área de losa para Sistema de elementos prefabricados pre-tensados.



Fuente: Alexander Betancourt.



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Betancourt Reyes Alexander André**, con C.C: **#0803769116** autor/a del trabajo de titulación: **Análisis comparativo de costos y tiempo entre losas de hormigón armado y losas pre-tensadas pre-fabricadas sobre pórticos de hormigón armado**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 de marzo del 2021

f. _____

Nombre: **Betancourt Reyes Alexander André**

C.C: **0803769116**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Análisis comparativo de costos y tiempo entre losas de hormigón armado y losas pre-tensadas pre-fabricadas sobre pórticos de hormigón armado.		
AUTOR(ES)	Betancourt Reyes Alexander André		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Marco Vinicio Suárez Rodríguez		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de marzo del 2021	No. DE PÁGINAS:	73
ÁREAS TEMÁTICAS:	Costos, Presupuestos, Cronogramas.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Hormigón, Sistema constructivo, Análisis de Precios Unitarios, Costos, Comparación, Prefabricado, Alivianado.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>En este trabajo de titulación se realizó una comparación entre los sistemas constructivos tradicionales de hormigón armado y el sistema constructivo de elementos prefabricados, empleados para la construcción de una losa de parqueos donde se tomó de ejemplo el parqueadero subterráneo del Centro Comercial El Fortín, tratando de demostrar las ventajas y desventajas que tiene un sistema respecto al otro, en función del costo y tiempo de ejecución del proyecto. Se realizó la modificación del plano estructural de la losa, para poder hacer el análisis de cantidades de los materiales, y estructurar los presupuestos y cronogramas de obra para los diferentes sistemas constructivos. Adicionalmente, se realizó el análisis de tiempo y costo del sistema tradicional de hormigón armado implementando maquinaria pesada (en este caso una grúa), que sería utilizada en la construcción para el transporte e izaje de materiales para encofrado y acero de refuerzo, obteniendo como resultado que el sistema tradicional de hormigón armado con implementación de maquinaria pesada (grúa) es más costoso que el trabajo común solo con el personal de obra, sin embargo requiere un menor tiempo de ejecución.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-99 239 4372	E-mail: andrebetare@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Clara Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-4-2206956		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			