

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“PROPUESTA DE ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES EN
LA CONSTRUCCIÓN DE LOSAS DE UN EDIFICIO
MULTIFAMILIAR DEL DISTRITO DE HUANCAYO - 2017”**

PRESENTADO POR:

Bach: ROJAS CARTOLIN KAREN ZULEMA

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

HUANCAYO - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“PROPUESTA DE ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES EN
LA CONSTRUCCIÓN DE LOSAS DE UN EDIFICIO
MULTIFAMILIAR DEL DISTRITO DE HUANCAYO - 2017”**

PRESENTADO POR:

Bach: ROJAS CARTOLIN KAREN ZULEMA

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA CIVIL

HUANCAYO - PERÚ

2017

ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES

ASESOR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios por darme siempre las fuerzas para continuar en lo adverso y vencer los obstáculos, por guiarme en el sendero de lo sensato y darme sabiduría en las situaciones difíciles y las bendiciones que día a día me da. A mi familia, por su ayuda, comprensión y estímulo constante a lo largo de todos estos años y lograr escalar y conquistar este peldaño más en la vida.

Bach. Karen Zulema ROJAS CARTOLIN

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA

PRESIDENTE

ING. RANDO PORRAS OLARTE

JURADO

ING. NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA

JURADO

ING. JEANNELLE SOFIA HERRERA MONTES

JURADO

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA

SECRETARIO DOCENTE

INDICE

DEDICATORIA	IV
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS	V
INDICE	VI
INDICE DE TABLAS	IX
INDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPITULO I.....	1
1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	4
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	4
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4. JUSTIFICACIÓN	6
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	6
1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	7
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	8
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	9
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
ANTECEDENTES NACIONALES.....	11
ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17
2.2. BASES TEÓRICAS	23
2.2.1. LOSAS	23
2.2.1.1. CLASIFICACIÓN DE LOSAS	23
2.2.2. LOSA CON PLACA COLABORANTE	24
Descripción del sistema.....	24
2.2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS LOSAS CON PLACAS COLABORANTES Y DE LOSAS ALIGERADAS	39

2.2.4.	DISEÑO DE LAS LOSAS CON PLACAS COLABORANTES	44
2.2.5.	DISEÑO DE LAS LOSAS ALIGERADAS	49
2.2.6.	COSTO DE CONSTRUCCIÓN	53
2.2.7.	TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN	54
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	55
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPOTESIS	59
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	59
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	59
CAPITULO III		61
3.	MARCO METODOLÓGICO	61
3.1.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	61
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	63
3.3.	DISEÑO METODOLÓGICO	63
3.4.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	63
3.5.	POBLACION Y MUESTRA	65
3.5.1.	POBLACIÓN	65
3.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	65
3.6.1.	Variable 01: Es aquella propiedad, cualidad o característica de una realidad, evento o fenómeno, que tiene la capacidad para influir, incidir o afectar a otras variables. Se llama independiente, porque esta variable no depende de otros factores para estar presente en esa realidad, para la presente investigación, la variable independiente es:	65
3.6.2.	Variable 02: Es aquella característica, propiedad o cualidad de una realidad o evento que estamos investigando. Es el objeto sobre la cual se centra la investigación en general. Así mismo, la variable independiente es manipulada por el investigador, porque el investigador puede variar los factores para determinar el comportamiento de la variable dependiente.	65
3.7.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	66
	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	68
3.8.	PROCESAMIENTO DE DATOS	68
CAPÍTULO IV		70
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS		70
4.1.	ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOSAS	70
4.1.1.	DISEÑO Y ANÁLISIS DE LOSA ALIGERADA CON TEORIAS CONVENCIONALES DE VIGAS	70

4.1.2.	DISEÑO Y ANÁLISIS DE LOSA COLABORANTE CON TEORÍAS CONVENCIONALES DE VIGAS	86
4.1.2.1.	ESFUERZOS ADMISIBLES	86
4.1.2.2.	DISEÑO Y ANÁLISIS POR FLEXIÓN- MÉTODO DE ELÁSTICO	87
4.1.2.3.	DISEÑO Y ANÁLISIS POR FLEXIÓN- MÉTODO DE RESISTENCIA ÚLTIMA	93
4.1.2.4.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL POR CORTE VERTICAL	95
4.1.2.5.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL POR CORTE HORIZONTAL - DESLIZAMIENTO EN LA INTERFAZ CONCRETO/ ACERO	96
4.1.2.6.	ACERO EN LOS APOYOS	99
4.1.2.7.	ACERO DE TEMPERATURA	100
4.1.2.8.	ESTIMACIÓN DE DEFLEXIONES	101
4.1.3.	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOSAS ALIGERADAS Y LOSAS COLABORANTES	104
4.1.3.1.	LOSA ALIGERADA	104
4.1.3.2.	LOSA COLABORANTE	106
CAPITULO V		109
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		109
5.1.	RESULTADOS DE DEFLEXIONES EN LAS LOSAS	109
5.1.1.	DEFLEXIONES INMEDIATAS	109
5.1.2.	DEFLEXIONES DIFERIDAS	110
5.1.3.	COMPARACIÓN DE DEFLEXIONES	111
5.1.4.	ESFUERZOS RESISTIDOS POR CADA SISTEMA	112
5.1.5.	COMPARACIÓN DE PRECIOS DE AMBOS SISTEMAS	113
5.1.6.	COMPARACIÓN DE PESOS DE AMBOS SISTEMAS	114
5.1.7.	COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE AMBOS SISTEMAS	114
5.2.	CON RESPECTO A LAS HIPÓTESIS PLANTEADAS	115
CONCLUSIONES		117
RECOMENDACIONES		119
BIBLIOGRAFIA		121

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Deflexiones limites según RNE</i>	29
Tabla 2: <i>Valores de ξ en función del tiempo</i>	30
Tabla 3: <i>Comparativo de las Ventajas y Desventajas de los Tipos de Losas</i>	43
Tabla 4: <i>Espesor de las Placas Colaborantes</i>	45
Tabla 5: <i>Pesos de Losas Aligeradas por Unidad de Área (RNE)</i>	50
Tabla 6: <i>Operacionalización de las Variables e Indicadores</i>	66
Tabla 7: <i>Deflexiones de la Vigueta por Variaciones de Carga Viva – Teoría de Vigas</i>	85
Tabla 8: <i>Deflexiones de la Losa Colaborante por Variaciones de Carga-Teoría de Vigas</i>	104
Tabla 9: <i>Losa Aligerada</i>	109
Tabla 10: <i>Losa colaborante con perfil AD-600</i>	110
Tabla 11: <i>Tipo de Losa</i>	111
Tabla 12: <i>Costos Para Cada Sistema</i>	113
Tabla 13: <i>Precios por Cada Sistema</i>	113
Tabla 14: <i>Resumen de Tiempos en Losa Aligerada Convencional</i>	115
Tabla 15: <i>Resumen Comparativo de los Tiempos en Losas Convencionales y Sistemas de Placas Colaborantes</i>	115

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Losa con placa colaborante.....	23
Figura 2: <i>Losa aligerada</i>	24
Figura 3: <i>Características geométricas de las placas colaborantes</i>	25
Figura 4: <i>Colocación de placas en el proceso constructivo</i>	31
Figura 5: <i>Fijación de placas colaborantes</i>	32
Figura 6: <i>Colocación de acero de temperatura</i>	33
Figura 7: <i>Vaciado de Concreto</i>	34
Figura 8: <i>Curado de Concreto</i>	34
Figura 9: <i>Desapuntalamiento de Placas Colaborantes</i>	35
Figura 10: <i>Partes de la Placa Colaborante Típica</i>	36
Figura 11: <i>Conector de Corte</i>	39

RESUMEN

La presente tesis titulada “**Propuesta de alternativas estructurales en la construcción de losas de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo - 2017**”, parte de la problemática ¿De qué manera se evaluará y propondrá el uso de alternativas en la construcción de losas, en términos de costos y tiempos en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo - 2017?; para ello se planteó como objetivo general el de evaluar el uso de una alternativa en la construcción de losas, mediante la evaluación de costos y tiempos en la construcción, para plantear su viabilidad de su ejecución en un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017. En el proceso de análisis del estudio y la investigación para la propuesta de construcción de las losas, desde el punto de vista técnico - económico y de tiempos se obtuvo que las losas de placas colaborantes generan menor costo y tiempo en la construcción que el de las losas aligeradas en el distrito de Huancayo.

Palabras Clave: Losas aligeradas, Losas con placas colaborantes, evaluación de costos, evaluación de tiempos de ejecución.

ABSTRACT

This thesis entitled "Proposal of structural alternatives in the construction of slabs of a multifamily building in the district of Huancayo - 2017", part of the problem. How will the use of alternatives in the construction of slabs be evaluated and proposed, in terms of costs and times in the construction of a multi-family building in the district of Huancayo - 2017 ?; For this, the general objective was to evaluate the use of an alternative in the construction of slabs, by evaluating costs and times in the construction, to consider the feasibility of their execution in a multifamily building in the district of Huancayo - 2017. In the process of analysis of the study and the investigation for the proposal of construction of the slabs, from the technical - economic and time point of view it was obtained that the slabs of collaborating plates generate lower cost and time in the construction than the ones of the slabs lightened in the district of Huancayo.

Palabras Clave: Slabs lightened, slabs with collaborating plates, cost evaluation, evaluation of execution times.

INTRODUCCIÓN

Debido a la gran demanda del crecimiento poblacional de tiene el distrito de Huancayo en los últimos años, la economía en decaimiento que se viene observando y la limitación del espacio territorial en el distrito de Huancayo, exigen estructuras seguras construidas en menor tiempo posible para su ocupación inmediata y trae a correlación de necesitar construir losas de entre pisos en el menor tiempo posible. Las losas tradicionales como lo es la losa aligerada vienen siendo usadas ya hace tiempo en el mundo de la construcción y en Distrito de Huancayo más aun, esto solo hace que otros tipos de losas no sean propuestos en las construcciones. Desde la década de los 90 en el Perú se instala la primera fábrica de placas colaborantes los cuales entran a competir en un mercado saturado de losas de entrepisos hechos con el sistema onvencional que consta de bloques de arcilla cocida que sirven de encofrado permanente en la losa y el respectivo acero de refuerzo. En nuestra ciudad con más razón las losas con placas colaborantes son casi escasos y poco conocidas por los ingenieros estructurales.

La presente investigación aborda la problemática relaciona a la elección del tipo de losa a usar en dichas estructuras, edificaciones, para lo cual se planteó el objetivo general el de evaluar el uso de una alternativa en la construcción de losas, mediante la evaluación de costos y tiempos en la construcción, para plantear su viabilidad de su ejecución en un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017, cuya hipótesis general fue Mediante la evaluación de costos y tiempos en la construcción es posible evaluar el uso de una alternativa en la construcción de losas, para plantear su viabilidad de su ejecución en un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017.

La metodología utilizada en la presente tesis, consta de diseñar estructuralmente ambos sistemas de losas de entrepisos, basados en el diseño de vigas rectangulares de concertó

armado. Los costos de construcción se basan en la cantidad de materiales necesarios para elaborar un piso típico. En cuanto al tiempo de ejecutar las losas en la construcción, contamos con cuadros referentes del tiempo de desencofrado por el ACI y SENCICO para el caso de losa aligerada convencionales; por otro lado, no contamos con normatividad sugerente para el desencofrado del sistema de placas colaborantes. Es así que ensayamos resistencia y deflexiones centrales de placas colaborantes a escala real para evaluar así el posible tiempo de desencofrado de estos.

Una vez obtenido los resultados fue posible sacar conclusiones a partir de la comparación de ambos sistemas de entrepisos trabajados en el presente trabajo. Estos ayudan a dilucidar incertidumbres, a la hora de proponer el tipo de losas de entrepiso que debería tener una estructura. A partir de esta investigación se pueden dar recomendaciones mejor sustentadas para la aplicabilidad de losas de entrepisos.

El presente trabajo de investigación para su mejor organización está dividido en capítulos acorde a lo estipulado por la Coordinación de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería. En el capítulo I muestra la realidad problemática del diseño de estructuras, el planteamiento del problema a investigar, los objetivos de la investigación, la justificación. El segundo capítulo se ha considerado los antecedentes, el estado del arte, en ella se expone la descripción del estado del arte enfatizando en tesis. Así mismo las bases conceptuales y los conceptos fundamentales en los que se basa la investigación. En el capítulo III, se plasma la metodología y descripción de la solución, se determina la metodología específica de los cálculos estructurales. En el capítulo IV, muestra la presentación de los resultados de la investigación realizada en concordancia a las normas de edificaciones, los cuales muestran los resultados, en el capítulo V se establece la discusión de los resultados obtenidos en el

capítulo anterior, todo ello para devenir en las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

Espero que la elaboración de la presente tesis constituya un aporte a la urgente necesidad del distrito de Huancayo, el de contar con un sistema eficiente de losas de entre piso en la construcción.

Bach. Karen Zulema ROJAS CARTOLIN

CAPITULO I

1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para la construcción de losas livianas se usa una serie de elementos estructurales, una de ellas son las placas colaborantes, de acero estructural (comúnmente de geometría trapezoidal) que cumple con los requerimientos para la construcción de losas de entresijos y cubiertas, adaptándose a sistemas de hormigón, metálicos e inclusive sistemas mixtos.

Es “tradición” que en nuestro medio se usa generalmente la losa aligerada como alternativa estructural para los pisos de las construcciones multifamiliares, dicha estructura se usa colocando en el intermedio de los miembros estructurales, bloques, ladrillos, casetones de madera o metálicos (con el fin de reducir el peso de la estructura) y el acero de barras concentrado, en puntos llamados nervios; son losas constituidas por viguetas de concreto y elementos livianos de relleno; las viguetas van unidas entre sí por una losa o capa superior de concreto que es donde se coloca la armadura secundaria; los elementos de relleno están constituidos por ladrillos o bloques huecos que sirven para aligerar el peso de la losa y además para conseguir una superficie uniforme de cielorraso. Otra alternativa (poco común) es la llamada losa

nervada, esta estructura está armada o confeccionada de nervios los cuales sirven de esqueleto de soporte para losa que generalmente tiene una superficie de sobrelosa. Otra alternativa es la losa pretensada, que consiste en un tipo de losa la cual tiene en su interior fierros pretensados (tensados de fábrica), por lo tanto, son soluciones industriales; una de las características de este tipo de losas es que pueden instalarse en grandes luces y pueden auto soportarse, están formadas por sobre losas, membrana y el nervio (la parte más poderosa de la estructura). Finalmente podemos mencionar que otra alternativa es la losa con placas colaborantes; Sistema de entrepiso metálico que usa un perfil de acero galvanizado, diseñado para anclarse perfectamente en el concreto y formar de esta manera una losa reforzada.

Actualmente observamos que las losas en las edificaciones del distrito de Huancayo, cuentan con unas losas convencionales y vemos la necesidad de innovar nuevos sistemas de losas, y que a su vez los costos que generan al ejecutarlas son demasiados altos (losas convencionales), al igual que el tiempo que se necesita para ejecutarlos (son demasiados prolongados por cuanto son trabajosos), el cual ha demostrado ser inadecuados e ineficientes¹; causando malestar en las necesidades estructurales e incidiendo directamente en la economía y el tiempo de los propietarios de las edificaciones con consecuencias negativas, como la preocupación del propietario al querer obtener su edificación lo más pronto posible y poder darle uso para los fines convenientes. Dichos aspectos generan además costos adicionales innecesarios para reparar o hacer una losa convencional nueva; afectando de esta manera la economía de los propietarios. Con el transcurso del tiempo, hemos notado el mal estado de las losas aligeradas en las edificaciones y la razón es que no innovamos en tecnologías constructivas y así poder utilizar otra tecnología constructiva para las losas de

¹ Ordenanza municipal Nro.-191-MDCH-7CM. Huancayo 16-06-2015.

construcción de viviendas multifamiliares, además el costo en este tipo de losas se sobrevalúa por los insumos a utilizar que son más que otros tipos de losas y el tiempo para ejecutarlas son muy extensas con respecto a otros.

Todo ello se debe a la falta de conocimiento “y cultura de innovación” de nuevas técnicas de construcción de losas, por lo tanto, se pretende presentar alternativas en la construcción de losas que hoy en día se presentan en el ambiente de la construcción es el caso de los tipos de losas que en párrafos anteriores se describieron, una losa más económica, rápida y que está a la vanguardia de la construcción². Ahora, es imprescindible analizar a la hora de elegir este tipo de losa frente a uno convencional, ya que en el análisis intervienen muchos factores. Dentro de los cuales (desde el punto de vista ingenieril) los más resaltantes son, la economía, y los tiempos de ejecución en la construcción de dichas losas.

Actualmente, es posible encontrar en el mercado variedad de alternativas en la construcción de losas, van desde las losas pretensadas, placas de acero para la aplicación en sistemas estructurales mixtos, es así como se ha extendido el uso de placas colaborantes como, en la conformación de losas llamadas colaborantes que presentan ventajas asociadas a la eliminación de las faenas de moldaje en obra y el mejor aprovechamiento de los materiales constituyentes del conjunto estructural. Se desea entonces estudiar las alternativas existentes (desde algunos aspectos relacionados a la estructura) y aplicar dicha propuesta en un área de una edificación en losas en el distrito de Huancayo, los cuales serán en términos de costos en la construcción, tiempos de ejecución y otros aspectos relevantes que cumplan con las normas técnicas de construcción en el Perú, hoy poco conocidos y comercialmente

² “Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigón usando planchas de ZINALUM y sus analogías con el uso de placas de acero galvanizado INSTAPANEL PV6-R”. Tesis de grado para optar el título de: Ingeniero Civil en Obra Civiles. Juan Claudio Ascencio Arangua. Valdivia – Chile 2006.

disponibles en el mercado, con el fin de obtener mayores beneficios económicos al momento de diseñar losas donde, a causa de las características geométricas y de carga, el uso de alternativas en la construcción de losas se hacen imprescindibles.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera se evaluará y propondrá el uso de alternativas en la construcción de losas, en términos de costos y tiempos en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo - 2017?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a) ¿Cómo establecer un mecanismo de elección de alternativas estructurales en losas de construcción el cual genere menores costos y tiempos en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo - 2017?
- b) ¿La alternativa estructural en losas en la construcción elegida será técnicamente viable en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo - 2017?
- c) ¿Cuál de las alternativas estructurales en losas en la construcción genera menores costos en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo - 2017?
- d) ¿Cuál de las alternativas estructurales en losas en la construcción genera menores tiempos en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo - 2017?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el uso de una alternativa en la construcción de losas, mediante la evaluación de costos y tiempos en la construcción, para plantear su viabilidad de su ejecución en un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Establecer un mecanismo de elección de alternativas estructurales en losas de construcción, mediante una metodología evaluativa de construcción, para proponer su viabilidad en la ejecución de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017.
- b) Analizar una las alternativas estructurales en losas en la construcción, a través de la evaluación de costos en la construcción de un edificio multifamiliar, para proponer su viabilidad de su ejecución en el distrito de Huancayo – 2017.
- c) Definir una las alternativas estructurales en losas en la construcción, mediante la evaluación de tiempos en la construcción de un edificio multifamiliar, para proponer su viabilidad de su ejecución en el distrito de Huancayo – 2017.
- d) Elegir la alternativa estructural en losas en la construcción, a través de la evaluación será técnica, en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La información recopilada y procesada servirá de sustento para esta y otras investigaciones similares, siendo un aporte importante para la ingeniería de estructuras en la aplicación de losas colaborantes en las edificaciones como una mejor alternativa en los expedientes técnicos de construcción. El uso de aspectos teóricos en la presente investigación nos permitirá reafirmar los conocimientos en el área de estructuras, construcción de edificios, etc., los cuales son proporcionados en las asignaturas que posee la Escuela de Ingeniería Civil - UPLA, así mismo posee un valor teórico puesto que pueden ser usados para futuras investigaciones (la información recopilada y procesada serviría de sustento para esta y otras investigaciones similares, ya que enriquecen el marco teórico). Por ello, una construcción de una edificación haciendo uso como una alternativa estructural en entrepisos, losas, etc., mediante el técnico – económico aportará un precedente teórico sobre el diseño de estructuras, en el que no solo se tome en cuenta los diseños técnicos de la infraestructura, sino que además tome en consideración factores como análisis ambiental, económico, tiempos y otros; es de suma importancia en el desarrollo de las comunidades en general. Puesto que las estructuras actuales en distrito de Huancayo, se encuentran en mal estado, fisurados que no permiten la comodidad del quien lo habita y no permite un mejor comportamiento estructural de la edificación con concretos en mal estados, tiempos innecesarios, pérdida económica del usuario. Por las condiciones que representan actualmente las estructuras, el desarrollo de nuestro medio es muy lento y esta realidad se va agudizando cada día más. El crecimiento poblacional

hace que el mundo inmobiliario este a la vanguardia de la tecnología. El trabajo de investigación pretende satisfacer las necesidades de conocimiento en cuanto a necesidades estructurales y económicas de losas en el distrito de Huancayo mediante un comparativo que permitirá a los constructores analizar las ventajas y desventajas de cada sistema estructural, para así tomar decisiones acertadas en la elección del sistema adecuado que deberá ser económico y estructuralmente eficiente. Con el desarrollo de este proyecto se ayudará a definir las limitaciones de cada sistema para el uso adecuado en la construcción. La información desarrollada será útil, tanto a constructores como a estudiantes de ingeniería civil a quienes interesa la aplicación de estos sistemas estructurales en las construcciones actuales.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La presente investigación corrobora en el bienestar personal y social de los propietarios de las viviendas y a los profesionales de la ingeniería de estructural, siendo la alternativa más adecuada en la aplicación estructural en las edificaciones del distrito de Huancayo. La presente investigación corrobora en el bienestar personal y social de la comunidad tanto empresarial como familiar de la región Junín, así mismo, podría proporcionar una alternativa de ingresos económicos a los trabajadores de las empresas, pues fomenta la generación de nuevos puestos de trabajo en la fabricación de estructuras de concreto armado, y nuevos puestos laborales en el proceso constructivo con éstas estructuras en el ámbito de la región Junín. Asimismo, el diseño aporta en el aspecto de diseño de riesgos contra sismos, que posiblemente darán soluciones a este tipo de situaciones productos de posibles terremotos que

podría generar desastres en la sociedad del distrito de Huancayo. Al finalizar la presente investigación y con los resultados obtenidos, se pueden proponer cambios en las normas peruanas de construcción, o a su vez ampliar la información que existe actualmente para ayudar a los futuros ingenieros a tener un conocimiento más claro y acertado acerca de estos sistemas estructurales. También podría generar “cambios culturales tanto de los diseñadores de estructuras, empresas constructoras y dueños de las edificaciones” en la manera de hacer uso de nuevas tecnologías constructivas.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Uno de los objetivos específicos de la presente investigación es la de establecer un mecanismo de elección de alternativas estructurales en losas de construcción, mediante una metodología evaluativa de construcción, para proponer su viabilidad en la ejecución de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017; podemos mencionar que se hará uso de una metodología el cual (mediante la evaluación de sus dimensiones o variables si hubiera) ayude a elegir la alternativa correcta en el diseño y la propuesta de construcción de uno de los tipos de losas de construcción existentes en el medio ingenieril. Los métodos, procedimientos, técnicas e instrumentos empleados en la investigación una vez demostrada su validez y confiabilidad podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación. Los instrumentos que se diseñarán y elaborarán para la investigación servirán para recopilar la información, así mismo, para analizar datos los mismos que han sido guiados y orientados en todo momento por el método científico. El diseño de las estructuras (losas y placas) su planificación haciendo uso de metodologías existentes en el área de

construcciones, estructuras, análisis estructural, etc. Por otro lado, se efectúan análisis como por ejemplo el por fatiga y otros. Se calculará el comportamiento sísmico de éstos con dos condiciones que se producirá en el periodo de diseño y para obtener resultados y finalmente comparar las estructuras, el daño que se producirá debe ser mínimo que el permitido, la expansión de una cantidad más de metraje, que beneficiarán de manera directa a dueño de dichas edificaciones. Este busca aportar en la solución parcial del mejoramiento en el diseño, análisis de estructuras mencionadas, creando con su ejecución, nuevas fuentes de diseño, construcciones adicionales, conocimientos de nuevas formas de diseño de estructuras de edificación, conocimiento de nuevos aspectos teóricos y metodológicos, todo ello tendiente a la unificación de criterios. Esta investigación y propuesta comparativa se justifica plenamente por cuanto mejora eficientemente la aplicación de métodos relacionados al diseño y construcción de edificios³.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es científica y técnicamente viable pues se dispone de los recursos necesarios ya sea humanos, económicos y materiales suficientes para llevarla a cabo en un tiempo determinado. Se buscó un proyecto en ejecución para la recolección de datos necesarios en esta investigación. Con el desarrollo de este ayudará a definir las limitaciones de cada sistema para el uso adecuado en la construcción ya que analizando las características que requirieran los distintos edificios en el distrito de Huancayo provincia de Huancayo región Junín, y así se podrá determinar el sistema estructural más eficiente. Además, con la ejecución de este proyecto de investigación no solo

³ Soluciones estructurales no habituales estructuras mixtas de acero y hormigón losas mixtas conformadas por placas de acero colaborante con vigas compuestas, Patricia Garino. Universidad de la Republica Facultad de Arquitectura.

estamos aportando con la solución del problema de construcción (en el aspecto estructural) sino que sirve de guía metodológica y ejemplo a: Los investigadores al uso metodológico del diseño y futura construcción de un sistema estructural mediante un tecnológico, científico y metodológico que no solo beneficia a los constructores, empresas y dueños de la metodología las empresas que podrían ejecutar el proyecto tendrían la seguridad de los trabajadores que ejecuten la obra. Con la metodología desarrollada ese tendrá resultados que permitirán comparar eficiencias, ventajas y desventajas de los modelos tanto de losa aligeradas y losas con placas colaborantes.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

ANTECEDENTES NACIONALES

CABRERA CABRERA, Elmer sustento en el año **2003** su tesis: en su Tesis: **“Diseño estructural en concreto armado de un edificio de nueve pisos en la ciudad de Piura – Perú”**⁴, En primer lugar, aborda el problema de diseño sismo-resistente ya que el concreto armado es un material muy utilizado en nuestro medio por lo que los ingenieros civiles deben tener un debido conocimiento del comportamiento y diseño del concreto reforzado. El objetivo del trabajo fue realizar el análisis estructural de un edificio y diseñar los principales elementos estructurales así de esta manera recordar, organizar y complementar, bajo una forma de aplicación práctica, los conocimientos adquiridos en los diversos cursos básicos de la carrera. Para el análisis sísmico del presente proyecto se realizó según la Norma Básica de Diseño Sismo-resistente-1977; en la actualidad mediante la Resolución Ministerial 494-97-MTC/15.04 del 14.10.97, se aprueba la actualización de la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismo

⁴ Tesis elaborado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura – Perú año 2003.

resistente. Teniendo entonces el modelo estructural y el metrado de cargas se procedió a realizar el análisis estructural en dos partes: el sísmico y el vertical. El análisis sísmico se hizo mediante el programa de análisis estructural “SAP 80”, dicho programa realiza el análisis mediante un modelo tridimensional de la estructura. En el análisis vertical se utilizó el programa “PFRAME”, el cual realiza el análisis mediante un modelo bidimensional de pórticos. Evaluando los resultados podemos concluir que efectivamente es un buen criterio pues las placas toman el mayor porcentaje del cortante sísmico y se han limitado los desplazamientos horizontales, por eso la importancia de emplear correctamente la norma de diseño sismo resistente, simetría para poder reducir considerablemente los efectos de torsión. Esta investigación servirá a la presente en el uso práctico de las normas emitidas en el aspecto estructural, su uso y aplicabilidad y como ejemplo en la forma de cómo se usan en el aspecto práctico de los elementos estructurales sujetos a diferentes momentos y cargas.

RAMOS RUGEL, Maritza en su tesis de investigación: **“Análisis Técnico y Económico de Losas de entepiso.”**⁵ **Perú (2002)**. El objetivo principal del presente trabajo fue determinar las diferencias entre las losas compuestas con las láminas colaborantes. En el proceso de investigación se analizó el sistema de losas compuesta con lámina colaborantes e incluimos criterios de diseño. Además, se ha determinado los valores de las luces que se puede cubrir dependiendo del calibre de la lámina, el espesor de la losa y los apoyos temporales considerados. Así mismo en éste detallamos los criterios de diseño y el procedimiento constructivo de losas aligeradas con poliestireno, realizamos cálculos para determinar el peso propio de cada alternativa, así como las distancias entre apoyos que se pueden cubrir bajo ciertas condiciones de

⁵ Tesis elaborado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura – Perú año 2002.

carga y servicio. En base a este análisis se determina las diferencias entre las losas compuestas. Se puede concluir entonces que las losas de entrepiso constituyen el medio principal de distribución de las fuerzas sísmicas, y si así fue considerado en el análisis y diseño estructural, así debe quedar reflejado en la construcción. Tanto el diseño estructural como el arquitectónico deben ajustarse a conceptos de seguridad y control de daños. En la selección del sistema de losas no sólo debe influir el factor económico sino los criterios estructurales en conjunto. Debemos tener en cuenta que las edificaciones se comportan como se construyen y no necesariamente como se diseñan. De tal manera que se ha considerado el empleo del poliestireno expandido como material aligerante, ya que son características de este material de versatilidad, la ligereza, la baja conductividad térmica, la resistencia la baja absorción de agua, su facilidad de manejo y manipuleo que lo hacen muy útil como elemento aligerante dentro de las losas de entrepiso. A través del presente trabajo de investigación servirá de aporte para el ámbito de utilización del poliestireno como material aligerante de las losas de entrepiso que beneficiará a la disminución del peso del elemento aligerante, lo cual facilita el transporte y grandes economías en la instalación.

POMEZ VILLANUEVA, David en su tesis de investigación: **“Estudio de alternativas Estructurales para el techado de un Edificio de Oficinas.”⁶ - Perú (2012)**. El objetivo principal del presente trabajo fue elaborar los planos estructurales completos de un edificio de oficinas de diez pisos ubicado en la ciudad de Lima, adicionalmente se estudiarán por lo menos tres alternativas para el techado de los pisos típicos. En el proceso de investigación se realizó un análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado de diez pisos, cada uno destinado a oficinas y de un área aproximada de 760 m², ubicado en la ciudad de Lima. La estructura del edificio consta

⁶ Tesis elaborada en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú - Perú año 2012.

de dos grandes placas en forma de “C” que albergan las escaleras y ascensores del edificio en la zona central de la planta y columnas cuadradas en el perímetro de la misma. Las placas y las columnas están conectadas por vigas peraltadas. A través de este análisis se presenta el diseño de las cuatro alternativas de techado elegidas para la comparación, las vigas de cada alternativa, las placas, las columnas, la cimentación, las escaleras y la casa de máquinas. Luego del análisis desarrollado se llega a la conclusión: Mediante el análisis correspondiente se aprecia que las dos alternativas de menor costo son aquellas en que la incidencia del encofrado es mayor. Es claro entonces que la brecha entre estas dos alternativas y las dos más costosas se ampliará según se administre más eficientemente los encofrados y / o se trabaje con encofrados propios. Hecha la elección de la alternativa de techado a utilizar, se realiza el análisis sísmico de la estructura. Finalmente, con los resultados del análisis sísmico, se ajusta el diseño de los elementos previamente diseñados y se diseña los elementos restantes. A través del presente trabajo de investigación servirá de aporte como marco referencial, cabe mencionar que también a través del presente trabajo servirá de justificación del uso de alternativas de solución para el techado de los pisos típicos.

DE LA TORRE HERMOZA, Pedro Julio; sustentó en el año **2009** su tesis: **“Diseño de un edificio de vivienda de 06 niveles en concreto armado”**⁷, En el cual se analiza la problemática en el análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado ubicado en la calle Alcalá, distrito de Pueblo Libre, provincia de Lima, sobre un terreno plano de 260.72 m², está conformado por muros de corte, columnas y vigas. Los techos se resolvieron usando aligerados prefabricados y losas macizas. La estructuración y pre dimensionamiento se realizó siguiendo los criterios en los cursos de Análisis Estructural y Concreto Armado, logrando un

⁷ Tesis elaborada en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú - Perú año 2009.

control adecuado de deflexiones y un armado sin congestión. Confirmando de esta forma que los criterios empleados fueron correctos. Al igual que la anterior investigación, la presente investigación servirá como marco de referencia para el análisis y diseño de edificaciones mayores a cinco pisos, los aspectos técnicos necesarios y otros relacionados al análisis estructural.

GORA FLORES, Deivy; en su tesis de investigación **“Influencia de la calidad de concreto, costos y tiempos en la producción de losas aligeradas y sistemas de placas colaborantes”⁸ – Perú 2014.** El objetivo principal de esta tesis es comparar dos sistemas de entrepisos (losa aligerada convencional y sistema de placas colaborantes), en cuanto a su calidad de concreto, costos y tiempos de construcción para evaluar su respectiva productividad, mediante un análisis experimental. En proceso se realizó: análisis estructural de losas aligeradas convencionales y sistema de placas colaborantes mediante el uso de las hipótesis de diseño de vigas rectangulares de hormigón armado, análisis del concreto patrón empleado en los diferentes ensayos, elaborado mediante el diseño del agregado global, evaluación de los modelos representativos de losas aligeradas convencionales y sistema de placas colaborantes vaciados en situ, para ver el comportamiento frente a ensayos como tiempo de fraguado, exudación, trabajabilidad y fisuración, análisis del costo de producción de las losas aligeradas convencionales y del sistema de placas colaborantes y análisis del tiempo de producción de ambos entrepisos. En conclusión, en la presente tesis se establecen parámetros necesarios para producir ambos elementos en campo y ver cuál de ellos es más productivo en comparación con el otro. En los ensayos de tiempo de fraguado se concluyen: Losa aligerada convencional para temperaturas entre 12.2-15.5°C, presenta un fraguado inicial entre 287-323 min y un fraguado final de 422 -

⁸ Tesis elaborada en la Facultad de ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Centro del Perú - Perú año 2014.

452 min. Losa colaborante para las mismas temperaturas que las losas aligeradas convencionales, presentan tiempos de fragua inicial de 257- 293 min y un fraguado final de 412-445 min. por lo que el sistema de placas colaborantes empieza a fraguar 9.3 - 10.5% menos del tiempo que se requiere para las losas convencionales, afectando su calidad del concreto. Según los ensayos de exudación obtenemos: Losa aligerada convencional para temperaturas entre 12.2 - 15.5 °C, presentan picos de velocidad entre 0.66- 1.03 Kg (m²/h). Losa colaborante para las mismas temperaturas que las losas aligeradas convencionales, presentan picos de velocidad de exudación de 0.72- 1.19 Kg (m²/h) de aquí, podemos apreciar que las placas colaborantes presentan mayores picos de velocidad de exudación, entre 9.1 - 15.5 % sobre las losas aligeradas convencionales. Lo cual advierte fisuración, afectando de esta manera la calidad del concreto en ambos sistemas. La trabajabilidad nos indica que: Losa aligerada convencional la pérdida de 1" de slump, para temperaturas de 12.5- 15.2 oc varía entre 30-21 min. Losa colaborante para las mismas temperaturas y la misma pérdida de 1" de slump que las losas aligeradas convencionales, presentan tiempos de 27-20 min. Por lo que se establece que las losas colaborantes presentan una perdida más significativa de la trabajabilidad siendo más desfavorables para su calidad de concreto, que varía entre 1 O - 4. 8% del tiempo comparado con la losa aligerada convencional. De los análisis de tasa de evaporación presentamos: Losa aligerada convencional la tasa de evaporación mínima para que ocurra fisuración es de 0.3 kg (m²/h) y un máximo de 0.91 kg (m²/h). Losa colaborante las tazas de evaporación son del orden de 0.3 kg (m²/h)- 0.97 kg (m²/h). De las tazas de evaporación podemos notar que el concreto colocado en losa colaborante, presenta un índice mayor en la tasa de evaporación. Además, la calidad del concreto se ve afectada cuando el concreto alcanza a 0.3 kg (m²/h), pues aquí donde empieza a fisurarse. Según los indicadores

de productividad: Losa aligerada convencional el ratio de productividad de mano de obra es 3.28 hh/m², el de volumen de concreto por m² techado es de 0.080 m³/m² y el de peso de acero por m² techado es de 4.73 kg/m². Losa colaborante el ratio de productividad de mano de obra es 2.08 hh/m², el de volumen de concreto por m² techado es de 0.076 m³/m² y el de peso de acero por m² techado es de 2.04 kg/m². De estos obtenemos que la productividad de mano de obra en la placa colaborante es un 36.6% menor que la de las losas aligeradas, lo mismo ocurre con el volumen de concreto y peso de hacer en 5% y 56.9% respectivamente.

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

ASCENCIO ARANGUA, Juan Claudio sustentó el año 2006 su Tesis: “**Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigón usando planchas de Zinalum® y sus analogías con el uso de placas de acero galvanizado INSTAPANEL PV6-R**”⁹ ; La investigación tiene por objetivo evaluar, mediante un análisis teórico-experimental, el comportamiento estructural de las placas de acero acanaladas de zinalum®, dentro de un sistema compuesto de losa colaborante, como lo hacen en el mismo tipo de estructuras, las placas de acero galvanizado PV6-R de instapanel®. La propuesta de solución que propone el autor es implementando criterios de diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigón usando planchas de zinalum® como refuerzo de tensión, con bases teórico-experimentales. Así como también demostrando que las sobrecargas para uso en viviendas son satisfactoriamente resistidas según los criterios y ensayos de carga propuestos en el “código de diseño de Hormigón Armado” ACI 318-991. El autor obtiene luego del proceso de investigación los siguientes resultados: Luego de efectuar las pruebas de carga y descarga, se realizó un ensayo de carga hasta la rotura de las losas, con este procedimiento no solo fue posible determinar

⁹ Tesis elaborada en la Universidad Austral de Chile de Ciencias de la Ingeniería, Escuela Profesional de ingeniería civil en Obras Civiles – Valdivia Chile año 2006

la carga a la cual el sistema colapsaba, sino que fue la afirmación de la hipótesis de diseño en que se pensaba de antemano que la clave de la resistencia del sistema estaba en procurar la conexión adecuada entre el concreto y el acero, ya que los esfuerzos de corte que se producen en la interface son de considerable magnitud y deben ser resistidos para conferir a la losa de capacidades flexurales resistentes. En conclusión, en la presente tesis se ha demostrado que es posible diseñar, proyectar y construir una losa colaborante con refuerzo de tensión materializado en una lámina de zincalum® de 0.35mm de espesor. Las aplicaciones en las cuales puede ser usadas apuntan a un diseño de baja sobrecarga, donde una losa colaborante convencional o incluso la implementación de una losa maciza de concreto es de carácter sobre dimensionado. Los resultados obtenidos en el modelamiento teórico del sistema estructural no se escapan en gran medida de los resultados obtenidos en probetas físicas de tamaño real; lo entrega una real posibilidad de estimar esfuerzos y deformaciones mediante un método sencillo de diseño estructural. Mediante la comparación del comportamiento entre losas colaborantes con zincalum® y las convencionales con PV6-R, es posible establecer que, para secciones de baja sobrecarga, el sistema estructural con zincalum presenta un comportamiento satisfactorio y óptimo, la condición de alta sobrecarga es cubierta satisfactoriamente por el sistema PV6-R, el que no presenta un comportamiento muy óptimo en espesores bajos de la losa.

GARINO Patricia, sustentó en el año **2010** su Tesis: **“Losas mixtas conformadas por placas de acero colaborante con vigas compuestas”**¹⁰, La investigación tiene por objetivo que las estructuras mixtas de hormigón y acero ofrecen muchas ventajas no solo desde el punto de vista estructural, sino también desde el punto de vista constructivo. En conclusión, las estructuras mixtas de hormigón y acero ofrecen

¹⁰ Tesis elaborado en la Universidad de la Republica, Facultad de Arquitectura – Uruguay año 2010.

muchas ventajas no sólo desde el punto vista estructural, sino también desde el punto de vista constructivo. La mayor cualidad estructural del sistema reside en la utilización de los materiales, acero y hormigón, aprovechando al máximo sus propiedades mecánicas. La viga mixta permite reducir espesores de la estructura logrando una mayor resistencia global.

Con respecto a la construcción, vemos que se logra gran racionalización y planificación de los procesos. El sistema de ensamblaje de la estructura metálica tipo mecano facilita el montaje. La utilización de la chapa que conforma el forjado colaborante como encofrado y estructura propia durante el llenado permite reducir los plazos de ejecución y ahorrar costos de encofrado.

LEÓN BARRÍA, Juan Guillermo en su tesis de investigación: **“Diseño, fabricación y ensayo de una losa unidireccional de hormigón liviano con Poliestireno expandido reciclado modificado para fines Habitacionales.”**¹¹ Valdivia – Chile (2013). El objetivo principal del presente trabajo fue estudiar una losa de hormigón con peso inferior al de una tradicional utilizando agregados livianos reciclados (MEPS), amigable con el medio ambiente y con atributos aceptables de resistencia y costo para satisfacer fines habitacionales. De la misma manera se debe mencionar que en el proceso de investigación se elaboró el estudio de las características generales del poliestireno expandido modificado, los hormigones livianos y las losas a modo de entregar una referencia básica para la mejor comprensión de la investigación, por lo tanto se confeccionó una reseña del diseño de losas unidireccionales, continuando con la determinación de las cargas de sollicitación y dimensiones de las probeta. De este modo se recolectaron retazos de poliestireno expandido con los que se realizaron los MEPS, trazándolos e exponiéndolos a altas temperaturas por un determinado tiempo

¹¹ Tesis elaborada en la Universidad Austral de Chile – Valdivia Chile año 2013.

para permitirles alcanzar una mayor resistencia mecánica. Luego del análisis desarrollado se llega a la conclusión: Mediante el experimento llevado a cabo, muestra que la resistencia a compresión obtenida por las amasadas, satisface los requerimientos mínimos para hormigones estructurales livianos. Paralelamente, el desempeño de esta losa es comparable al de un hormigón tradicional, cumpliendo exitosamente con normativa, factores de carga y deformaciones admisibles. Finalizando con la conclusión los resultados obtenidos con esta memoria permiten inferir que el comportamiento de losas unidireccionales fabricadas con hormigón liviano estructural en base MEPS, cumple con las normativas de diseño siendo una opción viable desde una perspectiva técnica, económica y ambiental. En el presente trabajo de investigación abre campo a la posibilidad de nuevas investigaciones que permitan determinar la factibilidad de implementación de una losa unidireccional con reemplazo del agregado fino por MEPS, con el fin de alivianarla produciendo menor impacto en su resistencia. A su vez, resulta interesante la utilización de mezclas con MEPS en la carpeta de losas con bovedillas de EPS, ya que permitiría obtener una losa con valores mínimos de peso propio.

Martha Azucena Loja Suconota. (2015). Tesis: “Investigación de las principales tecnologías constructivas de edificaciones utilizadas en la ciudad de Cuenca”¹²; Facultad de Ingeniería civil de la Universidad de Cuenca- Ecuador Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Ecuador. El autor hace un estudio de caso basado en Las interrogantes que se plantearon son: ¿cómo se construye en el 2014 en la ciudad de Cuenca?, ¿Por qué no se aplica nueva tecnología en la construcción? Ya que En la mayoría de las construcciones realizadas durante los últimos años se ha empleado procesos o métodos tradicionales, así como también se ha incursionado en la

¹² Tesis elaborada en la Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, escuela de Ingeniería Civil – Ecuador año 2015.

aplicación de Sistema de Encofrados y elementos prefabricados. Es por ello que el objetivo de la presente investigación es conocer las características y parámetros fundamentales de las principales tecnologías constructivas en Edificaciones, principalmente aplicadas en la ciudad de Cuenca, de modo que se pueda evaluar la situación actual de la ciudad en el ámbito de la construcción. Su objetivo general es conocer en sus características y parámetros fundamentales las principales tecnologías constructivas de Edificaciones de Hormigón Armado y Hormigón Pretensado aplicadas en la ciudad de Cuenca. Se realiza una revisión bibliográfica con la finalidad de conocer de manera general los temas relacionados con las tecnologías constructivas de edificaciones de hormigón armado; de ésta manera se podrá clasificar la información obtenida, en las principales variantes tecnológicas de construcción, que para este estudio se ha dividido en tres variantes que se analizan por capítulos: las llamadas construcciones tradicionales, construcciones con encofrados y las construcciones con elementos prefabricados. A lo largo de todo el proyecto, se realizan entrevistas con profesionales ingenieros o arquitectos dedicados al campo de la construcción, para la recolección de información e imágenes fotográficas que permitan el posterior análisis y evaluación de la situación que presenta cada variante tecnológica de construcción.

Adán García Tovar. (2010). Tesis: “Propuesta de un sistema de losas aligeradas para la construcción de casas habitación”¹³. El investigador hace un estudio de caso basado en una evaluación de las opciones de losa para una casa habitación en general, donde define y describe los tipos de losa que se utilizan a fin de que el lector tenga ideas claras respecto a este tema, también describe los materiales utilizados en el proceso constructivo de losas de entrepiso, describiendo cada uno de ellos tales como

¹³ Tesis elaborada en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Tesis para optar el título de ingeniero civil Morelia, Michoacán - México año 2010.

los agregados, la madera el cemento en acero estructural, las mallas electro soldadas, etc. Que intervienen en la construcción de las diferentes losas de entrepiso descritas en la investigación. parte de la problemática que existe en la toma de decisiones de la población a elegir un tipo de losa de entrepiso, ya que por seguridad y especialmente economía se realiza esta elección; y propone la utilización de una losa aligera compuesta por una vigueta de acero y panel estructural con el cual pretende demostrar las ventajas y desventajas que existen en la tradicional losa maciza y el de una aligera, teniendo como hipótesis que el tiempo del armado y construcción de una losa maciza al aplicar el sistema que se propone se le dará mayor rapidez a la construcción en general ya que cuando fragüe y arme se puede inmediatamente a los acabados interiores, también se evalúa que el costo de este sistema sea igual al de la losa maciza y aligerada, pero esta tendrá como influencia en el tiempo de ejecución el cual significa ahorro de mano de obra, y teniendo como una conclusión de interés que esta propuesta de losa aligerada se llegó a construir en claros de hasta 6 metros de longitud, con ángulos en las viguetas mucho menores que los arrojados por el cálculo de ese proyecto, las cuales respondieron satisfactoriamente ya que la losa se encuentra trabajando en la actualidad en buenas condiciones, pero al momento de demostrar el cálculo matemáticamente fue desfavorable, ya que los resultados fueron incoherentes, y finalmente se recomienda seguir toda la metodología planteada en la construcción de este tipo de losa aligerada a fin de que si se elige construirla ningún elemento sea tomado al azar, teniendo como premisa la seguridad estructural.

2.2. BASES TEÓRICAS

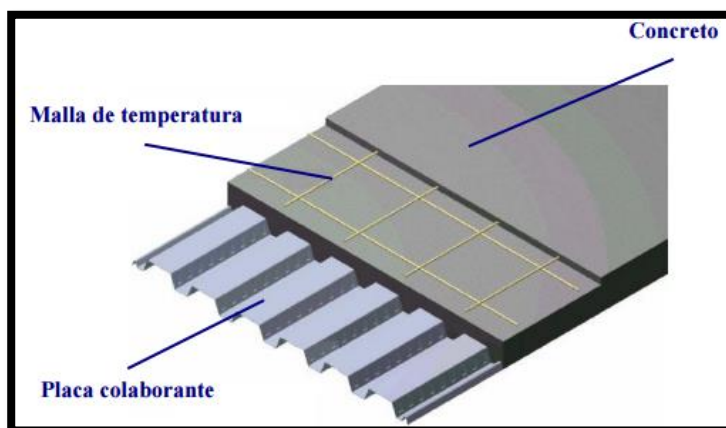
2.2.1. LOSAS

En el libro de Losas y Entrepisos por Jessica Gutiérrez (2011)¹⁴ “Es una estructura plana horizontal de concreto armado que separa un nivel de la edificación de otro o que puede servir de cubierta, construidos monólicamente o en forma de vigas sucesivas apoyadas sobre los muros estructurales”.

2.2.1.1. CLASIFICACIÓN DE LOSAS

- **Losas con Placas Colaborantes:** Placa colaborante de acero galvanizado que permite en conjunto con el hormigón estructural, la construcción de losas en menores plazos, con un menor volumen de hormigón y una reducción en el uso de alzaprimas.¹⁵

Figura 1: Losa con placa colaborante



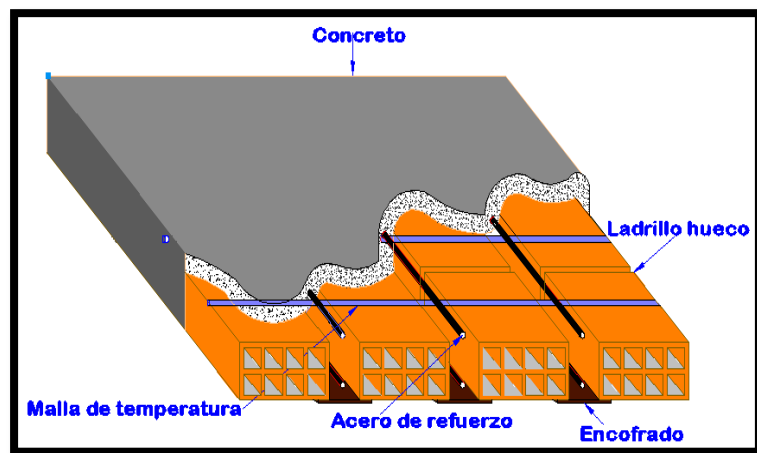
- **Losas Aligeradas:** Es la que se realiza colocando en los intermedios de los nervios estructurales, bloques, ladrillos, casetones de madera o metálicas (cajones) con el fin de reducir el peso de la estructura, y el acero en barras concentrado en

¹⁴ <https://prezi.com/w7iv-cdjpxwj/losas-y-entrepisos/>

¹⁵ Cintac – instapanel pv6-R – Recuperado: <http://www.cintac.cl/pdf/PV6-R.pdf>

puntos llamados nervios. Las losas son elementos estructurales bidimensionales, en los que la tercera dimensión es pequeña comparada con las otras dos dimensiones básicas. Las cargas que actúan sobre las losas son esencialmente Perpendiculares al plano principal de las mismas, por lo que su comportamiento está dominado por la flexión.¹⁶

Figura 2: *Losa aligerada*



2.2.2. LOSA CON PLACA COLABORANTE

Descripción del sistema

El sistema de losa con placas colaborantes es un nuevo concepto para el diseño y la construcción de losas estructurales en edificaciones. Este sistema se inició básicamente para cubrir la necesidad de elaborar encofrados para los tableros de los puentes vehiculares evitando utilizar apuntalamientos temporales. Utilizando láminas de acero de espesores muy livianos (económicos), los cuales con un proceso de preformado lograban inercias suficientes para soportar las cargas de montaje y de concreto fresco inicial; finalmente estas

¹⁶ <https://es.scribd.com/doc/105331937/losa-aligerada> - acceso 02-04-2017

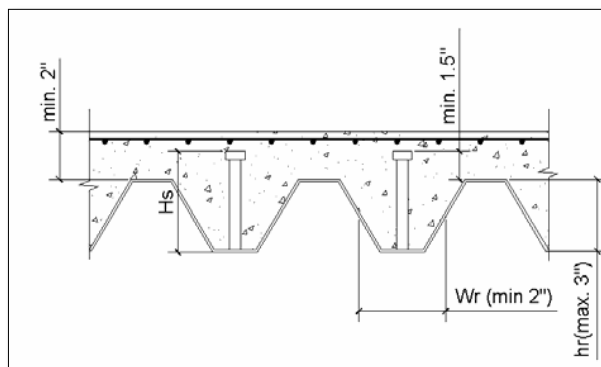
láminas quedaban permanentemente en las losas del tablero, como un encofrado perdido. (Manual aceros Deeck)¹⁷

Posteriormente se extendió el uso para la elaboración de las losas estructurales de los edificios, aprovechando una propiedad adicional: que las láminas de acero tomen los esfuerzos de tracción de la losa en la parte inferior; para esto se le agregaron muescas adicionales, simulando la corrugación del acero, logrando así una buena adherencia mecánica entre el concreto y la plancha de acero con lo que actúan de manera monolítica y forman una losa compuesta (Composite Steel Floor Deck).

El sistema puede utilizarse en edificios donde la estructura principal es en concreto o en acero y debe conectarse adecuadamente a las vigas principales de apoyo para servir de diafragma estructural y conformar elementos en construcción compuesta con dichas vigas si así se proyecta. Adicionalmente, puede apoyarse de forma conveniente sobre muros estructurales en mampostería o concreto.

Según el Manual AISC – LRFD, página 6-65, se presentan algunas restricciones y criterios en la geometría de estas láminas. Estas características se pueden apreciar en la Figura 03:

Figura 3: Características geométricas de las placas colaborantes



¹⁷ Manual técnico para el uso de placas colaborantes para losas de entrepiso. – Acero Deck.

Metodología de Análisis: El diseñador debe seleccionar la metodología para el análisis de la losa estructural de la losa de edificaciones, para eso se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ **Losa continúa sobre apoyos múltiples:** Si se desea diseñar la losa de manera que se tenga continuidad en los apoyos intermedios, debe diseñarse el refuerzo negativo que irá en la parte superior de la losa, utilizando las técnicas de diseño convencionales del concreto reforzado. En este caso para la sección en el apoyo se desprecia el efecto de la lámina de Steel Deck actuando a compresión. También, la malla de refuerzo seleccionada para efectos de retracción y temperatura no proporciona en general la cuantía de acero necesaria para absorber dichos momentos negativos de manera que debe disponerse de refuerzo adicional en la zona de los apoyos.¹⁸
- ✓ **Losa con luces simplemente apoyadas:** Si por otro lado se desea basar el análisis en la hipótesis de luces simplemente apoyadas, se supone que la losa se fisura en la parte superior en cada uno de los apoyos¹⁹.

Cargas de Diseño por Apuntalamiento: El diseño del sistema compuesto comprende dos etapas de comportamiento básicas, las cuales se indican a continuación:

- ✓ Cuando el concreto fresco aún no ha endurecido: en la cual la lámina colaborante funciona principalmente como encofrado.

¹⁸ Citado por Ascencio Arangua Juan Carlos en su tesis "Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigon usando planchas de ZINCALUM y sus analogías con el uso de placas de acero galvanizado INSTAPANEL PV6-R" año 2006.p43

¹⁹ Citado por Ascencio Arangua Juan Carlos en su tesis "Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigon usando planchas de ZINCALUM y sus analogías con el uso de placas de acero galvanizado INSTAPANEL PV6-R" año 2006.p47

✓ Cuando el concreto endurece y la losa trabaja como sección compuesta, es decir existe una unión consistente entre el concreto y la lámina colaborante. Debido a el proceso constructivo se presenta una necesidad de apuntalamiento para soportar el peso del concreto recién fraguado y las cargas vivas de construcción aplicadas al tablero metálico, este puede ser apuntalado o puede ser diseñado para auto apuntalarse entre los miembros de apoyo. Si el tablero es apuntalado, se puede usar un tablero de menor peralte o una lámina más delgada. En este procedimiento se deberán evaluar las deflexiones generadas después de remover el apuntalamiento. De igual forma la losa de concreto debe diseñarse para resistir los esfuerzos resultantes de la carga muerta total combinada con todas las cargas superpuestas. Cuando se utiliza el apuntalamiento, este no se puede quitar hasta que se haya alcanzado al menos el 75% de la resistencia a la compresión especificada a los 28 días (American Institute of Steel Construction, 2006). Para el procedimiento de tableros metálicos no apuntalados, el peso del concreto hace que la lámina se defleccione entre sus apoyos. Esta deflexión se limita por lo general al menor valor entre $1/180$ de la luz del tablero y $3/4$ de pulgada. Ya que a la superficie superior de la losa de concreto normalmente se le dará un determinado nivel, se deberá colocar una cantidad adicional de concreto como consecuencia de la deflexión del tablero²⁰.

Después de describir la necesidad de apuntalamiento en su proceso constructivo se analizan los siguientes casos:

- ✓ **Condición de encofrado sin apuntalamiento:** Si el vaciado se hace bajo esta condición, la sola lámina es capaz de soportar el peso propio del concreto y las cargas de construcción. Deben hacerse chequeos para las

²⁰ Instituto Americano de Construcción en Acero. - 2006

condiciones límite por esfuerzos cortante y flexión y por deflexiones máximas. Si existe continuidad de la lámina sobre los apoyos, ésta se tendrá en cuenta para redistribución de esfuerzos.²¹

- ✓ **Condición de encofrado con apuntalamiento uniforme:** Es una alternativa poco práctica, aunque ideal para el control de deflexiones totales del sistema de losa. En esta condición la lámina es soportada en toda la longitud del vano, por lo cual, teóricamente no se presentan esfuerzos ni deflexiones debido al peso propio del concreto fresco o de las cargas de construcción. Bajo esta condición no es necesario hacer chequeo por esfuerzos o deflexiones durante la etapa constructiva. Una vez que el concreto ha fraguado y la adherencia lámina-concreto alcanza su plenitud las consideraciones de carga realizadas en la etapa constructiva no afectan el diseño para la etapa de servicio.²²
- ✓ **Condición de encofrado con apuntalamiento intermedio:** Si la lámina no es capaz de soportar el peso del concreto fresco y las cargas de construcción puede optarse por colocar un punto de apoyo intermedio temporal, mientras el concreto alcanza su resistencia, garantizando que el comportamiento en sección compuesta es capaz de soportar las cargas sobrepuestas de diseño. Este apuntalamiento crea un sistema de apoyo continuo para la lámina lo que permite la redistribución de los esfuerzos generados en la construcción²³.

²¹ Metaldeck Manual Técnico Grado 40. P 23

²² Metaldeck Manual Técnico Grado 40. P 24

²³ Op. Cit. p 23

Deflexiones por Carga: Para calcular las deflexiones en los sistemas compuestos se debe aplicar la teoría elástica convencional aplicada al concreto reforzado. Las hipótesis básicas del análisis son las siguientes:

- ✓ Las secciones planas antes de la flexión permanecen planas después de aplicada la flexión, lo que significa que las deformaciones unitarias longitudinales en el concreto y en el acero, en cualquier sección transversal al tablero, son proporcionales a la distancia de las fibras desde el eje neutro a la sección compuesta.
- ✓ Para las cargas de servicio, los esfuerzos son proporcionales a las deformaciones tanto para el concreto como para el acero.
- ✓ Puede utilizarse la totalidad de la sección de acero excepto cuando está se ve reducida por huecos.
- ✓ El momento de inercia utilizado en las operaciones se determina como el promedio entre el momento de inercia de la sección agrietada y el de la sección plena, sin fisuras.

Para el cálculo de la sección agrietada se asume que todo el concreto por debajo del eje neutro se encuentra agrietado. El módulo de elasticidad para el acero se toma como 203,000MPa (29,500ksi) y la relación modular de 11.²⁴ Dado en la tabla 01.

Tabla 1: *Deflexiones limites según RNE*

Tipo de elemento	Deflexión que se considera	Deflexión límite
Techos planos que no soporten o no estén unidas a elementos no estructurales que puedan ser dañados por deflexiones grandes.	Deflexión instantánea debido a carga viva.	L/180

²⁴ Metaldeck Manual Técnico Grado 40. P 29

Pisos que no soporten ni estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños por deflexiones excesivas.	Deflexión instantánea debido a carga viva.	L/360
Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales susceptibles de sufrir daños por deflexiones excesivas.	La parte de la deflexión total que ocurre después de la unión de los elementos no estructurales (la suma de la deflexión diferida a todas las cargas sostenidas, y la deflexión inmediata debida a cualquier carga viva adicional).	L/480
Pisos o techos que soporten o estén ligados a elementos no estructurales no susceptibles de sufrir daños por deflexiones excesivas.		L/240

- ✓ Según el RNE en el cálculo de las deflexiones debe considerarse las cargas inmediatas y las de largo plazo; las deflexiones adicionales causadas por el flujo plástico del concreto (“creep”) deben ser consideradas multiplicando las deflexiones inmediatas causadas por las cargas permanentes consideradas por el coeficiente obtenido así:

$$\lambda = \frac{\xi}{1 + 50 \times \rho'}$$

Donde:

ρ' = Es el valor de la cuantía del refuerzo a compresión en el centro de la luz para luces simplemente apoyadas o continuas, y el apoyo para voladizos.

Tabla 1: Valores de ξ en función del tiempo.

.Años	ξ
5 años o más	2
12 meses	1.4
6 meses	1.2
3 meses	1

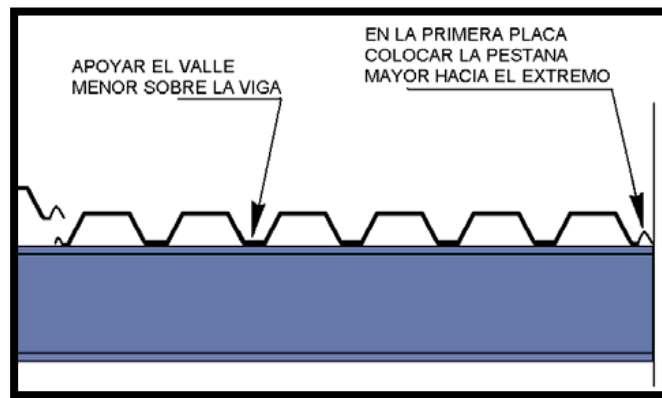
FUNCION DEL SISTEMA

Proceso Constructivo

Habilitación y colocación de materiales

- ✓ La lámina se colocará con los valles de menor dimensión sobre las vigas a menos que se especificará lo contrario en planos.
- ✓ Se empezará colocando la pestaña mayor, de la primera lámina, en el extremo de la viga paralela a la misma, para permitir que las pestañas mayores de las láminas subsiguientes calcen sobre las menores, (Manual Aceros Deck)²⁵

Figura 4: *Colocación de placas en el proceso constructivo*



Fijación y Conectores de Corte

- ✓ El proceso de fijación de las placas colaborantes se realiza para mantenerlas en posición final del trabajo y como medida de seguridad, evitando los accidentes en obra.
- ✓ Este proceso se debe realizar mediante elementos de fijación tales como tornillos autoperforantes, clavos de disparo ó soldadura de arco eléctrico, y simplemente con clavos si las láminas de Acero Deck están apoyadas sobre el encofrado de madera que sirven a la vez de tapa de las vigas

²⁵ Acero Deck Placa Colaborante – Manual Técnico p. 16

- ✓ La fijación se realizará a los extremos de las planchas en todos los puntos de apoyo, teniendo como mínimo un punto de fijación cada tres valles, previendo que todos los valles de las láminas estén debidamente apoyados sobre las vigas de apoyo y las vigas principales²⁶.

Figura 5: *Fijación de placas colaborantes*



Acero de Temperatura:

- ✓ El refuerzo de la malla de temperatura es esencial en cualquier tipo de losa estructural para resistir los efectos de temperatura y contracción de fragua que sufre el concreto, por lo cual deberá ser ubicado siempre en el tercio superior de la losa. Se puede utilizar como malla de temperatura las mallas electrosoldada ó varillas de acero de refuerzo (corrugadas ó lisas) entorchadas con alambre. La posición de las varillas dentro de la losa se dará según planos de estructuras y deberá estar 2 cm por debajo de la superficie superior de la losa como mínimo, apoyadas sobre tacos de concreto, dados pre-fabricados ó algún material estandarizado para dicho proceso²⁷.

✓

²⁶ Acero Deck Placa Colaborante – Manual Tecnico p 17

²⁷ Acero Deck Placa Colaborante – Manual Tecnico p 19

Figura 6: *Colocación de acero de temperatura*



Vaciado del Concreto:

- ✓ Una vez colocada la malla de temperatura procederá a preparar el área de tránsito para el vaciado.
- ✓ El proceso de vaciado del concreto se podrá realizar mediante bombas, latas o carretillas. En el caso de utilizar carretillas.
- ✓ En el caso de utilizar carretillas para el vaciado, estas no podrán circular por encima de las láminas, se habilitará una ruta de circulación mediante tablonces de 8” aprox, que sean capaces de distribuir las cargas puntuales en un área mayor.
- ✓ Antes de realizar el vaciado del concreto, las planchas deberán limpiarse para evitar una mala adherencia del concreto con la plancha.
- ✓ Al momento del vaciado, se evitará acumular volúmenes de concreto excesivos que sean capaces de deformar las láminas del Acero Deck, así como generar grandes cargas puntuales por acumulación de materiales, maquinas o personas en una misma área.²⁸

²⁸ Acero Deck Placa Colaborante – Manual Técnico p 20

Figura 7: Vaciado de Concreto



Curado del Concreto:

- ✓ Esta se empezará a realizar en lo posible 3 horas después de haber sido vaciado el concreto durante los próximos 7 días. La ventaja que tienen las láminas de Acero Deck respecto al curado es que las mismas generan una superficie impermeable, manteniendo húmeda siempre la mitad inferior del concreto, dependiendo básicamente la pérdida del agua a la evaporación debido a la condición del medio ambiente. El curado del concreto se hará con agua libre de impurezas²⁹.

Figura 1: Curado de Concreto



²⁹ Op. Cit. P 21

Desapuntalamiento:

- ✓ Sea el caso que se han utilizado apuntalamientos en las losas, el desapuntalamiento se realiza 7 días después del día de vaciado, asegurando que el concreto ha llegado a un 75% de su capacidad de resistencia³⁰.

Figura 2: *Desapuntalamiento de Placas Colaborantes*



Elementos del Sistema:

Placa Colaborante

La placa colaborante es elaborada de bobinas de acero estructural con protección galvánica pesada G-90 que se somete a un proceso de rolado en frío para obtener la geometría deseada. El esfuerzo de fluencia mínimo que presenta esta placa es de 2325 kgf/cm², con un módulo de elasticidad de 2.1×10^6 kgf/cm², cumpliendo con las normas del ASTM A653 y ASTM A611 para los grados C y D.

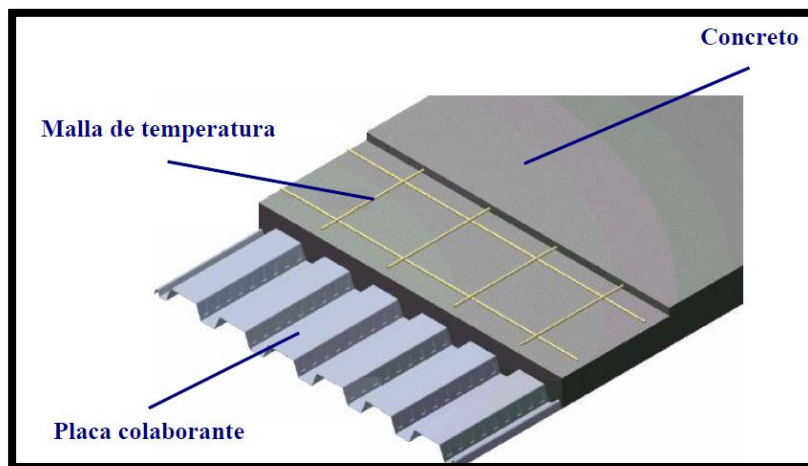
Las placas se presentan en calibres o espesores del acero utilizados para la formación de las placas del Sistema constructivo ACERO DECK son calibrados en gages (gauges) o como espesores en milímetros o pulgadas.

Para efectos de cálculo, sólo se considera como espesor de placa colaborante el calibre del acero base no incluyendo los espesores de galvanizado o pre-pintado. Los

³⁰ Acero Deck Placa Colaborante – Manual Técnico p 21

calibres más utilizados en nuestro país son el gage 20 (0.909 mm) y el gage 22 (0.749 mm.) con una tolerancia máxima de 5% de su espesor.³¹

Figura 3: Partes de la Placa Colaborante Típica



Concreto Empleado

El concreto a utilizarse en la construcción de la losa deberá cumplir con los requisitos establecidos según el Reglamento Nacional de Edificaciones. Las recomendaciones más relevantes que nos dan la norma y el manual de Aceros DECK son:

- ✓ La resistencia a la compresión de diseño mínima será de 210 kgf/cm². No se tomarán en cuenta los concretos de resistencias mayores a los 580 kgf/cm².
- ✓ Se realizará obligatoriamente el proceso de vibrado al concreto para garantizar así la adherencia mecánica entre el acero y el concreto, y para lograr la uniformidad del concreto.
- ✓ El curado del concreto se efectuará como mínimo hasta 7 días posteriores al vaciado. No se utilizarán aditivos que contengan sales clorhídricas en su composición porque pueden producir efectos corrosivos en la plancha de acero. (Aceros Deck, 2009).³²

³¹ Acero Deck Placa Colaborante – Manual Técnico p 7

³² Acero Deck Placa Colaborante – Manual Técnico p 8

Malla de Acero (Temperatura y Contracción)

La malla de refuerzo que se recomienda colocar en el sistema tiene el propósito fundamental de absorber los efectos de la retracción de fraguado del concreto y de los cambios de temperatura que ocurran en el sistema. Esta malla o refuerzo, conformado por barras con resistencia a la fluencia de al menos 4200 kg/cm² o por mallas electro soldadas de alambroón, deben tener un área mínima, tal como se indica a continuación:

$\rho_{\text{mín.}} = 0.0018$ (Cuantía de Acero Mínima encima de la lámina colaborante).

Para losas que involucren varias luces consecutivas, se puede modelar un sistema de losa continua en los apoyos, caso en el cual es necesario diseñar la losa para el momento negativo que se genera y deberá colocarse el refuerzo negativo complementario en estos puntos de apoyo. En la mayoría de los casos la malla de acero que conforma el acero de repartición no es suficiente para absorber la totalidad de momento negativo en los apoyos continuos.

Se considerará el primer caso, es decir la modelación será simplemente apoyada en los tramos, entonces no existirá momento negativo y solo será necesario el acero de repartición. El recubrimiento mínimo de la malla de temperatura será de 2 cm, siendo el recomendado de 2 cm a 2.5 cm. (Aceros Deck, 2009).³³

Fijación Lateral

Las láminas de acero deben sujetarse unas con otras en sentido transversal con tornillos autoperforantes, remaches o puntos de soldadura en todo caso si no se

³³ Acero Deck Placa Colaborante – Manual Técnico p 8

necesita de fijación lateral de las placas, es porque se van a colocar de manera monolítica (Aceros Deck, 2009)³⁴.

Conector de Corte

Los conectores de corte tipo Stud son elementos de acero que tienen como función primordial tomar los esfuerzos de corte que se generan en la sección compuesta (placa de acero-concreto) controlando y reduciendo las deformaciones.

El conector de corte tipo Stud tiene la forma de un perno con cabeza cilíndrica, no posee hilos (roscas) y es soldado a el ala superior de la viga soporte a ciertos intervalos, quedando embebidos dentro de la losa.

La losa transfiere las cargas de gravedad por una interacción de fuerzas de compresión sobre la viga en la cual se apoya. Además, en la parte de contacto de la losa se producen fuerzas de corte a lo largo de su longitud.

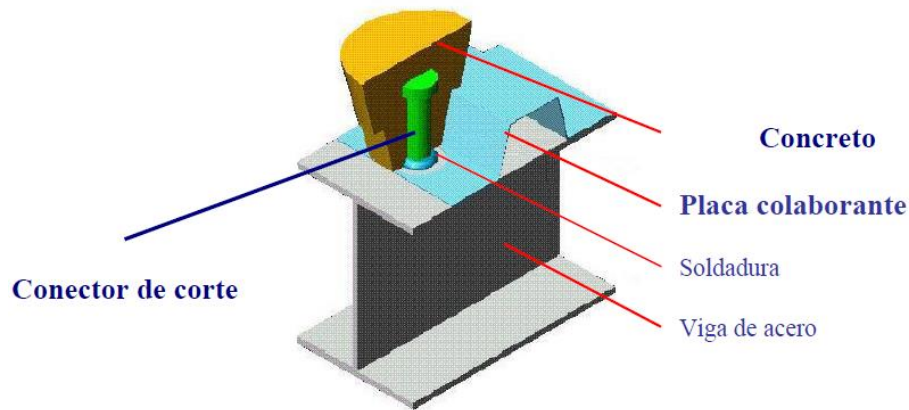
Algunas consideraciones en la utilización de los conectores de corte son:

- ✓ Los conectores de corte son elementos de una sola pieza con protección galvánica electroquímica de zinc conforme a ASTM B633.
- ✓ La cantidad de conectores por valle no debe ser mayor a 3 en el sentido transversal.
- ✓ La altura del conector de corte debe estar entre 3" a 7".
- ✓ La longitud de los conectores mínima $\geq 4 \text{ stud } d$
- ✓ El diámetro del conector de corte no debe ser mayor de $\frac{3}{4}$ ".³⁵

³⁴ Metal Desck manual técnico grado 40. – p 20

³⁵ Acero Deck Placa Colaborante – Manual Técnico p 9

Figura 4: Conector de Corte



2.2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS LOSAS CON PLACAS COLABORANTES Y DE LOSAS ALIGERADAS

2.2.3.1. Ventajas de las Losas con Placas Colaborantes

Este tipo de losas con placas colaborantes da al mundo de la construcción más ventajas del que una losa aligerada pueda proporcionar, siendo lo idóneo para la construcción donde el tiempo para la ejecución de la obra es reducido, entre las principales ventajas tenemos:

- ✓ La utilización de la placa colaborante en obra no requiere de mano de obra calificada ni mucho menos un proceso de construcción complejo para su instalación, por lo que se puede obtener mejores rendimientos en su ejecución y bajos costos.³⁶
- ✓ El sistema presenta una apariencia atractiva y puede dejarse a la vista en cierto tipo de proyectos.³⁷
- ✓ Las losas con placas colaborantes minimizan los desperdicios de materiales en la construcción y en general requieren de

³⁶ Acero Deck Placa Colaborante – Manual Técnico p 9

³⁷ Citado por Ramos Rugel, Maritza en su tesis “Análisis técnico y económico de losas de entresuelo” año 2002, p 14

menor volumen de concreto que otros tipos de losas. Además de reducir el peso de la edificación, lo que significa un ahorro enorme en materiales.³⁸

- ✓ Su función es múltiple, como encofrado, plataforma de trabajo y refuerzo de la losa, con lo que se elimina las unidades de albañilería o elementos aligerantes, el encofrado y otros elementos en las obras que implica el uso de grandes áreas de trabajo para el almacenamiento dentro de la obra.³⁹

2.2.3.2. Desventajas de las Losas con Placas Colaborantes

Las losas con placas colaborantes tienen muy pocas desventajas respecto al de las losas aligeradas, pero de importancia, las cuales son:

- ✓ El uso de láminas dobladas o deterioradas no se puede instalar en la obra.⁴⁰
- ✓ No se permite el uso de aditivos o acelerantes en el concreto que contengan sales clorhídricas ya que estos pueden producir corrosión sobre la lámina de acero.⁴¹
- ✓ El comportamiento de la placa frente al fuego, debemos tener en cuenta tres aspectos importantes: el aislamiento que evita la propagación de la temperatura en la cara no expuesta de la placa, la seguridad estructural que se traduce a la resistencia que ofrece la placa frente al fuego con las cargas de servicio

³⁸ Loc. Cit.

³⁹ Citado por Ramos Rugel, Maritza ,Loc. Cit.

³⁹ Loc. Cit.

⁴⁰ Metaldeck, Manual de instalación Grado 40. p 38

⁴¹ Metaldeck, Manual de instalación Grado 40. p 38

actuando en ella y finalmente, la integridad que se traduce en la capacidad de resistir penetración de las llamas o gas caliente debido a la formación de fisuras.

2.2.3.3. Ventajas de las Losas Aligeradas

Las losas aligeradas son las más utilizadas en nuestra ciudad, el cual por años ha sido el más recomendable para su elaboración en la construcción, ya que contaba con ventajas que para ese tiempo eran mejores que el de una loza maciza, ya que estas eran mucho más pesadas. Y sus ventajas son:

- ✓ Por el tiempo que se viene empleándolo en la construcción, se hace fácil la instalación de este tipo de losas.⁴²
- ✓ Las losas aligeradas presentan menor peso con respecto al de una loza maciza.⁴³
- ✓ Es más económico frente a una loza maciza.⁴⁴
- ✓ Es bien conocida en el mundo de la construcción y tiene una gran confiabilidad en los usuarios.⁴⁵

2.2.3.4. Desventajas de las Losas Aligeradas: Las losas aligeradas son efectivas al momento de ejecutarlas en la construcción, pero también es necesario saber los puntos menos efectivos, sus desventajas son:

⁴² Citado por Gora Flores, Deivy en su tesis "Influencia de la calidad de concreto, costos y tiempos en la producción de losas aligeradas y sistema de placas colaborantes" p 8.

⁴³ Citado por Gora Flores, Deivy en su tesis "Influencia de la calidad de concreto, costos y tiempos en la producción de losas aligeradas y sistema de placas colaborantes" p 8.

⁴⁴ Loc. Cit

⁴⁵ Gora Flores, Deivy Op. Cit. P 9

- ✓ La utilización indebida del ladrillo se puede presentar desperdicios del concreto hasta el 20% del volumen total de la losa.⁴⁶
- ✓ Entre los espacios de los ladrillos normalmente se presentan fugas de lechada del cemento y mortero, las que reducen las propiedades del concreto.⁴⁷
- ✓ Analizándolo estructuralmente siempre necesitara la incorporación de acero de refuerzo.⁴⁸
- ✓ Los ladrillos sufren rupturas ocasionadas por el peso de operarios o equipos que originan que el concreto llene parte de las celdas de aligeramiento.⁴⁹
- ✓ El colocado de los ladrillos son realmente difíciles, porque estos no siempre forman líneas rectas de ladrillos, lo que influye y mucho en las viguetas que al terminar no siempre están rectangulares, sino más bien con una forma que no es la rectangular.⁵⁰

⁴⁶ Citado por Ramos Rugel, Maritza en su tesis "Análisis técnico y económico de losas de entrapiso" año 2002, p 19

⁴⁷ Loc. Cit.

⁴⁸ Citado por Gora Flores, Deivy en su tesis "Influencia de la calidad de concreto, costos y tiempos en la producción de losas aligeradas y sistema de placas colaborantes" p 10

⁴⁹ Ramos Rugel, Maritza Op. Cit. P 18

⁵⁰ Citado por Gora Flores, Deivy en su tesis "Influencia de la calidad de concreto, costos y tiempos en la producción de losas aligeradas y sistema de placas colaborantes" p 9

Tabla 2: *Comparativo de las Ventajas y Desventajas de los Tipos de Losas*

	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Losa con placa colaborante	<ul style="list-style-type: none"> • En obra no requiere de mano de obra calificada, ni mucho menos un proceso de construcción complejo para su instalación, por lo que se puede obtener mejores rendimientos en su ejecución y bajos costos. • Presentan una imagen atractiva, que se puede dejar a la vista en algunos tipos de proyectos. • Las losas con placas colaborantes minimizan los desperdicios de materiales en la construcción y en general requieren de menor volumen de concreto que otros tipos de losas. Además de reducir el peso de la edificación, lo que significa un ahorro enorme en materiales. • Su función es múltiple, como encofrado, plataforma de trabajo y refuerzo de la losa, con lo que se elimina las unidades de albañilería o elementos aligerantes, el encofrado y otros elementos en las obras que implica el uso de grandes áreas de trabajo para el almacenamiento dentro de la obra. 	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de láminas dobladas o deterioradas no se puede instalar en la obra. • No se usa los aditivos o acelerantes en el concreto que contenga sales clorhidricas ya que son propiedades que producirían corrosión sobre las láminas de acero. • El comportamiento de la placa frente el fuego, debemos tener en cuenta tres aspectos importantes: el aislamiento que evita la propagación de la temperatura en la cara no expuesta de la placa, la seguridad estructural que se traduce a la resistencia que ofrece la placa frente al fuego con las cargas de servicio actuando en ella y finalmente, la integridad que se traduce en la capacidad de resistir penetración de las llamas o gas caliente debido a la formación de fisuras.
Losa aligerada	<ul style="list-style-type: none"> • Por el tiempo que se viene empleándolo en la construcción, se hace fácil la instalación de este tipo de losas. • Presentan menor peso con respecto al de una losa maciza. • Es más económico frente a una losa maciza. • Es bien conocida en el mundo de la construcción y tiene una gran confiabilidad en los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • La utilización indebida del ladrillo se puede presentar desperdicios del concreto hasta el 20% del volumen total de la losa. • Entre los espacios de los ladrillos normalmente se presentan fugas de lechada del cemento y mortero, las que reducen las propiedades del concreto. • Analizándolo estructuralmente siempre necesitara la incorporación de acero de refuerzo. • Los ladrillos sufre rupturas ocasionadas por el peso de operarios o equipos que originan que el concreto llene parte de las celdas de aligeramiento.

- El colocado de los ladrillos son realmente difíciles, porque estos no siempre forman líneas rectas de ladrillos, lo que influye y mucho en las viguetas que al terminar no siempre están rectangulares, sino más bien con una forma que no es la rectangular.

2.2.4. DISEÑO DE LAS LOSAS CON PLACAS COLABORANTES

El diseño de las losas con placas colaborantes formadas en frío y una losa de concreto vaciada en dicha lamina de acero, que actúa de manera monolítica, formando una sección compuesta.⁵¹

La malla de acero de refuerzo que se recomienda colocar tiene como propósito absorber los efectos de la retracción de fraguado del concreto y los cambios térmicos que ocurran en el sistema.⁵² La malla es eficiente en el control de las grietas, en especial, si se mantiene cercana a la superficie superior de la losa.

Los espesores de las láminas de los tableros metálicos varían por lo general entre los calibres 24 y 18, aunque a veces se usan espesores fuera de este intervalo.⁵³ Los espesores de diseño correspondientes a las designaciones de los calibres típicos se muestran en la siguiente tabla:

⁵¹ Citado por Ascencio Arangua Juan Claudio en su tesis "Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigon usando planchas de zincalum y sus analogías con el uso de placas de acero galvanizado INSTAPANEL PV6-R" p 18

⁵² Manual Técnico Metaldeck Grado 40. P 19

⁵³ <http://docslide.net/documents/losa-colaborante-de-acero-c.html>

Tabla 3: *Espesor de las Placas Colaborantes*

Designación del calibre	Espesor de diseño (pulg)	Espesor de diseño (mm)
28	0.0149	0.37
26	0.0179	0.45
24	0.0239	0.60
22	0.0299	0.75
20	0.0359	0.90
18	0.0478	1.20
16	0.0598	1.50

2.2.4.1. Diseño por Encofrado

Para el cálculo de las deflexiones verticales de la lámina colaborante, deberá considerarse el peso propio de del concreto de acuerdo con el espesor de diseño y el peso propio de la lámina. Las cargas de construcción no deben tenerse en cuenta por ser de carácter temporal. Debido a que la lámina colaborante se diseña para permanecer en el rango elástico, esta se recuperará una vez que se retire dicha carga temporal (Deck).⁵⁴

Las deflexiones verticales que se produzcan en condición de encofrado calculadas con las cargas establecidas y medidas respecto a la deflexión vertical del apoyo deben limitarse a:

$$\delta_{cal} \leq \delta_{adm} = \frac{L_{sd} \times 100}{180} \text{ cm. ó } 1.9 \text{ cm. (el que sea >)}$$

Dónde:

⁵⁴ Citado por Gora Flores, Deivy en su tesis "Influencia de la calidad de concreto, costos y tiempos en la producción de losas aligeradas y sistema de placas colaborantes" p 41

- δ_{cal} = Deflexión admisible (cm).
- δ_{adm} = Deflexión admisible (cm).
- L_{sd} = Longitud de luz libre (m).

Esfuerzos Admisibles

Los esfuerzos de tracción y compresión por flexión en la lámina colaborante no deben exceder:

$$\sigma_s \leq \sigma_{adm} = 0.6f_y \leq 2520 \text{ kgf/cm}^2$$

Dónde:

- σ_s = Esfuerzo actuante en el acero (Kg/cm²).
- σ_{adm} = Esfuerzo admisible en el acero (Kg/cm²).
- f_y = Esfuerzo de fluencia en el acero (Kg/cm²).⁵⁵

2.2.4.2. Diseño por Flexión – Método de los Esfuerzos Admisibles

El método de los esfuerzos admisibles para diseño a flexión está basado en la fluencia del ala inferior de la lámina colaborante (fibra más alejada del eje neutro). Este método resulta adecuado cuando no hay suficientes pernos de corte sobre la viga perpendicular a la dirección de la lámina colaborante.

La eventual presencia de los pernos de corte en número suficiente sobre las vigas perpendiculares a la dirección del tablero garantizaría el no deslizamiento relativo entre el concreto y la lámina y permitirían llegar a la sección a su resistencia última.⁵⁶

En este procedimiento se combinan los esfuerzos de la lámina, causados por su unión con el concreto, con los esfuerzos causados

⁵⁵ Citado por Ascencio Arangua Juan Claudio en su tesis "Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigon usando planchas de zincalum y sus analogías con el uso de placas de acero galvanizado INSTAPANEL PV6-R" p 41

⁵⁶ Manual Técnico Metaldeck Grado 40 p30.

por las cargas de servicio actuando sobre la sección compuesta.
(INC, 2000)

La cuantía balanceada se definirá suponiendo que la superficie superior de la lámina de acero alcanza su límite de fluencia en el mismo instante que la fibra superior del concreto llega a su límite de deformación en compresión; así tenemos que:

$$\rho_b = \frac{0.85 * \beta_1 * f'c}{F_y} * \frac{0.003 * (t - h_r)}{\left(0.003 + \frac{F_y}{E_s}\right) * d}$$

Se conocerá como losas sub-reforzadas aquellas que presenten una cuantía “ ρ ” menor que la cuantía balanceada; entonces la capacidad del momento nominal se identificará como de acuerdo a Gora (2014):

Si: $\rho \leq \rho_b$

$$M_n = A_{s_{sd}} * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

Dónde:

$A_{s_{sd}}$ = Área del acero neto de la lámina por unidad de ancho.

$a = \frac{A_{s_{sd}} * f_y}{0.85 * f'c * b}$ = Profundidad del bloque rectangular en compresión

equivalente de ancho b .⁵⁷

La condición de losa sobre-reforzada sucederá cuando el concreto alcance su deformación límite y el acero de la lámina no haya alcanzado su límite de deformación de fluencia a la tracción.

⁵⁷ Citado por Gora Flores, Deivy en su tesis “Influencia de la calidad de concreto, costos y tiempos en la producción de losas aligeradas y sistema de placas colaborantes” p 41

Es difícil encontrarse ante una situación de una losa sobre-esforzada, es decir que el $\rho > \rho_b$. Aun así, se puede definir el momento nominal como:

$$M_n = 0.85 * \beta_1 * f'_c * b * d^2 * k_u * (1 - \beta_2 * k_u)$$

Siendo:

$$k_u = \sqrt{\rho * \lambda + (\rho * \lambda / 2)^2} - \rho * \lambda / 2$$

$$\lambda = \frac{E_s * \epsilon_u}{0.85 * \beta_1 * f'_c} : \text{Parámetro del material.}$$

$\epsilon_u = 0.003$ cm. /cm. deformación máxima para el concreto.

B2: 0.425 para concretos con F'_c menores a 280 kg/cm², y se reduce en 2.5% cada incremento de resistencia a compresión del concreto de 70 kg/cm².

Ahora para ambas condiciones el momento de diseño será:

$$M_d = \Phi * M_n$$

Dónde:

$\Phi = a 0.90$ para losas sub-esforzadas.

$\Phi = a 0.75$ para losas sobre-esforzadas (Deck).

2.2.4.3. Diseño por Corte: Existen dos tipos de efectos de corte que se generan en el sistema Acero-Deck, el primero, es la toma de los efectos de corte que se generan en los apoyos de las vigas y el segundo y quizás más importante es la resistencia de adherencia al cortante. El primero está directamente relacionado a la capacidad de la sección de concreto contribuyente a la toma del corte, y el segundo a la capacidad de adherencia de la lámina de acero al concreto y su relación con los efectos de cortante horizontal.

Designaremos al primero como verificación por cortante y al segundo como verificación por adherencia al cortante (Deck).⁵⁸

Al no llevar acero adicional por corte este tipo de sistema de losas, se acepta que el corte será tomado netamente por la losa de concreto, y se obvia que la lámina de acero pueda aportar en la resistencia del corte. Así se considera que el cortante nominal o capacidad de tomar el cortante por parte del sistema es:

$$V_n = 0.53 * \sqrt{f'c} * A_c$$

El requisito que se deberá cumplir es:

$$Vu \leq \phi * Vn$$

Dónde:

Φ = Igual a 0.85 (coeficiente de reducción por corte)

Vu y Vn = Se encuentran en unidades de kgf. (Deck)

2.2.5. DISEÑO DE LAS LOSAS ALIGERADAS

El diseño de las losas aligeradas se realiza considerando únicamente las cargas de gravedad que actúan sobre ellas, es decir la carga muerta y la carga viva. Por tanto, las cargas se amplificarán de acuerdo a la combinación: $U = 1.5CM + 1.8CV$. (Blasco, 1994).⁵⁹

La sección considerada para estos elementos es el de una sección T, donde el ancho inferior es de 10cm, el ancho superior es de 40cm, la altura total es variable según el tipo de ladrillo hueco a utilizar y la altura del ala de 5cm. Pero

⁵⁸ Citado por rodriguez ore kenye en su tesis "aplicación del concreto autocompactante con aditivo incorporador de aire para el estudio de fisuras en losas de concreto armado" p 150.

⁵⁹ Citado por Portocarrero Guzmán José Mauricio en su tesis "Diseño estructural de un edificio destinado a vivienda con cinco pisos con departamentos en duplex ubicado en el distrito de Miraflores" p 59.

dado que la zona de compresiones en un aligerado común es menor que el espesor del ala de 176 va viga se puede considerar en el diseño que estas se comportan como vigas rectangulares. (Blasco, 1994).⁶⁰

Tabla 4: Pesos de Losas Aligeradas por Unidad de Área (RNE)

Altura de la losa	Bloques de mortero	Ladrillos de arcilla
17 cm (12 + 5)	300 kg/cm ²	280 kg/cm ²
20 cm (15 + 5)	350 kg/cm ²	300 kg/cm ²
25 cm (20 + 5)	400 kg/cm ²	350 kg/cm ²
30 cm (25 + 5)	450 kg/cm ²	420 kg/cm ²

2.2.5.1. Diseño por Flexión

La cantidad de acero (As) necesario se calcula de acuerdo a la siguiente expresión (Blasco, 1994)⁶¹:

$$A_s = \rho * b * d$$

Dónde:

- ρ = cuantía de acero necesaria para soportar el momento flector último.
- d = peralte efectivo de la vigueta.
- b = ancho de la vigueta.

La norma E 060, exige que todo elemento sujeto a flexión tenga como mínimo una cantidad de acero que garantice una mejor transición entre el estado no agrietado y el agrietado de la sección, ya que provee de cierta ductilidad y ayuda a controlar el ancho de las grietas que se producen por la retracción del concreto. El refuerzo

⁶⁰ Op. Cit.

⁶¹ Portocarrero Guzmán Op. Cit. P 64.

mínimo asegura que el momento resistente ≥ 1.5 momento de fisuración.

El acero balanceado es la cantidad de acero que se requiere para que la falla sea balanceada, es decir que el concreto y el acero fallan a la vez.

Mientras que el refuerzo máximo limita la cantidad de acero a un 75% del acero balanceado, de esta manera se asegura de que en la sección no falle el concreto, produciéndose una falla frágil.⁶²

Para obtener la cuantía de acero necesaria, se debe calcular el valor K_u de la siguiente expresión.⁶³

$$K_u = M_u / b d^2$$

Dónde:

M_u = momento flector último.

d = peralte efectivo de la vigueta.

b = ancho de la vigueta.

Ahora se verificará si la vigueta trabaja como una viga T, para ello se calculará la ubicación del eje neutro de la sección “a” medido desde el extremo en compresión.⁶⁴

$$a = \frac{A_s * f_y}{8.05 * f'_c * b}$$

- Para momentos positivos “a” < 5 cm.
- Para momentos Negativos “a” < 12 cm.

2.2.5.2. Diseño por Corte

⁶² Citado por Portocarrero Guzmán José Mauricio en su tesis “Diseño estructural de un edificio destinado a vivienda con cinco pisos con departamentos en duplex ubicado en el distrito de Miraflores” p 60.

⁶³ Citado por Portocarrero Guzmán José Mauricio en su tesis “Diseño estructural de un edificio destinado a vivienda con cinco pisos con departamentos en duplex ubicado en el distrito de Miraflores” p 60.

⁶⁴ Op. Cit.

Ya que no es usual colocar acero de refuerzo por corte en las losas aligeradas, se verifica que la sección de concreto logre resistir toda la fuerza cortante última en la sección crítica. El valor de V_u es el que se obtiene del diagrama de fuerza cortante a “d” de la cara.

$$V_u \leq \phi * V_c \quad \text{donde} \quad V_c = 1.1(0.53 * b_w * d\sqrt{f'c}) \quad \phi = 0.85$$

Cuando la fuerza cortante actuante V_u sea mayor que la del concreto V_c , será necesario la utilización de ensanches en las viguetas; estos ensanches se logran retirando alternadamente ladrillos del aligerado en la zona más esforzada, de manera que se aumenta el área de concreto, aumentando la resistencia a la fuerza cortante.⁶⁵

2.2.5.3. Refuerzo por Contracción y Temperatura

Será necesario colocar acero mínimo en la dirección perpendicular al sentido de las viguetas, para controlar la contracción del concreto debido al proceso de fraguado. La norma E-060 indica en el punto que se colocará una cuantía de 0.0018. Este refuerzo se colocará en la losa superior de 5cm de espesor (t).⁶⁶

$$A_s = 0.0018 b t$$

Dónde:

A_s = Área de acero.

t = Espesor de losa superior.

b = Ancho de la vigueta

⁶⁵ Citado por Portocarrero Guzmán José Mauricio en su tesis “Diseño estructural de un edificio destinado a vivienda con cinco pisos con departamentos en duplex ubicado en el distrito de Miraflores” p 61.

⁶⁶ Op. Cit. p 62

2.2.6. COSTO DE CONSTRUCCIÓN

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto. Esto significa que el destino económico de una empresa está asociado con: el ingreso (por ej., los bienes vendidos en el mercado y el precio obtenido) y el costo de producción de los bienes vendidos. Mientras que el ingreso, particularmente el ingreso por ventas, está asociado al sector de comercialización de la empresa, el costo de producción está estrechamente relacionado con el sector tecnológico.⁶⁷

2.2.6.1. Presupuesto de Gasto

Los presupuestos de gastos permiten resumir y reflejar en términos monetarios los recursos a emplear, preferiblemente sobre la base de las normas y normativas, o de no existir éstas, sobre índices establecidos a partir del comportamiento histórico y la inclusión de las medidas de reducción de gastos. La utilización de estos presupuestos permite controlar y analizar más racionalmente el uso de los recursos materiales, laborales y financieros existentes en las condiciones previstas en el plan. La elaboración y apertura del presupuesto de la empresa por áreas de responsabilidad (establecimiento, taller, brigada, etc.) permite el control de los gastos en el proceso productivo y en cada una de las dependencias participantes. Esto contribuye al logro de un plan más objetivo,

⁶⁷ <http://www.fao.org/docrep/003/V8490S/v8490s06.htm> acceso 02-04-2017.

facilitando el análisis y discusión con los trabajadores, los cuales jugarán un papel activo en su control, en la búsqueda de mayor eficiencia y en su medición.⁶⁸

2.2.6.2. Costo Unitario

Con vistas a asegurar el correcto análisis del comportamiento de la eficiencia productiva en cada unidad de producto elaborado o en proceso, es necesario el cálculo del costo unitario, mediante las normativas de consumo, fuerza de trabajo y otros gastos, de los productos o grupos de productos homogéneos producidos por la empresa.⁶⁹

2.2.7. TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN

Los tiempos de construcción son establecidos de acuerdo a los procesos constructivos tanto para las losas aligeradas como para las losas con placas colaborantes, para esto hay que tener en cuenta los siguientes procesos.

- ✓ Encofrado de las losas.
- ✓ Colocación de los respectivos materiales a usar de acuerdo al sistema de losa que se utilizará.
- ✓ Batido mezclado y colocado del concreto.
- ✓ Curado.
- ✓ Proceso de desencofrado.

Todos estos procesos serán tomados en cuenta a la hora de evaluar los tiempos de construcción de las respectivas losas de entrepisos.

⁶⁸ <http://www.observatorio-iberoamericano.org/Libro%20-%20La%20contab%20de%20gesti%C3%B3n%20en%20Latinoam%C3%A9rica/Cuba.htm> acceso 02-04-2017

⁶⁹ <https://www.gestiopolis.com/que-es-una-ficha-de-costos/> - acceso 02-04-2017

Formula Del Tiempo

La fórmula de tiempo es una expresión algebraica de los factores que determinan el tiempo de una operación la cual permite establecer un estándar de tiempo antes de iniciarse la producción, permitiendo sustituir los elementos variables por valores conocidos propios del trabajo.

Esta actividad que tiene como finalidad establecer mediante técnicas aplicadas estándares de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.⁷⁰

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

ACELERACIÓN ESPECTRAL: El análisis modal espectral utiliza los modos de vibrar y el espectro de diseño, con base en que la estructura se comporta de manera elástica, suponiendo los entrepisos como diafragmas rígidos, tomando como grados de libertad dos desplazamientos ortogonales y un giro alrededor de un eje vertical por cada nivel.⁷¹

AGREGADOS: Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.⁷²

CARGAS MUERTAS: Las cargas muertas se consideran el peso de la totalidad de la estructura incluyendo la capa de rodadura, andenes, barandas, tuberías, ductos, cables y cualquier otro elemento de servicio público.⁷³

⁷⁰ <http://papo-mejorasdeunbien.blogspot.pe/2008/12/proceso-de-produccion-1.html> acceso 02-04-2017.

⁷¹ Citado por Romero Mego Andres Oswaldo en su tesis "Diseño estructural y comparación de una edificación multifamiliar de 06 niveles usando vigas peraltadas convencionales y una edificación utilizando vigas preesforzadas en diversos ambientes" año 2014 p 36.

⁷² <https://prezi.com/wpnkfslggxwg/tecnologia-de-materiales/?webgl=0> acceso 02-04-2017.

⁷³ https://issuu.com/bienestarudea/docs/puentes_2014 - acceso 04-04-2017

CARGAS VIVAS: La carga viva consistirá en el peso de las cargas móviles aplicadas por los vehículos livianos y pesados, además de peatones. Tales cargas consisten en un camión tractor con semi - remolque o el carril de carga correspondiente. Las cargas se designan por las letras HS seguidos de un número que indica el peso en toneladas del camión tractor.⁷⁴

CARGAS DE IMPACTO: Las fuerzas de cargas vivas se deberán incrementar para los elementos clasificados en el grupo A (súper estructura, sub estructura e infraestructura) debido a efectos dinámicos y vibratorios, según la norma AASHTO. 0.61 mts .183 mts .061 mts. 3.05mt s.a.

CEMENTO: Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.⁷⁵

COSTO: El costo de una estructura es muy importante a la hora de seleccionar una alternativa, ya que de esto dependerá la viabilidad del proyecto. El diseñador deberá tratar de reducir lo más posible los costos, pero sin disminuir la resistencia de la estructura, esto se logrará a partir de un adecuado análisis de alternativas y costos, haciendo variar factores como los materiales o el tipo de sistema estructural a utilizarse.

CUANTÍA DE REFUERZO: La cuantía de refuerzo es el área total de la sección transversal de las varillas de acero que se encuentran cercanas a la cara que está en tensión para el caso de losas y vigas. En el caso de columnas se refiere a la sección transversal del área de acero de todas las varillas longitudinales. Se expresa como un

⁷⁴ Citado por Lopez Peña Helman Alcides en su Tesis "Aplicación de puentes metálicos modulares en el salvador" año 2006. p 54.

⁷⁵ Norma E.060 CONCRETO ARMADO 2009. p 26.

porcentaje que resulta de dividir el área de acero de la sección entre el área de la sección de concreto.⁷⁶

CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES DE SERVICIO: Durante la vida de la estructura, la misma debe presentar condiciones de servicio aceptables. Entre los principales aspectos a considerarse en este punto tenemos: deformaciones horizontales y verticales de los elementos estructurales, agrietamientos en elementos de concreto, percepción de movimiento dentro del edificio (vibraciones), entre otros.

DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS: Las cargas a considerar para el diseño de la estructura son las siguientes: cargas muertas, cargas vivas, impacto debido a la carga viva, presión de tierra, presión hidráulica, fuerza longitudinal y esfuerzos debido a sismo.

DIAFRAGMAS: Se propondrá diafragmas en los extremos y en los centros de las vigas para cada claro, con una resistencia del concreto y una resistencia de fluencia del acero.

DUCTILIDAD: La ductilidad es la “capacidad de soportar deformaciones después de alcanzada la deformación de agotamiento, mientras aun resiste cargas”, tiene especial importancia en el comportamiento sísmico de la estructura.

DURABILIDAD: La estructura debe permanecer en buenas condiciones de resistencia, funcionalidad y aspecto durante el periodo de tiempo para el cual fue diseñada, bajo las condiciones de uso y la exposición ambiental, para lograr esto se debe dar a la estructura un adecuado diseño, construcción y mantenimiento.

ESTABILIDAD: Se refiere a que la estructura debe conservar la configuración con la que fue concebida frente a acciones exteriores, esto implica que debe existir equilibrio de todas las fuerzas que se encuentran actuando sobre la misma y que se

⁷⁶ <https://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20090814142401AAHDqxQ> acceso 02-04-2017.

cumpla la condición física del equilibrio total y relativo de todas las fuerzas, tanto las activas como las reactivas.

ESFUERZO CORTANTE: La fuerza o tensión cortante o tensión de corte es aquella que, fijado un plano, actúa tangente al mismo. En piezas prismáticas, las tensiones cortantes aparecen en caso de aplicación de un esfuerzo cortante o bien de un momento torsor. A diferencia del esfuerzo normal (flexión), es más difícil de apreciar en las vigas ya que su efecto es menos evidente.⁷⁷

ESTRIBOS: Los estribos son generalmente de mampostería de piedra con cabezal de concreto reforzado. Para el diseño se toma un peso volumétrico para la piedra y para el concreto.

FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCIÓN: La estructura diseñada debe ser factible de ser construida, para ello el diseñador debe considerar los materiales disponibles y las técnicas constructivas que mejor que se puedan aplicar para cada estructura en particular

FLUENCIA A LA TRACCIÓN: En el hormigón la relación entre esfuerzo y deformación es función del tiempo. Fluencia es el aumento de deformación bajo carga constante. Es importante su consideración en el análisis estructural porque las deformaciones diferidas pueden alcanzar valores varias veces mayores que aquellos correspondientes a la deformación instantánea originada por la aplicación de la carga.⁷⁸

LOSA: La losa, barandales y aceras son diseñados para una resistencia del concreto a la compresión y una resistencia de fluencia del acero.⁷⁹

⁷⁷ CABREJOS, Eduardo (2010) Comportamiento y Diseño de concreto: Fuerza cortante, p 2.

⁷⁸ E. Urtubeya, R. Lorefice – FLUENCIA BASICA DEL HORMIGON, FACTORES QUE INTERVIENEN – ESTADO DEL ARTE Y MODELOS DE PREDICCIÓN EN EL RANGO NO LINEAL – p 316.

⁷⁹ https://www.academia.edu/6487515/Calculo_puentes acceso 03-04-2017

MÓDULO DE ELASTICIDAD: El módulo de elasticidad de un material es la relación entre el esfuerzo al que está sometido el mismo y su deformación unitaria. Representa la rigidez del material ante la carga actuante sobre el mismo.⁸⁰

MUROS: Los muros o placas de concreto armado son elementos estructurales que transmiten las cargas verticales hacia el suelo de fundación. Están sujetos a compresión, tracciones, compresión por flexión y contrarrestan la fuerza cortante al momento de ocurrir un sismo.⁸¹

PILAS: Estas son de concreto armado tipo marco, el concreto tienen una resistencia. Las pilas se cimentarán sobre zapatas aisladas.

RESISTENCIA: La estructura debe resistir adecuadamente las cargas para las que fue diseñada, esto se puede obtener a partir de un adecuado análisis estructural, el cual es cada vez más preciso gracias al progreso de los métodos de cálculo y de los estudios probabilísticos de la seguridad.

2.4. FORMULACIÓN DE HIPOTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Mediante la evaluación de costos y tiempos en la construcción es posible evaluar el uso de una alternativa en la construcción de losas, para plantear su viabilidad de su ejecución en un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

a) Mediante una metodología evaluativa de construcción si se logrará establecer un mecanismo de elección de alternativas estructurales en losas

⁸⁰ Romero Mego Andres Oswaldo Op. Cit. p 16.

⁸¹ Op. Cit. p 23.

de construcción, para proponer su viabilidad en la ejecución de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017.

- b) A través de la evaluación de costos en la construcción de un edificio multifamiliar, si se logrará analizar las alternativas estructurales en losas en la construcción, para proponer su viabilidad de su ejecución en el distrito de Huancayo – 2017.
- c) Mediante la evaluación de tiempos en la construcción de un edificio multifamiliar, si se logrará definir una las alternativas estructurales en losas en la construcción, para proponer su viabilidad de su ejecución en el distrito de Huancayo – 2017.
- d) A través de la evaluación técnica si se logrará elegir la alternativa estructural en losas en la construcción, en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017.

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Como método general de investigación se empleó el método científico. El método específico de la investigación será el método analítico sintético porque se procederá a un análisis de todos los componentes de la construcción desde el análisis micro (concreto, etc.), hasta el análisis geográfico ambiental (macro) y finalmente deduciremos sobre el proceso de construcción de dicho proyecto (en el resultado general). Así mismo, se utilizarán el método inductivo, y otros relacionados al área según las necesidades de la investigación.

El método general de investigación que se fue es el método científico. Según ANDER, Egg⁸² (1984), “El método científico es objeto de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra “método” ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos”.

Según Peralta: *“Debido a que no existe una metodología estándar para la evaluación cualitativa y cuantitativa en el diseño de placas colaborantes y losas aligeradas u su vulnerabilidad en las edificaciones que sea aplicable en su totalidad en cualquier región, es necesario adaptar o proponer*

⁸² ANDER, Ezequiel (1984) Técnicas de Investigación Social. Ed. Paidós, Bs. As.

metodología que correspondan a las condiciones particulares de las edificaciones en su contexto local. En este sentido, el autor del presente desarrollo una metodología que tiene en cuenta las características constructivas, arquitectónicas y estructurales de las edificaciones de la zona estudiada, que permite realizar un diagnóstico inicial de la vulnerabilidad, hacer un análisis global y particular, tener un conocimiento integral de la zona, además de generar mapas de escenarios de vulnerabilidad y daño”

MÉTODO ESPECIFICO

El método específico de la investigación fue el método descriptivo - analítico sintético porque se procederá a un análisis de todos los componentes de la construcción desde el análisis micro (placas colaborantes, losas aligeradas, etc.), hasta el análisis geográfico ambiental (macro) y finalmente deduciremos sobre el proceso de construcción de dicho proyecto (en el resultado general).

Así mismo, se usó el método inductivo, y otros relacionados al área según las necesidades de la investigación. Así mismo, se usará el método analítico cuantitativo para el cálculo de las diferentes mediciones y el cualitativo para la descripción de los datos que son susceptibles a la interpretación por ser datos categoriales y que se someterán a un análisis estadístico, es decir a analizar y evaluar cada una de las hipótesis planteadas.

Análisis - Síntesis

Según Deza (2008)⁸³, refiere a que a partir de un todo elaboramos un detallado y exhaustivo de las partes o elementos en el caso del tratamiento de los residuos sólidos que los conforman. Si bien teóricamente no hay pasos o una secuencia para realizar

⁸³ Referenciado en: EL MÉTODO ANALÍTICO COMO EL MÉTODO NATURAL. Juan Diego Lopera Echavarría Carlos Arturo Ramirez Gomez Marda Ucaris Zuluaga Aristizabal Jennifer Ortiz Vanegas Universidad de Antioquia, Colombia.

un análisis, podemos señalar que el proceso empieza cuando se identifica el todo, posteriormente se pasa a desglosar e identificar las partes que lo conforman (o integran). El inicio del proceso se ubica cuando se tienen identificadas las partes que conforman un todo. Se establecerán las interrelaciones entre los costos y tiempos en la construcción de losas con placas colaborantes y losas aligeradas.

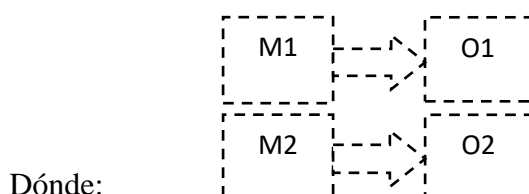
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

A decir de Sierra, (2002:123) el tipo de la presente investigación fue aplicada - tecnológica, porque “en éstos se deben determinar y definir previamente las variables, luego se formulan hipótesis, los mismos que deben probarse por métodos estadísticos, trabajándose con muestras representativas y llegando al final a las conclusiones”.

3.3. DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico por la naturaleza del estudio fue el Descriptivo – Comparativo, según Hernández (2002); Este tipo de diseño consiste en describir e identificar las diferencias entre muestras.

Representación gráfica:



✓ M: Muestras

✓ O: Observaciones

3.4. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo de investigación se utilizó el nivel de investigación Descriptivo según Hernández Sampieri (2000). Consiste en observar, describir, cuantificar, registrar, analizar e interpretar los fenómenos que vienen ocurriendo en relación a la

construcción de losas con placas colaborantes y losas aligeradas del distrito de Huancayo; pues su objetivo fundamental es interpretar tal como es un hecho o fenómeno.

Basados en los criterios y según el tipo de y la estrategia de investigación, el nivel de investigación fue descriptivo - explicativo, porque es un en el cual se relacionan las causas de los hechos o fenómenos como es la aplicación de las técnicas ingenieriles para el diseño y construcción de obras civiles (como es el caso de losas aligeradas y losas con placas colaborantes).⁸⁴

Por otro lado, la presente investigación fue en nivel explicativo, como dice Dankhe⁸⁵ (1986) propone una distinción en cuatro niveles: exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos. Este planteamiento es asumido por Hernández⁸⁶ (2003) en el sentido de que esta clasificación es muy importante, debido a que según el tipo de varía la estrategia de investigación, es decir, la formulación de los problemas e hipótesis, el método, el diseño, así como las técnicas e instrumentos, el análisis de datos y otros elementos son diferentes en cada uno de estos niveles de investigación.

3.4.1. Observación

Se suele decir que “saber observar es saber seleccionar”. La observación científica tiene la capacidad de describir y explicar el comportamiento, al haber obtenido datos adecuados y fiables correspondientes a conductas, eventos y/o situaciones perfectamente identificadas e insertas en un contexto teórico.

⁸⁴ BRIONES, G. Métodos y técnicas de investigación para las ciencias sociales. México: Trillas, 1987

⁸⁵ DANKHE. Métodos y técnicas de investigación 1998.

⁸⁶ HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C. y BAPTISTA, Pilar. (2003). Metodología de la investigación. McGraw – Hill/ Interamericana Editores.

3.5. POBLACION Y MUESTRA

3.5.1. POBLACIÓN

- ✓ **Edificación:** De acuerdo a las averiguaciones realizadas en el Distrito de Huancayo existen diversos tipos de edificaciones las cuales son:
Aporticado, Albañilería, Mixto
- ✓ **Losas:** En la construcción, se encuentran con diferentes tipos de losas:
Aligerado, Placas Colaborantes Maciza.

3.5.2. MUESTRA

Por naturaleza de la investigación se considera la muestra similar a la población en tal sentido la muestra es una edificación del Distrito de Huancayo.

3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.6.1. Variable 01: Es aquella propiedad, cualidad o característica de una realidad, evento o fenómeno, que tiene la capacidad para influir, incidir o afectar a otras variables. Se llama independiente, porque esta variable no depende de otros factores para estar presente en esa realidad, para la presente investigación, la variable independiente es:

X: LOSAS CON PLACAS COLABORANTES Y LOSAS ALIGERADAS

3.6.2. Variable 02: Es aquella característica, propiedad o cualidad de una realidad o evento que estamos investigando. Es el objeto sobre la cual se centra la investigación en general. Así mismo, la variable independiente es manipulada por el investigador, porque el investigador puede variar los factores para determinar el comportamiento de la variable dependiente.

X: ANALISIS DE COSTO Y ANALISIS DE TIEMPO

Tabla 5: Operacionalización de las Variables e Indicadores

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable 01:		➤ AutoCad
	PLANOS	➤ Revit Architecture
X: Losas con placas colaborantes y losas aligeradas.	METRADOS	➤ Softwares para procesamiento de información
	PLANEAMIENTO	➤ Plan de gestión de la Obra.
Variable 02:		• Presupuestos.
	Costo	• Valorizaciones Semanales.
Y: Análisis de Costo	Tiempo	• Análisis de Precios Unitarios.
Análisis de Tiempo.		✓ Cronograma general de obra
		✓ Lookahead y plan semanal

3.7. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En primer lugar, se tiene en cuenta el análisis documental, donde se considerará las fichas bibliográficas, de resumen, de párrafo; que nos servirán para estructurar el marco teórico referencial y conceptual de la presente investigación. Para el presente se utilizó el análisis documental como técnica de recolección de datos.

Según SUÁREZ, Paúl⁸⁷ (1998:36) sostiene que el fichaje “consiste en registrar los datos que se van obteniendo en los instrumentos llamados fichas, las cuales debidamente elaboradas y ordenadas contienen la mayor parte de la información que se recopila en una investigación.

Según ARY, Donald y otros⁸⁸, (1993:68) “las fichas deben cumplir una serie de requisitos formales que tienen como objetivo, facilitar su utilización posterior”.

⁸⁷

⁸⁸ Donald Ary, Lucy Cheser Jacobs, Razavieh, Asghar, “Introducción a la investigación pedagógica” México 1993. p 68.

Asimismo, se consideró las no documentadas como son las: encuestas y la observación propiamente dicha, las cuales se elaboraron teniendo en cuenta los criterios de confiabilidad y validez del mismo.

Según SIERRA BRAVO, Restituto (1995:47) el instrumento cuestionario de encuesta es “un conjunto de preguntas, preparados cuidadosamente sobre los hechos y aspectos que interesan en una investigación sociológica para su contestación por la población o su muestra a que se extiende el emprendido”.

Francois sugiere la aplicación de un conjunto de técnicas que permitan crear, generar rápidamente una serie de ideas acerca de cualquier tema elegido, así como: el brainstorming es una manera extraordinaria de despertar la creatividad individual y colectiva además de introducir una poderosa herramienta participativa. Éstas condiciones para una adecuada conversación entre los solucionadores, de manera que los problemas existentes en las organizaciones puedan aflorar. El proceso de Brainstorming se hace a través de rondas, en las cuales se van afinando criterios y haciendo ajustes en la definición de los problemas y las formas de solucionarlos. La característica principal de éste proceso es que no se admiten el debate entre los participantes; el aporte de los mismos debe consistir en ayudar a construir la definición del problema y la búsqueda de soluciones y no para alentar el debate dialéctico, en un proceso en el que todos participan cooperativamente en la búsqueda de las soluciones.⁸⁹

Método de Delphi: Cuya característica consiste en permitir la posibilidad de obtener consenso sobre tópicos especiales de discusión establecidos en una agenda determinada, a través de un instrumento de recolección de datos o información.⁹⁰

⁸⁹ Charles Francois, “Problemología”. Instituto Andino de sistemas. Lima – enero 2006.

⁹⁰ Rafael Rodrigues Delgado, “Teoría de sistemas y Gestión de las Organizaciones”. Instituto Andino de Sistemas. Lima 1994.

La técnica específica de recolección de datos fue la encuesta elaborado en base a la escala de Lickert y constará de 30 ítems. Esta técnica es la más aplicada en ciencias sociales tal como señala: “La técnica de la encuesta estuvo destinada a obtener información primaria, a partir de un número representativo de individuos de una población, para proyectar sus resultados sobre la población total” Gallardo y Moreno⁹¹ (1999). Entre las técnicas utilizadas se encuentra: - Diseño de una edificación (Losa con Placa Colaborante y Losa Aligerada).

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Instrumentos: Ficha de observación, encuestas, cuestionarios, entre otros. Se ha diseñado un instrumento de evaluación para éste caso particular y se denomina “Encuesta a ejecutores de la construcción”, el cuál será validado por expertos en el tema de elaboración de instrumentos técnicos, dicho instrumento captará la información de las necesidades de construcción en dicha área de suscripción: Edificaciones establecidas y en proceso del área del distrito de Huancayo provincia de Huancayo región Junín.

3.8. PROCESAMIENTO DE DATOS

Para la elaboración y procesamiento de los datos se empleó el paquete estadístico SPSS en su versión español actual. Las fuentes serán primarias los cuales son obtenidos tal como se mencionó en la población y muestra. Así como se usará el aplicativo ms Excel 2015.

PRESENTACION DE DATOS PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

⁹¹ Yolanda Gallardo De Parada. Adonay Moreno Garzón “Aprender a Investigar – Recolección de Información” 1999.

La presente investigación utilizó cálculo matemático para el análisis cuantitativo. En el aspecto cualitativo el análisis comenzó con la organización de la información que se fue recogiendo a medida que se desarrolló la investigación. La tarea principal consistió en formular categorías en las cuales se clasificó la información obtenida en el desarrollo. Se utilizará la tabla de frecuencias los que servirán para, ordenar, graficar los datos obtenidos a fin de realizar las interpretaciones, en estos cuadros se analizará básicamente se utilizarán las medidas de tendencia desde la estadística inferencial.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANALISIS Y DISEÑO DE LOSAS

4.1.1. DISEÑO Y ANALISIS DE LOSA ALIGERADA CON TEORIAS CONVENCIONALES DE VIGAS

DISEÑO Y ANÁLISIS POR FLEXIÓN – MÉTODO ELÁSTICO

A continuación, se detallan los parámetros de cargas aplicadas y la determinación de los esfuerzos internos para el diseño por el método elástico.

a) Diseño de Losas Aligerada:

a.1. Características de la Losa:

- 1) tipo de uso: vivienda multifamiliar
- 2) tipo de apoyo: simplemente apoyado
- 3) se utilizara $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

a.2. Predimensionamiento:

- 1) longitud de la losa: 3.50 m
- 2) $e1 = 3.50/25 = 14 \text{ cm}$
- 3) $e2 = 3.50/20 = 17.50 \text{ cm}$
- 4) $e_f = 17 \text{ cm}$

5) se utilizará ladrillos de 30 cm de ancho y 12 cm de alto

a.3. Cargas Muertas:

1) peso propio de la losa: 280 kg/m^2

2) carga muerta total (CM): 280 kg/m^2

a.4. Cargas Vivas:

Sobrecarga de uso (CV): 200 kg/m^2

a.5. Combinación de Cargas:

$$CM + CV = 280 \text{ kg/m}^2 + 200 \text{ kg/m}^2 = 480 \text{ kg/m}^2$$

a.6. carga repartida por vigueta:

$$W = 480 \text{ kg/m}^2 / 2.5 = 192 \text{ kg/m}$$

a.7. Momento Máximo:

1) En el centro de la luz:

$$M_u = \frac{wL^2}{8}$$

$$M_u = \frac{192 * 3.50^2}{8}$$

$$M_u = 294 \text{ kg} - \text{m}$$

2) En los apoyos:

$$M_u = \frac{wL^2}{24}$$

$$M_u = \frac{192 * 3.50^2}{24}$$

$$M_u = 98 \text{ kg} - \text{m}$$

a.8. Corte Vertical:

$$V_{\text{max}} = \frac{wL}{2}$$

$$V_{\text{max}} = \frac{192 * 3.50}{2}$$

$$V_{\text{max}} = 336 \text{ kg}$$

a.9. Diseño de la Losa:

- 1) Altura de losa aligerada: 17 cm
- 2) Espesor de losa: 5 cm
- 3) Peralte efectivo: $d = 17 - 3 = 14$ cm
- 4) Cálculo de relación modular:

$$n = E_s/E_c = 2'100,000/217,370.65 = 9.66$$

- 5) Cálculo del factor de profundidad e la fibra neutra:

$$K = \frac{nfc}{nfc + f_s}$$

$$f_c = 0.45f'_c = 0.45 \times 210 \text{ Kg/cm}^2 = 94.50 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K = \frac{9.66 \times 94.5}{9.66 \times 94.5 + 1700}$$

$$K = 0.349$$

- 6) Cálculo de j:

$$j = 1 - k/3 = 1 - 0.349/3 = 0.884$$

- 7) Cálculo del área de acero:

✓ Para momento en el centro de la luz:

$$AS = \frac{Mu}{f_s j x d}$$

$$AS = \frac{294 \times 100}{1700 \times 0.884 \times 14}$$

$$AS = 1.40 \text{ cm}^2$$

✓ Para momento en los apoyos:

$$AS = \frac{Mu}{f_s j x d}$$

$$AS = \frac{98 \times 100}{1700 \times 0.884 \times 14}$$

$$AS = 0.47 \text{ cm}^2$$

- 8) Cálculo de acero de retracción y temperatura:

$$A_s = 0.0018 * e_i * 1m$$

$$A_s = 0.0018 * 5 * 100 = 0.90 \text{ cm}^2$$

✓ Utilizando $\emptyset = N^\circ 6$, el espaciamiento será:

$$S = 0.32 * 100 / 0.90 = 35.55 \text{ cm}$$

✓ Pero: $S \leq 5e_i$; ó $S \leq 40 \text{ cm}$

$$S \leq 5 * 5 \quad ; \text{ ó } S \leq 40 \text{ cm}$$

$$S \leq 25 \text{ cm} \quad ; \text{ ó } S \leq 40 \text{ cm}$$

✓ Se toma el valor menor: 1 \emptyset No 6 @ 25 cm.

b) Análisis de la Losa Aligerada:

1. Cálculo de relación modular:

$$n = E_s / E_c = 2100000 / 217370.65 = 9.66$$

2. Área de acero:

✓ En el centro de la luz:

$$A_s = 1.40 \text{ cm}^2 = 2\emptyset 3/8" = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 1.42 \text{ cm}^2$$

✓ En los apoyos:

$$A_s = 0.47 \text{ cm}^2 = 1\emptyset 3/8" = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.71 \text{ cm}^2$$

3. Cuantía:

✓ En el centro de la luz:

$$\rho = A_s / (b * d)$$

$$\rho = 1.42 / (40 * 14) = 0.00254$$

✓ En los apoyos:

$$\rho = A_s / (b * d)$$

$$\rho = 0.47 / (40 * 14) = 0.00336$$

4. Cuantía máxima:

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75 \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \times 210 \times 0.85 \times 6300}{4200 \times (6300 + 4200)} = 0.02168$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75 \times 0.02168 = 0.01626$$

5. Cuantía mínima:

$$\rho_{\text{min}} = \frac{0.70 \sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{0.70 \sqrt{210}}{4200}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.00242$$

6. Comparando cuantías:

$$\rho_{\text{mín}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$$

✓ En el centro de la luz:

$$0.01626 > 0.00254 \dots \text{OK}$$

$$0.00254 > 0.00242 \dots \text{OK}$$

✓ En los apoyos:

$$0.01626 > 0.00336 \dots \text{OK}$$

$$0.00336 > 0.00242 \dots \text{OK}$$

7. Cálculo del factor de profundidad e la fibra neutra:

$$k = \sqrt{(np)^2 + 2np - np}$$

$$k = \sqrt{(9.66 \times 0.00254)^2 + 2 \times 9.66 \times 0.00355 - 9.66 \times 0.00355}$$

$$k = 0.198$$

8. Cálculo del valor j:

$$j = 1 - k/3 = 1 - 0.198/3$$

$$j = 0.934$$

9. Esfuerzo permisible en el concreto:

$$f_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2}$$

$$f_c = \frac{2 * 294}{0.230 \times 0.934 \times 40 \times 14^2}$$

$$f_c = 40.52 \text{ Kg/cm}^2$$

10. Esfuerzo permisible en el acero:

$$f_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d}$$

$$f_s = \frac{294}{1.42 \times 0.934 \times 14}$$

$$f_s = 1583.38 \text{ Kg/cm}^2$$

Estos esfuerzos, son menores a los esfuerzos admisibles para ambos materiales, llegando a una relación de esfuerzos de un 93.14% para el caso del acero y de 42.88% para el concreto, aproximadamente de su capacidad admisible. Esto, si se cumplieran las condiciones de carga impuestas y las disposiciones geométricas consideradas en la obtención de dichos esfuerzos.

Diseño y Análisis por Flexión- Método Plástico

A continuación, se detallan los parámetros de cargas aplicadas y la determinación de los esfuerzos internos para el diseño por el método elástico.

a) Diseño de Losa Aligerada

a.1. Características de la Losa:

- 1) Tipo de uso: Vivienda Multifamiliar.
- 2) Tipo de apoyo: Simplemente apoyado.
- 3) Se utilizará $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

a.2. Predimensionamiento:

- 1) Longitud de la losa: 3.50 m

$$2) e_1 = 3.50/25 = 14 \text{ cm}$$

$$3) e_2 = 3.50/20 = 17.50 \text{ cm}$$

$$4) e_f = 17 \text{ cm}$$

5) Se utilizará ladrillos de 30 cm ancho y 12 cm de alto.

a.3. Cargas Muertas:

$$1) \text{ Peso propio de la losa: } 280 \text{ Kg/m}^2$$

$$2) \text{ Carga muerta total (CM): } 280 \text{ Kg/m}^2$$

a.4. Cargas Vivas:

$$1) \text{ Sobrecarga de uso (CV): } 200 \text{ Kg/m}^2$$

a.5. Combinación de Cargas:

$$1.4CM + 1.7CV = 1.4 \times 280 \text{ Kg/m}^2 + 1.7 \times 200 \text{ Kg/m}^2 = 732 \text{ Kg/m}^2$$

a.6. Carga Repartida por Vigüeta:

$$W = 732 \text{ Kg/m}^2 / 2.5 = 292.80 \text{ Kg/m}$$

a.7. Momento Máximo:

1) En el centro de la luz:

$$M_u = \frac{wL^2}{8}$$

$$M_u = \frac{292.80 \times 3.50^2}{8}$$

$$M_u = 448.35 \text{ Kg} - \text{m}$$

2) En los apoyos:

$$M_u = \frac{wL^2}{24}$$

$$M_u = \frac{292.80 \times 3.50^2}{24}$$

$$M_u = 149.45 \text{ Kg} - \text{m}$$

a.8. Corte Vertical:

$$V_{\text{máx}} = \frac{wL^2}{2}$$

$$V_{\text{máx}} = \frac{292.80 \times 3.50^2}{2}$$

$$V_{\text{máx}} = 512.40 \text{ Kg}$$

a.9. Diseño de la Losa:

1) Altura de losa aligerada: 17 cm

2) Espesor de losa: 5 cm

3) Peralte efectivo: $d = 17 - 3 = 14 \text{ cm}$

4) Calculando si los esfuerzos de compresión son menores que el espesor de la losa:

$$A_s = \frac{M_u}{\Phi f_y \left(d - \frac{h_f}{2}\right)} = \frac{448.35 \times 1000}{0.9 \times 4200 \times \left(14 - \frac{5}{2}\right)} = 1.03 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{448.35 \cdot 1000}{0.85 \times 210 \times 40} = 0.61 \text{ cm}$$

$a = 0.61 \text{ cm} < e_j = 5 \text{ cm}$, entonces es una viga rectangular de ancho b .

5) Cálculo de relación modular:

$$n = E_s / E_c = 2100000 / 217370.65 = 9.66$$

6) Cálculo del índice de refuerzo:

✓ En el centro de la luz:

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7M_u}{\Phi f'c \cdot b \cdot d^2}}$$

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 448.35 \times 100}{0.9 \times 210 \times 40 \times 14^2}}$$

$$w = 0.03082$$

✓ En los apoyos:

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7Mu}{\phi f'c \cdot b \cdot d^2}}$$

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 149.45 \times 100}{0.9 \times 210 \times 10 \times 14^2}}$$

$$w = 0.01015$$

7) Cálculo de cuantía:

✓ En el centro de la luz:

$$\rho = \frac{w \cdot f'c}{f_y} = \frac{0.03082 \times 210}{4200}$$

$$\rho = 0.00154$$

✓ En los apoyos:

$$\rho = \frac{w \cdot f'c}{f_y} = \frac{0.01015 \times 210}{4200}$$

$$\rho = 0.00051$$

8) Cálculo de cuantía máxima:

$$\rho \text{ máx} = 0.75 \rho_b$$

$$\rho \text{ máx} = \frac{0.85 \times 210 \times 0.85 \times 6300}{4200 \times (6300 + 4200)} = 0.02168$$

$$\rho \text{ máx} = 0.75 \times 0.02168 = 0.01626$$

9) Cálculo de cuantía mínima:

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{0.70 \sqrt{f'c}}{f_y}$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{0.70 \sqrt{210}}{4200}$$

$$\rho_{\text{mín}} = 0.00242$$

10) Comparando cuantías:

$$\rho_{\text{mín}} < \rho < \rho_{\text{máx}}$$

✓ En el centro de la luz:

$$0.01626 > 0.00154... \text{ OK}$$

$$0.00242 > 0.00154... \text{ ERROR}$$

Por lo que se tomará la cuantía mínima para los cálculos:

$$\rho = 0.00242$$

✓ En los apoyos:

$$0.01626 > 0.00051... \text{ OK}$$

$$0.00242 > 0.00051... \text{ ERROR}$$

Por lo que se tomará la cuantía mínima para los cálculos:

$$\rho = 0.00242$$

11) Cálculo del área de acero:

✓ En el centro de la luz:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0.00242 \times 40 \times 14 = 1.353 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 1.353 \text{ cm}^2 = 2\emptyset 3/8''$$

$$A_s = 1.42 \text{ cm}^2$$

✓ En los apoyos:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0.00242 \times 10 \times 14 = 0.34 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.71 \text{ cm}^2 = 1\emptyset 3/8''$$

12) Cálculo de acero de retracción y temperatura:

$$A_s = 0.0018 \cdot e_i \cdot l_{ml}$$

$$A_s = 0.0018 \cdot 5 \cdot 100 = 0.90 \text{ cm}^2$$

✓ Utilizando $\emptyset = N^\circ 6$, el espaciamiento será:

$$S = 0.32 \cdot 100 / 0.90 = 35.55 \text{ cm}$$

✓ Pero: $S \leq 5e_j$; ó $S \leq 40 \text{ cm}$

$S \leq 5 \cdot 5$; ó $S \leq 40 \text{ cm}$

$S \leq 25 \text{ cm}$; ó $S \leq 40 \text{ cm}$

✓ Se toma el valor menor: $1\emptyset \text{ N}^\circ 6 @ 25 \text{ cm}$

b) Análisis de la Losa Aligerada

1. Cálculo de relación modular:

$$n = E_s/E_c = 2'100,000/217,370.65 = 9.66$$

2. Área de acero:

$$A_s = 1.42 \text{ cm}^2$$

3. Cuantía:

✓ En el centro de la luz:

$$\rho = A_s / (b \cdot d)$$

$$\rho = 1.42 / (40 \cdot 14) = 0.00254$$

✓ En el apoyo:

$$\rho = A_s / (b \cdot d)$$

$$\rho = 0.71 / (10 \cdot 14) = 0.00507$$

4. Cuantía máxima:

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75 \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \times 210 \times 0.85 \times 6300}{4200 \times (6300 + 4200)} = 0.02168$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75 \times 0.02168 = 0.01626$$

5. Cuantía mínima:

$$\rho_{\text{min}} = \frac{0.70 \sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{0.70 \sqrt{210}}{4200}$$

$$\rho_{\min} = 0.00242$$

6. Comparando cuantías:

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

✓ En el centro de la luz:

$$0.01626 > 0.0025 \dots \text{OK}$$

$$0.00254 > 0.00242 \dots \text{OK}$$

✓ En el apoyo:

$$0.01626 > 0.00507 \dots \text{OK}$$

$$0.00507 > 0.00242 \dots \text{OK}$$

7. Cálculo del momento nominal resistente:

$M_n = 0.85 f'_c a_s b x (d - a/2)$, donde:

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{1.42 \times 4200}{0.85 \times 210 \times 40} = 0.84 \text{ cm}$$

$$M_n = 0.85 \times 210 \times 0.84 \times 40 \times (14 - 0.84/2) = 816.87 \text{ Kg-m}$$

8. Momento último resultante:

$$M_u = \phi M_n$$

$$M_u = 0.90 \times 816.87 = 735.18 \text{ Kg-m}$$

$$M_u = 735.18 \text{ Kg-m} > 448.35 \text{ Kg-m} \dots \text{OK}$$

De acuerdo a la capacidad resistente de la sección compuesta, analizada para la fluencia del concreto y el acero, es posible evidenciar un amplio margen entre los esfuerzos resistentes y los esfuerzos solicitantes.

Análisis Estructural por Corte Vertical: El diseño de secciones transversales sometidas a cortante debe estar basado en:

$$\phi V_n \geq V_u$$

Donde V_u es la fuerza cortante mayorada en la sección considerada y V_n es la resistencia nominal al cortante calculado mediante:

$$V_n = V_c + V_s$$

Donde V_c es la resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto y V_s es la resistencia nominal al cortante proporcionada por la lámina de acero.

1. El esfuerzo cortante resistido por el concreto para elementos sometidos únicamente a cortante y flexión según la norma E-0.30 es:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'c b_w d}$$

$$V_c = 0.53\sqrt{210 \times 10 \times 14}$$

$$V_c = 1075.26 \text{ Kg}$$

2. Entonces la resistencia total de la sección compuesta será:

$$\phi V_n = 0.85 \times 1075.26 \text{ Kg} = 913.97 \text{ Kg}$$

$$\phi V_n = 913.97 \text{ Kg} > 512.40 \text{ Kg} = V_u \dots \text{OK}$$

Se observa entonces que la resistencia al cortante vertical es mayor que la resistencia requerida.

Estimación de Deflexiones: Para el cálculo de deflexiones debido a cargas se podrán calcular teniendo en cuenta el comportamiento de una viga 'Simplemente apoyada, soportando una carga uniformemente distribuida en su cara superior. Para este modelo la deformación máxima inmediata, debido a cargas propias más mas cargas vivas, ocurrida en el centro de la losa puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$\Delta'_{st} = \frac{5WL^4}{384.Ec.Ie}$$

Para estimar las deformaciones diferidas o deflexiones a largo plazo, según la norma peruana:

$$\Delta_{LT} = \lambda \Delta'_{st}$$

Donde:

W: Carga viva más carga muerta.

L: Luz libre de la losa.

Ie: Inercia efectiva (según la norma le puede tomarse como Ig, siempre y cuando.

Mu por cargas de servicio sea mayor que el Mcr).

a) Cálculos de la Deflexión Instantánea:

1. Se tiene la vigueta de dimensiones:
2. Cálculo de Yt: Considerando el nivel de referencia la parte baja de la vigueta.

$$Y_t = \frac{\sum A_i Y_i}{\sum A_i} = \frac{(12 \times 10)(6) + (40 \times 5)(1405)}{(12 \times 10) + (40 \times 5)} = 11.41 \text{ cm}$$

3. Cálculo del momento Ig:

$$I_g = I_1 + n^2 A + I_2$$

$$I_g = \frac{10 \times 12^3}{12} + (11.41 - 6)^2 \times 10 \times 12 + \frac{40 \times 5^3}{12} + (3.19)^2 \times 40 \times 5 + 1.42 \times (9.66 - 1) \times (14 - 11.41)^2$$

$$I_g = 7357.91 \text{ cm}^4$$

4. Resistencia del concreto a tracción por flexión:

$$f_r = 2\sqrt{f'_c} = 2\sqrt{210} = 28.98 \text{ Kg/cm}^2$$

5. Cálculo del momento de agrietamiento:

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{Y_t} = \frac{28.98 \times 7357.91}{11.31} = 152.58 \text{ Kg-m}$$

6. Comparando el momento de agrietamiento con el momento de servicio:

$$M_u = 294 \text{ Kg-m} > 186.42 \text{ Kg-m} = M_{cr}$$

Entonces no se puede asumir $I_e = I_g$, por lo que se tendrá que calcular el valor de Ie.

7. Calculando el valor de Ie:

$$\checkmark M_s = 294 \text{ Kg-m}$$

✓ $M_{cr} = 186.42 \text{ Kg-m}$

✓ $n = 9.66$

✓ $p = 0.00254$

✓ $k = 0.198$

✓ $b = 40 \text{ cm}$

✓ $d = 14 \text{ cm}$

✓ c : Distancia del eje neutro a la fibra extrema en compresión bajo consideraciones elásticas:

$$c = \left\{ \frac{[(np)^2 + 2np]}{3} \cdot 0.5 - np \right\} d$$

$$c = \left\{ \frac{[(9.66 \times 0.00254)^2 + 2 \times 9.66 \times 0.00254]}{3} \cdot 0.5 - 9.66 \times 0.00254 \right\} \cdot 14$$

$$c = 2.77 \text{ cm}$$

✓ Momento de la sección fisurada (I_{cr}):

$$I_{cr} = \frac{bc^3}{3} + nAS(d - c)^2 + (n - 1)A's(c - d')^2$$

$$I_{cr} = \frac{40 \times 2.77^3}{3} + 9.66 \times 1.42 (14 - 2.77)^2$$

$$I_{cr} = 2013.46 \text{ cm}^4$$

✓ Cálculo de I_e (inercia efectiva):

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_s} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_s} \right)^3 \right] \times 2013.46$$

$$I_e = 3375.96 \text{ cm}^4$$

✓ Deflexión instantánea:

$$\Delta'_{st} = (5 \times 480 \times 3.54 \times 10^6) / (384 \times 217370.65 \times 3375.96)$$

$$\Delta'_{st} = 1.28 \text{ cm}$$

Tabla 6: Deflexiones de la Vigueta por Variaciones de Carga Viva – Teoría de Vigas

LOSA ALIGERADA (h = 17 cm)	
CARGA VIVA (Kg/m2)	DEFORMACION (mm)
0	7.46
50	8.79
100	10.12
150	11.45
200	12.80

b) Cálculo de la Deflexión Diferida: Considerando 50% de carga viva (recomendación de dada en el libro Diseño de Estructuras de Concreto Armado de Teodoro E. Harmsen).

1. $M_s = 232.75 \text{ Kg-m}$

2. $M_{cr} = 186.42 \text{ Kg-m}$

3. Inercia efectiva (I_e):

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_s}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_s}\right)^3\right] I_{cr}$$

$$I_e = \left(\frac{186.42}{232.75}\right)^3 \times 7357.91 + \left[1 - \left(\frac{186.42}{232.75}\right)^3\right] \times 2013.46$$

$$I_e = 4779.35 \text{ cm}^4$$

4. Deflexión diferida:

$$\checkmark \Delta'_{st} = (5 \times 380 \times 3.54 \times 106) / (384 \times 217370.65 \times 4779.35)$$

$$\Delta'_{st} = 0.71 \text{ cm}$$

$$\checkmark \lambda = / (1 + 50 \times p') = 2 / (1 + 50 \times 0)$$

$$\lambda = 2$$

$$\checkmark \Delta_{LT} = 0.71 \times 2 = 1.42 \text{ cm}$$

c) Cálculo de la Deflexión Total:

$$\Delta T_t = \Delta'_{st} + \Delta L T$$

$$\Delta T_t = 1.28 \text{ cm} + 1.42 \text{ cm} = 2.70 \text{ cm}$$

4.1.2. DISEÑO Y ANÁLISIS DE LOSA COLABORANTE CON TEORÍAS CONVENCIONALES DE VIGAS

Para el diseño de la losa colaborante se tomó el perfil tipo AD-600 gage 22 (0.749 mm), y sus características se las obtuvo de los manuales de fabricación Acero Deck.

4.1.2.1. ESFUERZOS ADMISIBLES

Cuando se efectúa el vaciado del concreto, la plancha de steel deck debe resistir los esfuerzos que se generan en su sección. Así notamos que se generan esfuerzos por compresión y por tracción, debido al peso propio de la plancha más el peso del concreto fresco (cargas permanentes) y a las cargas propias de los trabajos de vaciado de concreto (cargas transitorias). Estos esfuerzos serán tomados por la plancha, los cuales no deben exceder del 50% del esfuerzo a fluencia f_y (Kg/cm²) de la plancha.

$$f_s \leq f_{adm.} = 0.5f_y$$

Donde:

f_s = Esfuerzo actuante en el acero (Kg/cm²).

$f_{adm.}$ = Esfuerzo admisible en el acero (Kg/cm²).

f_y = Esfuerzo de fluencia en el acero (Kg/cm²).

Para los cálculos, y de acuerdo a lo que dice la norma NTE-E.060 se tomará como esfuerzo admisible $f_s = 0.5f_y$.

4.1.2.2. DISEÑO Y ANÁLISIS POR FLEXIÓN- MÉTODO DE ELÁSTICO

Para un buen diseño por capacidad admisible, debe cumplirse que:

$$M_u \leq \phi M_n$$

A continuación, se detallan los parámetros de cargas aplicadas y la determinación de los esfuerzos internos para el diseño por el método elástico.

a) Características:

1. Se utilizará el perfil de AD-600 calibre 22 (0.749 mm).
2. Tipo de uso: Vivienda Multifamiliar
3. Se utilizará $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

b) Cargas Muertas:

1. Peso propio de la losa: 223.20 Kg/m^2
2. Peso propio de la lámina: 9.12 Kg/m^2
3. Carga muerta total (CM): 232.32 Kg/m^2

c) Cargas Vivas:

1. Sobrecarga de uso (CV): 200 Kg/m^2

d) Datos Preliminares de la Losa:

1. Ancho de tributario de losa colaborante: $b = 90 \text{ cm}$
2. Luz de losa: $L = 3.50\text{m}$
3. Espesor de losa:
 - ✓ Para luces menores o iguales a 4 m, el espesor de losa será de 12 cm ó 13 cm.

✓ Acero Deck recomienda para luces iguales a 4 m y sobrecargas máximas de 234 Kg/m² espesores de losa de 13 cm. Pero si la luz es menor de 4 m las sobrecargas pueden aumentar.

✓ $e_1 = L/24$; $e_2 = L/28$

$$e_1 = 350/24 \text{ cm} = 14.58; e_2 = 350/28 = 12.5 \text{ cm}$$

$$e_f = (14.58 + 12.50)/2 = 13.54 \text{ cm}$$

✓ Por lo que se toma: $t = 13 \text{ cm}$

e) Combinación de Cargas:

$$CM + CV = 232.32 + 200 = 432.32 \text{ Kg/m}^2$$

f) Momento Máximo:

$$M_u = \frac{wL^2}{8}$$

Donde:

$$w = b (CM + CV)$$

$$w = 0.90(432.32) = 389.09 \text{ Kg/m}$$

$$L = 3.50 \text{ m}$$

$$M_u = \frac{wL^2}{8}$$

$$M_u = \frac{389.09 * 3.50^2}{8}$$

$$M_u = 595.79 \text{ Kg} - \text{m}$$

g) Corte Vertical:

$$V_{\max} = \frac{wL}{2}$$

Donde:

$$w = b(CM + CV)$$

$$w = 0.90(432.32) = 389.09 \text{ Kg/m}$$

$$L = 3.50 \text{ m}$$

$$V_{max} = \frac{wL}{2}$$

$$V_{max} = \frac{404.21 * 350}{2}$$

$$V_{max} = 680.90 \text{ kg}$$

h) Cálculo Estructural:

h.1. Datos:

1) Luz de la losa: $L = 3.50 \text{ m}$

2) Espesor de losa: $h = 0.13 \text{ m}$

3) Espesor de concreto sobre la lámina de acero: $e = 7 \text{ cm}$

4) Ancho de cálculo de la losa: $b = 0.90 \text{ m}$

5) Distancia entre la fibra extrema en compresión y el centroide del área de tensión:

✓ Cálculo del centroide del área en tensión (trapecio del perfil AD- 600)

$$C = \frac{(2xb + B)h}{3(b + B)}$$

$$C = \frac{(2 \times 6 + 12.46)6}{3(6 + 12.46)}$$

$$C = 2.63 \text{ cm}$$

✓ Entonces tomando la longitud desde la fibra extrema en compresión:

$$d = 7 \text{ cm} + 2.63 \text{ cm}$$

$$d = 9.63 \text{ cm}$$

6) Espesor de la lámina de acero: $e = 0.0749 \text{ cm}$

7) Resistencia a compresión del concreto: $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

8) Esfuerzo de fluencia: $f_y = 3025 \text{ Kg/cm}^2$

9) $E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$

10) $E_c = 15000 \sqrt{f'_c} = 15000 \sqrt{210} = 217\,370.65 \text{ Kg/cm}^2$

h.2. Cálculos:

1) Cálculo de relación modular:

$$n = E_s / E_c = 2'100,000 / 217,370.65 = 9.66$$

2) Cálculo del área de acero:

$$A_s = 1.302 \times b \times e$$

$$A_s = 1.302 \times 90 \times 0.0749 = 8.78 \text{ cm}^2$$

3) Cálculo de cuantía en la sección compuesta:

$$\rho = \frac{A_s}{b \times d} = \frac{8.78}{90 \times 9.63} = 0.01013$$

4) Cálculo de la relación de esfuerzos admisibles:

$$r = \frac{0.50 f_s}{0.45 f_s} = \frac{0.50 \times 3025}{0.45 \times 210} = 16.01$$

5) Cálculo del factor de profundidad e la fibra neutra:

$$k = \sqrt{(n\rho)^2 + 2n\rho} - n\rho$$

$$k = \sqrt{(9.66 \times 0.01013)^2 + 2 \times 9.66 \times 0.01013} - 9.66 \times 0.01013$$

$$k = 0.356$$

6) Cálculo de la cuantía balanceada 1:

$$\rho_b = \frac{n}{2r(n+r)} = \frac{9.66}{2 \times 16.01 \times (9.66 + 16.01)} = 0.01175$$

7) Cálculo de acero mínimo en tracción:

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.70 \sqrt{f'_c}}{f_y}; \text{ Pero no menor que } 0.0020$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.70\sqrt{f'_c}}{f_y} = 0.0024$$

8) Si comparamos cuantías:

$$P < P_b$$

0.01013 < 0.01175; por lo que se supone que el acero alcanza primero los esfuerzos admisibles de tensión, por lo que se realizará los cálculos teniendo en cuenta que el acero fluye.

9) Cálculo de tensión en el acero:

$$f_s = f_{s_{\text{adm}}} = 0.50 \times 3025 = 1512.50 \text{ Kg/cm}^2$$

10) Cálculo de esfuerzo admisible en el concreto:

$$f_{c_{\max}} = \frac{2A_s f_s}{k b d} = \frac{2 \times 8.78 \times 1512.50}{0.35 \times 90 \times 9.63} = 86.08 \text{ Kg/cm}^2$$

11) Cálculo de la fuerza resultante de la sección de compresión (concreto):

$$C_c = \left(\frac{1}{2}\right) f_{c_{\max}} \cdot k \cdot b \cdot d = 86.08 \times 0.35 \times 90 \times 9.63 \times \left(\frac{1}{2}\right) \\ = 13279 \text{ kg}$$

12) Cálculo de la fuerza resultante de tracción en la sección compuesta:

$$T_s = A_s f_s = 8.78 \times 1512.50 = 13279 \text{ Kg}$$

13) Distancia entre las fuerzas resultantes de compresión y de tracción:

$$d_1 = d_j = d - dk/3 = 9.63 - (9.63 \times 0.356/3) = 8.49 \text{ cm}$$

14) Cálculo del momento nominal resistente de la sección:

$$M_n = C_c x d_1 = 13279 \times 0.0849 = 1127.47 \text{ Kg-m}$$

$$\phi M_n = 0.9 \times 1127.47 = 1014.72 \text{ Kg-m}$$

15) Comparando el momento nominal resistente con el momento último requerido:

$$\phi Mn > Mu$$

$$1074.72 \text{ Kg-m} > 595.79 \text{ Kg-m} \dots\dots \text{OK}$$

De acuerdo a esto, la sección propuesta tiene una resistencia admisible mayor a la solicitante en esta aplicación. Por esto los esfuerzos reales en la lámina de acero y el concreto deberían ser calculados usando los mismos principios de carga antes mencionados.

Si las fuerzas de tracción y compresión son iguales para el equilibrio se tiene:

$$C = T$$

Al utilizar la expresión que nos define al momento nominal de la sección compuesta se puede obtener:

$$Mu \leq \phi Mn$$

$$Mn = Cc \cdot d_1 = Ts \cdot d_1$$

Calculamos las fuerzas de tracción y compresión utilizando las cargas reales:

$$Cr = Mu/d_1 = 595.79/0.0849 = 7017.55 \text{Kg}$$

$$Tr = 7017.55 \text{ Kg}$$

Hallamos los esfuerzos de compresión en el concreto y de tracción en la lámina de acero:

$$f_s = \frac{Tr}{As} = \frac{7017.55}{8.78} = 799.27 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{c_{\max}} = \frac{2 \times 799.27 \times 8.78}{0.38 \times 90 \times 9.63} = 45.49 \text{ Kg/cm}^2$$

Estos esfuerzos, por cierto, son menores a los esfuerzos admisibles para ambos materiales, llegando a una relación de esfuerzos de un 52.84% para la lámina colaborante y de 48.14% para el concreto, aproximadamente de su capacidad admisible. Esto, si se cumplieran las condiciones de carga impuestas y las disposiciones geométricas consideradas en la obtención de dichos esfuerzos.

Y a que los esfuerzos de compresión son sólo soportados por el concreto y los de tracción por el acero, es correcto pensar que el esfuerzo cortante que se produce entre ambos materiales será de la misma magnitud de las fuerzas C_e y T_{s2} antes vistas:

$$V_n = 13279 \text{ Kg.}$$

4.1.2.3. DISEÑO Y ANÁLISIS POR FLEXIÓN- MÉTODO DE RESISTENCIA ÚLTIMA

El método de la resistencia última para diseñar a flexión está basado en la fluencia de la totalidad de la lámina AD-600, por lo cual son aplicables las fórmulas tradicionales de diseño a la rotura (o resistencia última) para el concreto.

a) Datos Preliminares de la Losa:

1. Ancho tributario de losa colaborante: $b = 90 \text{ cm}$
2. Espesor de losa: $t = 13 \text{ cm}$
3. Luz de losa: $L = 3.50 \text{ m}$.

b) Cargas Muertas:

1. Peso propio de la losa: 223.20 Kg/m^2
2. Peso propio de la lámina: 9.12 Kg/m^2
3. Carga muerta total (CM): 232.32 Kg/m^2

c) Cargas Vivas:

1. Sobrecarga de uso (CV): 200 Kg/m²

d) Combinación de Cargas:

$$1.4CM + 1.7CV = 1.4 \times 232.32 + 1.7 \times 200 = 665.25 \text{ Kg/m}^2$$

e) Momento Máximo:

$$Mu = \frac{wL^2}{8}$$

Donde:

$$w = b(CM + CV)$$

$$w = 0.90(665.25) = 598.72 \text{ Kg/m}$$

$$L = 3.50\text{m}$$

$$Mu = \frac{wL^2}{8}$$

$$Mu = \frac{598.72 * 3.50^2}{8}$$

$$Mu = 916.79 \text{ Kg} - m$$

f) Corte Vertical:

$$Vmax = \frac{wL}{2}$$

Donde:

$$w = b(CM + CV)$$

$$w = 0.90(665.25) = 598.72 \text{ Kg/m}$$

$$L = 3.50\text{m}$$

$$Vmax = \frac{598.72 * 3.50}{2}$$

$$Vmax = 1047.76 \text{ Kg}$$

g) Cálculo Estructural: Asumiendo esfuerzos de fluencia, tanto en el concreto como en el acero, el método de la resistencia propone

una distribución de esfuerzos rectangular en la zona de compresión sobre el concreto, obteniendo así las expresiones para el momento nominal resistente de acuerdo a lo indicado en la siguiente figura:

1. De acuerdo a esto el momento nominal resistente puede expresarse como:

$$M_n = 0.85f'_c b a x d (d - a/2)$$

Donde:

$$a = \frac{\rho \cdot f_y \cdot d}{0.85f'_c} = \frac{0.01013 \times 3025 \times 9.63}{0.85 \times 210} = 1.65 \text{ cm}$$

2. Calculando el momento nominal (M_n):

$$M_n = 0.85 \times 210 \times 1.65 \times 90 \times (9.63 - 1.27/2) = 2384.33 \text{ Kg-m}$$

3. Calculando el momento último (M_u):

$$M_u = \phi M_n$$

$$M_u = 0.90 \times 2384.33 = 2145.89 \text{ Kg-m}$$

4. Comparando el momento último con el momento requerido:

$$2145.89 \text{ Kg-m} > 916.79 \text{ Kg-m... OK.}$$

4.1.2.4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL POR CORTE VERTICAL

El diseño de secciones transversales sometidas a cortante debe estar basado en:

$$\phi V_n \geq V_u$$

Donde: V_u es la fuerza cortante mayorada en la sección considerada y V_n es la resistencia nominal al cortante calculado mediante:

$$V_n = V_c + V_s$$

Donde: V_c es la resistencia nominal al cortante proporcionada por el concreto y V_s es la resistencia nominal al cortante proporcionada por la lámina de acero.

1. El esfuerzo cortante resistido por el concreto para elementos sometidos únicamente a cortante y flexión según la norma NTE-E.060 es:

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_{cd}}$$

$$V_c = 0.53\sqrt{210} \times 175.57 \times 3.93$$

$$V_c = 5299.41 \text{ Kg}$$

2. El esfuerzo cortante resistido por la lámina de acero se puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$V_s = 0.5 \times A_s \times f_y^*$$

$$V_s = 0.5 \times 8.78 \times 3025$$

$$V_s = 13279 \text{ Kg}$$

3. Entonces la resistencia total de la sección compuesta será:

$$V_n = V_c + V_s$$

$$V_n = 5299.41 \text{ Kg} + 13279 \text{ Kg}$$

$$V_n = 18578.41 \text{ Kg}$$

$$\phi V_n = 0.85 \times 18578.41 \text{ Kg} = 15791.65 \text{ Kg}$$

$$\phi V_n = 15791.65 > 1047.76 \text{ Kg} = V_u$$

Se observa entonces que la resistencia al cortante vertical es muy alta comparada con el esfuerzo cortante requerido; por este motivo es que normalmente no se toma en cuenta el efecto de los esfuerzos cortantes verticales en el diseño de losas colaborantes, ya que para fallar por corte vertical debería ocurrir una grieta de corte en el concreto y el aplastamiento simultaneo de la sección de acero.

4.1.2.5. ANÁLISIS ESTRUCTURAL POR CORTE HORIZONTAL - DESLIZAMIENTO EN LA INTERFAZ CONCRETO/ ACERO

a) Resistencia de conectores: Los conectores de corte son elementos de acero que tienen como función primordial tomar los esfuerzos de corte que se generan en la sección compuesta (aceroconcreto) controlando y reduciendo las deformaciones. En este caso se proveerá de pernos conectores típicos para losa colaborante, que se colocan en la lámina de acero y permanecen embebidos en el concreto para ejercer la colaboración.

En la resistencia al cortante intervienen dos efectos principalmente: la resistencia al corte del conector y la resistencia del concreto alrededor del conector de corte.

a.1. Resistencia al Corte del Conector: La resistencia al corte del conector se determina mediante:

$$F_v^c = 0.5 \times A_c \times f_y^c \text{ (Kg)}$$

Donde:

- ✓ A_c = Área de la sección transversal del conector.
- ✓ f_y^c = Esfuerzo de fluencia del conector.

a.2. Resistencia del Conector Embebido en el Concreto: La resistencia al cortante de un conector cuando este se encuentra embebido en concreto, se determina mediante la siguiente expresión:

$$F_v^h = 91 \times (d_1)^2 \times \sqrt{R_{28}} \text{ (Kg)}$$

Donde:

- ✓ d_1 : Diámetro del conector:
- ✓ R_{28} : Resistencia cúbica del concreto a los 28 días
($R_{28} = f_c / 0.80$).

Los parámetros de diseño mencionados, entregan un valor para la fuerza de corte que sería capaz de transmitir un conector; se debe escoger el menor valor de ellos para así dimensionar el número de conectores que se deberán instalar en los extremos de la losa mixta, justo donde se materializan los apoyos y los esfuerzos de cortante son máximos.

Del diseño por flexión, es posible obtener el valor total de la fuerza de corte que se presenta entre el concreto y el acero cuando se alcanzan los esfuerzos admisibles. Es necesario dimensionar en diámetro y número los conectores de corte.

a.3. Cálculos de Conectores de Corte:

- a) $V_n = 13279 \text{ Kg}$ ----- Fuerza de corte máxima entre el concreto y el acero si se alcanzan los esfuerzos admisibles.
- b) Utilizando un perno de conector de 63.5x12.7mm obtenemos los siguientes valores:
 - c) $F_v^c = 0.5 \times A_c \times f_y^c (\text{Kg})$
 - a. $F_v^c = 0.5 \times (\pi(1.27/2)^2) \times 2700$
 - b. $F_v^c = 1710.14 \text{ Kg}$
 - c. $F_v^c = 1710 \text{ Kg}$ ----- Resistencia del conector al corte
 - d) $F_v^h = 91 \times (d_1)^2 \sqrt{R_{28}} (\text{Kg})$
 - a. $F_v^h = 91 \times (1.27)^2 \times 262.50 (\text{Kg})$
 - b. $F_v^h = 2378.01 \text{ Kg}$ ----- Resistencia al corte del concreto
- e) El menor de estos valores corresponde a la resistencia al corte del conector, por lo que el valor de resistencia al cortante a utilizar será:

$$F_v^c = 1710 \text{ Kg}$$

f) La fuerza rasante real producida entre el concreto y el acero ante la incorporación de la sobrecarga de uso (diseño a flexión por el método elástico) es:

$$C_r = T_r = 7017.55 \text{ Kg}$$

Así el número se tiene:

$$N = \frac{V_r}{F_v^c} = \frac{7017.55}{1710}$$

$$N = 4.10 \approx 4 \text{ conectores de } 63.5 \times 12.7 \text{ mm}$$

g) Este número de conectores es el necesario en la zona comprendida entre el momento máximo y el momento nulo, esto es en nuestro caso, desde el centro de la losa compuesta hacia un extremo.

4.1.2.6. ACERO EN LOS APOYOS

1) Cálculo del momento:

$$M_u = \frac{wL^2}{24}$$

$$M_u = \frac{665.25 * 3.50^2}{24}$$

$$M_u = 339.55 \text{ Kg} - m$$

2) Cálculo del índice de refuerzo:

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7M_u}{\phi f'c \cdot b \cdot d^2}}$$

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 \times 351.56 \times 100}{0.9 \times 210 \times 10 \times 14^2}}$$

$$w = 0.02323$$

3) Cálculo de cuantía:

$$\rho_{\max} = \frac{w \cdot f'c}{f_y} = \frac{0.02323 \times 210}{4200}$$

$$\rho_{\max} = 0.00116$$

4) Cálculo de cuantía máxima:

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b$$

$$\rho_{\max} = \frac{0.85 \times 210 \times 0.85 \times 6300}{4200 \times (6300 + 4200)} = 0.02168$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \times 0.02168 = 0.01626$$

5) Cálculo de cuantía mínima:

$$\rho_{\max} = \frac{0.70\sqrt{f'c}}{f_y}$$

$$\rho_{\max} = \frac{0.70\sqrt{210}}{4200}$$

$$\rho_{\max} = 0.00242$$

6) Comparando cuantías:

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0.01626 > 0.00116 \dots \text{OK}$$

$$0.00242 > 0.00116 \dots \text{ERROR}$$

Por lo que se tomará la cuantía mínima para los cálculos:

$$\rho = 0.00242$$

7) Cálculo del área de acero:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0.00242 \times 100 \times 9.63 = 2.33 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 2.13 \text{ cm}^2 = 34 > 3/8''$$

$$A_s = 2.13 \text{ cm}^2$$

4.1.2.7. ACERO DE TEMPERATURA

1) Cálculo de acero de retracción y temperatura:

$$A_s = 0.0018 * e_1 * 1 \text{ ml}$$

$$A_s = 0.0018 * 7 * 100 = 1.26 \text{ cm}^2$$

2) Utilizando $\emptyset = \text{N}^\circ 6$, el espaciamiento será:

$$S = 0.32 * 100 / 1.26 = 25.40 \text{ cm}$$

Pero:

$$S \leq 5e_1 \quad ; \text{ ó } S \leq 40 \text{ cm}$$

$$S \leq 5 * 7 \quad ; \text{ ó } S \leq 40 \text{ cm}$$

$$S \leq 35 \text{ cm} \quad ; \text{ ó } S \leq 40 \text{ cm}$$

3) Se toma el valor menor: 1 \emptyset N $^\circ$ 6@ 25 cm

4.1.2.8. ESTIMACIÓN DE DEFLEXIONES

Para la estimación de deflexiones se tiene que calcular la deflexión de la losa colaborante actuando como sistema compuesto.

Deflexión del Sistema Compuesto de Losa Colaborante: Para el cálculo de deflexiones debido a cargas se podrán calcular teniendo en cuenta el comportamiento de una viga simplemente apoyada, soportando una carga uniformemente distribuida en su cara superior. Para este modelo la deformación máxima inmediata, debido a cargas propias más mas cargas vivas, ocurrida en el centro de la losa puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$\Delta'_{st} = \frac{5WL^4}{384. \text{Ec. Ie}}$$

Para estimar las deformaciones diferidas o deflexiones a largo plazo se utilizará la fórmula dada en la norma NTE-E.060:

$$\Delta LT = \lambda \Delta'_{st}$$

Donde:

Ie: Inercia efectiva.

W: Carga viva más carga muerta.

L: Luz libre de la losa.

Para el cálculo de la inercia efectiva utilizaremos la siguiente fórmula:

$$I_e = \frac{I_c + I_u}{2}$$

Donde:

I_e: Momento de inercia de la sección transformada fisurada.

I_u: Momento de inercia de la sección transformada no fisurada.

1) Determinando el momento de inercia de la sección transformada fisurada:

$$I_c = \frac{bx(Y_{cc1})^2}{3} + nA_s x Y_{cs}^2 + nI_{sd}$$

$$Y_{cc1} = dx \sqrt{2\rho x n + (\rho x n)^2} - \rho x n$$

I_{sd}: Momento de inercia de la placa colaborante.

2) Determinando el momento de inercia de la sección transformada no fisurada:

$$Y_{cc} = \frac{0.5xbxt^2 + nA_s x d - \frac{(C_s - w_r)xbxh_r}{C_s} x(t - 0.5xh_r)}{bxt + nA_s - \frac{b}{C_s} xh_r(C_s - w_r)}$$

$$Y_{cs} = d - Y_{cc2}$$

w_r: Ancho medio del valle del perfil colaborante Acero Deck utilizado (cm).

C_s: Espacio entre ejes de valles contiguos (cm).

3) Calculando I_e e I_u:

✓ Datos:

n	9.66
ρ	0.01013
A _s	8.78 cm ²

Isd	59.04 cm ⁴
T	13 cm
tc	7 cm
hr	6 cm
D	9.63 cm
Cs	22.92 cm
Wr	9.88 cm
b	100 cm

✓ Cálculos:

Ycc1	3.42 cm
Ycc2	5.61 cm
Ycs	4.02 cm
Ic	3275.78 cm ⁴
Iu	13674 cm ⁴

4) Cálculo del momento de inercia efectivo:

$$I_e = \frac{I_c + I_u}{2}$$

$$I_e = \frac{3275.78 + 13674.85}{2}$$

$$I_e = 8475.32 \text{ cm}^4$$

5) Cálculo de la deflexión instantánea: Teniendo en cuenta ancho tributario de un metro.

$$CT = 432.32 \text{ Kg/m}$$

$$E_c = 217\,370.65 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I_e = 8475.32 \text{ cm}^4$$

$$L = 3.50 \text{ m}$$

$$\Delta'_{st} = \frac{5 \times 432.32 \times 3.5^4 \times 10^6}{384 \times 217370.65 \times 8475.32}$$

$$\Delta'_{st} = 0.459 \text{ cm.}$$

Tabla 7: Deflexiones de la Losa Colaborante por Variaciones de Carga-Teoría de Vigas

LOSA COLABORANTE CON PERFIL AD-600	
CARGA (Kg/Cm2)	DEFORMACION (mm)
0	2.46
50	2.99
100	3.52
150	4.05
200	4.59

6) Cálculo de la deflexión diferida:

Considerando el tiempo para cargas sostenidas mayor a 5 años.

$$\varepsilon = 2$$

$$\rho' = 0.00$$

$$\lambda = 2/(1 + 50 \times 0.00) = 2$$

$$\Delta'st = 0.352 \text{ cm}$$

$$\Delta Lt = 2 \times 0.352 \text{ cm} = 0.704 \text{ cm}$$

7) Cálculo de la deflexión total:

$$\Delta Tt = 0.459 \text{ cm} + 0.704 \text{ cm} = 1.16 \text{ cm}$$

4.1.3. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOSAS ALIGERADAS Y LOSAS COLABORANTES

Para realizar comparaciones entre las cantidades de los insumos y los precios que se utilizarán en cada tipo de losa considerada procedimos a realizar los cálculos por m².

Para el cálculo de las cantidades de materiales, se tomarán los valores hallados en el capítulo anterior para cada tipo de losa.

4.1.3.1. LOSA ALIGERADA

a) **Metrado:** Realizamos el metrado para la losa aligerada:

a.1. Cantidad de Ladrillo Hueco por m²:

Para el cálculo del ladrillo empleamos la fórmula:

$$c = \frac{1}{(A + V)L}$$

Donde:

C: Cantidad de ladrillos huecos por m² de losa aligerada.

L: Longitud de ladrillo hueco (0.30 m).

A: Ancho de ladrillo hueco (0.30 m).

V: Ancho de vigueta (0.10 m).

Entonces:

$$C = \frac{1}{(A + V)L} = \frac{1}{(0.30 + 0.10)0.30} = 8.33 \text{ und/m}^2$$

a.2. Cantidad de Concreto por m² de Losa Aligerada:

Volumen total (Vt) = Vol. losa superior (VIs) + Vol. de viguetas (Vv)

$$VIs = 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0.05 \text{ m} = 0.05 \text{ m}^3$$

$$Vv = 2.5(1 \text{ m} \times 0.10 \text{ m} \times 0.12 \text{ m}) = 0.03 \text{ m}^3$$

$$Vt = 0.05 \text{ m}^3 + 0.03 \text{ m}^3 = 0.08 \text{ m}^3$$

a.3. Cantidad de encofrado por m² de losa aligerada: Según el reglamento de metrados se considera toda el área a techar:

$$1 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$$

a.4. Cantidad de Acero Corrugado por m² de Losa Aligerada:

✓ **Acero en el centro de la luz:** De los cálculos anteriores se observa que se necesita 2Ø3/8" por vigueta, por lo que en un m² se necesitará:

1. $As = 2.5(2\text{Ø}3/8") = 5\text{Ø}3/8"$ por 1 m de longitud.

2. $L = 1 \text{ m}$

3. Longitud total = $1 \text{ m} \times 5 = 5 \text{ m}$

4. Peso de $\emptyset 3/8'' = 0.560 \text{ Kg/m}$
5. Cantidad total de acero = $5 \text{ mx}0.560\text{Kg/m} = 2.80 \text{ Kg}$
6. Precio de una varilla de $\emptyset 3/8''$ por 9 m de longitud = $\text{s}/.17.53$
7. Peso de una varilla de $\emptyset 3/8'' = 9 \text{ mx}0.560 \text{ Kg/m} = 5.04 \text{ Kg}$
8. Precio por Kg de una varilla de $\emptyset 3/8'' = \text{S}/. 3.48$

✓ **Acero en los apoyos:**

1. En un ancho de 100 cm se colocará $3\emptyset 3/8''$.
2. Longitud de cada fierro= $L/4 + 0.25\text{m} = 3.50/4 + 0.25\text{m} = 1.125 \text{ m}$
3. Longitud total= $3 \times 1.125\text{m} = 3.375 \text{ m}$
4. Cantidad total de acero en los apoyos = $3.375 \text{ mx}0.560 \text{ Kg/m} = 1.89 \text{ Kg}$
5. Precio de una varilla de $\emptyset 3/8''$ por 9 m de longitud = $\text{S}/.17.53$
6. Peso de una varilla de $\emptyset 3/8'' = 9 \text{ mx}0.560 \text{ Kg/m} = 5.04 \text{ Kg}$
7. Precio por Kg de una varilla de $\emptyset 3/8'' = \text{S}/. 3.48$

✓ **Acero de temperatura:**

1. El acero de temperatura se coloca cada 25 cm, se colocan dejando 12.50 cm a cada lado, por lo que en un metro cuadrado habrá:
2. $At = 5\emptyset N^{\circ}6$ por metro lineal.
3. Longitud total de acero de temperatura = 5 m
4. Cantidad total de acero de temperatura por 1 m = $5 \text{ mx}0.250 \text{ Kg/m} = 1.25 \text{ Kg}$
5. Precio de una varilla de $\emptyset N^{\circ}6$ por 9 m= $\text{S}/. 6.16$
6. Precio por Kg de una varilla de $\emptyset N^{\circ}6 = \text{S}/. 2.74$.

b) Análisis de Costo Unitario:

1. Encofrado y desencofrado de losa aligerada: $\text{S}/. 79.57 \text{ x m}^2$
2. Colocación de Acero Corrugado: $\text{S}/. 23.00 \text{ x Kg}$
3. Colocación de Ladrillo $30 \times 30 \times 12$: $\text{S}/. 25.44 \text{ x m}^2$
4. Concreto Premezclado $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$: $\text{S}/. 43.02 \text{ x m}^3$

4.1.3.2. LOSA COLABORANTE

a) **Metrado:** Realizamos el metrado para la losa colaborante:

a.1. Cantidad de Placa Colaborante por m²:

1. La placa colaborante que se utilizará es un producto de Acero - Deck, el precio por metro cuadrado de cada placa es de S/. 45.50.

a.2. Cantidad de Concreto por m² de Losa Colaborante:

1. Volumen total (Vt) = Vol. losa superior (Vls) + Vol. de valles (Vv)
2. Vls = 1m x 1m x 0.07m = 0.075 m³
3. Vv = 3.93 {[(0.1292+0.06)/2]0.06} = 0.023 m³
4. Vt = 0.07 m³ + 0.02 m³ = 0.093 m³

a.3. Cantidad de Acero Corrugado por m² de Losa Colaborante:

✓ **Acero en los apoyos:**

1. En un ancho de 100 cm se colocará 3Ø3/8".
2. Longitud de cada fierro = L/4+0.25m = 3.50/4 + 0.25m = 1.125 m
3. Longitud total= 3x1.125m = 3.375 m
4. Cantidad total de acero en los apoyos= 3.375 mx0.560 Kg/m = 1.89 Kg
5. Precio de una varilla de Ø3/8" por 9 m de longitud= S/. 17.53
6. Peso de una varilla de Ø3/8" = 9 mx0.560 Kg/m = 5.04 Kg
7. Precio por Kg de una varilla de Ø3/8" =S/. 3.48

✓ **Acero de temperatura:**

1. El acero de temperatura se coloca cada 25 cm, se colocan dejando 12.50 cm a cada lado, por lo que en un metro cuadrado habrá:

2. $A_t = 5\phi N^{\circ} 6$ por metro lineal.
3. Longitud total de acero de temperatura = 5 m
4. Cantidad total de acero de temperatura por 1 ml = $5 \text{ m} \times 0.250$
 $\text{Kg/m} = 1.25 \text{ Kg}$
5. Precio de una varilla de $N^{\circ} 6$ por 9 m = S/. 6.16
6. Precio por Kg de una varilla de $N^{\circ} 6 =$ S/. 2.74

b) Análisis de Costos Unitarios:

1. Encofrado de losa colaborante: S/. 79.02 x m^2
2. Colocación de Acero Corrugado: S/. 20.98 x Kg
3. Concreto Premezclado $f^{\circ}c = 210 \text{ Kg/cm}^2$: S/. 47.44 x m^3

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este estudio se realizó un análisis por teoría de vigas convencionales de concreto armado para determinar las deformaciones y esfuerzos que se presentan en cada losa y poder apreciar sus diferencias y similitudes. Para la losa colaborante se utilizó una plancha acero deck AD-600 como refuerzo de tracción y para el caso de la losa aligerada se utilizó acero corrugado. En el presente capítulo y luego de llevar a cabo el estudio se contrasta los resultados de los resultados teóricos.

5.1. RESULTADOS DE DEFLEXIONES EN LAS LOSAS

5.1.1. DEFLEXIONES INMEDIATAS

Se realizó el cálculo de las deflexiones inmediatas debido a la carga muerta más aumentos incrementales de 50 Kg/m² para la carga viva empezando de cero hasta llegar a la sobrecarga de 200 Kg/m².

- ✓ De la incorporación incremental de cargas es posible obtener las siguientes tablas para cada tipo de losa:

Tabla 8: *Losa Aligerada*

LOSA ALIGERADA (H=17 cm)			
Carga (Kg/m²)	Variación de Carga (Kg/m²)	Deformación (mm)	Variación de la Deformación (mm)
0.00	0.00	10.081
50.00	50.00	10.330	0.249
100.00	100.00	10.580	0.250
150.00	150.00	10.829	0.249
200.00	200.00	11.080	0.251

Tabla 9: Losa colaborante con perfil AD-600.

LOSA COLABORANTE CON PERFIL AD-600			
Carga (Kg/m²)	Variación de Carga (Kg/m²)	Deformación (mm)	Variación de la Deformación (mm)
0.00	0.00	1.293
50.00	50.00	1.576	0.283
100.00	100.00	1.859	0.283
150.00	150.00	2.142	0.283
200.00	200.00	2.425	0.283

- ✓ Donde es posible apreciar que, a igual incremento de carga, el incremento de deformación se hace constante, esto es por la naturaleza del análisis lineal que se efectúa.
- ✓ Para el caso de la losa aligerada se observa que existe una variación de deformación constante de 0.249 mm en promedio, y para el caso de la losa colaborante una variación de deformación constante de 0.283 mm.
- ✓ Se puede observar que al realizar una comparación de la deformación inmediata entre ambos sistemas existe una variación de 8.66 mm.
- ✓ Se puede observar que ambos sistemas cumplen con la deformación máxima instantánea de acuerdo a la norma peruana, ya que esta es de 19.4 mm, y las deformaciones son de 11.08 mm y 2.425 mm para la losa aligerada y para la losa colaborante respectivamente.

5.1.2. DEFLEXIONES DIFERIDAS

Se realizó la incorporación incremental de cargas vivas y se obtuvo la siguiente tabla con las deflexiones diferidas para cada tipo de losa:

Tabla 10: *Tipo de Losa.*

Tipo de Losa	Deflexión Diferida (cm)
Losa Aligerada (h = 17cm)	1.44
Losa Colaborante con Perfil AD-600	0.49

- ✓ Se consideró la mitad de la carga viva como carga permanente.
- ✓ Se puede observar que ambos valores cumplen con el valor de 1.46 cm, que es el valor dado por la norma NTE-E.060.

5.1.3. COMPARACIÓN DE DEFLEXIONES

a) Losa Aligerada:

- ✓ Al tomar los valores para la carga viva de 200 Kg/m² se puede observar que hay una variación de 1.72 mm en la deformación calculada mediante la teoría de vigas.
- ✓ Se puede observar que existe un poco variación de las deflexiones por variación en los incrementos de carga. Esta variación podría deberse a que en el análisis de una losa aligerada por el método tradicional se considera el peso del ladrillo.

b) Losa Colaborante:

- ✓ En el caso de la losa colaborante al tomar los valores para la carga viva de 200 Kg/m² se puede observar que hay una variación de 2.17 mm en la deformación calculada mediante la teoría de vigas.
- ✓ Se puede observar que para el caso de la losa colaborante no existe gran variación en las deflexiones debido a los incrementos de carga, esto se debe a que la placa y el concreto tienen un ancho tributario uniforme.

c) Comparación de Resultados entre Ambos Sistemas

- ✓ Utilizando la teoría de vigas las deflexiones calculadas para ambos sistemas de losas varían, existiendo una diferencia de 8.21 mm entre ambos valores, mm para una carga viva de 200 Kg/m².
- ✓ Se puede observar que las deflexiones calculadas para el caso de la losa colaborante varían con las deflexiones calculadas para la losa aligerada, existiendo una diferencia de 8.66 mm para una carga viva de 200 Kg/m².
- ✓ En ambos casos se puede observar que las variaciones existentes en las deflexiones obtenidas por el método de vigas tradicional no tienen un rango muy amplio de variación, ya que varían 2.17 mm y 1.72 mm para la losa colaborante y la losa aligerada respectivamente.

5.1.4. ESFUERZOS RESISTIDOS POR CADA SISTEMA

- ✓ El momento resistente por la losa aligerada es de 735.18 Kg-m que es mayor que el valor 448.35 Kg-m que es el momento requerido.
- ✓ El momento resistente por la losa colaborante es de 2145.89 Kg-m que es mayor que el valor 916.79 Kg-m que es el momento requerido.
- ✓ Se puede observar que el momento resistente de la losa colaborante es mayor que el momento resistente de la losa aligerada: 2145.89 Kg-m > 735.18 Kg-m
- ✓ El valor de cortante resistente por la losa aligerada es de 913.97 Kg y es mayor que el cortante requerido de 512.40 Kg.
- ✓ El valor de cortante resistente por la losa colaborante es de 5299.10 Kg y es mayor que el cortante requerido de 1047.76 Kg.
- ✓ Se puede observar que el cortante resistente de la losa colaborante es mayor que el cortante resistente de la losa aligerada: 5299.10 Kg-m > 913.97 Kg-m

- ✓ Observamos que la losa colaborante es capaz de resistir mayores esfuerzos para las mismas solicitudes de carga.

5.1.5. COMPARACIÓN DE PRECIOS DE AMBOS SISTEMAS

- ✓ Del análisis de costos unitarios por m², en el cual se consideró rendimientos, mano de obra, materiales, equipo y herramientas; se obtuvieron los siguientes costos para cada sistema:

Tabla 11: *Costos Para Cada Sistema*

Tipo de Losa	Cantidad	Costo total (S/.)
Losa Aligerada	m ²	171.03
Losa Colaborante	m ²	147.43
Diferencia	m ²	23.60

- ✓ Se puede observar que existe una diferencia de S/. 23.60 por m², es decir el m² de losa colaborante es más barato que el m² de losa aligerada.
- ✓ El sistema de losa colaborante es más barato es un porcentaje de 13.80% (23.60/171.03), en comparación de la losa aligerada, considerando que la losa aligerada tendrá ladrillo de arcilla y una distancia entre viguetas y nacho tributario de 40 cm, y la losa colaborante un ancho tributario de 90 cm.

Tabla 12: *Precios por Cada Sistema*

tipos de losa	Insumos	Mano de Obra	Materiales	Equipo y Herramientas
Costo en losa aligerada (s/.)		52.18	114.03	4.82
Costo en losa colaborante (s/.)		33.81	109.35	4.27

- ✓ Se puede observar un aumento de S/. 18.37 en el costo de la mano de obra en la losa aligerada, esto se debe a la variación de rendimientos de los costos unitarios y también debido a que no hay desencofrado en la losa colaborante.
- ✓ Existe un aumento de S/. 4.68 en el costo de los materiales, esto debido a que ambos sistemas tienen algunos materiales diferentes y con diferentes rendimientos.
- ✓ En los equipos y herramientas no existe una gran variación, esto debido a que dependen de los rendimientos, materiales y mano de obra.

5.1.6. COMPARACIÓN DE PESOS DE AMBOS SISTEMAS

- ✓ El peso propio de una losa aligerada con un espesor de 17 cm es de 280 Kg/m², y el peso propio del sistema de entrepiso compuesto con láminas colaborantes de calibre 22 para un espesor de 13 cm es de 232.32 Kg/m². El sistema de losas compuestas con láminas colaborantes posee pesos propios menores en un 17.03% con respecto a las losas aligeradas, lo que significaría menor peso y un ahorro al realizar la cimentación y el dimensionamiento de otros elementos estructurales.

También tiene que considerarse el ahorro de tiempo, ya que el sistema de losa colaborante no necesita encofrado debido a que la placa colaborante aparte de actuar como refuerzo positivo también actúa como encofrado. Y no se gasta tiempo en faenas de encofrado y desencofrado, como en el caso de la losa aligerada.

5.1.7. COMPARACIÓN DE TIEMPOS DE AMBOS SISTEMAS

Se concluye que tanto para el ACI como para SENCICO el tiempo de desencofrado para una losa aligerada convencional resulta de 7 días. Todo esto

queda establecido en el la Tabla 14 a modo de resumen de los tiempos en una losa aligerada convencional.

Tabla 13: *Resumen de Tiempos en Losa Aligerada Convencional*

Descripción	Tiempo
Encofrado	35 días
Habilitación y colocación de materiales	
Bloques de arcilla cocida	2 días
Acero	7.5 días
Colocación del concreto	1.5 días
Tiempo para Desencofrado	7 días
Desencofrado propio	10 días

De esta manera obtenemos la tabla resumen comparativa de los tiempos de los entresijos, tanto del sistema convencional como del sistema de placas colaborantes. Esto descrito en la Tabla 15.

Tabla 14: *Resumen Comparativo de los Tiempos en Losas Convencionales y Sistemas de Placas Colaborantes*

Descripción	Losa Convencional Tiempo	Losa Colaborante Tiempo
Encofrado	29 días	12 días
Habilitación y colocación de materiales		
Bloques de arcilla cocida	2 días	
Acero	7.5 días	2.5 días
Colocación del concreto	1.5 días	1.5 días
Tiempo para desencofrado	7 días	7 días
Desencofrado propio	10 días	5 días

De igual manera obtenemos el cuadro resumen comparativo para el total de la edificación esto se muestra en la Tabla 15, la cual muestra los tiempos para las losas aligeradas convencionales y sistema de placas colaborantes.

5.2. CON RESPECTO A LAS HIPÓTESIS PLANTEADAS

En relación a la hipótesis general planteada se pudo comprobar mediante la aplicación de la presente tesis el análisis de la construcción de las losas las estructuras con placas colaborantes genera menor costo y menor tiempo en la construcción que el de las losas aligeradas en el Distrito de Huancayo – 2017. Al respecto cabe mencionar que los indicadores de productividad muestran que las losas con placas colaborantes presentan mayores indicadores de productividad y las losas aligeradas no; por lo tanto, se acepta la hipótesis general planteada inicialmente en la presenta investigación.

En la relación de las hipótesis específicas planteadas se puede afirmar lo siguiente:

Los costos en la construcción de losas con placas colaborantes son menores comparando con el de las losas aligeradas en el Distrito de Huancayo – 2017. Por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada, es decir se ha demostrado que en relación a los costos se demuestra que las losas con placas colaborantes presenta menor costo en la construcción, y que en los índices de productividad se demuestra que las losas con placas colaborantes poseen mayor índice de productividad.

La hipótesis planteada fue: “Los tiempos en la construcción de losas con placas colaborantes son menores comparando con el de las losas aligeradas, en el Distrito de Huancayo – 2017”, luego de los cálculos planteados y posteriormente de evidenciar los resultados podemos afirmar en forma acertada que si se comprueba la hipótesis planteada, es decir, Los tiempos en la construcción de losas con placas colaborantes si son menores comparando con el de las losas aligeradas, en el Distrito de Huancayo – 2017, por lo tanto se acepta la hipótesis específica planteada.

CONCLUSIONES

1. La determinación de la mejor alternativa estructural de losas dependerá de una serie de variables que son función de las condiciones particulares de cada proyecto, por ello se concluye que al momento de elegir un sistema de losas debemos considerar aspectos como el comportamiento estructural, la facilidad de manejo, los acabados, la cantidad de materiales a manejar en obra, la seguridad y los desperdicios de materiales. El costo del sistema de losas no siempre prima sobre los aspectos antes mencionados, puede tomarse en cuenta el tiempo de ejecución de dicho diseño.
2. De la evaluación de costos de las alternativas estructurales de losas, se tiene que el costo por m² de una losa aligerada es de S/. 171.03 y el de la losa colaborante con lámina AD-600 es de S/. 147.43, donde es posible visualizar una disminución en el costo/m² de S/. 23.60 en el sistema de losa colaborante. Es así que podemos mencionar que el sistema de lámina colaborante permite un mayor rendimiento en la construcción de las losas de entrepiso. Este sistema es ideal cuando se maneja una gran área para techar. Permite obtener luces libres de hasta cuatro metros para una lámina de 2", con la ventaja de trabajar con cargas sobreimpuestas de 400 kg/m². Según el análisis del presupuesto de ambos sistemas, es recomendable usar el sistema de placas colaborantes ya que este presenta un menor presupuesto. Por ello, se logró determinar el costo en la construcción de las losas con placas colaborantes y losas aligeradas, mediante el análisis económico, para proponer la viabilidad de costo de una de las estructuras en el distrito de Huancayo – 2017, el cual se pudo evidenciar que los costos en el caso de las losas con placas colaborantes son ligeramente menores con respecto a las losas aligeradas, la productividad de la losa con placa colaborante es mayor en relación a la losa aligerada, por lo tanto, si se puede proponer la viabilidad de costo de una de las estructuras en el distrito de Huancayo – 2017.

3. La alternativa estructural de losas con el menor costo y tiempos de entre los dos sistemas evaluados es la losa colaborante. El sistema de las losas con placas colaborantes evita el uso de los recursos en la tarea de encofrado y desencofrado, y en los trabajos posteriores del cielorraso. El sistema con láminas colaborantes no requieren trabajos posteriores de cielorraso, mientras en las losas vaciadas de forma “tradicional” es conveniente dejar una losa inferior 2 ó 3 cms que permita obviar los trabajos de enlucido o emplear tiempo y dinero en ejecutar los trabajos para el cielorraso de la losa. Del presente grafico podemos notar que en cuanto a los plazos de ejecución podemos notar que las placas colaborantes presentan un tiempo menor que el sistema de losa convencional (50.8%- 56.4%), según el nivel, el área a construir, si se desea en una obra o edificación es contar con el menor plazo posible de ejecución, es recomendable la utilización del sistema de placas colaborantes ya que estas presentan en general un 50% de tiempo en su construcción. Finalmente, se logró establecer el tiempo en la construcción de las losas con placas colaborantes y losas aligeradas, mediante el análisis de tiempos se pudo comprobar que el tiempo de ejecución y construcción de las losas con placas colaborantes son menores con respecto al tiempo de ejecución de las losas con placas aligeradas, por lo tanto, si se puede proponer la viabilidad de costo de una de las estructuras en el distrito de Huancayo – 2017.
4. Para la misma sobrecarga, el sistema estructural de losa colaborante con AD-600 tiene una mayor resistencia a esfuerzos de corte que los que resiste una losa aligerada: $5299.41 \text{ Kg} > 913.97 \text{ Kg}$, utilizando la teoría convencional de losas y vigas, se puede denotar que la losa colaborante presenta menores deflexiones comparándolas con la losa aligerada: $1.16 \text{ cm} < 2.70 \text{ cm}$.

RECOMENDACIONES

1. La recomendación para los usuarios es tener en consideración la participación de los profesionales en el proceso constructivo, debido a que las viviendas multifamiliares construidas están hechas sin la participación de los profesionales, para así poder prevenir desastres que se pudiera presentar en casos de sismos, por ello se recomienda: realizar un trabajo interdisciplinario y usar diferentes metodologías de análisis y diseño de estructuras de losas, para poseer una visión amplia sobre la elección de la alternativa adecuada para una edificación.
2. Se debe difundir el uso de los nuevos sistemas de construcción de losas, como el sistema con losa colaborante, para lograr una mejor calidad de obra y demanda de los mismos, lo que implicará una reducción en los costos frente a los métodos tradicionales, por ello también se recomienda innovar y propiciar el uso de los nuevos sistemas de diseño de losas aligeradas para lograr una mayor calidad de la obra y demanda de los mismos, lo que implicará una reducción en los costos, frente a los métodos tradicionales.
3. Se debe realizar estudios de los sistemas constructivos no tradicionales, como el realizado en esta tesis, que puedan utilizarse y que sean más eficientes estructural y económicamente. Se recomienda seguir una línea de investigación del sistema de placas colaborantes, con diversas adiciones al concreto y temperaturas ambientales extremas, para ver cuál de ellas mejora el punto de fisuración que es el que más afecta al sistema de placas colaborantes.
4. Cuando se use losas colaborantes, debe tenerse en cuenta que estas pueden tener una mejor eficiencia si se complementan adecuadamente con concretos especiales (concretos con aditivos), ya que se podría disminuir su dimensión sin alterar su comportamiento estructural. El sector privado de la construcción en la ciudad de

Huancayo se debe invertir en estudios que permitan analizar algunos de los sistemas propuestos en esta investigación, además de los ya vistos: lámina colaborante y losas aligeradas.

BIBLIOGRAFIA

1. AAPE. (2010). Asociacion Argentina del Poliestireno Expandido. Productos y aplicaciones. Aislamiento Termico. Buenos Aires, Argentina. Obtenido el 7 de diciembre de 2015, desde: <http://www.aape.com.ar/Productos/pya03.htm>.
2. Aceros Deck. (2014): Manual Técnico Para el uso de Placas Colaborantes para Losas de Entrepisos. Lima - Perú: Publicaciones Aceros Deck.
3. ACI 318M-11 (2011). American Concrete Institute. Building Code Requirements for Structural Concrete.
4. American Concrete Institute. (2001): Control de la Fisuración en Estructuras de Hormigón. Lima: ACI.
5. ANAPE. (1992). Asociacion Nacional de Poliestireno Expandido. Catalogo general del poliestireno expandido EPS. Proceso de fabricación, aplicaciones, aspectos medioambientales, normativa y productos. Madrid, España,
6. Antonio Blanco Blasco: (1994). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado 2º Edición. Lima.
7. Arce, X. (1997). Hormigones livianos.Tesis. Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Pág. 1-3, 5- 7, 10-13.
8. Ascencio, J. (2006). Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigón usando planchas de Zinalum y sus analogías con el uso de placas de acero galvanizado Instapanel PV6-R. Tesis. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería.

9. ASTM C 330-03. (2005). Standard Specification for lightweight Aggregates for Structural Concrete.
10. Comité ACI 318. (2005): Requisitos de Reglamento para Concreto estructural (ACI318S-05). Michigan - USA: Farmington Hills.
11. Construcción y mantenimiento de viviendas de albañilería, Manual para albañiles y maestros de obra, Editado por la Pontificia Universidad Católica del Perú y SENCICO.
12. Chandra, S., Berntsson, L. (2002). Lightweight Aggregate Concrete. Goteborg, Sweden. Chalmers University of Tecnology. Pag. 1, 2, 11, 12, 92.
13. El Peruano Norma E.060. (2012): Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima.
14. El peruano. (2006): Reglamento Nacional de Edificaciones. 14/07/2013, de ICG.
15. ENRIQUE RIVVA L. (1998): Tecnologia del concreto. Lima: American Concrete Institute – ACI.
16. ESPESO, J., Perez, E. (2002). El poliestireno expandido, aplicaciones en la construcción. Revista de plásticos Modernos. Madrid, España. Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC).
17. Expanded Shale, Clay and Slate Institute. (1971). Light weight concrete: History, applications and economics. Pag. 10
18. Galli, A. (2007). Las inmigraciones italianas y su aporte técnico ornamental a la arquitectura y urbanismo. Tesis. Buenos Aires, Argentina. Universidad de Belgrano Pag. 22.
19. Gonzales, F. (2005). Caracterización de Mezclas de Residuos de Poliestireno Expandido (EPS) Conglomerados con yeso o escayola, su uso en la Construcción.

20. Harmsen, T. E. (2002): Diseño de Estructuras de Concreto Armado 3° Edición. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú - Fondo Editorial.
21. Harmsen, T. E. (2002): Diseño de Estructuras de Concreto Armado 3° Edición. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú - Fondo Editorial.
22. Hernández R., Fernández C., & Baptista M. D. (2010): Metodología de la Investigación (Quinta ed.). México D.F.: MCGRAW W-HILL.
23. Hou, D., Caicedo, J., Falconi, A. (2009). Hormigones Livianos de Alto Desempeño. Tesis. Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Pag. 9
24. INC, (2000): A. I. Load Resistance Factor Design Specification for structural Steel Buildings. Estados Unidos: American Institute of Steel Construction.
25. Kan, A., Demirboga, R. (2009). A New Technique of Processing For Waste-expanded Polystyrene Foams as Aggregates. Elsevier Science Journal. Erzurum, Turkey. Ataturk University. Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering. Obtenido el 10 de diciembre de 2015, desde: www.elsevier.com/locate/jmatprotec.
26. Klempner, D., Frisch, K. (1994). Handbook of Polymeric Foams and Foam Technology. Hanser Publishers. Munich, Alemania
27. Laukaitis, A., Zurauskas, R., Keriene, J. (2005). The effect of foam polystyrene granules on cement composite properties. Elsevier Science Journal. Cement and Concrete Composites, Volume 27, 41-47.
28. Lopez, E. (1996) Diseño de mezclas. Lima – Peru.
29. Lopez, E. R. (2010): Supervision de Concreto en obra 3° Edición. Lima – Peru: ICG.

30. Lopez, M.; Kahn, L. (2006). Hormigon liviano de alto desempeño – una comparación entre pérdida de pretensado reales y estimadas por los códigos de diseño. Santiago de Chile; Georgia, EE.UU. Pontificia Universidad Católica de Chile. Georgia Institute of Technology. Pag. 59, 61, 64, 67.
31. MacGregor, J. (1997). Reinforced Concrete Mechanics and Design. Prentice-Hall. Upper Saddle River, EE.UU. Pag. 90.
32. Maritza Ramos Rugel “Análisis técnico y económico de losas de entrepiso” Tesis para optar el título de Ing. Civil, Universidad de Piura, 2002.
33. Morales, R. M (2006): Diseño en Concreto Armado 6° Edición. Lima - Perú: ICG.
34. Nuefert, E. (1970). Manual del Styropor. Herder. Barcelona, España. Pag. 06
35. Pasino, G. O. (2009): Apuntes del Curso de Concreto Armado I. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
36. Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica E-060 Concreto Armado, aprobado por Decreto Supremo 010-2009-VIVIENDA del 08 de mayo del 2009.
37. Short, K. (1980). Hormigon Ligero. Limusa, Mexico. Pag. 17, 18, 49, 59, 115, 171, 276, 308, 331.
38. Sigfried Giedion. “Espacio, tiempo y arquitectura: el futuro de una nueva tradición”. Editorial Reverte, Barcelona, 2009.
39. SOTO, R. G. (2012): Calidad de la construcción 1° Edición. Lima – Peru: ICG.
40. Tesis, Barcelona, España. Universidad Politécnica de Cataluña. Pag. 308 Hernandez, A. (2011). Comportamiento Estructural de Elementos Flexurales de Hormigon Liviano. Tesis. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Pag. 2, 7.

41. Tesis. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de ciencias de la Ingeniería.
42. Tsai, S.; Miravete, A. (1988). Diseño y Analisis de Materiales Compuestos. Barcelona, España. Pag. 10-4.
43. Varela, N. (1995). Hormigones livianos. Monografía. Guayaquil, Ecuador. Universidad Catolica de Guayaquil, Pag. 1, 3, 7, 14, 27, 29, 31.
44. Vidal, F. (2010). Caracterizacion y evaluacion del comportamiento de hormigones livianos, usando como materia prima Poliestireno Expandido Modificado (MEPS)

ANEXOS

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿De qué manera se evaluará y propondrá el uso de alternativas en la construcción de losas, en términos de costos y tiempos en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo - 2017?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Evaluar el uso de una alternativa en la construcción de losas, mediante la evaluación de costos y tiempos en la construcción, para plantear su viabilidad de su ejecución en un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017.</p>	<p>ANTECEDENTES NACIONALES CABRERA CABRERA, Elmer sustentó en el año 2003 su tesis: “Diseño Estructural en Concreto Armado de un Edificio De Nueve Pisos En La Ciudad De Piura – Perú”, RAMOS RUGEL, Maritza en su tesis de investigación: “Análisis Técnico y Económico de Losas de entepiso.” Perú (2002). POMEZ VILLANUEVA, David en su tesis de investigación: “Estudio de alternativas Estructurales para el techado de un Edificio de Oficinas.” - Perú (2012). DE LA TORRE HERMOZA, Pedro Julio; sustentó en el año 2009 su tesis: “Diseño de un Edificio de Vivienda De 06 Niveles En Concreto Armado”. GORA FLORES, Deivy; en su tesis de investigación “Influencia de la calidad de concreto, costos y tiempos en la producción de losas aligeradas y sistemas de placas colaborantes” – Perú 2014.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: Mediante la evaluación de costos y tiempos en la construcción es posible evaluar el uso de una alternativa en la construcción de losas, para plantear su viabilidad de su ejecución en un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017.</p>	<p>METODO GENERAL El método general de investigación que se empleará es el método científico. MÉTODO ESPECÍFICO El método específico de la investigación será el método analítico sintético. Se usará el método analítico cuantitativo para el cálculo de las diferentes mediciones y el cualitativo para la descripción de los datos que son susceptibles a la interpretación por ser datos categoriales y que se someterán a un análisis estadístico, es decir a analizar y evaluar cada una de las hipótesis planteadas.</p>
<p>Problemas Específicos: 1. ¿Cómo establecer un mecanismo de elección de alternativas estructurales en losas de construcción el cual genere menores costos y tiempos en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo - 2017? 2. ¿La alternativa estructural en losas en la construcción</p>	<p>Objetivos Específicos: 1. Establecer un mecanismo de elección de alternativas estructurales en losas de construcción, mediante una metodología evaluativa de construcción, para proponer su viabilidad en la ejecución de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017. 2. Analizar una las alternativas estructurales en losas en la construcción, a través de la evaluación de costos en la construcción de un edificio</p>	<p>ANTECEDENTES INTERNACIONALES ASCENCIO ARANGUA, Juan Claudio sustentó el año 2006 su Tesis: “Diseño de losas colaborantes unidireccionales de hormigón usando planchas de ZINCALUM® y sus analogías con el uso</p>	<p>Hipótesis específicas 1. Mediante una metodología evaluativa de construcción si se logrará establecer un mecanismo de elección de alternativas estructurales en losas de construcción, para proponer su viabilidad en la ejecución de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017. 2. A través de la evaluación de costos en la construcción de un edificio multifamiliar, si</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN De acuerdo a los propósitos de la investigación y a la</p>

ANEXO Nro. 01: Matriz de Consistencia

TÍTULO: "PROPUESTA DE ALTERNATIVAS ESTRUCTURALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOSAS DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR DEL DISTRITO DE HUANCAYO - 2017"	elegida, será multifamiliar, para	de placas de acero galvanizado	se logrará analizar una las	naturaleza de	los
<p>técnicamente viable en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo - 2017?</p> <p>3.c) ¿Cuál de las alternativas estructurales en losas en la construcción genera menores costos en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo - 2017?</p> <p>4.d) ¿Cuál de las alternativas estructurales en losas en la construcción genera menores tiempos en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo - 2017?</p>	<p>proponer su viabilidad de su ejecución en el distrito de Huancayo – 2017.</p> <p>3. Definir una las alternativas estructurales en losas en la construcción, mediante la evaluación de tiempos en la construcción de un edificio multifamiliar, para proponer su viabilidad de su ejecución en el distrito de Huancayo – 2017.</p> <p>4. Elegir la alternativa estructural en losas en la construcción, a través de la evaluación será técnica, en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017.</p>	<p>INSTAPANEL PV6-R".</p> <p>GARINO Patricia, sustentó en el año 2010 su Tesis: "Losas mixtas conformadas por placas de acero colaborante con vigas compuestas".</p> <p>LEÓN BARRÍA, Juan Guillermo en su tesis de investigación: "Diseño, fabricación y ensayo de una losa unidireccional de hormigón liviano con Poliestireno expandido reciclado modificado para fines Habitacionales." Valdivia – Chile (2013).</p> <p>LOJA SUCONOTA, Martha Azucena. (2015). Tesis: "Investigación de las principales tecnologías constructivas de edificaciones utilizadas en la ciudad de cuenca"; Facultad de Ingeniería civil de la Universidad de Cuenca- Ecuador Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Ecuador.</p> <p>GARCÍA TOVAR, Adán. (2010). Tesis: "Propuesta de un sistema de losas aligeradas para la construcción de casas habitación".</p>	<p>alternativas estructurales en losas en la construcción, para proponer su viabilidad de su ejecución en el distrito de Huancayo – 2017.</p> <p>3. Mediante la evaluación de tiempos en la construcción de un edificio multifamiliar, si se logrará definir una las alternativas estructurales en losas en la construcción, para proponer su viabilidad de su ejecución en el distrito de Huancayo – 2017.</p> <p>4. A través de la evaluación será técnica si se logrará elegir la alternativa estructural en losas en la construcción, en la construcción de un edificio multifamiliar del distrito de Huancayo – 2017.</p>	<p>problemas planteados, la presente investigación es la aplicada y/o tecnológica.</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACION</p> <p>El diseño de la investigación según su intención de los objetivos será analítico. Según el número de mediciones de las variables será un diseño longitudinal. En función a los criterios de grado de control de las variables será no experimental u observacional (sin grupo de control).</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Basados en los criterios y según el tipo de estudio y la estrategia de investigación, el nivel de investigación será descriptivo - explicativo.</p>	