

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ing. Civil y del Ambiente
Escuela Profesional de Arquitectura



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA Y MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA PARA LA FORMULACIÓN DE UNA GUÍA DE SELECCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LA FASE DE ESTUDIOS PREVIOS DE UN PROYECTO DE VIVIENDA DE MEDIA DENSIDAD EN LA CIUDAD DE AREQUIPA.

Tesis presentada por la Bachiller:

Cumpa Gutiérrez, Marilia
Llerena Luna, Anyela Briggette
para optar el Título Profesional de
Arquitecto

Asesor:

Arq. Márquez Arrisueño, Víctor.

Arequipa- Perú

2020

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ARQUITECTURA

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 16 de Octubre del 2020

Dictamen: 001451-C-EPA-2020

Visto el borrador de tesis del expediente 001451, presentado por:

2012202252 - LLERENA LUNA ANYELA BRIGGETTE

2014150152 - CUMPA GUTIERREZ MARILIA

Titulado:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA Y MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA PARA LA FORMULACIÓN DE UNA GUÍA DE SELECCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LA FASE DE ESTUDIOS PREVIOS DE UN PROYECTO DE VIVIENDA DE MEDIA DENSIDAD EN LA CIUDAD DE AREQUIPA.

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1976 - MENDOZA ANTEZANA JORGE ENRIQUE
DICTAMINADOR**



**3123 - PAREDES MALMA DANIELA KAREN
DICTAMINADOR**



**3245 - IRURI RAMOS CARLA PATRICIA
DICTAMINADOR**



Dedicatoria

A Dios por prestarme vida, darme fuerza y salud para llevar a cabo mis metas y objetivos.

A mis padres y a mi hermanita por ser los cimientos de mi desarrollo y darme su apoyo, amor y cariño incondicional.

Anyela Brigette Llerena Luna

Esta tesis está dedicada a mi familia, agradezco su apoyo incondicional y por siempre creer en mí.

Marilia Cumpa Gutiérrez

Agradecimientos

A nuestra Alma Mater la Universidad Católica de Santa María y a la Escuela Profesional de Arquitectura por brindarnos todos los conocimientos adquiridos durante nuestra formación universitaria.

A nuestro asesor Arq. Carlos Rodríguez Quiróz por su apoyo y disposición incondicional durante todo el proceso. Por compartir sus conocimientos y ayudarnos a lograr esta meta tan importante para nosotras. Siempre lo recordaremos con mucho cariño.

A nuestras familias, por su amor y confianza en cada etapa de nuestra vida. Por ser nuestros pilares para poder cumplir nuestras metas.

A todas las personas que nos apoyaron desinteresadamente durante la investigación.

Resumen

En la actualidad no existe una guía completa que aborde todos los aspectos que influyen en la selección del sistema constructivo más pertinente para cada proyecto a realizar, esto debido a que la mayoría de las veces las decisiones son tomadas priorizando sólo intereses económicos, y como consecuencia en muchos casos es la insatisfacción de los usuarios.

Con esta tesis se quiso contribuir a la mejora de toma de decisiones en la fase de estudios previos para el diseño de proyectos de vivienda de media densidad, de manera tal, suplir las necesidades del proyecto.

Para tener un análisis completo se dividió en 6 líneas de investigación:

- **Técnico Constructivo:** Para esta línea de investigación se desarrolló una descripción explicativa de las características, elementos y el proceso constructivo para cada sistema constructivo y luego se realizó un análisis comparativo. El sistema de Muros de ductilidad limitada tiene todos sus muros con función estructural por lo que no es posible realizar modificaciones, además, al ser un sistema nuevo en nuestro medio es más difícil conseguir mano de obra especializada en comparación al sistema de Albañilería confinada que es un sistema ya conocido. Existe una diferencia en el tipo de encofrado que se usa en cada sistema, los Muros de Ductilidad Limitada usan el encofrado metálico, mientras que Albañilería Confinada usa el encofrado de madera.
- **Económico:** Para esta línea de investigación se realizó un metrado hasta casco gris, presupuesto hasta costo directo y programación de obra de un edificio de 5 niveles por cada sistema constructivo, para poder realizar una comparación de costos y tiempo. Se obtuvo que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada tienen un 23.32% de ahorro en

costos y 76 días menos de ejecución de la obra en comparación con el sistema de Albañilería Confinada.

- Urbano Normativo: Para esta línea de investigación se realizó un análisis crítico de las áreas requeridas que exigen el PDM de la ciudad de Arequipa. Se realizaron cálculos para cada sistema. Para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada se obtuvo deficiencias en la solución de áreas de estacionamiento en terrenos pequeños, debido a que por la naturaleza del sistema no es viable la solución de estos estacionamientos en sótano, mientras que para Albañilería Confinada no se registró inconvenientes en la solución del cumplimiento de las áreas.
- Diseño arquitectónico: Para esta línea de investigación se realizó un análisis de la flexibilidad y posibilidades de diseño arquitectónico. El sistema de Albañilería Confinada permite el desarrollo de más tipologías, permite también la refacción, modificación, remodelación y estacionamientos subterráneos. Mientras que el sistema Muros de Ductilidad Limitada permite una sola tipología, no permite remodelaciones, modificaciones ni refacciones futuras y no es posible tener estacionamientos subterráneos en terrenos pequeños.
- Impacto ambiental: Para esta línea de investigación el análisis se divide en dos partes, en la primera parte se calcula la huella de carbono que produce cada sistema obteniendo mayores emisiones de CO₂ para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada. En la segunda parte se realizó un análisis crítico de las posibilidades de reducción de emisiones de CO₂, cuantificando los materiales que pueden ser reusados y reciclados, se obtuvo que el sistema de Albañilería Confinada tiene mayores posibilidades de reducciones de emisiones de CO₂.

- Confort ambiental: Para esta línea de investigación se realiza un análisis de los tipos de Confort Ambiental que están condicionados por el sistema constructivo: Confort Térmico, se realizaron los cálculos de Transmitancia térmica por elementos (muros, pisos y techos), se obtuvo que el sistema de Albañilería Confinada tiene mejores cualidades para lograr un confort térmico en comparación con el sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

Confort Acústico, se realizaron pruebas de aislamiento acústico de los elementos (muros y losas) y se obtuvo que el sistema de Albañilería Confinada tiene mejores cualidades para lograr un confort acústico en comparación con el sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

Finalmente, con los datos obtenidos se formuló una Guía de Selección, que permitirá al encargado de tomar decisiones en las primeras etapas del proyecto optar por las mejores opciones conforme con sus necesidades e intereses. Esta guía propone preguntas y conforme a la persona interesada de respuesta se va dirigiendo las opciones al sistema constructivo más conveniente.

Palabras clave: Albañilería confinada, muros de ductilidad limitada, guía de selección, factor determinante, técnico constructivo, económico, urbano normativo, diseño arquitectónico, confort ambiental, impacto ambiental.

Abstract

Currently there is no complete guide that approach all the aspects that influence the selection of the most pertinent construction system for each project to be carried out, this because most of the time decisions are made prioritizing only economic interests, and as a consequence in many cases the dissatisfaction of the users.

With this thesis we want to contribute to the improvement of decision-making in the preliminary study phase for the design of projects of Multifamily and Medium and High-density Residential Complexes, in such a way, to satisfy the needs of the project.

To have a complete analysis, it has been divided into 6 lines of research:

- **Construction Technician:** For this line of research, an explanatory description of the features, elements and constructive process for each construction system was developed and then a comparative analysis was carried out. The system of limited ductility walls has all its walls with a structural function so it is not possible to make modifications, in addition, being a new system in our environment it is more difficult to obtain specialized manpower compared to the Confined masonry system that is an already known system. There is a difference in the type of formwork used in each system, Limited Ductility Walls use metal formwork, while Confined Masonry uses wood formwork.
- **Economic:** For this line of research, a metering of the whole square meter build from structure to cover the wall with a mix of concrete (casco gris) was carried up , budget up to direct cost and work scheduling of a 5-level building for each construction system, in order to make a cost and time comparison. It was obtained that the Limited Ductility Wall

system has a 23.32% cost savings and 76 days less execution of the work compared to the Confined Masonry system.

- Urban Regulatory: For this line of research, a critical analysis of the areas required by the PDM of the city of Arequipa was carried out. Calculations were made for each system. For the Limited Ductility Walls system, deficiencies were obtained in the solution of parking areas in small plots, due to the fact that the nature of the system the solution of these parking lots in the basement is not viable, while for Confined Masonry there were no problems. In the solution of the fulfillment of the areas.
- Architectural design: For this line of research, an analysis of the flexibility and possibilities of architectural design was carried out. The Confined Masonry system allows the development of more typologies, it also allows renovation, modification, remodeling and underground parking. While the Limited Ductility Walls system allows only one typology, it does not allow future remodeling, modification or replacement, and it is not possible to have underground parking spaces on small lots.
- Environmental impact: For this line of research, the analysis is divided into two parts, in the first part the carbon footprint produced by each system is calculated, obtaining higher CO₂ emissions for the Limited Ductility Wall system. In the second part, a critical analysis of the possibilities of reducing CO₂ emissions was carried out, quantifying the materials that can be reused and recycled, it was obtained that the Confined Masonry system has greater possibilities of reducing CO₂ emissions.
- Comfort: For this line of research, an analysis of the types of Comfort that are conditioned by the construction system is carried out: Thermal Comfort, the calculations of thermal transmittance by elements (walls, floors and roof) were made, it was obtained

that The Confined Masonry system has better qualities to achieve thermal comfort compared to the Limited Ductility Wall system.

Acoustic Comfort, acoustic insulation tests were carried out on the elements (walls and concret roof) and it was obtained that the Confined Masonry system has better qualities to achieve acoustic comfort compared to the Limited Ductility Wall system.

Finally, with the results obtained, a Selection Guide was formulated, which allowed the person in charge of making decisions in the first stages of the project to choose the best options according to their needs and interests. This guide proposes questions and according to the person interested in the answer, the options are directed to the most convenient construction system.

Keywords: Confined masonry, limited ductility walls, selection guide, determining factor, technical construction, economic, urban regulatory, architectural design, comfort, environmental impact.

Introducción

La presente investigación tiene como objetivo principal realizar un análisis comparativo de los sistemas constructivos de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada para la formulación de una guía de selección en la fase de estudios previos de un proyecto de vivienda de densidad media en la ciudad de Arequipa, debido a que en la actualidad existe poco conocimiento de las todas particularidades, características e impactos de los sistemas constructivos usados para multifamiliares en la ciudad de Arequipa, y se desconoce de una herramienta de fácil entendimiento y acceso con información procesada y sintetizada de manera que permita lograr una mejor evaluación y selección del sistema más pertinente en las decisiones iniciales del proyecto. Los dos sistemas más usados para la ejecución de estos proyectos son Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada.

Una alternativa de solución para un adecuado desarrollo urbano de la ciudad es la construcción de viviendas de media densidad, es por esta razón que se formula la guía como una herramienta que ayude a los encargados del proyecto a tomar las mejores decisiones en las primeras etapas con el fin de garantizar calidad en sus edificios, de manera que se pueda conseguir la mayor conformidad y satisfacción tanto del constructor como de los usuarios.

El interés por realizar esta investigación nace debido a que existe una ausencia de conocimiento de todos los aspectos e impactos que implica seleccionar un sistema constructivo para ejecutar un proyecto pues las decisiones en la mayoría de las veces están orientadas por intereses económicos; sin embargo, no todos los aspectos a evaluar se miden en indicadores monetarios.

En el presente estudio se propuso 3 diferentes niveles: descriptivo, analítico y experimental y en cada nivel se propusieron líneas de investigación y en cada línea existe diferentes variables tanto cualitativas como cuantitativas que fueron analizadas.

En el Capítulo I se desarrolla las generalidades de la tesis, es decir: Motivación, planteamiento del problema, objetivos de la investigación, justificación del estudio y limitaciones del estudio.

En el Capítulo II se describe el marco teórico, definición e importancia de los sistemas de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada.

En el Capítulo III se desarrolla la metodología de investigación empleada para cada una de las 6 líneas de investigación con un enfoque mixto, tanto con una investigación cualitativa y cuantitativa.

En el Capítulo IV se desarrolla una descripción explicativa técnico constructivo para conocer e identificar las características, componentes y procesos de ambos sistemas constructivos.

En el Capítulo V se desarrolla un análisis económico, para lo cual se realizó una valorización económica de un edificio de 5 pisos hasta casco gris, desarrollando metrados, presupuesto y programación de obra para ambos sistemas.

En el Capítulo VI se desarrolla un análisis basado en las normas que establece el PDM, en su título III: Zonificación residencial de la ciudad de Arequipa, se consideró multifamiliares y conjuntos residenciales de media densidad. Se realizó un análisis del cumplimiento de áreas que exige la norma para ambos sistemas.

En el Capítulo VII se realiza un análisis de la flexibilidad y posibilidades del diseño arquitectónico que cada sistema constructivo posee.

En el Capítulo VIII se realiza un análisis del impacto ambiental de la ejecución de un proyecto multifamiliar de 5 niveles para ambos sistemas constructivos hasta casco gris. Primero se calculó la huella de carbono para luego hacer un análisis crítico de las posibilidades de reducción de emisiones de CO₂ de los materiales y elementos que condicionan ambos sistemas.

En el Capítulo IX se realiza un análisis de los 2 tipos de confort ambiental: Confort térmico y acústico, debido a que estos están condicionados por el sistema constructivo, de dos departamentos, uno por cada sistema, se realiza un análisis cuantitativo y cualitativo.

En el Capítulo X se realiza un análisis comparativo de los aspectos más importantes y resaltantes entre ambos sistemas constructivos. Se realiza cuadros síntesis comparativos por cada línea de investigación.

En el Capítulo XI, luego de todo el estudio previo se formula la Guía de Selección.

En el Capítulo XII se presenta la discusión de los resultados obtenidos en la tesis, con los resultados de los estudios que sirvieron de antecedentes para esta investigación.

En el Capítulo XIII finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones generales del estudio.

Siglas y Acrónimos

AC: Albañilería Confinada.

ACI: American Concrete Institute
(Instituto Americano de Concreto).

ASTM: American Society for Testing
and Materials (Sociedad Americana para
Pruebas y Materiales).

CAPECO: Cámara Peruana de la
Construcción.

CMNUCC: Convención Marco de
Naciones Unidas sobre el Cambio
Climático.

EADIC: Escuela Abierta de Desarrollo
en Ingeniería y Construcción.

EPA: Environmental Protection Agency
(Agencia de Protección Ambiental)

GEI: Gas de Efecto Invernadero.

ICE: Informe Consolidado de
Evaluación ambiental.

INGEI: Inventario Nacional de Gases de
Efecto Invernadero.

IMPLA: Instituto Municipal de
Planeamiento de Arequipa.

MDL: Muros de Ductilidad Limitada.

MINAM: Ministerio del Medio
Ambiente.

MINEM: Ministerio de Energía y Minas.

NTP: Norma Técnica Peruana.

PDM: Plan de Desarrollo Metropolitano.

RDM: Residencial Densidad Media

RNC: Reglamento Nacional de
Construcciones.

RNE: Reglamento Nacional de
Edificaciones.

Abreviaturas

AC: Área máxima construida.

AL: Área libre.

AT: Área del terreno.

AO: Área ocupada.

°C: Grados centígrados.

CO₂: Dióxido de carbono

CO₂eq: Dióxido de carbono equivalente

cm: Centímetro.

cm²: Centímetro cuadrado.

dB: Decibel.

E: Este.

Est.: Estacionamiento.

FE: Factor de Emisión.

f_c: Resistencia a la comprensión.

ft: Pie.

ft²: Pie cuadrado.

glb: Global.

HFC: Hidrofluorocarburos.

ha: Hectárea.

hab: Habitantes.

hrs: Horas.

kg: Kilogramo.

kWh: Kilowatts.

m: Metros.

Mpa: mega pascal.

MJ: Mega Joule.

ml: Metros lineales.

mm: Milímetros.

mm²: Milímetros cuadrados.

m²: Metro cuadrado.

m³: Metro cubico.

N: Norte.

O: Oeste.

PFC: Perfluorocarbonos.

Ps: Producto estándar.

Pulg: Pulgada.

S: Sur.

SF₆: Hexafluoruro de azufre.

Ton: Tonelada.

Ton CO₂ eq: Tonelada de dióxido de carbono equivalente.

TJ: Tera Joule.

und: Unidad.

U: Transmitancia térmica.

Urb. Urbanización.

V: Voltio.

w: Watts.

%: Porcentaje.

#: Numero.



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	viii
INTRODUCCIÓN	xi
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	xiv
ABREVIATURAS	xv
CAPITULO I:	
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Titulo	2
1.2 Motivación	2
1.3 Planteamiento del Problema	2
1.3.1 Descripción de la situación problemática	2
1.3.2 Formulación del Problema.....	4
1.3.2.1 Problema Principal	4
1.3.2.2 Problemas Secundarios.....	4
1.4 Objetivos de la Investigación	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos	5
1.5 Justificación de la Investigación	6
1.5.1 Importancia de la Investigación	6
1.5.2 Viabilidad de la Investigación.....	7

1.6 Limitaciones de la Investigación.....	7
CAPITULO II:	
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Bases teóricas.....	10
2.1.1 Sistema Constructivo.....	10
2.1.2 Sistema de Muros de Ductilidad Limitada.....	10
2.1.3 Sistema de Albañilería Confinada.....	10
2.1.4 Confort Ambiental.....	11
2.1.4.1 Parámetros de Confort	11
2.1.4.2 Confort Térmico.....	12
2.1.4.2.1 Modelo de Confort Térmico.....	12
2.1.4.3 Transferencia de Calor en Arquitectura.....	13
2.1.4.3.1 Transmitancia Térmica en Arquitectura	14
2.1.4.4 Confort Acústico.....	15
2.1.5 Ciclo de Carbono	15
2.1.6 Efecto Invernadero	16
2.1.6.1 Emisiones de gases de Efecto invernadero (GEI).....	16
2.1.6.1.1 Dióxido de Carbono (CO ₂).....	17
2.1.7 Huella de Carbono (Footprint).....	17
2.1.8 Enfoques de la Huella de Carbono.....	18
2.1.8.1 Enfoque Corporativo	18
2.1.8.2 Enfoque Producto o Servicio (Ciclo de Vida)	18
2.1.9 Calculo de Huella de Carbono.....	19

2.1.10 Factor de Emisión	20
2.1.11 Huella de Carbono de los Materiales de Construcción	21
2.2 Definición de Términos Básicos.....	21
2.3 Estado del Arte.....	23
CAPITULO III:	
3. METODOLOGIA.....	25
3.1 Línea de Investigación 1: Técnico Constructivo	26
3.1.1 Continuidad Estructural.....	27
3.1.2 Materiales Empleados – Especificaciones	27
3.1.3 Equipos y/o Herramientas	27
3.1.4 Mano de Obra	28
3.1.5 Continuidad del Proceso Constructivo	28
3.1.6 Encofrado	28
3.2 Línea de Investigación 2: Económico.....	28
3.2.1 Metrado	28
3.2.2 Presupuesto	29
3.2.3 Programación de Obra.....	29
3.3 Línea de Investigación 3: Urbano Normativo	29
3.3.1 Área del terreno	30
3.3.2 Área Ocupada	30
3.3.3 Área Construida.....	30
3.3.4 Número de Viviendas	30
3.3.5 Área Libre	30

3.3.6 Área Permeable.....	31
3.3.7 Área Ocupada de Estacionamiento y Número de Estacionamientos...	31
3.4 Línea de Investigación 4: Diseño Arquitectónico	31
3.4.1 Tipología	31
3.4.2 Acabados.....	32
3.4.3 Flexibilidad	32
3.4.4 Imagen	32
3.4.5 Función – Espacio	32
3.4.6 Criterios de Confort Ambiental	32
3.4.7 Percepción del Usuario.....	33
3.5 Línea de Investigación 5: Impacto Ambiental	33
3.5.1 Huella de Carbono	34
3.5.2 Reducción de Emisiones de CO _{2eq}	35
3.6 Línea de Investigación 6: Confort Ambiental	35
3.6.1 Confort Térmico	35
3.6.2 Confort Acústico	37
CAPITULO IV:	
4. TÉCNICO CONSTRUCTIVO	39
4.1 Continuidad Estructural	40
4.1.1 Sistema de Albañilería Confinada.....	40
4.1.1.1 Elementos Estructurales	41
4.1.1.1.1 Cimiento.....	41
4.1.1.1.2 Columna.....	41

4.1.1.1.3 Vigas.....	42
4.1.1.1.4 Muros Portantes.....	43
4.1.1.1.5 Muros de Corte o Placas	43
4.1.1.1.6 Losa Aligerada	44
4.1.2 Sistema de Muros de Ductilidad Limitada.....	45
4.1.2.1 Elementos Estructurales	46
4.1.2.1.1 Platea de Cimentación	46
4.1.2.1.2 Muros de Ductilidad	47
4.1.2.1.3 Losa Maciza.....	48
4.2 Materiales Empleados – Especificaciones.....	48
4.2.1 Sistema de Albañilería Confinada.....	48
4.2.1.1 Concreto	48
4.2.1.2 Mortero	49
4.2.1.3 Acero corrugado.....	50
4.2.1.4 Unidad de Albañilería (Ladrillo)	52
4.2.1.5 Encofrado de Madera	53
4.2.2 Sistema de Muros de Ductilidad Limitada.....	58
4.2.2.1 Concreto	58
4.2.2.2 Acero Corrugado.....	60
4.2.2.3 Malla Electro Soldada.....	60
4.2.2.4 Encofrado Metálico	62
4.3 Equipos y/o Herramientas.....	64
4.3.1 Herramientas.....	64

4.3.2 Equipos	66
4.4 Mano de Obra	69
4.5 Continuidad del Proceso Constructivo	70
4.6 Encofrado	70
4.6.1 Elementos.....	70
4.6.2 Mano de Obra	72
4.6.3 Herramientas y Equipos.....	73
4.6.4 Evaluación Económica	74
4.6.5 Evaluación Técnica.....	75
CAPITULO V:	
5. ECONOMICO.....	78
5.1 Descripción de Proyecto	79
5.2 Metrado de Partidas	81
5.3 Presupuesto de Obra	81
5.4 Programación de Obra.....	82
5.5 Sistema de Albañilería Confinada.....	83
5.5.1 Planilla de Metrados Albañilería Confinada	83
5.5.2 Presupuesto Albañilería Confinada	86
5.5.3 Presupuesto Albañilería Confinada con Ladrillo Económico	89
5.5.4 Programación de Obra del Sistema Albañilería Confinada	92
5.6 Sistema de Muros de Ductilidad Limitada	97
5.6.1 Planilla de Metrados Muros de Ductilidad Limitada.....	97
5.6.2 Presupuesto Muros de Ductilidad Limitada	100

5.6.3 Programación de Obra del Sistema de Muros de Ductilidad

Limitada102

CAPITULO VI:

6. URBANO NORMATIVO105

6.1 Cálculos de Áreas Requerida.....106

6.1.1 Densidad Media RDM-1 Multifamiliar106

6.1.2 Densidad Media RDM-2.....110

6.1.3 Densidad Media RDM-2*.....113

6.2 Análisis de Densidades116

6.2.1 Densidad Media RDM-1 Multifamiliar116

6.2.1.1 Para Sistema de Albañilería Confinada117

6.2.1.2 Para Sistema de Muros de Ductilidad Limitada118

6.2.2 Densidad Media RDM-2 Multifamiliar120

6.2.2.1 Para Sistema Albañilería Confinada121

6.2.2.2 Para Sistema de Muros de Ductilidad Limitada123

6.2.3 Densidad Media RDM-2* Multifamiliar125

6.2.3.1 Para Sistema Albañilería Confinada126

6.2.3.2 Para Sistema Muros de Ductilidad Limitada129

CAPITULO VII:

7. DISEÑO ARQUITECTONICO132

7.1 Tipología133

7.1.1 Tipologías en Sistemas Albañilería Confinada133

7.1.1.1 Porcentaje de Muros AC135

7.1.2 Tipologías en Sistemas Muros de Ductilidad Limitada.....	136
7.1.2.1 Porcentaje de Muros MDL	138
7.2 Acabados	139
7.2.1 Acabados en Estructuras	139
7.2.2 Acabados en Muros	139
7.3 Flexibilidad	141
7.3.1 Remodelaciones y Rediseño	141
7.3.2 Instalaciones Eléctricas y Sanitarias.....	141
7.3.2.1 Instalaciones para Sistema Albañilería Confinada	141
7.3.2.2 Instalaciones para Sistema Muros de Ductilidad Limitada ...	141
7.4 Imagen	142
7.4.1 Imagen y Composición de Fachadas	142
7.4.2 Imagen de Espacios Exteriores.....	143
7.5 Función y Espacio	143
7.5.1 Consideraciones del Reglamento	143
7.5.2 Criterios de Estructuración	145
7.5.3 Habitabilidad en el Sistema Albañilería Confinada	146
7.5.4 Habitabilidad en el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada	148
7.6 Criterios de Confort Ambiental.....	151
7.6.1 Orientación.....	152
7.6.2 Asoleamiento	153
7.6.3 Ventilación.....	154
7.7 Percepción del Usuario.....	154

7.7.1 Percepción en Usuario del Sistema de Albañilería Confinada	154
--	-----

7.7.2 Percepción en Usuario del Sistema de Muros de Ductilidad	
--	--

Limitada	157
----------------	-----

CAPITULO VIII:

8. IMPACTO AMBIENTAL	160
----------------------------	-----

8.1 Cálculo de Huella de Carbono	161
--	-----

8.1.1 Factor de Emisión por Material	162
--	-----

8.1.1.1 Factor de Emisión del Cemento	163
---	-----

8.1.1.2 Factor de Emisión de la Arena	163
---	-----

8.1.1.3 Factor de Emisión del Acero	164
---	-----

8.1.1.4 Factor de Emisión del Ladrillo	164
--	-----

8.1.1.5 Factor de Emisión de la Madera	165
--	-----

8.1.1.6 Factor de Emisión de los Equipos	165
--	-----

8.1.2 Cálculo para el Sistema de Albañilería Confinada	167
--	-----

8.1.2.1 Total de Emisiones de CO ₂ de Edificio de Albañilería	
--	--

Confinada	171
-----------------	-----

8.1.2.2 Comparación Huella de CO ₂ de Materiales y Equipos	172
---	-----

8.1.2.3 Comparación Huella de CO ₂ de Materiales	173
---	-----

8.1.2.4 Comparación Huella de CO ₂ de Equipos	175
--	-----

8.1.2.5 Comparación Huella de CO ₂ por Partidas	175
--	-----

8.1.3 Cálculo para el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada	179
---	-----

8.1.3.1 Total de Emisiones de CO ₂ Edificio de Muros de Ductilidad	
---	--

Limitada	182
----------------	-----

8.1.3.2 Comparación Huella de CO ₂ de Materiales y Equipos	183
8.1.3.3 Comparación Huella de CO ₂ de Materiales	184
8.1.3.4 Comparación Huella de CO ₂ de Equipos	185
8.1.3.5 Comparación Huella de CO ₂ por Partidas	186
8.2 Reducción de Emisiones de CO ₂ eq	188
8.2.1 Marco Legal	188
8.2.1.1 Actores	190
8.2.1.2 Estrategias	191
8.2.2 Reutilización y Reciclaje de Materiales	194
8.2.2.1 Caso 1: Reutilización en la Construcción	194
8.2.2.2 Caso 2: Reciclaje en la Demolición	196
8.2.3 Alternativas Internacionales y Recomendaciones	198
CAPITULO IX:	
9. CONFORT AMBIENTAL	200
9.1 Confort Térmico	201
9.1.1 Cálculo de Transmitancia Térmica	201
9.1.1.1 Cálculo para Sistema de Albañilería Confinada	201
9.1.1.2 Cálculo para Sistema de Muros de Ductilidad Limitada	203
9.2 Confort Acústico	205
9.2.1 Cálculo de Aislamiento de Sonido	209
9.2.1.1 Cálculo para el Sistema Albañilería Confinada	209
9.2.1.1.1 Cálculo de Aislamiento para Muros	209
9.2.1.1.2 Cálculo de Aislamiento para Losas	218

9.2.1.2 Cálculo para el Sistema Muros de Ductilidad Limitada	227
9.2.1.2.1 Cálculo de aislamiento para Muros	227
9.2.1.2.2 Cálculo de aislamiento para Losas	236
9.3 Sistemas de Aislamiento Térmico y Acústico	242
9.4 Percepción de los Usuarios.....	245
CAPITULO X:	
10. ANALISIS COMPARATIVO.....	251
10.1 Técnico Constructivo.....	252
10.1.1 Cuadro Comparativo Técnico Constructivo.....	257
10.2 Económico.....	262
10.2.1 Cuadro Comparativo Económico	269
10.3 Urbano Normativo	271
10.3.1 Cuadro Comparativo Urbano Normativo.....	276
10.4 Diseño Arquitectónico	279
10.4.1 Cuadro Comparativo Diseño Arquitectónico	282
10.5 Impacto Ambiental	284
10.5.1 Cuadro Comparativo Impacto Ambiental	293
10.6 Confort Ambiental.....	296
10.6.1 Cuadro Comparativo Confort Ambiental.....	307
CAPITULO XI:	
11. GUIA DE SELECCIÓN	309
11.1 Criterios de Jerarquías de las Líneas de Investigación	310
11.2 Guía de Selección	312

CAPITULO XII:

12. DISCUSION DE RESULTADOS.....	313
---	------------

CAPITULO XIII:

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	316
--	------------

13.1 Conclusiones	317
--------------------------------	------------

13.1.1 Técnico Constructivo.....	317
---	------------

13.1.2 Económico	318
-------------------------------	------------

13.1.3 Urbano Normativo.....	318
-------------------------------------	------------

13.1.4 Diseño Arquitectónico	319
---	------------

13.1.5 Impacto Ambiental	320
---------------------------------------	------------

13.1.6 Confort Ambiental.....	320
--------------------------------------	------------

13.2 Recomendaciones	322
-----------------------------------	------------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	326
--	------------

ANEXOS

PLANOS

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Normas y referenciales huellas de carbono.....	20
Cuadro 2: Clases de concreto.....	49
Cuadro 3: Proporciones volumétricas para mortero norma E.070 de albañilería	50
Cuadro 4: Normas para aceros peruanos según la norma E.060	50
Cuadro 5: Características generales del acero ASTM A615 fabricado en el Perú	51
Cuadro 6: Presentación de barras de acero corrugado en el Perú.....	51
Cuadro 7: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales Norma E 0-70 de albañilería	52
Cuadro 8: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería.....	53
Cuadro 9: Relación de maderas para la producción encofrados	54
Cuadro 10: Tipos de triplay comercializados en el Perú	56
Cuadro 11: Dimensiones comerciales de tableros contrachapados.....	57
Cuadro 12: Norma para ensayos físicos-mecánicos de la madera	57
Cuadro 13: Tipos de mezclas de concreto.....	59
Cuadro 14: Normas para aceros peruanos según la norma E.060	60
Cuadro 15: Características de la norma ASTM 82	61
Cuadro 16: Características de la norma ASTM A496	61
Cuadro 17: Especificaciones del Fabricante (PRODAC).....	62
Cuadro 18: Requisitos para encofrados según NTP E.060	63
Cuadro 19: Herramientas más usadas en la construcción	65
Cuadro 20: Equipos básicos en la construcción	66
Cuadro 21: Máquinas más importantes en construcción.....	68

Cuadro 22: Función de la mano de obra en la construcción.....	69
Cuadro 23: Elementos del encofrado de madera	71
Cuadro 24: Elementos del encofrado Metálico	72
Cuadro 25: Herramientas y equipos del encofrado de madera.....	73
Cuadro 26: Herramientas y equipos del encofrado metálico	74
Cuadro 27: Costo y tiempo del encofrado de madera	75
Cuadro 28: Costo y tiempo del encofrado metálico	75
Cuadro 29: Evaluación técnica de encofrado de madera.....	76
Cuadro 30: Evaluación técnica de encofrado metálico	77
Cuadro 31: Comparación de ladrillo King Kong y ladrillo económico	96
Cuadro 32: Parámetros urbanos RDM-1	107
Cuadro 33: Cálculo de áreas para RDM-1	108
Cuadro 34: Áreas de departamentos para RDM-1.....	109
Cuadro 35: Parámetros urbanos RDM-2	110
Cuadro 36: Cálculo de áreas para RDM-2.....	111
Cuadro 37: Áreas de departamentos para RDM-2.....	112
Cuadro 38: Parámetros urbanos RDM-2*	113
Cuadro 39: Cálculo de áreas para RDM- 2*	114
Cuadro 40: Áreas de departamentos para RDM-2*	115
Cuadro 41: Análisis de requerimientos de áreas RDM- 1 para AC.....	117
Cuadro 42: Análisis del área máxima construida y número de pisos RDM- 1 para AC.	117

Cuadro 43: Análisis de requerimientos de áreas de estacionamientos RDM- 1 para	
AC	118
Cuadro 44: Análisis de requerimientos de áreas RDM- 1 para MDL	118
Cuadro 45: Análisis del área máxima construida y número de pisos RDM- 1 para	
MDL	119
Cuadro 46: Análisis de requerimientos de áreas de estacionamientos RDM- 1 para	
MDL	119
Cuadro 47: Análisis de requerimientos de áreas RDM-2 para AC	121
Cuadro 48: Análisis del área máxima construida y número de pisos RDM-2 para	
AC	122
Cuadro 49: Análisis de requerimientos de áreas de estacionamientos RDM-2 para	
AC.....	122
Cuadro 50: Análisis de requerimientos de áreas RDM – 2 para MDL	123
Cuadro 51: Análisis del área máxima construida y número de pisos RDM – 2 para	
MDL	124
Cuadro 52: Análisis de requerimientos de áreas de estacionamientos RDM – 2 para	
MDL	124
Cuadro 53: Análisis de requerimientos de áreas RDM – 2* para AC	126
Cuadro 54: Análisis del área máxima construida y número de pisos RDM – 2* para	
AC	127
Cuadro 55: Análisis de requerimientos de áreas de estacionamientos pisos RDM –2*	
para AC	128
Cuadro 56: Análisis de requerimientos de áreas pisos RDM – 2* para MDL	129

Cuadro 57: Análisis del área máxima construida y número de pisos RDM – 2* para MDL	129
Cuadro 58: Análisis de requerimientos de áreas de estacionamientos RDM – 2* para MDL	130
Cuadro 59: Área y porcentaje de muros AC	135
Cuadro 60: Área y porcentaje de muros MDL	138
Cuadro 61: Mínimos de diseño establecidos por el RNE Y RNC.....	144
Cuadro 62: Estructuración de los sistemas constructivos.....	145
Cuadro 63: Clima de la ciudad de Arequipa.....	152
Cuadro 64: Orientación de espacios.....	152
Cuadro 65: Factor de emisión de los materiales	166
Cuadro 66: Cantidad total de material AC	167
Cuadro 67: Especificaciones para AC.....	168
Cuadro 68: Cantidad total emisiones de CO₂ de AC.....	171
Cuadro 69: Cantidad total de material MDL.....	179
Cuadro 70: Especificaciones MDL	180
Cuadro 71: Cantidad total emisiones de CO₂ eq de MDL	182
Cuadro 72: Estrategias para empresas constructoras.....	192
Cuadro 73: Estrategias para gobiernos locales	193
Cuadro 74: Materiales por partida de estructuras AC	194
Cuadro 75: Materiales por partida de arquitectura AC	195
Cuadro 76: Materiales por partida de estructuras MDL	195
Cuadro 77: Materiales por partida de arquitectura MDL	196

Cuadro 78: Alternativas internacionales y recomendaciones.....	199
Cuadro 79: Resistencia térmica de materiales de muros de AC	202
Cuadro 80: Resistencia térmica de materiales de pisos y losas aligeradas de AC ...	202
Cuadro 81: Valores de transmitancia permitidos bajo la norma EM 110	203
Cuadro 82: Resistencia térmica de materiales de muro de MDL	204
Cuadro 83: Resistencia térmica de materiales de pisos y techos de MDL	204
Cuadro 84: Valores de transmitancia permitidos bajo la norma EM 110	205
Cuadro 85: Actividades y grado de incomodidad.....	206
Cuadro 86: Tipos de actividades para muros	207
Cuadro 87: Tipos de actividades para losas	208
Cuadro 88: Cuadro de toma de datos	209
Cuadro 89: Datos de transmisión en muros por ruido aéreo AC	210
Cuadro 90: Datos de transmisión en muros por ruido de Impacto AC.....	211
Cuadro 91: Datos de transmisión en muros por ruido de vibración AC	211
Cuadro 92: Medidas de transmisión en muros por ruido aéreo AC	214
Cuadro 93: Medidas de transmisión en muros por ruido de impacto AC	216
Cuadro 94: Medidas de transmisión en muros por ruido de vibración AC	217
Cuadro 95: Datos de transmisión de ruido en losas AC.....	218
Cuadro 96: Medidas de transmisión en losas	226
Cuadro 97: Datos de transmisión en muros por ruido aéreo MDL	227
Cuadro 98: Datos de transmisión en muros por ruido de impacto MDL.....	228
Cuadro 99: Datos de transmisión en muros por ruido de vibración MDL	228
Cuadro 100: Medidas de transmisión en muros por ruido aéreo MDL	232

Cuadro 101: Medidas de transmisión en muros por ruido de impacto MDL	235
Cuadro 102: Medidas de transmisión en muros por ruido de vibración MDL	236
Cuadro 103: Datos de transmisión de ruido en losa MDL.....	236
Cuadro 104: Medidas de transmisión en losas MDL.....	241
Cuadro 105: Aislantes usados en el mercado peruano	243
Cuadro 106: Comparación de mano de obra de encofrados.....	253
Cuadro 107: Comparación de herramientas y equipos de encofrados	254
Cuadro 108: Comparación de costo y tiempo de encofrados.....	254
Cuadro 109: Comparación de evaluación técnica de encofrados.....	256
Cuadro 110: Cuadro comparativo Técnico Constructivo entre AC y MDL	257
Cuadro 111: Comparación del costo directo del presupuesto de la obra	262
Cuadro 112: Comparación del costo directo del presupuesto de la obra	263
Cuadro 113: Comparación del costo en estructura y arquitectura.....	263
Cuadro 114: Comparación del costo de concreto armado	265
Cuadro 115: Comparación del costo de revoques, enlucidos y molduras	266
Cuadro 116: Comparación del tiempo de ejecución de la obra.....	267
Cuadro 117: Comparación de costos en AC con ladrillo económico y MDL	268
Cuadro 118: Cuadro comparativo Económico entre AC y MDL.....	269
Cuadro 119: Comparación de requerimientos de áreas	271
Cuadro 120: Comparación de relación de área máxima construida y número de pisos	271
Cuadro 121: Comparación de requerimientos de áreas de estacionamientos.....	273
Cuadro 122: Comparación de áreas por departamento.....	275

Cuadro 123: Cuadro comparativo Urbano Normativo entre AC y MDL	276
Cuadro 124: Comparación de área ocupada de muros	280
Cuadro 125: Cuadro comparativo Diseño Arquitectónico entre AC y MDL	282
Cuadro 126: Comparación de emisiones de CO₂eq	284
Cuadro 127: Comparación de materiales y equipos	285
Cuadro 128: Comparación de elementos	286
Cuadro 129: Comparación de cantidad total de material y equipos.....	287
Cuadro 130: Comparación de emisiones de CO₂ eq en tipos de equipos	288
Cuadro 131: Comparación de partidas.....	290
Cuadro 132: Comparación de elementos reutilizables y reciclables	291
Cuadro 133: Comparación de Emisiones de CO₂eq con encofrado reutilizado.....	292
Cuadro 134: Cuadro comparativo Impacto Ambiental AC y MDL	293
Cuadro 135: Comparación de materiales por elemento constructivo.....	296
Cuadro 136: Resistencia térmica por material	297
Cuadro 137: Valores de transmitancia térmica	297
Cuadro 138: Comparación de cumplimientos.....	300
Cuadro 139: Actividades para muros	300
Cuadro 140: Comparación de medidas de transmisión por ruido aéreo para muros.....	301
Cuadro 141: Comparación de medidas transmisión por ruido de impacto para muros.....	302
Cuadro 142: Comparación de medidas de transmisión por ruido de vibración para muros.....	302

Cuadro 143: Actividades para losas.....	303
Cuadro 144: Comparación de medidas de transmisión por ruido aéreo para losas.....	303
Cuadro 145: Comparación de medidas de transmisión por ruido por impacto para losas	304
Cuadro 146: Comparación de medidas de transmisión por ruido por vibración para losas	305
Cuadro 147: Comparación de transmisión de ruido en muros	305
Cuadro 148: Comparación de transmisión de ruido en losas.....	306
Cuadro 149: Cuadro Comparativo Confort Ambiental entre AC y MDL.....	307

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Incidencias de partidas de estructuras y arquitectura en el presupuesto en AC	93
Gráfico 2: Incidencias de partidas en el presupuesto en AC	94
Gráfico 3: Comparación de partida de muros y tabiques entre ladrillo King Kong y ladrillo económico	94
Gráfico 4: Comparación de partida de arquitectura entre ladrillo King Kong y ladrillo económico	95
Gráfico 5: Comparación de costo directo entre ladrillo King Kong y ladrillo económico.....	95
Gráfico 6: Incidencias de partidas de estructuras y arquitectura en el presupuesto en MDL	103
Gráfico 7: Incidencias de partidas en el presupuesto en MDL	104
Gráfico 8: Número de habitantes y área de departamento en AC	155
Gráfico 9: Grado de satisfacción de departamentos en AC	155
Gráfico 10: Dimensiones del departamento de AC.....	156
Gráfico 11: Ambientes que necesitan mayores dimensiones en AC	157
Gráfico 12: Número de habitantes y área de departamento en MDL	157
Gráfico 13: Grado de satisfacción de departamentos en MDL	158
Gráfico 14: Dimensiones del departamento de MDL	158
Gráfico 15: Ambientes que necesitan mayores dimensiones en MDL	159
Gráfico 16: Toneladas de CO₂eq Materiales y Equipos AC.....	172
Gráfico 17: Porcentaje de Contaminación AC.....	173

Gráfico 18: Toneladas de CO₂eq de Materiales AC.....	173
Gráfico 19: Toneladas de CO₂eq de Equipos AC.....	175
Gráfico 20: Toneladas de CO₂eq de partidas generales AC.....	176
Gráfico 21: Toneladas de CO₂eq partidas de estructuras AC	177
Gráfico 22: Toneladas de CO₂eq partidas de concreto armado AC.....	177
Gráfico 23: Toneladas de CO₂eq partidas de arquitectura AC	178
Gráfico 24: Toneladas de CO₂eq partidas generales AC.....	179
Gráfico 25: Toneladas de CO₂eq materiales y equipos MDL	183
Gráfico 26: Porcentaje de contaminación MDL	184
Gráfico 27: Toneladas de CO₂eq de materiales MDL	185
Gráfico 28: Toneladas de CO₂eq de equipos MDL	185
Gráfico 29: Toneladas de CO₂eq de partidas generales MDL	186
Gráfico 30: Toneladas de CO₂eq partidas de concreto armado MDL	187
Gráfico 31: Toneladas de CO₂eq partidas de arquitectura MDL	187
Gráfico 32: Toneladas de CO₂eq partidas generales MDL	188
Gráfico 33: Percepción de sensación térmica en el departamento por los usuarios	246
Gráfico 34: Percepción de cambio de temperatura en el departamento por los usuarios	247
Gráfico 35: Percepción de ruidos en los departamentos por los usuarios	248
Gráfico 36: Grado de incomodidad de ruidos generados.....	249
Gráfico 37: Fuente de ruido que genera mayor incomodidad.....	249
Gráfico 38: Horas en las que se genera mayor ruido	250

Gráfico 39: Comparación de costo y tiempo de encofrados.....	255
Gráfico 40: Comparación del costo total	262
Gráfico 41: Comparación del costo por m2 construido	263
Gráfico 42: Comparación de estructura y arquitectura	264
Gráfico 43: Comparación del costo de concreto armado	265
Gráfico 44: Comparación del costo de revoques, enlucidos y molduras	266
Gráfico 45: Comparación del tiempo de ejecución de la obra.....	267
Gráfico 46: Comparación de deficiencia de área de estacionamiento en la superficie del terreno	272
Gráfico 47: Grado de satisfacción de los departamentos	281
Gráfico 48: Suficiencia del tamaño de los espacios del departamento.....	281
Gráfico 49: Comparación de emisiones totales de CO ₂ eq entre AC y MDL	284
Gráfico 50: Comparación de emisiones de CO ₂ eq de elementos	287
Gráfico 51: Porcentaje de emisiones CO ₂ eq por elementos	287
Gráfico 52: Comparación de emisiones de CO ₂ eq de equipos	288
Gráfico 53: Comparación de emisiones de CO ₂ eq de partidas generales	289
Gráfico 54: Porcentaje de emisiones de CO ₂ eq de partidas generales	290
Gráfico 55: Porcentaje de emisiones de CO ₂ eq de encofrados.....	292
Gráfico 56: Comparación de transmitancia térmica de muros entre AC y MDL ...	298
Gráfico 57: Comparación de transmitancia térmica de pisos entre AC y MDL	298
Gráfico 58: Comparación de transmitancia térmica de techos entre AC y MDL ...	299

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Continuidad estructural de AC	40
Figura 2: Excavación para cimiento	41
Figura 3: Columna.....	42
Figura 4: Encofrado de viga.....	42
Figura 5: Muro portante	43
Figura 6: Muro de corte	44
Figura 7: Losa aligerada	45
Figura 8: Continuidad Estructural de MDL	46
Figura 9: Platea de cimentación	47
Figura 10: Encofrado de muro de ductilidad	47
Figura 11: Losa maciza	48
Figura 12: Conjunto habitacional Beaterio.....	79
Figura 13: Bloque elegido del conjunto habitacional	80
Figura 14: Cálculos densidad media RDM-1	116
Figura 15: Cálculos densidad media RDM-2	121
Figura 16: Cálculos densidad media RDM-2*	126
Figura 17: Conjunto habitacional Nicolás de Piérola III etapa / Flora Tristán.....	133
Figura 18: Modificación de muros en conjunto habitacional Nicolás de Piérola. ...	134
Figura 19: Distribución de flat en conjunto habitacional Flora Tristán	134
Figura 20: Distribución de dúplex en conjunto habitacional Flora Tristán	135
Figura 21: Conjunto habitacional Huaranguillo / Valle Blanco.....	136
Figura 22: Distribución de torre en conjunto habitacional Valle Blanco.....	137

Figura 23: Distribución de flat en conjunto habitacional Valle Blanco.....	138
Figura 24: Ejemplo de fisura	139
Figura 25: Acabado de muros en conjunto habitacional Nicolás de Piérola III etapa	140
Figura 26: Acabado de muro cara vista en conjunto habitacional Valle Blanco.....	140
Figura 27: Variaciones de imagen en edificios de AC	142
Figura 28: Estacionamiento en conjunto habitacional Huaranguillo/ Valle Blanco.....	143
Figura 29: Mínimo de dimensión de espacios en conjunto Habitacional Flora Tristán.....	146
Figura 30: Diagrama de intensidad de usos y de privacidad en conjunto habitacional Flora Tristán	147
Figura 31: Amoblamiento por Arquitecto/ Usuario en departamento de AC	148
Figura 32: Mínimo de dimensión de espacios en conjunto Habitacional Valle Blanco.....	148
Figura 33: Mínimo de dimensión de espacios en conjunto habitacional Huaranguillo.....	149
Figura 34: Diagrama de intensidad de usos y de privacidad en conjunto habitacional Valle Blanco	149
Figura 35: Amoblamiento por Arquitecto/ Usuario en conjunto habitacional de Huaranguillo.....	150
Figura 36: Zona de Confort de la ciudad de Arequipa en carta de Givoni.....	151
Figura 37: Orientación de espacios	153

Figura 38: Asoleamiento conjunto habitacional Huaranguillo	153
Figura 39: Ventilación conjunto habitacional Huaranguillo	154
Figura 40: Tipos de residuos sólidos	189
Figura 41: Tipos de residuos de la construcción y demolición	190
Figura 42: Responsabilidades de los Actores	191
Figura 43: Ubicación de la barrera muro en actividad de uso de la licuadora en AC	212
Figura 44: Ubicación de la barrera muro en actividad de uso de equipo de sonido en AC	212
Figura 45: Ubicación de la barrera muro en actividad de conversación de vecinos en AC	213
Figura 46: Ubicación de la barrera muro en actividad de niños jugando en AC	213
Figura 47: Ubicación de la barrera muro en actividad de ladrido de perros en AC	214
Figura 48: Ubicación de la barrera muro en actividad de golpe de muro en AC ...	215
Figura 49: Ubicación de la barrera muro en actividad de objeto que cae al piso en AC	216
Figura 50: Ubicación de la barrera muro en actividad de soltar la bomba del inodoro en AC.....	217
Figura 51: Ubicación de la barrera losa en actividad de equipo de sonido en AC	219

Figura 52: Medidas de transmisión de ruido aéreo - equipo de sonido en corte

AC219

Figura 53: Ubicación de la fuente de sonido de equipo de sonido en planta en

AC220

Figura 54: Ubicación de la barrera losa en actividad de objetos que caen al piso

AC221

Figura 55: Medidas de transmisión de ruido por impacto - objetos que caen al piso

en corte AC221

Figura 56: Ubicación de la fuente de sonido de objetos que caen al piso en planta

AC222

Figura 57: Ubicación de la barrera losa en actividad soltar la bomba del inodoro

AC223

Figura 58: Medidas de transmisión de ruido por vibración – soltar la bomba del

inodoro en corte AC223

Figura 59: Ubicación de la fuente de sonido de soltar la bomba del inodoro en planta

AC224

Figura 60: Ubicación de la barrera losa en actividad de grifo abierto AC224

Figura 61: Medidas de transmisión de ruido por vibración – grifo abierto en corte

AC225

Figura 62: Ubicación de la fuente de sonido de grifo abierto en planta AC.....225

Figura 63: Ubicación de la barrera muro en actividad de uso de la licuadora en

MDL229

Figura 64: Ubicación de la barrera muro en actividad de uso de equipo de sonido en	
MDL .	230
Figura 65: Ubicación de la barrera muro en actividad de conversación de vecinos en	
MDL .	230
Figura 66: Ubicación de la barrera muro en actividad de niños jugando en	
MDL .	231
Figura 67: Ubicación de la barrera muro en actividad de ladrido de perros en	
MDL .	231
Figura 68: Ubicación de la barrera muro en actividad de golpe de muro en	
MDL .	233
Figura 69: Ubicación de la barrera muro en actividad de objeto que cae al piso en	
MDL .	234
Figura 70: Ubicación de la barrera muro en actividad de soltar la bomba del	
inodoro en MD.	235
Figura 71: Ubicación de la barrera losa en actividad de equipo de sonido en	
MDL .	237
Figura 72: Medidas de transmisión de ruido aéreo - equipo de sonido en corte	
MDL .	237
Figura 73: Ubicación de la barrera losa en actividad de objetos que caen al piso	
MDL .	238
Figura 74: Medidas de transmisión de ruido por impacto - objetos que caen al piso	
en corte MDL.	238

Figura 75: Ubicación de la barrera losa en actividad soltar la bomba del inodoro

MDL239

Figura 76: Medidas de transmisión de ruido por vibración – soltar la bomba del

inodoro en corte MDL240

Figura 77: Ubicación de la barrera losa en actividad de grifo abierto MDL.....240

Figura 78: Medidas de transmisión de ruido por vibración – grifo abierto en corte

MDL241



INDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1: Diagrama de Gantt del Sistema de Albañilería Confinada	92
Diagrama 2: Diagrama de Gantt del Sistema de Muros de Ductilidad Limitada ...	102
Diagrama 3: Comparación Técnico Constructivo	252
Diagrama 4: Comparación Diseño Arquitectónico	279
Diagrama 5: Guía de Selección	312

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Cálculo de número de días	29
Ecuación 2: Cálculo de número de días referido a las horas de trabajo	29
Ecuación 3: Huella de carbono	34
Ecuación 4: Expresión de la transmitancia	36
Ecuación 5: Expresión de la resistencia térmica total	36
Ecuación 6: Expresión de la resistencia térmica	36



CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Título

Análisis comparativo de los sistemas constructivos de albañilería confinada y muros de ductilidad limitada para la formulación de una guía de selección del sistema constructivo en la fase de estudios previos de un proyecto de vivienda de media densidad en la ciudad de Arequipa.

1.2 Motivación

El interés por conocer a profundidad los sistemas constructivos está relegado en los estudiantes de arquitectura, sin embargo, sabemos que es igual de importante que los aspectos de diseño en los proyectos arquitectónicos. Por esta razón nace en nosotras el interés de realizar un análisis completo de los aspectos que determinan las decisiones en un proyecto, conocer los impactos que producen estas decisiones en diferentes campos sumado al interés de conocer cuáles son los beneficios y limitantes de los dos sistemas elegidos: Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada, que en los últimos años son los sistemas más usados para vivienda de media densidad en la ciudad de Arequipa.

1.3 Planteamiento del Problema

1.3.1 Descripción de la Situación Problemática

Un proyecto arquitectónico tiene las siguientes etapas: pre factibilidad, definición del programa, estudios previos, propuesta del anteproyecto, propuesta del proyecto, solicitud de licencia de construcción, selección del constructor, ejecución del proyecto, liquidación del proyecto y entrega del proyecto, en todas estas etapas es necesario tomar decisiones de diferente ámbito, decisiones que influirán en la eficiencia del proyecto.

Una de las decisiones iniciales es la selección del sistema constructivo que va a emplearse. En la actualidad es difícil encontrar un procedimiento o una guía que ayude a

tomar esta decisión, debido al desinterés en la investigación o al poco conocimiento de los sistemas constructivos. Estas decisiones la mayoría de las veces están únicamente orientadas a intereses económicos; sin embargo, no todos los aspectos a evaluarse se miden en indicadores monetarios, existen muchos más que deberían ser evaluados tales como: aspectos tecnológicos, normativos, ambientales, de diseño arquitectónico y de confort, que con frecuencia resulta más difícil valorarlo en la inserción del proyecto y es la persona encargada de tomar las decisiones del proyecto quien necesita un método que recopile las particularidades de los sistemas constructivos de manera que se pueda lograr una mejor evaluación y una mejor selección con un enfoque más amplio que el sólo monetario, pues se requiere de un análisis de múltiples características.

En los últimos años se ha planteado diferentes sistemas constructivos que favorecen el ahorro de tiempo y dinero, y que busca el beneficio del constructor y del dueño del predio. Según el censo del INEI (2017), “la provincia de Lima se destaca por tener el mayor porcentaje (85,6%) de viviendas con paredes exteriores de ladrillos o bloque de cemento, seguido de los departamentos de Arequipa (81,9%), Tacna (81,4%) y Callao (75,3%)”, considerando ladrillo como material base del sistema constructivo de Albañilería Confinada, además en los últimos años viene incorporándose en la ciudad el sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

Otro aspecto muy importante que con frecuencia se ignora al momento de tomar decisiones es el impacto ambiental que se genera con la industria de la construcción. La BBC New Mundo (2016) afirma que “la industria del concreto emplea 1.6 billones de toneladas de cemento. El concreto es el material fabricado por el hombre más utilizado de la historia, sólo el agua lo supera como el recurso más consumido en el planeta”.

El Banco Mundial BIRF- AIF (2014) menciona que “en el Perú el 17. 5% de las emisiones CO2 les corresponden a las actividades de manufactura y construcción” y si sumamos la deficiencia del manejo de los residuos de construcción y demolición que son arrojados en espacios públicos y diversos rellenos que contaminan los suelos, el aire y fuentes de agua y la escasa cultura de reciclaje el impacto es aún mayor.

“La ciudad de Arequipa es la segunda ciudad más contaminada después de Lima” (RPP noticias, 2013) , “siendo un contaminante importante la industria de la construcción, por el consumo de recursos naturales, emisiones al aire, agua, suelo y por último la generación de residuos” (Construmática, s.f.), es necesario que en los métodos propuestos se considere aspectos ambientales al momento de tomar decisiones.

1.3.2 Formulación del Problema

Carencia de conocimiento e información procesada y sistematizada de los sistemas constructivos de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada con criterios tanto cualitativos como cuantitativos que permita justificar la selección del sistema más pertinente en condiciones propias.

1.3.2.1 Problema Principal.

¿Cuáles son los factores determinantes que permiten la selección más pertinente del sistema constructivo en condiciones propias de cada caso en la fase de estudios previos?

1.3.2.2 Problemas Secundarios.

- ¿Cuáles son los factores determinantes técnicos constructivos que permiten elegir entre los sistemas de Albañilería Confinada o Muros de Ductilidad Limitada?
- ¿Cuál de los dos sistemas representa una mayor eficiencia en costos y tiempo de ejecución?

- ¿Cuáles son los factores determinantes que permiten una mejor respuesta del cumplimiento de la normativa urbana de los sistemas constructivos de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada?
- ¿Cuál de los dos sistemas permite mayor flexibilidad en el diseño arquitectónico?
- ¿Cuál de los dos sistemas representa un menor impacto ambiental negativo durante la ejecución?
- ¿Cuál de los dos sistemas permite obtener el mayor confort ambiental para las condiciones climáticas de la ciudad de Arequipa?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Realizar un análisis comparativo de los sistemas constructivos de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada para la formulación de una guía de selección del sistema constructivo en la fase de estudios previos de un proyecto de vivienda de media densidad en la ciudad de Arequipa.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar una descripción comparativa técnico constructivo de los sistemas de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada.
- Realizar un análisis comparativo económico de los sistemas de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada para determinar la eficiencia en costo y tiempo de ejecución.
- Realizar un análisis comparativo de los factores determinantes que permiten una mejor respuesta del cumplimiento de la normativa urbana de los sistemas constructivos de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada.

- Realizar un análisis comparativo de los factores determinantes que permiten mayor flexibilidad en el diseño arquitectónico.
- Realizar un análisis comparativo del impacto ambiental producido por la ejecución de una edificación de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada
- Realizar un análisis comparativo para determinar cuál de los sistemas constructivos genera mayor confort ambiental para las condiciones ambientales de la ciudad de Arequipa.

1.5 Justificación de la Investigación

1.5.1 Importancia de la Investigación

Según el censo del INEI (2017) “en el Perú existe un déficit de 2.4% de viviendas en el área urbana” y, para satisfacer esta demanda masiva en la ciudad de Arequipa, se está construyendo en su mayoría viviendas multifamiliares con los sistemas constructivos de Albañilería Confinada que es un sistema popular en la región, además se está incluyendo el sistema de Muros de Ductilidad Limitada debido a que es un sistema más industrializado.

Sin embargo, acompañado a esta situación existe una falta de interés por conocer el impacto del uso de estos sistemas constructivos debido a que no se realiza un estudio completo previo que justifique y que analice de forma global todos los aspectos que implica un proyecto arquitectónico, pues en la actualidad el único interés, se enfoca en el aspecto económico e ignora los demás criterios, esto debido a la ausencia de un método que permita a la persona encargada de tomar las decisiones en las primeras etapas del proyecto justificar y seleccionar el mejor sistema constructivo que no sólo garantice la eficiencia del proyecto sino también que busque minimizar los impactos producidos por la actividad de la construcción.

Por estas razones este trabajo de investigación permitirá la creación de una guía de selección para conocer y poder elegir una alternativa en la fase de estudios previos de un proyecto arquitectónico entre los dos sistemas constructivos tomando como principales directrices los aspectos técnico constructivo, económico, urbano normativo, diseño arquitectónico, impacto ambiental y confort ambiental, donde se determinarán factores que puedan ser de utilidad en los futuros proyectos arquitectónicos.

1.5.2 Viabilidad de la Investigación

El estudio no representa ninguna inviabilidad pues contamos con los recursos necesarios tales como: información de los sistemas constructivos de Albañilería Confinada y de Muros de Ductilidad limitada ya sea en artículos, libros y demás fuentes, poseemos conocimiento para realizar análisis de costos unitarios de estudios de cursos anteriores de manera que podremos realizar una comparación de los sistemas a demás conocimiento de las normas.

1.6 Limitaciones de la Investigación

Se realizará la comparación de los sistemas constructivos de Albañilería Confinada y de Muros de Ductilidad Limitada debido a que son los sistemas más usados para la edificación de multifamiliares, los análisis estarán basados en edificios no mayores a 5 pisos para ambos sistemas constructivos. La unidad de análisis para el sistema de Albañilería Confinada será de ladrillo industrial. Ambos sistemas además deben llevarse a cabo con mano de obra calificada.

Se considerará el área mínima de terreno para densidad media establecido bajo el PDM y criterios de habitabilidad, terrenos destinados a multifamiliares y conjuntos residenciales.

Para el análisis económico y de impacto ambiental se tomará como modelo un edificio multifamiliar de 5 niveles diseñado en ambos sistemas constructivos, ubicado en la calle Beaterio N° 220, en la ciudad de Arequipa, departamento de Arequipa.

El proyecto consta de 5 niveles, cada uno con un departamento típico por nivel, que a su vez se divide en sala-comedor, cocina, lavandería, tres dormitorios y tres servicios higiénicos.

Se considerará partidas de estructuras y arquitectura. Es decir hasta casco gris, por lo tanto no se consideraron las partidas de instalaciones eléctricas, sanitarias ni acabados, debido que hasta casco gris los procedimientos y materiales ya están determinados y estandarizados por lo que es en este punto donde las diferencias son determinantes, mientras que en las de más partidas sea instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas y acabados los procedimientos pueden ser los mismos y dependerá también de las decisiones de los encargados del proyecto. Además, se consideró que el proyecto será ejecutado en un terreno nivelado. Se realizó la comparación al costo directo de las partidas mencionadas.

De igual manera la investigación de impacto ambiental se realizará también hasta casco gris; es decir en la ejecución de actividades que comprenden la estructura principal gruesa de un edificio hasta muros cara vista, por lo tanto, no se consideraron las partidas de instalaciones eléctricas, sanitarias ni acabados.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Bases Teóricas

2.1.1 Sistema Constructivo

Un sistema constructivo es el conjunto de elementos y unidades de un edificio que forman una organización funcional con una misión constructiva común, tales como ser estructural que servirá de sostén al edificio, los cerramientos que definen y protegen los espacios habitables, de obtención de acondicionamiento es decir confort ambiental, y la decoración que es la expresión de imagen y aspecto. Es decir, como conjunto articulado. Cabe mencionar que éstos suelen estar constituidos por unidades, éstas por elementos, y, éstos a su vez se construyen a partir de determinados materiales. (Avila, 2016)

2.1.2 Sistema de Muros de Ductilidad Limitada

El sistema de muro de ductilidad es un sistema industrializado el cual está formado sólo por muros portantes de concreto armado es decir no posee ni columnas ni vigas es decir no posee columnas, cuyo sistema de piso son losas macizas o losas aligeradas prefabricadas. Los edificios de muros de ductilidad limitada, se caracterizan por tener muros delgados de concreto armado con un espesor de 10 o 12 cm, que reciben las cargas verticales.

2.1.3 Sistema de Albañilería Confinada

Zavaleta (2009) señala que el sistema de Albañilería Confinada:

Es un sistema de construcción que resulta de la superposición de unidades de albañilería unidas entre sí por un mortero, formando un conjunto monolítico llamado muro. La albañilería confinada se origina cuando el muro está enmarcado en todo su perímetro por concreto armado vaciado con posterioridad a la construcción del muro. (p. 7)

2.1.4 Confort Ambiental

El confort ambiental se refiere a factores ambientales naturales o artificiales que determinan un estado de satisfacción físico o psicológico del ser humano es decir una situación de bienestar, salud y comodidad y se divide en varios tipos de acuerdo al canal de percepción sensorial que se involucra: Térmico, Lumínico, Acústico, Olfativo y Psicológico.

De estos tipos de confort ambiental, los tres primeros, el confort térmico, el lumínico y el acústico son los que principalmente influyen en la percepción de un individuo de un espacio, y pueden ser tratados y modificados por la arquitectura. El confort olfativo puede ser de alguna medida modificada por la arquitectura, sobre todo en el control de humedades o infiltraciones debido a que estos pueden provocar malos olores. En cuanto al confort psicológico, se refiere a la percepción global que tiene el cerebro de toda la información sensorial que recibe del medio ambiente. (EADIC, 2013, pp 2-3)

2.1.4.1 Parámetros de Confort. Los parámetros de confort son aquellas condiciones propias del lugar que inciden en las sensaciones de los ocupantes. Estas condiciones pueden variar con el tiempo y el espacio y, pueden clasificarse en:

Parámetros Arquitectónicos. Están directamente relacionados con las características de las edificaciones y la adaptabilidad del espacio, el contacto visual y auditivo que les permiten a sus ocupantes.

- ✓ Adaptabilidad del espacio
- ✓ Contacto visual y auditivo

Parámetros Ambientales. Se han determinado rangos y valores estándar dentro de los cuales se pueden mantener unas condiciones de bienestar para el individuo. Además, tiene influencia directa sobre las sensaciones de las personas y sobre las características físicas y ambientales de un espacio, sin ser determinante el uso y las actividades que allí se generan. (EADIC, 2013, pp 4-5)

2.1.4.2 Confort Térmico. EADIC, Arquitectura Bioclimática (2013) señala que el confort térmico: “Se refiere principalmente a las condiciones de bienestar en el individuo, pero desde el punto de vista de su relación de equilibrio con las condiciones de temperatura y humedad en un lugar determinado” (p. 20).

2.1.4.2.1 Modelos de Confort Térmico.

Cuando se habla de confort térmico es necesario considerar las relaciones que existen entre el medio ambiente térmico y las sensaciones fisiológicas y psicológicas que experimentan las personas frente las condiciones impuestas por ese ambiente. Los estudios de estas relaciones se han desarrollado bajo dos enfoques distintos:

A partir de modelos de balance térmico del cuerpo. Este método de cálculo se basa en el confort térmico en estado estable, obtenido a partir de investigaciones en cámaras climáticas de ambiente controlado

A partir de modelos de adaptación. Los cuales se derivan de estudios “en campo” es decir en condiciones reales y en relación al confort térmico de estado estable. (EADIC, 2013, pp 20-21)

2.1.4.3 Transferencia de Calor en Arquitectura.

Proceso por el que se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura.

La transferencia de calor siempre ocurre desde un cuerpo más caliente a uno más frío, como resultado de la Segunda Ley de la Termodinámica. La transferencia de calor ocurre hasta que los cuerpos y su entorno alcancen el equilibrio térmico.

“El calor se transfiere mediante convección, radiación o conducción. Aunque estos tres procesos pueden ocurrir al mismo tiempo, puede suceder que uno de los mecanismos predomine sobre los otros dos” (EcuRed, 2019).

Según el blog Arquitectura & Energía (2015)

La arquitectura y la energía están estrechamente vinculadas: una de las principales funciones de nuestras edificaciones es mantener en su interior una temperatura del aire distinta a la temperatura del ambiente exterior. Para esto es necesario evitar, o al menos reducir, la transmisión del calor por la envolvente del edificio. Principalmente existen tres formas de transferencia de calor: la conducción, la radiación y la convección.

- **Conducción.** La conducción es el paso del calor por contacto directo entre un cuerpo y otro. Este tipo de transferencia de calor es irreversible y transporta el calor de un nivel de energía más alto hacia un nivel inferior.
- **Radiación.** La radiación es la emisión de energía desde la superficie de un cuerpo. La radiación de calor es parte de las ondas electromagnéticas. Por lo general, la energía es transportada por ondas infrarrojas. La radiación térmica es la única forma de transmisión del calor que puede penetrar el vacío.

- **Convección.** La convección se refiere a transferencia de calor en gases y líquidos, al mezclarse partes de diferente temperatura.

En los edificios encontramos, dondequiera que miremos, constantes procesos de transmisión de calor:

La transferencia de calor a través de la envolvente opaca de un edificio sucede fundamentalmente por conducción.

Tanto las ganancias solares como las ganancias internas son básicamente radiaciones de calor.

Las convecciones más importantes en el balance térmico de los edificios son las pérdidas (o ganancias) por ventilación y por infiltraciones.

Casi todos los procesos de transmisión de energía térmica son procesos combinados, la conducción y la radiación casi siempre van acompañados por convecciones.

El acondicionamiento térmico de los edificios se basa en la radiación y en la convección: Mientras la calefacción idealmente es por radiación o una combinación entre radiación y convección, el aire acondicionado por lo general funciona solo por convección.

2.1.4.3.1 Transmitancia Térmica en Arquitectura. “Para determinar las pérdidas de calor de un edificio a través de los elementos que componen la envolvente, surge el concepto de transmitancia térmica (U) que es una característica específica de cada elemento constructivo” (Pastor, 2018, p.1).

“La TRANSMITANCIA TÉRMICA (U) representa la cantidad de calor que atraviesa un cerramiento por tiempo, por superficie y por diferencia de temperatura. Su unidad de medida es $W/m^2 \text{ } ^\circ K$ (Watt por metro cuadrado por Kelvin)” (Pastor, 2018, p.5).

2.1.4.4 Confort Acústico. “La acústica es la rama de la física que estudia la generación, propagación y propiedades del sonido” (Significados, 2019).

El confort acústico es combatir el ruido controlando las molestias consiguientes. Existen dos criterios fundamentales: la absorción y el aislamiento. El confort acústico depende de su combinación.

1.- La absorción acústica pretende mejorar la acústica de un local de tal forma que se reduzca el sonido que vuelve al mismo.

2.- Aislamiento acústico protección de un recinto contra la penetración del sonido. Se trata de reducir el ruido tanto aéreo como estructural, que llega al receptor a través del obstáculo. (Aislamiento acústico, s.f.)

2.1.5 Ciclo del Carbono

Jara (2015) señala:

El carbono corresponde a un elemento esencial para la vida en la tierra y que ejerce un impacto significativo en la atmósfera cuando sus concentraciones se ven alteradas. El ciclo del carbono corresponde a un proceso de transformaciones químicas a los que se ven sometidos aquellos compuestos que contienen carbono, mediante intercambios generados entre la biosfera, atmósfera, hidrosfera y litosfera. Es un ciclo de gran importancia para la supervivencia de los seres vivos, debido a que de éste depende la producción de materia orgánica y su presencia en

la atmósfera afecta directamente a la regulación de la temperatura de nuestro planeta. (p.6)

2.1.6 Efecto Invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno natural que ocurre en la Tierra gracias al cual la temperatura del planeta es compatible con la vida. El proceso es similar al que se da en un invernadero utilizado para el cultivo de plantas, pero a nivel planetario.

Este proceso se inicia con la llegada de la radiación procedente del Sol a la superficie terrestre. La mayor parte de la energía recibida es la denominada “onda corta”. De esta energía, parte es absorbida por la atmósfera -como en el caso de la radiación ultravioleta-, otra parte es reflejada por las nubes, y otra llega a la superficie del planeta -luz visible- calentándolo. (Linea Verde Smarth City, s.f.)

2.1.6.1. Emisiones de Gases del Efecto Invernadero (GEI).

El 11 de diciembre de 1997 los países industrializados se comprometieron, en la ciudad de Kioto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero. Los gobiernos signatarios de dichos países pactaron reducir en un 5% de media las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. El acuerdo entró en vigor el 16 de febrero de 2005, después de la ratificación por parte de Rusia el 18 de noviembre de 2004.

El Protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases provocadores del calentamiento global: dióxido de carbono (CO_2), gas metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF_6), en un porcentaje

aproximado de un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. (Ministerio del Ambiente del Perú, s.f.)

A la fecha el Perú ha elaborado Inventarios Nacionales de GEI con año base 2014, 2012, 2010, 2005, 2000 y 1994, los cuales han permitido identificar los sectores con las mayores emisiones con el fin de promover esfuerzos nacionales de gestión de emisiones. (Ministerio del Ambiente del Perú, 2015a)

2.1.6.1.1 Dióxido de Carbono CO₂. “Gas natural liberado como producto de la combustión de combustibles, algunos procesos industriales y cambios en el manejo de los diversos usos de suelo” (Ministerio del Ambiente del Perú, 2015b).

2.1.7 Huella de Carbono (Footprint)

La huella de carbono representa las emisiones netas de gases de efecto invernadero, expresados como CO₂ equivalente, que produce una organización, un evento, las actividades de un ciudadano, la fabricación de un producto o la prestación de un servicio puesto a disposición del consumidor. Actualmente se usa para medir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera.

De entre estas normas o estándares, el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, Greenhouse Gas Protocol, o GHG Protocol, que incluye edición en español y la Norma ISO 14064, editada en español por la Asociación Española de Normalización (AENOR) como Norma UNE- ISO 14064 (2006) y actualizada en 2012, son las habitualmente utilizadas para hacer comparable el cálculo de la huella de carbono corporativa (huella de carbono de una organización).

Más complejas, por estar basadas en el análisis de ciclo de vida, son las metodologías orientadas a la huella de carbono de un producto. La última norma

internacional que se publicó destinada a la contabilidad y la información de la huella de carbono de los productos es la Norma ISO 14067. (Victoria, s.f.)

“La iniciativa de medir huella de carbono parte del protocolo de Kioto de 1997 que, para frenar el cambio climático, impuso metas de reducción de CO₂ a los países industrializados” (Jara, 2015).

2.1.8 Enfoques de la Huella de Carbono

Según el Ministerio del Ambiente de Chile (s.f.)

La huella de carbono puede ser abordada desde distintos puntos de vista, dependiendo del enfoque o alcance específico. Para cada uno de estos enfoques existen diferentes protocolos o metodologías reconocidas internacionalmente.

- Enfoque Corporativo
- Enfoque de Producto o Servicio
- Enfoque Personal
- Enfoque en Eventos
- Enfoque Territorial
- Enfoques específicos por Industria

Sin embargo, los enfoques más utilizados son:

2.1.8.1 Enfoque Corporativo. Jara (2015) menciona sobre el enfoque corporativo

“cuantifican las emisiones directas, indirectas e involucradas de una empresa para un periodo de tiempo establecido, generalmente un año” (p.10).

2.1.8.2 Enfoque Producto o Servicio (Ciclo de vida). Jara (2015) menciona

sobre el enfoque de producto o servicio:

Determinan las emisiones mediante un análisis de ciclo de vida del producto, es decir a lo largo de toda la cadena de valor incluyendo, en algunos casos, el uso o consumo de éstos y el término de su vida útil. Ha tenido un gran impacto y desarrollo en Europa y Japón, donde el etiquetado de productos es una tendencia creciente y rápidamente se está extendiendo hacia otros países, principalmente países exportadores. Dentro de las metodologías para llevar a cabo una evaluación de la huella de carbono de producto, la de mayor reconocimiento internacional es las especificaciones para la evaluación del ciclo de vida de las emisiones de gases de efecto invernadero de bienes y servicios (PAS 2050:2011) desarrollada por la BSI Group a petición del Gobierno del Reino Unido. Uno de los objetivos de este protocolo consiste en desarrollar estándares de contabilidad y entrega de informes de emisión de CO₂ y promover la adopción del protocolo a nivel mundial. (p.11)

2.1.9 Cálculo de Huella de Carbono

Según Ministerio del Ambiente del Perú (2015b) el cálculo de huella de carbono “consiste en estimar y contabilizar los GEI emitidos por actividades involucradas en la organización de un evento, en los procesos productivos de bienes y/o servicios, y en las actividades que realiza una persona o entidad”.

Según Ministerio del Ambiente del Perú (2015b) el proceso de cálculo de huella de carbono consiste en:

- Identificar las fuentes de emisión de GEI y los responsables de proporcionar dicha información.
- Revisar la información recopilada para el control de calidad.
- Estimar las emisiones de GEI

- Preparar Reporte de la huella de carbono.

Cuadro 1

Normas y referenciales huellas de carbono

ORGANIZACIONES	Cuantificación voluntaria de emisiones GEI de una organización: ❖ Por aplicación del “GHG Protocol” directamente. ❖ Por aplicación de ISO 14064-1 ❖ Ayuda de la guía ISO 14069
PRODUCTOS	Cuantificación voluntaria de emisiones de GEI de ciclo de vida de producto: ❖ Por huella de carbono según PAS 2050 ❖ Por huella de carbono según ISO 14067 ❖ Por aplicación del “GHG Protocol” directamente.
EVENTOS	Cuantificación voluntaria de emisiones GEI del ciclo de vida de un evento y su compensación ❖ Por huella de carbono según PAS 2050/2060 ❖ Por huella de carbono según ISO 14064-1 ❖ Por aplicación del “GHG Protocol” directamente.

Fuente: Ministerio del Ambiente del Perú, Compromiso Perú climático Huella de Carbono, 2015b

2.1.10 Factor de Emisión

El método más usado es el del factor de emisión, donde EPA (2015) señala:

El factor de emisión se define como un valor representativo que intenta relacionar la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera con una actividad asociada a la emisión del contaminante. Estos factores son usualmente expresados como la masa del contaminante dividido por una unidad de peso, volumen, distancia o duración.

2.1.11 Huella de Carbono de los Materiales de Construcción

La huella de carbono de un material de construcción son las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) desde la obtención de materias primas hasta el tratamiento como desperdicios o descomposición, pasando por la fabricación, manufacturación y su transporte hasta obra.

La huella de carbono se mide en toneladas de CO₂ por tonelada de materia.

(Cutecma, 2017)

2.2 Definición de Términos Básicos

AC: Albañilería confinada

MDL: Muros de ductilidad limitada

Guía de Selección: Es un manual que incluye aspectos fundamentales de una materia que ayuda a entender el funcionamiento de algo, o bien que educa a sus lectores acerca de un tema de forma ordenada y concisa.

Factores Determinantes: Elemento, circunstancia o influencia que limita o concreta a producir un resultado.

Técnico Constructivo: Define y caracteriza el proceso constructivo de una edificación.

Económico: Estudio cuantitativo de las partidas necesarias para la construcción de la edificación.

Diseño Arquitectónico: Satisfacer las necesidades de espacios habitables para el ser humano

Urbano Normativo: Bases en la normativa urbana vigente y de regulación que debe seguir la Municipalidad Provincial de Arequipa y Municipalidades Distritales metropolitanas

Acondicionamiento Ambiental: Condiciones ambientales que ofrece la arquitectura con el fin de conseguir una situación de confort en su interior

Impacto Ambiental: El impacto ambiental es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente

GEI: gases de efecto invernadero

Inventario de Efecto Invernadero: Un inventario de GEI es una base de datos que lista, por fuente, la cantidad de GEI emitidos a la atmósfera en un espacio y periodo determinados

Sonido: Energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición.

Ruido: Sonido no deseado que molesta, perjudica o afecta a la salud de las personas.

Ruido Aéreo: Ruido que se transmite a través del aire, golpeando los elementos de la edificación creando vibraciones.

Ruido por Impacto: Se transmite a través de los golpes que afectan directamente en los elementos estructurales de la edificación.

Ruido por Vibración: Se transmite por la vibración de las instalaciones afectando los elementos de la edificación.

Decibel (dB): Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.

2.3 Estado del Arte

Herrera (2007) realiza la tesis de investigación *Asegurando el Valor en Proyectos de Construcción: Una Guía Estratégica para la Clasificación, Evaluación y Selección de Sistemas de un Proyecto de Construcción*, donde desarrolla y propone un modelo matemático que permite realizar esta clasificación, evaluación y selección de los diferentes sistemas que conforman el proyecto de construcción. Esta investigación constituye una herramienta y un aporte a la innovación tecnológica, mediante la aplicación de modelos en el proceso de toma de decisiones para agregar valor a los proyectos de construcción

Zavaleta (2009) elabora la tesis *Análisis y diseño estructural comparativo entre el sistema de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada de una vivienda multifamiliar en la ciudad de Trujillo*, donde se describe y analiza sistemáticamente lo que existe con respecto a las variaciones o las condiciones de la situación. Teniendo como muestra en estudio una vivienda de tipo multifamiliar de cuatro niveles, dos departamentos por nivel, con un área construida de aproximadamente 160.00 m² por nivel. Esta será diseñada y analizada por los Sistemas Estructurales de Muros de Ductilidad Limitada y de Albañilería Confinada.

Kahhat, Crittenden, Sharif, Fonseca, Li, Sawhney y Zhang (2009) realizan el estudio *Environmental impacts over the Life Cycle of Residential Buildings Using Different Exterior Wall Systems*, que tuvo como objetivo identificar y obtener los impactos ambientales de viviendas con diferentes sistemas de muros.

Esta evaluación de viviendas unifamiliares se realizó para el estado de Phoenix, Arizona (EUA). En el análisis se tomaron en cuenta distintos indicadores ambientales como, por ejemplo, el índice de contaminación del aire, el consumo energético, potencial

de calentamiento global, uso de recursos, emisión de desechos sólidos e índice de contaminación del agua. Se trabajó con el software ATHENA (2009), herramienta utilizada para la cuantificación del impacto ambiental durante el ciclo de vida de una vivienda. Además, se hizo uso del software eQuest (2009), para la simulación energética de la fase de uso.

Keoleian, Blanchard y Peppe (2000) realizan el estudio *Life-cycle energy, costs and strategies for improving a single-family house*, en el cual se evaluaron la energía involucrada en el ciclo de vida, las emisiones de gas efecto invernadero y los costos para una vivienda típica de los Estados Unidos. La vivienda contaba con un área de 228 m² y el objetivo fue analizar opciones de conservación de energía en las etapas de pre-uso, uso y fin de vida de la vivienda. Como resultado final, se obtuvo un total de 306 toneladas métricas de material de construcción en la etapa de construcción y mantenimiento de la vivienda. La fase de uso significó el 91% del total de la energía consumida en todo el ciclo de vida, considerándose 50 años de vida útil para la vivienda. Por otro lado, al mismo tiempo fue modelada una vivienda que contaba con la incorporación de estrategias de eficiencia energética. En el análisis comparativo de ambos tipos de casas, los resultados revelaron una gran reducción de energía en la vivienda con incorporación de estrategias de eficiencia energética, resultado que no se dio en el caso de la vivienda típica. Esta diferencia explica la reducción cuantitativa de emisiones de gases efecto invernadero.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

La tesis tiene como objetivo principal realizar un análisis comparativo de los sistemas constructivos de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada para la formulación de una guía de selección pertinente del sistema constructivo en condiciones propias en la fase de estudios previos de un proyecto de vivienda de media densidad en la ciudad de Arequipa.

Considerando que el trabajo de investigación tuvo un sustento teórico, la investigación que se realizó es de tipo correlacional para determinar en qué contextos la guía de selección justifica mejor el uso del sistema de Albañilería confinada o de Muros de Ductilidad Limitada.

La presente investigación se realizó bajo el planteamiento metodológico de enfoque mixto, tanto con una investigación cualitativa y cuantitativa. Del enfoque mixto se tomó cálculos, entrevistas, y distintas clases de evidencia.

Las técnicas de recolección de datos que se utilizó fueron: investigación documental, investigación de campo, entrevistas, cuestionarios, observaciones directas.

La investigación comparativa fue dividida en 3 niveles: descriptivo, analítico y experimental y en cada nivel se propuso líneas de investigación y en cada línea, diferentes variables tanto cualitativas como cuantitativas, que serán explicadas detalladamente a continuación:

Nivel 1: Descriptivo

3.1 Línea de investigación 1: Técnico Constructivo

Estudio que permite describir los aspectos técnicos constructivos necesarios para la ejecución de cada sistema a comparar.

En esta línea de investigación se realizó una descripción mixta tanto cualitativa como cuantitativa de los elementos y procesos constructivos de cada sistema en la ejecución de casco gris del proyecto y se formularon las siguientes variables:

3.1.1 Continuidad Estructural

Análisis del comportamiento de la continuidad de las estructuras de los sistemas constructivos de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada, en planta, cortes y las posibles variaciones de sus elementos sin alterar la concentración de esfuerzos. Para esta variable se realizó primero la técnica de recolección de información en investigaciones documentales y de campo seguido de un procesamiento de la información de forma descriptiva-explicativa.

3.1.2 Materiales Empleados- Especificaciones

Análisis técnico de límites máximos permisibles de cada material. En esta variable se realizó primero la técnica de recolección de información del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento en la norma E.070 de Albañilería del RNE, la Norma E.060 de Concreto Armado del RNE y la norma E.030 del RNE Sismo resistente, para la descripción técnica de límites máximos permisibles de cada material en el sistema de Albañilería Confinada y el sistema de Muro de Ductilidad Limitada.

3.1.3 Equipos y/o Herramientas

En esta variable se realizó primero la técnica de recolección de información en investigaciones documentales seguido de un procesamiento de la información de forma descriptiva-explicativa de los equipos y herramientas en cada sistema constructivo y la complejidad que se requiere para ser usado por mano calificada.

3.1.4 Mano de Obra

En esta variable se realizó primero la técnica de recolección de información en investigaciones documentales seguido de un procesamiento de la información de forma descriptiva-explicativa de los diferentes tipos de mano de obra en cada sistema constructivo.

Como herramienta de procesamiento y síntesis de los datos obtenidos se usó diagramas y cuadros de resumen y comparativos.

3.1.5 Continuidad del Proceso Constructivo

Se consideró escenarios ideales en ambos sistemas, sin paralizaciones de obra.

3.1.6 Encofrado

Se desarrolló el encofrado de madera y metálico, donde se consideró: elementos, mano de obra, herramientas y equipos, evaluación técnica y económica.

Nivel 2: Analítico

3.2 Línea de Investigación 2: Económico

Valorización económica de las variables técnicas de la ejecución de la obra hasta casco gris del proyecto, tomando como muestra un edificio multifamiliar de 5 niveles, que permitió una apreciación de los recursos necesarios para elaborar un proyecto con ambos sistemas constructivos.

En esta línea de investigación se realizó un análisis cuantitativo y se formularon las siguientes variables:

3.2.1 Metrado

Se realizó el metrado del edificio en casco gris en ambos sistemas constructivos.

3.2.2 Presupuesto

Se tomó como referencia precios unitarios de otros presupuestos realizados en la ciudad de Arequipa en ambos sistemas en el año 2020.

3.2.3 Programación de Obra

Se tomó los rendimientos de la revista “Costos y Presupuestos–Capeco” para Albañilería Confinada. Para el sistema de Muro de Ductilidad se tomó rendimientos del presupuesto analizado.

Para el cálculo de días se usaron la siguiente formulas:

$$\text{Duración (días)} = \frac{\text{Metrado}}{\text{Rend. diario de 1 cuadrilla} \times \# \text{ de cuadrillas}}$$

Ecuación 1: Cálculo de número de días

Además, es importante que el tiempo se coloque en días, considerando 1 día de trabajo = 8 horas.

$$\text{Tiempo(días)} = \frac{\text{Tiempo(hrs)}}{8 \text{ hrs/día}}$$

Ecuación 2: Cálculo de número de días referido a las horas de trabajo.

Como herramienta de procesamiento y síntesis de los datos obtenidos se usó gráficos y cuadros de resumen comparativos.

3.3 Línea de Investigación 3: Urbano Normativo

Se propuso esta línea de investigación basado en lo que manifiesta el IMPLA (2016) “Instrumento basado en la normativa urbana vigente y de regulación que debe seguir la Municipalidad Provincial de Arequipa y Municipalidades Distritales

metropolitanas en materia de planeamiento y gestión del suelo, acondicionamiento territorial y desarrollo urbano y rural”.

Este análisis se realizó en base al PDM del IMPLA de la ciudad de Arequipa para representar las actuales soluciones a las necesidades reales.

En esta línea de investigación se realizó un análisis mixto tanto cualitativo como cuantitativo y se han formulado las siguientes variables:

3.3.1 Área del Terreno

Se consideró las áreas mínimas establecidas en la norma para densidad media y se realizaron los cálculos de las áreas que exige la norma para hacer un análisis de lo que ocurre en áreas mínimas y que ocurre con áreas mayores. Se usó la técnica de recolección de información, datos y parámetros del PDM del IMPLA de la ciudad de Arequipa.

3.3.2 Área Ocupada

Análisis del área ocupada y el desarrollo de las áreas restantes según norma de arquitectura A.020 de vivienda del RNE.

3.3.3 Área Construida

Análisis de la parte edificada que corresponde a la suma de las superficies de los pisos según norma de arquitectura A.020 de vivienda del RNE.

3.3.4 Número de Viviendas

Cumplimiento del número de viviendas mínimo bajo el cumplimiento de todos los parámetros establecidos en el PDM.

3.3.5 Área Libre

Se realizó un análisis del área exigida en la norma de Arquitectura A.020 y el PDM considerando además el área de esparcimiento obligatorio.

3.3.6 Área Permeable

Se analizó la disponibilidad del terreno para el cumplimiento de área requerida, porcentaje que se encuentra en reciente implementación.

3.3.7 Área Ocupada del Estacionamiento y Número de Estacionamientos

Análisis de las áreas y los números de estacionamientos exigidos por la norma. En este punto fue necesario hacer una comparación y análisis con la continuidad estructural de los sistemas constructivos.

Para el análisis de las siguientes variables se realizó una descripción y un análisis crítico usando la técnica de observación de edificios existentes de ambos sistemas.

Como herramienta de análisis se realizarán modelos 3D para estudiar diferentes casos con un análisis de las respuestas a la normativa sino también un análisis crítico del correcto desarrollo que corresponda con las necesidades reales de los usuarios. Luego de haber obtenido todos los datos por cada variable, como herramienta de procesamiento y síntesis de datos se armó un cuadro resumen y comparativos además de diagramas e infografías.

3.4 Línea de investigación 4: Diseño Arquitectónico

Esta línea de investigación está referida a la flexibilidad de las cualidades y a las posibilidades de diseño que cada sistema constructivo posee, para lo cual primero se realizó la observación y luego se planteó las siguientes variables, que se analizaron individualmente.

3.4.1 Tipología

Se analizó la posibilidad de variación de tipologías de cada sistema constructivo en relación con su continuidad estructural mediante la observación, análisis crítico y

revisión bibliográfica. Además, se analizó el área ocupada por muros en ambos sistemas constructivos.

3.4.2 Acabados

Se analizó las opciones de acabados y los trabajos que se deben realizar para los acabados de estructuras y de muros, con un análisis de materiales y trabajos necesarios y su incidencia en el aspecto de costos y tiempo mediante la observación, análisis crítico y revisión bibliográfica.

3.4.3 Flexibilidad

Se realizó un análisis crítico de las posibilidades de rediseño y remodelaciones en cada sistema según las necesidades de los usuarios en el tiempo.

De igual manera se realizó un análisis crítico de las condiciones de diseño para las instalaciones sanitarias y eléctricas.

3.4.4 Imagen

Se analizó las posibilidades de composición de imagen de las fachadas, espacios exteriores y los factores que lo determinan para ambos sistemas mediante la observación, análisis crítico y revisión bibliográfica.

3.4.5 Función- Espacio

Se analizó la funcionalidad, eficiencia de los espacios, criterios de estructuración y consideraciones del reglamento nacional de edificaciones y el reglamento nacional de construcciones.

3.4.6 Criterios de Confort Ambiental

Se realizó un análisis de los criterios y premisas básicas de diseño considerando las condiciones climáticas de Arequipa.

3.4.7 Percepción del Usuario

Se realizó un análisis crítico de las percepciones de los habitantes de mediante encuestas.

Como herramienta de procesamiento y síntesis de los datos obtenidos se usó gráficos y cuadros comparativos.

3.5 Línea de Investigación 5: Impacto Ambiental

Esta línea de investigación tuvo como primer objetivo identificar y evaluar el impacto negativo al medio ambiente durante la ejecución de la construcción de multifamiliares hasta casco gris, que usan los sistemas de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada en la ciudad de Arequipa.

Como segundo objetivo se realizó la identificación de los elementos que pueden ser reutilizados o reciclados de manera que se puede plantear alternativas para la reducción del impacto negativo.

Se tomó como muestra un multifamiliar de 5 pisos y se realizó los cálculos para el sistema de Albañilería Confinada y para Muros de Ductilidad Limitada. Debido a que esta investigación consiste en una comparación se ha buscado que ambos sistemas se encuentren en las mismas condiciones; por lo que ambos sistemas serán analizados en la ejecución del proyecto hasta casco gris, como se realizó en la línea de investigación II Económico.

3.5.1 Huella de Carbono

La primera parte del análisis estuvo enfocada en el cálculo de emisiones de GEI. El método que se usó para la valoración del impacto ambiental fue la medición de Huella de Carbono cuyo enfoque fue el de Productivo o Servicio y su análisis en todo su ciclo de vida; sin embargo, la metodología ha sido modificada para el objeto de estudio.

Las etapas para realizar las mediciones son las siguientes:

1. Cuantificar los materiales usados hasta casco gris de cada sistema.
2. Identificar los factores de emisión que para el caso de la investigación se usaron valores establecidos en el inventario nacional de gases de efecto invernadero (Perú-2012) y también apoyados en fuentes internacionales.
3. Conversión a toneladas de CO₂ equivalente.

La multiplicación de los datos de actividad por el factor de emisión permite calcular la cantidad emitida para cada tipo de gas de efecto invernadero. Para poder sumar, las cantidades de los diferentes gases emitidos deben ser expresados como CO₂ equivalente (CO₂eq). La transformación a unidades equivalentes se hace tomando como referencia el potencial de calentamiento global (Global Warming Potential) de cada uno de los gases. En consecuencia, para la huella de carbono se deben contemplar las emisiones de cualquiera de los 7 gases o grupos de gases señalados convertidos a CO₂ equivalente. (Victoria, s.f.)

En consecuencia, usaremos la siguiente fórmula para calcular las emisiones por material en cada sistema:

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)} = \text{Masa de Material (Ton)} \times \text{Factor de Emisión}$$

Ecuación 3: Huella de Carbono

Finalmente se realizó una sumatoria general de todas las emisiones para obtener un valor total por sistema.

3.5.2 Reducción de Emisiones CO₂eq

En la segunda parte del análisis se realizó un análisis crítico de las posibilidades de reciclaje de los materiales y elementos que condicionan los sistemas constructivos y se plantearon recomendaciones y alternativas existentes en otras realidades para la mitigación de los impactos ambientales negativos que podrían ser implementados en nuestro país.

Como herramienta de procesamiento y síntesis de los datos obtenidos se usó diagramas, gráficos, y cuadros de resumen y comparativos.

Nivel 3: Analítico Experimental

3.6 Línea de Investigación 6: Confort Ambiental

En esta línea de investigación se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo, para esta línea se tomaron dos tipos de confort ambiental: confort térmico y confort acústico debido a que estos dos confort están condicionados por el sistema constructivo mientras que el confort lumínico, olfativo y psicológico estos sujetos al diseño arquitectónico y a las habilidades del diseñador y no al sistema constructivo usado, para esta línea de investigación se formularon las siguientes variables:

3.6.1 Confort Térmico

Para esta variable se calculó la transmitancia térmica de los elementos que componen la envolvente del edificio: muros, piso y techos. Para la primera parte del análisis se hizo un cálculo teórico de transmitancia térmica para el sistema de Albañilería Confinada y de Muros de Ductilidad Limitada con todos los materiales y elementos que lo

componen. Para la segunda parte se realizó un contraste de los datos obtenidos con la norma EM 110 Confort Térmico y Lumínico con eficiencia energética.

El cálculo que se realizó es aplicable a la parte opaca de todos los cerramientos en contacto con el exterior como muros de fachada, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior. La fórmula para el cálculo de la transmitancia fue la siguiente:

$$U=1/R_T (W/m^2K)$$

Ecuación 4: Expresión de la transmitancia

Siendo:

e: espesor de la capa (m): En caso de una capa de espesor variable se considera el espesor medio

λ: conductividad térmica del material que compone la capa, que se puede calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNEEN 10456:2012.

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas:

$$R = e / \lambda$$

Ecuación 5: Expresión de la resistencia térmica total

Donde:

R_T (m^2K/W) es la resistencia térmica total del elemento constructivo.

$$R_t = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Ecuación 6: Expresión de la resistencia térmica.

Siendo:

$R_1, R_2, R_3 \dots R_n$ las resistencias térmicas de cada capa.

Rsi y Rse las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente.

3.6.2 Confort Acústico

Para esta variable se realizó pruebas de campo, se generó sonidos, aquellos que mayor molestia generan en la convivencia.

Estos sonidos fueron generados en un espacio de la vivienda. Se generó el sonido (fuente de sonido), se tomó su intensidad en decibeles y luego se tomó el ruido que atraviesa las barreras (muros y losas) en un determinado tiempo. Se realizó las pruebas en ambos sistemas, en las mismas condiciones vale decir: la misma intensidad de fuente de sonido, la misma distancia hacia la barrera y la misma distancia de toma de sonido. Se usó un sonómetro como herramienta de trabajo y una vez obtenido los valores se realizó los cálculos y las comparaciones con los niveles permitidos para el hombre, bajo la norma EM 110 Confort Térmico y Lumínico con eficiencia energética, Norma NBE- CA – 88 y la Ordenanza N°262 de la ciudad de Arequipa. El enfoque de la investigación fue mixto: cuantitativo y cualitativo.

1. Intensidad Acústica: Se realizó un análisis cuantitativo que se midió con un sonómetro, posterior a esto se realizó un análisis de los aislantes acústicos en ambos sistemas constructivos.
2. Tipos de ruido según la fuente: En este aspecto se analizó el tipo de ruido en las viviendas considerando su origen, naturaleza, ubicación, distancia con referente a la vivienda. Se consideró un aspecto mixto donde los instrumentos de recolección de datos fueron la observación, medición sonora, encuestas.

3. Efectos del ruido: Con los datos anteriores se comparó con lo permitido por el hombre y los posibles efectos según el Instituto Nacional de Protección del Medio Ambiente para la Salud a cargo del Ministerio de Salud del Perú.

Como herramienta de procesamiento y síntesis de los datos obtenidos se usó diagramas, gráficos, y cuadros comparativos.





CAPÍTULO IV

TÉCNICO CONSTRUCTIVO

Para la presente línea de investigación se empleó el Método Descriptivo dividido en 6 ítems que servirán para identificar las características principales de los sistemas constructivos en estudio: Continuidad Estructural, Materiales Empleados y Especificaciones, Equipos y Herramientas, Mano de Obra, Continuidad del proceso constructivo y Encofrados.

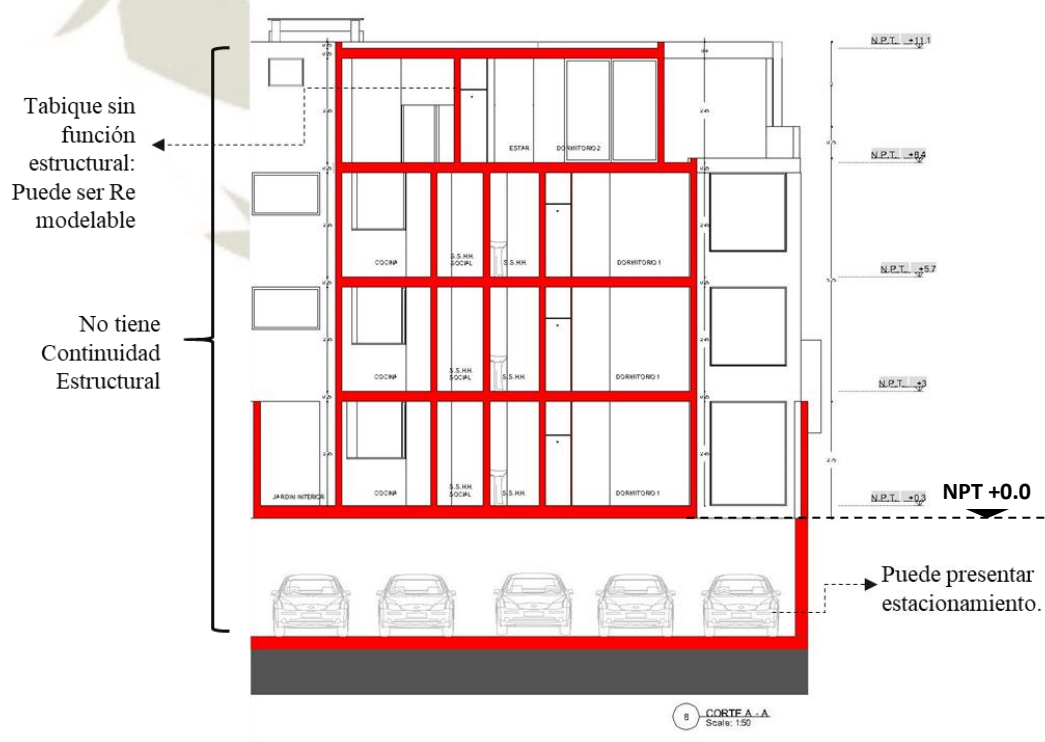
4.1 Continuidad Estructural

4.1.1 Sistema de Albañilería Confinada

No todos sus muros tienen función estructural, por ello algunos muros pueden ser perforados, modificados o quitados por el usuario. Es un sistema que permite estacionamientos en los primeros niveles o en el sótano.

Figura 1

Continuidad estructural de AC



Fuente: Propia

4.1.1.1 Elementos Estructurales.

4.1.1.1.1 Cimiento. Concremax (2019) indica sobre el cimiento que “debido a la presencia de muros portantes, el tipo de cimentación que se usa generalmente es el denominado “cimiento corrido” y sus medidas (base y peralte) dependen del tipo de suelo y el peso a soportar”.

Figura 2

Excavación para cimiento



Fuente Propia

4.1.1.1.2 Columna. Concremax (2019) indica sobre la columna que es el “elemento estructural vertical de concreto armado que se construye en los extremos de un muro, o en sus encuentros con otros muros sean estos en T, L o en cruz o a cada 4 o 5 metros como máximo”.

Figura 3

Columna



Fuente: Propia

4.1.1.1.3 Vigas. Concremax (2019) indica sobre la viga:

Elemento estructural horizontal de concreto armado, que toma el nombre de viga solera cuando su ancho es igual al del muro y este no presenta vanos, siendo su peralte igual al del techo o mínimo 17cm, o viga de amarre cuando su ancho es mayor al del muro y su peralte igual al del techo o mayor, las vigas sirven para amarrar las columnas y el techo.

Figura 4

Encofrado de viga



Fuente: Propia

4.1.1.1.4 Muros Portantes. Concremax (2019) indica sobre los muros portantes lo siguiente:

Los muros portantes le proporcionan la fortaleza y la solidez necesarias a una vivienda, están contruidos de tal forma que pueda trasmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación, estos muros componen la estructura de una edificación y deberán tener continuidad vertical.

Figura 5

Muro portante



Fuente: Propia

4.1.1.1.5 Muros de Corte o Placas. Concremax (2019) indica sobre los muros de corte o placas lo siguiente “El muro de corte es un elemento que se comporta de una manera muy rígida lo que evita excesivos desplazamientos en su dirección más larga”.

Figura 6

Muro de corte



Fuente: Propia

4.1.1.1.6 Losa Aligerada. Concremax (2019) indica sobre la losa aligerada que “los techos forman parte de la estructura de una vivienda, están hechos de concreto armado y se utilizan como entrepisos. Pueden apoyarse sobre los muros portantes, vigas o placas”.

Las losas aligeradas cumplen básicamente tres funciones:

- Transmitir hacia los muros o vigas el peso de los acabados, su propio peso, el peso de los muebles, el de las personas, etc.
- Transmitir hacia los muros las fuerzas que producen los terremotos.
- Unir los otros elementos estructurales (columnas, vigas y muros) para que toda la estructura trabaje en un conjunto, como si fuera una sola unidad.

Figura 7

Losa aligerada



Fuente: Propia

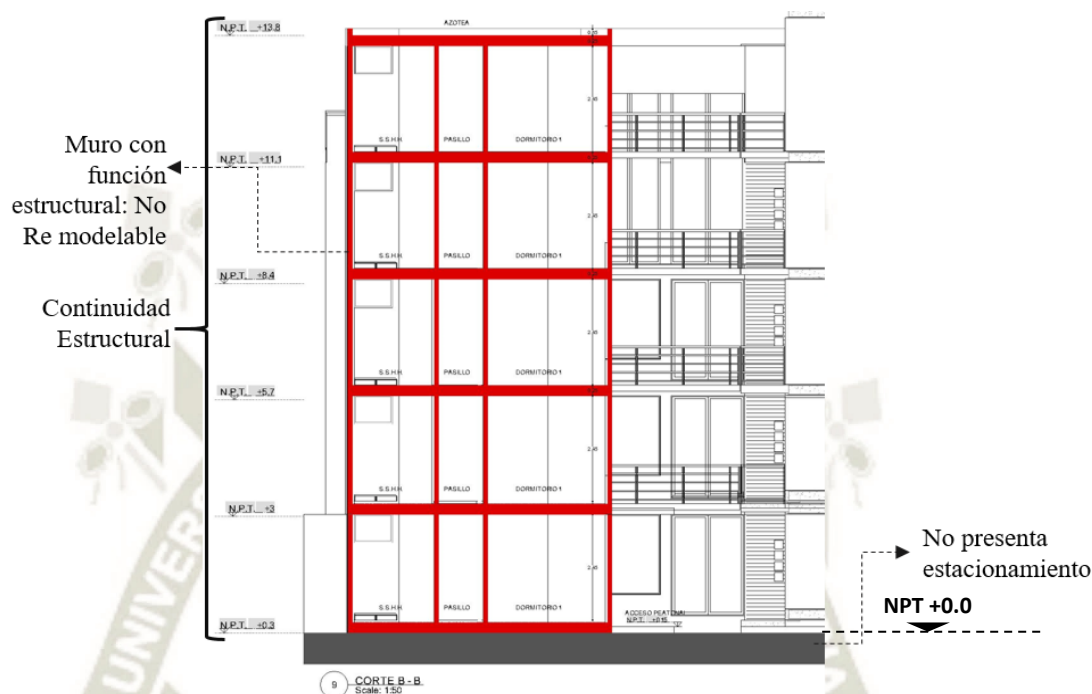
4.1.2 Sistema de Muros de Ductilidad Limitada

Al tener todos sus muros función estructural, estos no pueden ser modificados, perforados, quitados o realizar modificaciones en las instalaciones del edificio.

No se tiene estacionamientos en los primeros niveles ni en sótanos, estos son ubicados generalmente en el área libre.

Figura 8

Continuidad estructural de MDL



Fuente Propia

4.1.2.1 Elementos Estructurales. Delgado y Peña (2006) en su tesis de pregrado *Edificios peruanos con muros de concreto de ductilidad limitada* de la Pontificia Universidad Católica del Perú, describe los siguientes elementos estructurales:

4.1.2.1.1 Platea de Cimentación. Delgado y Peña (2006) indica:

Una platea de cimentación superficial es una placa de hormigón apoyada sobre el terreno la cual reparte el peso y las cargas del edificio sobre toda la superficie de apoyo, además sirve como contrapiso y que suele tener nervaduras denominadas dientes de cimentación. Las principales características de la platea de cimentación son el espesor de la losa, las dimensiones de los dientes el refuerzo empleado, y las espigas para el traslape del refuerzo vertical en los muros. (p. 29)

Figura 9

Platea de cimentación



Fuente: Propia

4.1.2.1.2 Muro de Ductilidad. Delgado y Peña (2006) indica sobre los muros de ductilidad:

Son muros de concreto armado portantes y los espesores de muros son entre 10, 12 y 15 cm, siendo más comunes los de 10 y 12 cm. En algunos edificios de mayor altura (8 o más pisos) se emplean muros de 15 cm o más. (p. 35)

Figura 10

Encofrado de muro de ductilidad



Fuente: Propia

4.1.2.1.3. Losa Maciza. Delgado y Peña (2006) indica sobre las losas macizas lo siguiente “Las principales características de las losas de techo son el espesor de la losa, las dimensiones de los ensanches, el refuerzo empleado y las juntas” (p. 47).

Figura 11

Losa maciza



Fuente: Propia

4.2 Materiales Empleados- Especificaciones

4.2.1 Sistema de Albañilería Confinada

4.2.1.1 Concreto. El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) norma requisitos, exigencias del control de la calidad y ensayo de los materiales, así como el producto final del concreto.

En el cuadro 2 se muestra las clases de concreto en relación a su uso y resistencia.

Cuadro 2

Clases de concreto

CLASES DE CONCRETO	USO	Materiales							f'c kg/cm ²
		Cemento	Arena gruesa	Piedra chancada	Hormigon	Arena Fina	Piedra de zanja	Piedra cajon	
Concreto simple	SOLADO	1 bls			4 BUGGIES				80
	FALSO PISO	1 bls			4 BUGGIES				80
	CONTRAPISO	1 bls	1 1/2 BUGGIES						
Concreto Ciclopeo	ZANJA DE CIMENTACION	1 bls			3 1/3 BUGGIES		30%		100
	SOBRECIMIENTO	1 bls			2 1/2 BUGGIES			25%	100
Concreto armado	COLUMNAS, MUROS DE CONTENCIÓN, TECHOS, VIGAS Y SOBRECIMIENTO ARMADO	1 bls	1 BUGGY	1 BUGGY					175

Fuente: Propia basada en Aceros Arequipa, Manual del Maestro Constructor, 2010

La Norma Peruana de Concreto Armado E.060 (2009) del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, en el Capítulo 3, detalla los requerimientos que deben cumplir los materiales que componen el concreto: cemento, agregados, agua, acero y aditivos. Haciendo referencia a las normas NTP y ASTM.

4.2.1.2 Mortero. Material que sirve como unión entre las unidades de albañilería (ladrillo) y corregir las irregularidades de las juntas. Está compuesto de cemento, arena gruesa y agua. En la Norma E.070 de Albañilería (2006) del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, especifica las proporciones volumétricas de la mezcla, que se indica en el cuadro 3.

Cuadro 3

Proporciones volumétricas para mortero norma E.070 de Albañilería

TIPO	CEMENTO	ARENA GRUESA
P1 (Muro portante con cal)	1	3 a 3.5
P2 (Muro portante sin cal)	1	4 a 5
NP (Muro No Portante)	1	6

Fuente: Propia basada en Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento Norma E.070

Albañilería, 2006

Además, la Norma ASTM C-270 detalla los tipos de mortero y los requerimientos de cada uno de ellos.

4.2.1.3 Acero Corrugado. El acero usado en el Perú para concreto armado es de grado 60 y de sección circular producido por SiderPerú y Aceros Arequipa.

La Norma de Concreto Armado E.0.60 (2009) del Reglamento Nacional de Edificaciones, los aceros en el Perú para refuerzo debe cumplir con la Norma Técnica Peruana 341.031.

Cuadro 4

Normas para aceros peruanos según la norma E.060 de Concreto Armado

ESPECIFICACIONES	NORMA	
Barras de acero al carbono con resaltes y lisas para hormigón (concreto) armado	Norma Técnica Peruana 341.031	Para Albañilería Confinada
Barras con resaltes y lisas de acero de baja aleación para hormigón (concreto) armado	Norma Técnica Peruana 339.186	

Fuente: Propia basada en Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento Norma E.060

Concreto Armado, 2009

Para Albañilería confinada se usa como refuerzo acero de grado 60 ASTM A615, con las características explicadas en el cuadro 5.

Cuadro 5

Características generales del acero ASTM A615 fabricado en el Perú

PROPIEDADES MECANICAS	CARACTERISTICAS	VALOR
	Límite de Fluencia (fy)	4280 kg/cm ² mín.
	Resistencia a la Tracción (R)	6320 kg/ cm ² mín.
	Relación R/fy	≥125
	Alargamiento de rotura 6 mm, 8 mm, 3/8", 12 mm, 1/2", 5/8" y 3/4"	9% mín.
	Alargamiento de rotura 1"	8% mín.
	Alargamiento de rotura 1 3/8"	7% mín

Fuente: Propia basada en Aceros Arequipa, Catálogo de Productos y servicios

SiderPerú y Aceros Arequipa ofrecen al mercado las presentaciones de acero que se muestran en el cuadro 6:

Cuadro 6

Presentación de barras de acero corrugado en el Perú

DIÁMETRO DE BARRA		SECCIÓN	PERIMETRO	PESO METRICO NOMINAL
Pulg.	mm	(mm ²)	(mm)	(kg/m)
-	6	28	18.8	0.220
-	8	50	25.1	0.395
3/8.	-	71	29.9	0.560
-	12	113	37.7	0.888
1/2.	-	129	39.9	0.994
5/8.	-	199	49.9	1.552
3/4.	-	284	59.8	2.235

1	-	510	79.8	3.973
1 3/8.	-	1006	112.5	7.907

Fuente: Aceros Arequipa, Fierro Corrugado ASTM A615-Grado 60/ NTP 341.031-Grado 60

4.2.1.4 Unidad de Albañilería (Ladrillo). La Norma E.070 de Albañilería (2006)

del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, antiguamente norma NTP, está encargada de velar por la calidad de los productos, clasifica a las unidades desde el punto de vista cualitativo, pruebas que consisten en Prueba de Absorción de humedad, Densidad, alabeo, Variabilidad Dimensional, Porcentaje de perforaciones, resistencia a la compresión, Resistencia a la tracción.

Los ladrillos para muros portantes se pueden clasificar en cinco tipos de acuerdo a su variación de dimensión y resistencia a la compresión (f'_c), para albañilería confinada se usa el ladrillo IV.

Cuadro 7

Clase de unidad de Albañilería para fines estructurales norma E 0-70 de Albañilería

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_c mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

PARA ALBAÑILERÍA
CONFINADA

- (1) Bloque usado en la construcción de muros portantes
(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Fuente: Propia basada Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Norma E.070

Albañilería, 2006

La NTE E.030 Diseño Sismorresistente (2018) del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, detalla que la ciudad de Arequipa es altamente sísmica y está en la Zona III y IV por lo que se debe usar ladrillo solido industrial.

Cuadro 8

Limitaciones en el uso de la unidad de Albañilería

TABLA 2 LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

CIUDAD DE
AREQUIPA

Fuente: Propia basada en Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento Norma E.070

Albañilería, 2006

4.2.1.5 Encofrado de Madera. Los encofrados tienen la función de moldear el concreto, controlando la posición y los alineamientos, por lo que debe cumplir con: Calidad, Seguridad y Economía.

En el cuadro 9 podemos observar las maderas existentes en el Perú para su utilización en encofrados en la construcción en el Perú.

Cuadro 9

Relación de maderas para la producción encofrados

NOMBRE COMÚN	NOMBRE INTERNACIONAL	PROCEDENCIA	MOE tn/cm2	MOR kg/cm2
Cachimbo	Bacú (Ven)	Huánuco, Loreto, Madre de Dios.	131	735
Casho	Canela, Lauro Branco	Tingo Maria	118	581
Congona	Guaimaro, Barimiso, Breadnut	Ucayali, Loreto, Amazonas, Cuzco, Huánuco, Junín, Madre de Dios, Pasco y San Martin	117	785
Copaiba	Copaiba, Cupay	Loreto y Ucayali	112	736
Cumula	Virola, Banak, Ucukiba	Loreto, Ucayali y San Martin	106	447
Diablo fuerte	Manio, Podocarpus (U.S.A)	Ceja de selva (vertiente oriental y vertiente occidental de los Andes.	99	580
Lupuna	Lupuna	Loreto (Yurimaguas), Ucayali (Pucallpa, Contamana), Huánuco (Tingo Maria) y San Martin (Tarapoto).	47	232
Machin	Zapote	Loreto, Ucayali y San Martin.	131	552
Moena	Louro, Laurel	Iquitos, Pucallpa y Huánuco.	105	584
Requia	Bosee (Afr.)	Loreto, San Martin y Ucayali	154	750
Shiringa	Seringueura, Hevea.	Loreto, Ucayali, Huánuco (Bosque Nacional del Iparía)	92	472
Tamamuri	Tamamuri	Loreto, Ucayali y Huánuco	140	874
Tornillo	Tornillo, Cedro Rana	Iquitos, Huánuco y Cuzco.	108	576
Ubos	Caja (Bra), Hobo (Col), Jobo (Guy), Mombi (Guy Fran), Hobo (Ecu), Jobo (Pan), Mope (Sur), Jobo (Ven), Hogplum, Wild plum	Loreto, Madre de Dios, San Martin, Ucayali, Huánuco, Junin, Pasco, Cuzco y Apurimac	80	400
Ucshaquir o blanco	Milingo (Bol) Jibaro, Zapatero blanco (Ven), Tachyseiro blanco (Bra), Yawarridana (Guy)	Loreto, Madre de Dios, San Martin y Ucayali.	110	699

Vilco Colorado	Bostamarinde (Sur), Cenicero (Am.C), Humo, Tenaza (Mex), Saman, Hueso de Pescado (Ven)	Huánuco	119	713
Yachama	Mastate	Amazonas, Huánuco, Paseo, Junin, Loreto, Madre de Dios y San Martin.	79	500
Yacushapana	Nargustia (Hond), Amarillo (Pan), Fukadi (Guy), Amarillo, Palo amarillo (Par), Guyabi amarillo (Urug), Roble de esmeralda (Ecu)	Amazonas, Cuzco, Huánuco, Junin, Loreto, Madre de Dios, Pasco Y Ucayali.	127	767

Fuente: Citemadera Perú, Compendio de Información Técnica de 32 Especies Forestales, Tomo I y II, 2008



En el cuadro 10 se muestran los triplay más comunes en el mercado peruano usados para encofrado:

Cuadro 10:

Tipos de triplay comercializados en el Perú

TIPOS DE TRIPLAY
Triplay de Lupuna
Triplay de Copaiba
Triplay fenolico de Lupuna
Triplay de Copaiba con pegamento MR ¹
Triplay fenolico FILM

Fuente: Sencico, Uso de la madera para encofrados para la construcción en el Perú, 2016

La Norma Técnica Peruana de Madera E.010 (2014) del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, detalla la madera para uso estructural, y en la NTP E.060 (2009) en su capítulo 6 se tiene información del uso de madera para encofrados, teniendo como requisitos: Velocidad y procedimiento de colocación del concreto, cargas de construcción, verticales horizontales, y de impacto y por último requisitos de los encofrados especiales empleados en la construcción de cáscaras, cúpulas, concreto arquitectónico o elementos similares.

En el cuadro 11 se observa las dimensiones comerciales de tableros contrachapados presentados por la Norma Técnica Peruana 251.039

¹ Pegamento: Resistente a la humedad

Cuadro 11

Dimensiones comerciales de tableros contrachapados

EQUIVALENCIAS	TOLERANCIAS
(7" x 3")	*En el largo y ancho: +/-6mm *En el espesor: de 3 mm a 5 mm+/- 0.3mm *De 6 mm a 10 mm+/- 0.4mm *De 11 mm a 15 mm+/- 0.5 mm *De 16 mm a 20 mm+/- 0.7mm *De 21 mm en adelante +/- 1.0mm
(7" x 4")	
(7" x 5")	
(8" x 3")	
(8" x 4")	
(8" x 5")	
(10" x 5")	

Fuente: Propia basada en Norma Técnica Peruana 251.039, 2010

Además, también la norma exige que se realicen ensayos físicos mecánicos para la madera. En el cuadro 12 se muestra las diferentes normas para ensayos físicos- mecánicos.

Cuadro 12

Norma para ensayos físicos-mecánicos de la madera

NORMA	CARACTERISTICA
NTP 251.042:1979.	“TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADOS. Ensayo de encolado. Ensayo físico”
NTP 251.043:1979	“TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADOS. Ensayo de encolado. Ensayo biológico”
NTP 251.057:1980	“TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADOS. Determinación de la densidad”.
NTP 251.064:1982.	“TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADOS. Medidas de las dimensiones, rectitud y del escuadrado de tableros”.
NTP 251.066:1982.	“TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADOS. Ensayo de flexión”.
NTP 251.080:1986.	“TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADOS. Ensayo de extracción de clavos”.

NTP 251.081:1986.	“TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADOS. Ensayo de dureza”.
NTP 251.082:1986.	“TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADOS. Ensayo de extracción de tornillos”.
NTP 251.083:1986.	“TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADOS. Ensayo de tracción paralela a las caras”.
NTP 251.084:1986.	“TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADAS. Ensayos de expansión y contracción debido a cambios en el contenido de humedad”.
NTP 251.090:1986.	“TABLEROS DE MADERA CONTRACHAPADAS. Determinación de la resistencia a la perforación dinámica”.

Fuente: Sencico, Uso de madera para encofrados para la construcción en el Perú, 2016

Se considera la Norma Estadounidense Ps1-95, que detalla las especies de madera, clasificación de chapas, obligaciones en pegamentos, construcción de paneles y mano de obra, dimensiones y tolerancias, marcado, contenido de humedad, y el embalaje de madera contrachapada destinados a la construcción y usos industriales.(Sencico, 2016)

4.2.2 Sistema Muro de Ductilidad Limitada

4.2.2.1 Concreto. Según Delgado y Peña (2006) Para muros de Ductilidad limitada con grosor de 10 cm a 12 cm y en casos especiales de 15 cm se requiere características de uniformidad, trabajabilidad, resistencia y durabilidad.

Al igual que en Albañilería Confinada, el Reglamento Nacional de Construcciones (RNE) la norma Concreto Armado E.060 (2009) del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, norma requisitos, exigencias del control de la calidad y ensayo de los materiales, así como el producto final del concreto premezclado.

Delgado y Peña (2006) indica “Otras normas que regulan los materiales y el producto final del concreto premezclado son la norma ASTM C94 (premezclado) y la norma ACI – 318” (p.15).

El concreto premezclado tiene distintos diseños de mezcla dependiendo de su uso. Para luego ser transportados en camiones concreteros hasta la obra y ser vaciados por bombas o carretillas. En el cuadro 13 se muestra los tipos de mezcla de concreto.

Cuadro 13

Tipos de mezclas de concreto

	LOSAS DE CIMENTACION	MUROS	LOSAS DE TECHO
Resistencia nominal a la comprensión	Se especifica de 175 a 210 kg/cm ² , sin embargo, es más común el uso de concretos de 175 kg/cm ²		
Resistencia de probetas de los 28 días	30% más de la resistencia específica		
Slump	3" a 4"	6" a 8"	3" a 4"
Tamaño máximo de partículas	HUSO N° 57 de la norma ASTM (1")	HUSO N° 67 de la norma ASTM (3/4")	HUSO N° 57 de la norma ASTM (1")
Aditivos	Se emplean aditivos plastificantes y en algunos casos fibras de polipropileno para disminuir la aparición de fisuras.	Se emplean aditivos plastificantes de rango medio y a veces se emplean aditivos súper plastificantes. En algunos casos se añaden fibras de polipropileno para minimizar fisuras,	Se suelen emplear aditivos plastificantes y súper plastificantes. En algunos casos se añaden fibras de polipropileno

		generalmente en el primer y último piso.	para controlar la aparición de fisuras, generalmente en el último techo.
--	--	--	--

Fuente: Delgado Ehni, R. J. y Peña Rodríguez -Larraín, C., 2016

4.2.2.2 Acero Corrugado. El acero usado en el Perú para concreto armado es de grado 60 y de sección circular producido por SiderPerú y Aceros Arequipa.

La Norma de Concreto Armado E-0.60 (2009) indica que los aceros en el Perú para refuerzo deben cumplir las norma técnica peruana 341.031. En el cuadro 14 se indica que tipo de norma se debe revisar según el acero usado.

Cuadro 14

Normas para aceros peruanos según la norma E.060 de Concreto Armado

ESPECIFICACIONES	NORMA	
Barras de acero al carbono con resaltes y lisas para hormigón (concreto) armado	Norma Técnica Peruana 341.031	Para MDL
Barras con resaltes y lisas de acero de baja aleación para hormigón (concreto) armado	Norma Técnica Peruana 339.186	

Fuente: Propia basada en Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento Norma E.060

Concreto Armado, 2009

Para Muros de Ductilidad Limitada se usa como refuerzo acero de grado 60 ASTM A615, que cuenta con las características detalladas en los cuadros 5 y 6 (en Albañilería Confinada)

4.2.2.3 Malla Electro Soldada. Es una reja formada por varillas de acero corrugado o liso unidas por soldadura eléctrica. Existe en el mercado planchas para plateas

de cimentación, losas, muros y dowels o suples. El principal productor en el Perú es la empresa PRODAC, FABRIMAC.

Al estar conformada por varillas de acero sus características están descritas en Norma Peruana de Concreto Armado E.060 en Acero de refuerzo y en la Norma ACI-02.

Además, se debe considerar las normas ASTM: A82, A184, A185, A496 y A497.

El cuadro 15 indica las características de la norma ASTM A82 para acero.

Cuadro 15

Características de la norma ASTM A82

CARACTERISTICAS	VALOR
Resistencia a la Rotura	≥ 550 MPa. 5600 Kg/cm ²
Límite de Fluencia	≥ 485 MPa. 5000 Kg/cm ²
Reducción del área	30% mín
La variación permisible del diámetro.	Diámetros menores a 6.50 mm es de 0.08mm
	Diámetros entre 6.50 mm y 9.93mm será 0.1 Omm.

Fuente: Propia basada en Norma ASTM A82, 2017

El cuadro 16 indica las características de la norma ASTM A496 para acero.

Cuadro 16

Características de la norma ASTM A496

CARACTERISTICAS	VALOR
Resistencia a la Rotura	≥ 550 MPa. 5800 Kg/cm ²
Límite de Fluencia	≥ 485 MPa. 5000 Kg/cm ²
Reducción del área	No especifica

Fuente: Propia basada en Norma ASTM A496, 2013

Las especificaciones técnicas para mallas electro soldadas que tiene la empresa PRODAC están detalladas en el cuadro 17.

Cuadro 17

Especificaciones del fabricante (PRODAC)

DESCRIPCIÓN	MEDIDAS (m)	COCADA (mm)	DIAM. (mm)	PESO MALLA	PESO Kg/m2
MALLAS PARA LOSAS, MUROS DE CONTENCIÓN, ZAPATAS					
MALLA SOLDADA R-80	2.40 x 6.00	200 x 330	4.5/3.0	11.387	0.949
MALLA SOLDADA QE-106	2.40 x 5.00	150 x 150	4.5	19.878	1.657
MALLA SOLDADA Q-139	2.40 x 6.00	100 x 100	4.2	31.200	2.167
MALLA SOLDADA Q-158	2.40 x 6.00	152 x 150	5.5	35.809	2.487
MALLA SOLDADA Q-188	2.40 x 6.00	153 x 150	6.0	42.621	2.96
MALLA SOLDADA Q-238	2.40 x 6.00	100 x 100	5.5	53.710	3.73
MALLA SOLDADA Q-257	2.40 x 6.00	155 x 150	7.0	58.004	4.028
MALLAS PARA MUROS DE EDIFIC. DE DUCTILIDAD LIMITADA (con puntas largas)					
MALLA SOLDADA QE-159/196	2.40 x 3.05	100 x 100	4.5/5.0	17.643	2.410
MALLA SOLDADA QE-196	2.40 x 3.05	100 x 100	5.0	19.546	2.670
MALLAS PARASUPLES (Encuentro de Muros) o DOWELS (Arranque de Muros)					
MALLA SOLDADA RE-61/196	0.80 x 2.40	150 x 150	3.4/5.0	3.294	1.716
MALLA SOLDADA RE-84/257	0.80 x 2.40	100 x 100	4.0/7.0	4.340	2.260

Fuente: PRODAC

4.2.2.4 Encofrado Metálico. Según Delgado y Peña (2006) el encofrado de acero permite dar forma al concreto usado en el sistema de Muro de Ductilidad Limitada por su facilidad y rapidez del encofrado y desencofrado.

Al igual que para el encofrado de madera se debe considerar la NTP E-0.60 del Reglamento Nacional de Edificaciones, en el capítulo 6, pero aún no existe una norma específica para

el uso de encofrados a pesar del desarrollo que tuvo la industria de la construcción en los últimos años.

Cuadro 18

Requisitos para encofrados según NTP E 0.60 de Concreto Armado

DISEÑO DE ENCOFRADOS		REMOCIÓN DE ENCOFRADOS, PUNTALES Y REAPUNTALAMIENTO	
ENCOFRADO DEBE:	Cumplir con los perfiles, niveles, alineamientos y dimensiones de los elementos según los planos.	DESENCOFRADO	Los encofrados deben retirarse sin afectar negativamente la seguridad o condiciones de servicio de la estructura.
	Ser suficientemente herméticos.		Para determinar el tiempo de desencofrado deben considerarse todas las cargas de construcción y las posibles deflexiones que estas ocasionen.
	Estar adecuadamente arriostrados o amarrados entre sí.	RETIRO DE PUNTALES Y REAPUNTALAMIENTO:	El análisis estructural y los datos sobre resistencia del concreto deben ser entregados por el constructor a la supervisión cuando ésta lo requiera
	Diseñarse de tal manera que no dañen a las estructuras previamente construidas		Solamente cuando la estructura, en su estado de avance, en conjunto con los encofrados y apuntalamientos aún existentes tengan suficiente resistencia para soportar de manera segura su propio peso y las cargas colocadas sobre ella, podrán apoyarse cargas de construcción sobre ella o desencofrarse cualquier porción de la estructura.

	Tomar en cuenta los siguientes factores: (a) La velocidad y los métodos de colocación del concreto (b) Todas las cargas de construcción, incluyendo las de impacto (c) Los requisitos de los encofrados especiales necesarios para la construcción de cáscaras, losas plegadas, domos, concreto arquitectónico u otros tipos de elementos.		La demostración de que la resistencia es adecuada debe basarse en un análisis estructural que tenga en cuenta las cargas propuestas, la resistencia del sistema de encofrado y la resistencia del concreto.
	Para elementos de concreto pre esforzado deben estar diseñados y contruidos de tal manera que permitan los movimientos del elemento sin causarle daños durante la aplicación de la fuerza de pre esforzado.		No se deben aplicar, a la estructura sin apuntalamiento, cargas de construcción que excedan la suma de las cargas muertas y vivas utilizadas en el diseño Los encofrados para elementos de concreto pre esforzado no deben ser removidos hasta que se haya aplicado suficiente pre esfuerzo.

Fuente: Propia basada en NTP E 0.60 Concreto Armado, 2009

4.3 Equipos y/o Herramientas

Debido que la investigación es una comparación, se ha considerado ambos sistemas en las mismas condiciones de trabajo y luego del análisis se concluyó que se usan los mismos equipos y herramientas para ambos sistemas constructivos con la diferencia de horas usados.

4.3.1 Herramientas

Una herramienta es el instrumento que nos permite desarrollar una actividad de manera eficiente.

En el Perú tenemos las siguientes normativas para herramientas y en el cuadro 19 se explica las herramientas más usadas en la construcción:

- NTP 391, 392, 393: Herramientas manuales (I, II, III): Condiciones generales de seguridad.
- Reglamento de Seguridad en Máquinas RD 1495/1986. Máquinas. Seguridad y Salud
- Real Decreto 1435/1992 Relativo a Aproximación de las Legislaciones de los Estados Miembros sobre Máquinas.
- Normas Armonizadas Europeas. Máquinas. Seguridad y Salud.

Entre las principales tenemos:

Cuadro 19

Herramientas más usadas en la construcción

HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN
Pala	Herramienta usada para levantar, mover y excavar materiales. Consta de una plancha redondeada en la parte inferior generalmente metálica y el mango puede ser metálico o de madera.
Pico	Usada para cavar en el suelo o remover piedras. Consta de una barra de acero con terminación de punta y el mango.
Mazo	Herramienta también llamado combo tiene como función de golpear objetos. La cabeza que puede ser de diferentes materiales, pero los más comunes es acero, plástico y goma.
Cuña	Sirve para romper o dividir bloques o piedras. Prisma triangular.
Paletas	Para la aplicación de mortero, argamasa o fragua. Tiene una paleta metálica de forma triangular agarrada por un mango.
Plana	Sirve para extender, aplanar y recubrir mortero o alguna pasta. Es una lámina plana, lisa y metálica con un asa.
Carretilla de mano	Es un carrito con uno o dos llantas en la parte delantera. Sirve para trasladar diversas cargas.

Alicate	Diseñada para doblar, cortar, coger o sujetar, torcer. Está compuesta de tenazas de acero y brazos encorvados para poder sujetar.
Destornillador	Usada para apretar, soltar y sacar tornillos. Está en función de la forma de su cabeza, los más comunes son planos y estrella.
Cinta métrica	Instrumento de medida. Se fabrican en diferentes materiales y diferentes longitudes. La más común de cascaron de plástica de medida de 2 a 10 metros.
Nivel	Es un tubo de vidrio con algún líquido con una burbuja en su interior, es utilizado para verificar la horizontalidad o verticalidad de algún elemento.

Fuente: Propia basada en observación en campo

4.3.2 Equipos

A diferencia de las herramientas, estas no necesitan fuerza humana debido a que tienen una fuente de energía ya sea eléctrica, combustible, etc. Además, suelen tener un mayor tamaño en comparación a las herramientas.

En el Cuadro 20 se nombran los principales equipos para ambos sistemas constructivos.

Cuadro 20

Equipos básicos en la construcción.

	EQUIPO	DESCRIPCIÓN
	Andamio	Estructura temporal de madera o de metal usada para que el personal o materiales accedan a diferentes puntos de la construcción.
	Winche	“El winche es un equipo muy útil que sirve para subir o bajar materiales de un nivel a otro. Consiste en un rodillo giratorio con un cable que se enrolla alrededor y, de este modo, provoca el movimiento vertical de la carga. Para tener “poder de izaje”, es decir levantar más peso,

		necesita un motor eléctrico y se instala sobre una base previamente construida”. (Aceros Arequipa., s.f.-e)
	Mezcladora de concreto	Tiene como función mezclar los materiales usados para la elaboración de concreto suplantando el amasado manual, de esta manera agiliza el trabajo.
	Vibradora de concreto	Tiene como función compactar el concreto fresco mediante la vibración y evitar burbujas de aire. Consta de motor, manguera y cabezal.
	Plancha compactadora	Como su nombre lo dice sirve para compactar o cimentar el suelo según lo requerido. Consta principalmente de una manila, cubierta de polea, base motor, motor y caja vibradora.
	Estación total	“Aparato electro-óptico de medición utilizado en topografía, con funcionamiento electrónico. Básicamente es un teodolito electrónico que posee un distanció metro y un microprocesador agregado al equipo”. (Construmática, s.f.)
EPP Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo Ley 30222 Reglamento de la Ley 29783 del Ministerio del Trabajo y Promoción del Empleo	Casco de seguridad	Sirve para la protección de la cabeza de posibles impactos verticales u horizontales. Está especificado en la norma G 0.50
	Lentes de seguridad	Protege la vista de posible ingreso de objetos, líquidos químicos, agua, polvo, etc. Está especificado en la norma G 0.50
	Protector auditivo	Atenúan el sonido y evitan daños en la audición. Está especificado en la norma G 0.50
	Protector respiratorio	Protección del aparato respiratorio de contaminantes ambientales. Está especificado en la norma G 0.50
	Calzado de seguridad	Zapatos con punta de acero para la protección de los pies de sustancias químicas, impacto de objetos, de lesiones, cortes.
	Ropa de trabajo	Vestimenta para la prevención de accidentes laborales. Se cuenta con un pantalón con un polo o camisa con cintas reflectoras.

	Chaleco reflectivo	Permite mayor visualización del trabajador al ser las cintas reflectoras iluminadas.
	Guantes	Protección del trabajador al momento de la manipulación de materiales o en algún procedimiento.
	Equipos de protección para trabajos en altura	Arnés y línea de vida utilizado para trabajos en altura, a más de 1.80 metros.

Fuente: Propia

Se entiende por maquinaria al conjunto de máquinas que está dirigido por el hombre, donde la fuente de energía es principalmente por combustible.

En el cuadro 21 se incluye maquinas importantes en la construcción para las actividades como retiro de material, transporte de materiales, carga y descarga, entre otras.

Cuadro 21

Máquinas más importantes en construcción

MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN	
Cargador frontal	Tractor que tiene una cuchara que le permite cargar y descargar diferentes tipos de materiales, transportar materiales en cortas distancias, excavación.	MANEJO POR PERSONAL CAPACIDAD O EN MAQUINARI A PESADA.
Excavadora	Realiza excavaciones en terrenos a nivel de suelo, carga y descargas materiales mediante la cuchara y puede girar 360°	
Motoniveladora	Maquinaria que nivela con precisión terrenos con su larga hoja. Su manejo requiere de personal con alto grado de especialización debido a sus múltiples funciones.	
Volquete	Usado para el transporte de materiales u otros en su carruaje. Teniendo en el mercado volquetes de diferente fuerza y capacidad de carga	

Fuente: Propia basada en observación en campo

4.4 Mano de Obra

Para fin de la tesis se considera la mano de obra directa, esto quiere decir los trabajadores que tiene relación directa con la ejecución de la obra.

La ley de Productividad y competitividad laboral n° 728 detalla las normas que se debe cumplir en la de la capacitación para el trabajo, en el contrato de trabajo, tiempos mínimos de contrato protegiendo al trabajador regulando la relación entre los trabajadores y los contratantes. Además, en construcción es importante considerar la Ley de Seguridad y Salud en el trabajo 30222 en el Reglamento de la ley 29783.

En el cuadro 22 se explica las funciones de la mano de obra en construcción.

Cuadro 22

Función de la mano de obra en la construcción

MANO DE OBRA	FUNCIÓN	
Capataz	*Responsable de la ejecución de la obra. *Informe de avance de cada trabajador. *Liderar al grupo de trabajadores. *Coordinar y controlar las actividades que se realizan con el personal. *Cuidar los bienes del propietario.	EN CASO DE MDL TIENEN QUE TENER EXPERIENCIA PREVIA EN EL SISTEMA
Operario	Trabajador que entra con conocimiento previo y que tiene experiencia y habilidades.	
Oficial	Ayudante del Operario, ya tiene conocimientos previos.	
Peón	Trabajador que no tiene conocimiento y es ayudante del oficial o del operario.	

Fuente: Propia basada en observación de campo

4.5 Continuidad del Proceso Constructivo:

En ambos sistemas constructivos se considera escenarios ideales, esto quiere decir, sin paralización de obra por factores externos como huelgas, desastres naturales, económicos, etc., lo que significa que se realiza en plazos programados y sin interrupciones. Esto debido a que no es ideal paralizar una obra en cualquier sistema constructivo.

En el caso de paralización de obra en ambos sistemas se debe cuidar lo que se denomina como “juntas frías”, para unir el concreto nuevo con el antiguo usar aditivos y lechada. En toda obra de concreto lo ideal es que sea monolítica, quiere decir que los vaciados sean continuos, es por eso que el sistema de MDL al tener mayor cantidad de concreto armado se tendría que tener mayores cuidados.

4.6 Encofrado

Se considera el encofrado de madera para el sistema de Albañilería Confinada y el encofrado metálico para el sistema de Muro de Ductilidad Limitada. Se explica el funcionamiento y requerimientos de los encofrados, desarrollando sus propiedades en los proyectos arquitectónicos a la hora de construir considerando: elementos, mano de obra, herramientas y equipos, evaluación técnica y económica.

4.6.1 Elementos

Para Arapa y Maldonado (2019) el **Encofrado de Madera** al tener un procedimiento de encofrado más complejo, requiere de mano de obra calificada con experiencia.

En el cuadro 23 se detalla los elementos del encofrado de madera.

Cuadro 23

Elementos del encofrado de madera

ENCOFRADO DE MADERA		USO
ELEMENTOS	Tableros	Principalmente de madera tornillo, está en contacto directo con el concreto.
	Barrotes	Elementos de madera colocados de manera transversal al panel para evitar que sufra deformaciones.
	Puntales	Colocados para soportar el encofrado. Se coloca formando 45° con la línea del piso.
	Cabezales	Soporta el encofrado de madera horizontal, es usado principalmente en vigas.
	Pies derechos	Soportan la carga de la solera.
	Tornapuntas	Contrarrestar fuerzas en cimientos. Tiene un Angulo de 45°.
	Soleras	Soportan carga de elementos horizontales como losas y vigas.

Fuente: Propia en observación de campo

El **Encofrado Metálico** requiere los elementos del cuadro 24 para obtener una adecuada calidad.

Al ser un sistema industrializado sus elementos son de fácil colocación.

Cuadro 24

Elementos del encofrado metálico.

ENCOFRADO METÁLICO		USO
ELEMENTOS	Panel metálico	Elemento del encofrado con medidas modulares.
	Aplomadores	Elementos regulables colocados para apuntalar el encofrado.
	Angulares	Unión de paneles generando ángulo de 90°.
	Grapas	Para ensamblar los diferentes elementos.
	Distanciadores	Elemento dimensionado que determinan espesor del muro.
	Pin	Aseguro distanciadores a los paneles metálicos.
	Alineador	Garantiza la rectitud del elemento constructivo.
	Tubo	Colocación de Pines y Grapas.

Fuente: Propia basada en observación de campo

4.6.2 Mano De Obra

El **Encofrado de Madera** requiere una cuadrilla más especializada debido a la complejidad de su proceso constructivo o para el reajuste de los cuadros o cuarterones de madera.

Para los Encofrados de Madera es necesario el empleo de mano de obra especializada, ya que necesita carpinteros expertos, para el momento que en obra fuese necesario la reparación o construcción de uno nuevo, debido a su desgaste o ajustar a las dimensiones del proyecto. (Arapa y Maldonado, 2016).

Para el **Encofrado Metálico** no requiere una mano de obra especializada, pero si su personal debe tener un previo entrenamiento.

4.6.3 Herramientas y Equipos

El **Encofrado de Madera** requiere más herramientas y equipos menores para la preparación, reparación y colocación del encofrado según requerido por la partida.

Cuadro 25

Herramientas y equipos del encofrado de madera.

ENCOFRADO DE MADERA		USO
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	Maderas: Tabla y Cuartones	Elemento del encofrado.
	Clavos, Alambre	Asegurar la madera.
	Cepillo de Carpintero	Cepillar y hacer rebajes en la madera.
	Sierra de Mesa	Habilitar las dimensiones necesarias de la madera.
	Cizalla de Mano	Habilitar las dimensiones necesarias de la madera.
	Niveles	Verificar nivel del encofrado.
	Escuadra Metálica	Verificar perpendicular en las caras del encofrado.
	Martillo, Comba	Producir rugosidad en concreto viejo y garantizar buena adherencia con el concreto nuevo. Asegurar la madera.
	Serrucho	Habilitar las dimensiones necesarias de la madera.
	Plomada de Centro	Comprobar la verticalidad (Columnas) y Horizontalidad (Vigas) y así garantizar la correcta ubicación.
	Corbata	Asegurar la madera.
	Cordel	Crear una línea recta.
	Cinta Métrica	Habilitar las dimensiones necesarias de la madera. Medir para encofrar.

Fuente: Propia basada en observación de campo

Para el **Encofrado Metálico** requiere de menor cantidad de herramientas debido a que este es más industrializado.

Cuadro 26

Herramientas y equipos del encofrado metálico.

ENCOFRADO METÁLICO		USO
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	Paneles Metálicos	Elemento del encofrado. No requiere ser habilitado debido a que las formas se alquilan o compra con dimensión estándar.
	Chapas, Grapas	Ensamblar elementos.
	Cuñas para conexión	Sujetar y ensamblar dos paneles de encofrado.
	Martillo, Comba	Ajustar la chapa o grapa entre el ángulo y los elementos.
	Tubo Manual	Ajustar la chapa o grapa entre el ángulo y los elementos.
	Espátula	Habilitar paneles metálicos.
	Brocha	Aplicar petróleo para evitar adherencia entre el concreto y encofrado.
	Cinta Métrica	Habilitar las dimensiones necesarias de la madera.

Fuente: Propia basada en observación en campo

4.6.4 Evaluación Económica

Para realizar una comparación en costos, se ha considerado costos y rendimientos de un Presupuesto elaborado para la ciudad de Arequipa en el año 2020. Se ha realizado la comparación en la partida de Muros, debido a que tiene mayor incidencia, tomando un metrado base de 100 m².

En el Encofrado de Madera se obtuvo para Muros, un costo de S/. 3,879.00 en un tiempo de 10 días, laborando 8 horas diarias.

Cuadro 27

Costo y tiempo del encofrado de madera

ENCOFRADO DE MADERA	Precio unitario x m2	Rendimiento	Metrado Base	Precio total	Número de días
	S/. 38.79	10 m2/ día	100 m2	S/. 3,879.00	10 días

Fuente: Propia

En el Encofrado Metálico se obtuvo para Muros, un costo de S/. 2,587.00 en un tiempo de 5 días, laborando 8 horas diarias.

Cuadro 28

Costo y tiempo del encofrado metálico

ENCOFRADO METÁLICO	Precio unitario x m2	Rendimiento	Metrado Base	Precio total	Número de días
	S/. 25.78	20 m2/ día	100 m2	S/. 2,587.00	5 días

Fuente: Propia

4.6.5 Evaluación Técnica

Se evaluará en ambos encofrados: madera y metálico aspectos como la resistencia, reutilización, transporte, almacenamiento, entre otros.

Cuadro 29
Evaluación técnica de encofrado de madera

ENCOFRADO DE MADERA				
EVALUACION TECNICA	COMPORTAMIENTO			JUSTIFICACION
	ALTO	MEDIO	BAJO	
Resistencia		X		La madera sufre mayor deterioro ante las acciones climáticas como el agua, sol y viento.
Posibilidad de reutilizar los paneles			X	Según normativa su vida útil es de 4 a 5 usos.
Facilidad de transporte	X			Poco peso.
Facilidad de almacenamiento		X		Guardar en lugares secos y libres de humedad, sol y agua. Usando petróleo.
Cuidados en la manipulación		X		Cuidado al colocar las puntillas.
Cantidad de mano de obra		X		4 personas.
Calidad de mano de obra	X			Cuadrilla calificada.
Rendimiento de montaje			X	Un proceso largo debido a todos los componentes y al proceso constructivo.
Cuidado de montaje	X			Nivelación.
Control de calidad	X			Aseguramiento de piezas de refuerzo.
Elementos que necesitan mantenimiento		X		Los tableros requieren aplicación de aceites.
Frecuencia de mantenimiento	X			Necesario cada vez que se utiliza el encofrado.
Acabado		X		Requiere tarrajeo, lo que implica mayor gasto económico y de tiempo.

Fuente: Propia basada en Oribe Alva, Y., 2014

Cuadro 30
Evaluación técnica de encofrado metálico

ENCOFRADO METÁLICO				
EVALUACION TECNICA	COMPORTAMIENTO			JUSTIFICACION
	ALTO	MEDIO	BAJO	
Resistencia	X			Tiene mayor resistencia a acciones climáticas
Posibilidad de reutilizar los paneles	X			Según normativa su vida útil es hasta 100 usos.
Facilidad de transporte	X			Al ser industrializado es desarmable, aligerando pesos.
Facilidad de almacenamiento	X			Guardar en lugares secos usando barniz anticorrosivo.
Cuidados en la manipulación		X		No se debe golpear los paneles, pueden sufrir modificaciones.
Cantidad de mano de obra		X		3 personas.
Calidad de mano de obra		X		Cuadrilla con previo entrenamiento.
Rendimiento de montaje	X			El proceso constructivo puede llegar a ser hasta 50% más rápido.
Cuidado de montaje		X		Aplicación de aceites para evitar la adherencia del concreto.
Control de calidad		X		Conexiones en correcto funcionamiento
Elementos que necesitan mantenimiento			X	Los moldes al momento de desencofrar.
Frecuencia de mantenimiento		X		Limpiar bien para evitar residuos de concreto después del desencofrado.
Acabado	X			No requiere tarrajeo, solo solaqueo.

Fuente: Propia basada en Oribe Alva, Y., 2014



CAPITULO V

ECONÓMICO

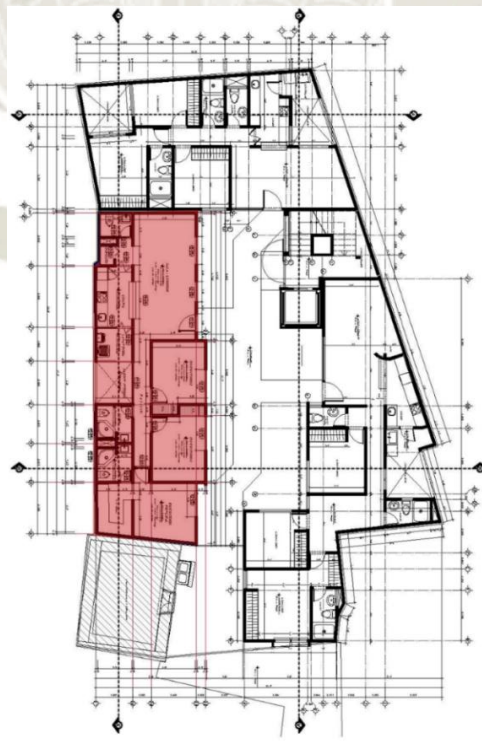
Esta línea de investigación tiene como objetivo principal analizar los costos y tiempos de ejecución en la construcción del edificio muestra en ambos sistemas constructivos: Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada. Se considera la edificación hasta casco gris según las limitaciones presentadas en el ítem 1.6 del Capítulo I.

5.1 Descripción del Proyecto

El presente proyecto es un conjunto habitacional de 3 bloques de vivienda, pero por temas académicos se ha elegido un sólo bloque que será desarrollado en ambos sistemas investigados. En la figura 12 se muestra todo el conjunto habitacional sombreando el bloque elegido.

Figura 12

Conjunto habitacional Beaterio

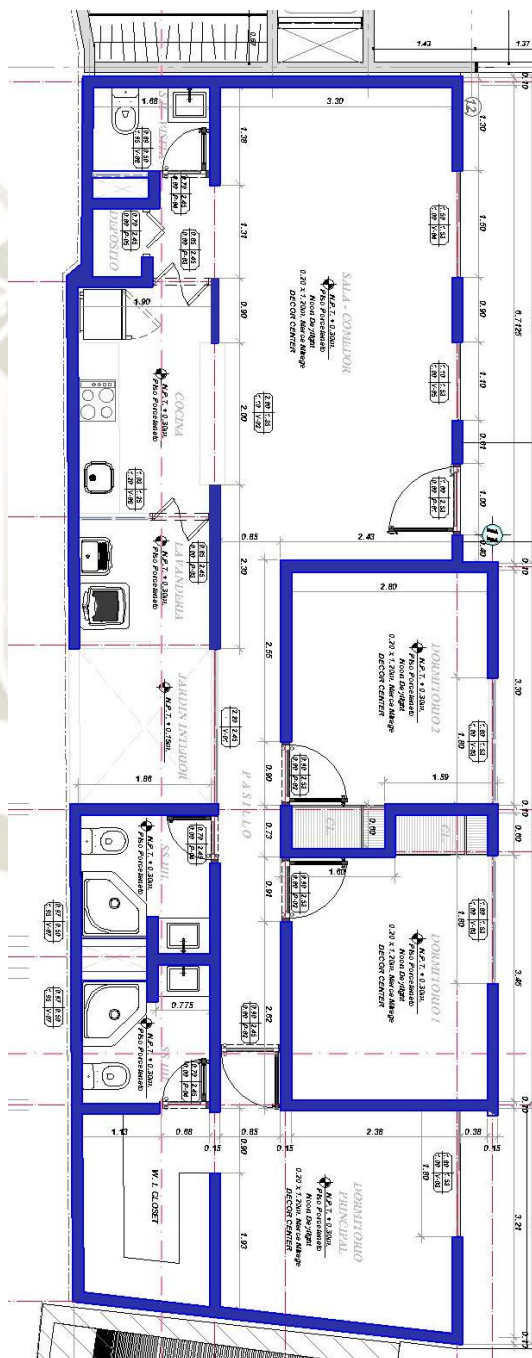


Fuente: Propia (Sin Escala)

El Bloque elegido tiene un área de 98.70 m² y 485.17 m² construidos, contando con un departamento típico por piso. En los anexos se muestra los planos a escala.

Figura 13

Bloque elegido del conjunto habitacional



Fuente: Propia (Sin escala)

5.2 Metrado de Partidas

Se determinaron las partidas necesarias para la construcción de la edificación hasta casco gris según las limitaciones presentadas en el ítem 1.6 del Capítulo I y respetando los lineamientos del Reglamento de Metrados para Obras de Edificación.

5.3 Presupuesto de Obra

Se realizaron los Presupuestos considerando las partidas de Estructuras y de Arquitectura respectivamente. Nótese que sólo está presupuestada la estructura puesto que las instalaciones sanitarias, eléctricas y acabados no inciden en el análisis comparativo final de los Sistemas Constructivos investigados.

Para esta investigación se está considerando hasta costo directo debido que analizaremos los gastos que inciden directamente en la ejecución de la obra.

Se considera un terreno nivelado por lo que no se necesita maquinaria. Además, las excavaciones se realizarán de forma manual.

Cabe resaltar que se está considerando en la partida de concreto armado, mezcla manual en obra, para tener en ambos sistemas las mismas condiciones. Además, que el Mixer podría llegar a la zona urbana de la ciudad de Arequipa, pero no a las partes alejadas. Además, toma en cuenta los encofrados de madera y metálico como propios.

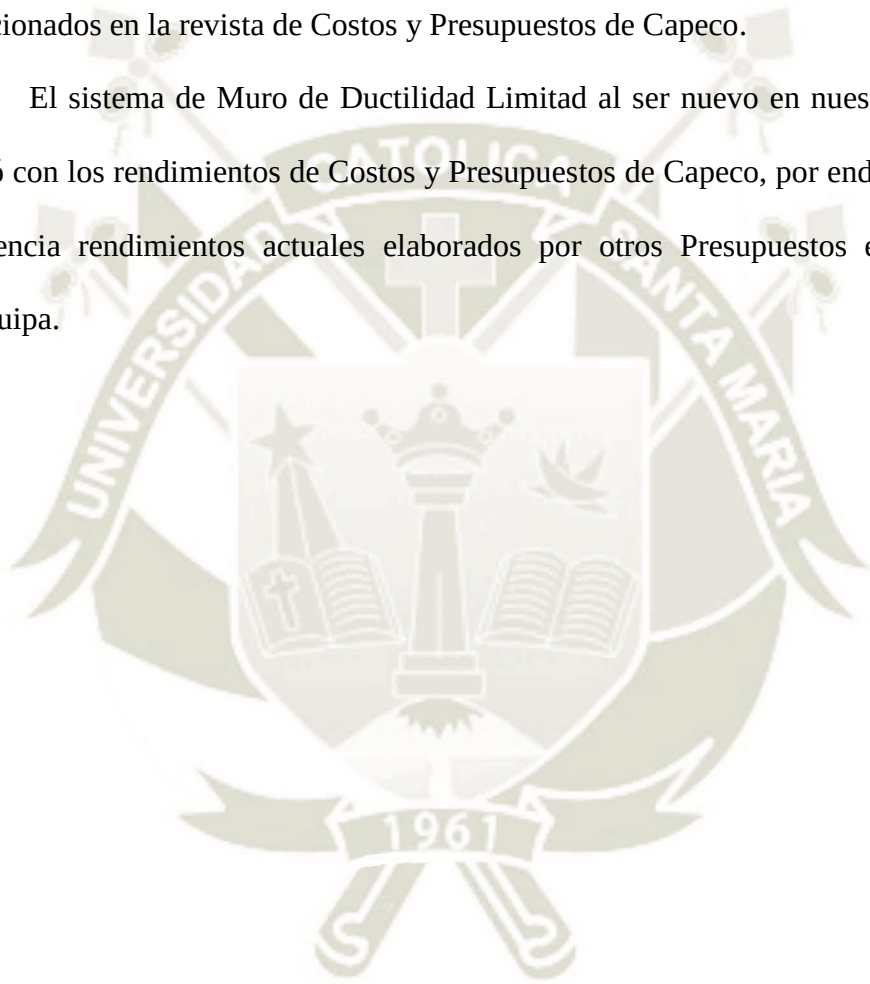
En el sistema de Albañilería Confinada se realiza un Presupuesto adicional con un ladrillo económico en el mercado “Ladrillo Económico” para conocer su incidencia en el costo directo de la obra. Resaltando que para el presupuesto original se hizo con un ladrillo con altos estándares y certificaciones internacionales.

5.4 Programación de Obra

Se ha desarrollado la programación de obra partiendo de los lineamientos básicos y secuencias lógicas de la ejecución de las actividades según su proceso constructivo.

Para el sistema de Albañilería Confinada se ha considerado los rendimientos mencionados en la revista de Costos y Presupuestos de Capeco.

El sistema de Muro de Ductilidad Limitada al ser nuevo en nuestro medio, no se contó con los rendimientos de Costos y Presupuestos de Capeco, por ende, se tomó como referencia rendimientos actuales elaborados por otros Presupuestos en la ciudad de Arequipa.



5.5 Sistema de Albañilería Confinada

5.5.1 Planilla de Metrados Albañilería Confinada

Planilla de Metrados

Proyecto: MULTIFAMILIAR EN ALBAÑILERÍA CONFINADA
Fecha: MAYO 2020 **Ubicación:** AREQUIPA
Presentado: Bach.: Llerena Luna, Anyela Briggette. Bach.: Cumpa Gutiérrez, Marilia

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
01.00.00	ESTRUCTURA		
01.01.00	<u>OBRAS PROVISIONALES</u>		
01.01.01	ALMACEN DE OBRA, OFICINAS Y CASETA DE GUARDIANIA	M2	20.00
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80 X 3.60 m	UND	1.00
01.02.00	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>		
01.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	98.73
01.02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	VIAJE	2.00
01.02.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	98.73
01.03.00	<u>SEGURIDAD Y SALUD</u>		
01.03.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	GLB	1.00
01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00
01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GLB	1.00
01.03.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1.00
01.03.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	2.00
01.03.06	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA OBRA	GLB	3.00
01.04.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>		
01.04.01	EXCAVACION MANUAL (con Talud 1:1)	M3	105.00
01.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	126.00

01.04.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	M3	60.33
01.05.00	<u>CONCRETO SIMPLE</u>		
01.05.01	SOLADO-CONCRETO	M2	65.53
01.05.02	CIMIENTO CORRIDO	M3	23.45
01.05.03	SOBRECIMIENTO	M3	4.52
01.05.03	SOBRECIMIENTO- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	62.57
01.05.04	FALSO PISO 4"	M2	83.09
01.06.00	<u>CONCRETO ARMADO</u>		
	ZAPATAS		
01.06.01	ZAPATA -CONCRETO	M3	26.53
01.06.02	ZAPATAS-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	81.16
01.06.03	ZAPATAS, ACERO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	976.37
	PLACAS		
01.06.04	PLACAS -CONCRETO	M3	11.70
01.06.05	PLACAS -ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	179.40
01.06.06	PLACAS, ACERO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	1,737.34
	COLUMNAS		
01.06.07	COLUMNAS -CONCRETO	M3	33.30
01.06.08	COLUMNAS -ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	566.02
01.06.09	COLUMNAS, ACERO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	5,240.32
	COLUMNETAS		
01.06.010	COLUMNETAS-CONCRETO	M3	4.03
01.06.11	COLUMNETAS-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	86.00

01.06.12	COLUMNETAS, ACERO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	381.74
	VIGAS		
01.06.13	CONCRETO -VIGAS	M3	24.51
01.06.14	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO -VIGAS	M2	154.80
01.06.15	VIGAS, ACERO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	3,994.81
	LOSA ALIGERADA		
01.06.16	LOSA ALIGERADA- CONCRETO	M3	29.13
01.06.17	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	M2	345.14
01.06.18	LADRILLOS PARA TECHO	UND	3,252.05
01.06.19	LOSA ALIGERADA, ACERO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	1,276.09
	LOSA MACISA		
01.06.20	LOSA MACIZA -CONCRETO	M3	1.34
01.06.21	DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	M2	6.68
01.06.22	LOSA MACISA, ACERO $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	KG	70.02
02.00.00	ARQUITECTURA		
02.01.00	<u>MUROS Y TABIQUES</u>		
02.01.01	MUROS DE LADRILLO HUECO TIPO IV SOGA	M2	614.35
02.02.00	<u>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</u>		
02.02.01	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES	M2	1,037.65
02.02.02	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES	M2	521.29
02.02.03	VESTIDURA DE DERRAMES	ML	103.05
02.03.00	<u>CIELO RASOS</u>		
02.03.01	CIELO RASOS CON MEZCLA DE CEMENTO - ARENA	M2	441.66
02.04.00	<u>PISOS</u>		
02.04.01	CONTRAPISO DE 48 mm	M2	441.66

5.5.2 Presupuesto de Albañilería Confinada

Presupuesto

Proyecto

MULTIFAMILIAR EN ALBAÑILERIA CONFINADA

Ubicación

AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Fecha:

may-20

Presentado: Bach. : Llerena Luna, Anyela Briggette. Bach.: Cumpa Gutiérrez, Marilia

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	ESTRUCTURA						205,166.13
01.01.00	<u>OBRAS PROVISIONALES</u>					2,850.00	
01.01.01	ALMACEN DE OBRA, OFICINAS Y CASETA DE GUARDIANIA	M2	20.00	100.00	2,000.00		
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80 X 3.60 m	UND	1.00	850.00	850.00		
01.02.00	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>					3,826.98	
01.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	98.73	1.83	180.68		
01.02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	VIAJE	2.00	1,694.80	3,389.60		
01.02.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	98.73	2.60	256.70		
01.03.00	<u>SEGURIDAD Y SALUD</u>					13,970.00	
01.03.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	GLB	1.00	1,200.00	1,200.00		
01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00	170.00	170.00		
01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GLB	1.00	2,500.00	2,500.00		
01.03.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1.00	2,000.00	2,000.00		
01.03.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	2.00	1,800.00	3,600.00		
01.03.06	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA OBRA	GLB	3.00	1,500.00	4,500.00		
01.04.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					10,390.49	
01.04.01	EXCAVACION MANUAL (con Talud 1:1)	M3	105.00	43.42	4,559.10		
01.04.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	126.00	26.53	3,342.78		
01.04.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	60.33	41.25	2,488.61		
01.05.00	<u>CONCRETO SIMPLE</u>					9,749.15	
01.05.01	SOLADO-CONCRETO	M2	65.53	24.43	1,600.90		
01.05.02	CIMIENTO CORRIDO	M3	23.45	155.31	3,642.02		
01.05.03	SOBRECIMIENTO	M3	4.52	212.08	958.60		
01.05.04	SOBRECIMIENTO- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	62.57	25.08	1,569.26		
01.05.05	FALSO PISO 4"	M2	83.09	23.81	1,978.37		
01.06.00	<u>CONCRETO ARMADO</u>					164,379.51	

ZAPATAS					
01.06.01	ZAPATA -CONCRETO,210 kg/cm2	M3	26.53	396.47	10,518.35
01.06.02	ZAPATAS-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	81.16	39.20	3,181.47
01.06.03	ZAPATAS, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	976.37	4.29	4,188.63
PLACAS					
01.06.04	PLACAS -CONCRETO, 210 kg/cm2	M3	11.70	340.24	3,980.81
01.06.05	PLACAS -ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	179.40	38.15	6,844.11
01.06.06	PLACAS, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	1,737.34	4.29	7,453.19
COLUMNAS					
01.06.07	COLUMNAS -CONCRETO, 210 kg/cm2	M3	33.30	340.24	11,329.99
01.06.08	COLUMNAS -ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	566.02	38.79	21,955.92
01.06.09	COLUMNAS, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	5,240.32	4.29	22,480.97
COLUMNETAS					
01.06.010	COLUMNETAS-CONCRETO, 210 kg/cm2	M3	4.03	340.24	1,371.17
01.06.11	COLUMNETAS-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	86.00	38.79	3,335.94
01.06.12	COLUMNETAS, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	381.74	4.29	1,637.66
VIGAS					
01.06.13	CONCRETO -VIGAS, 210 kg/cm2	M3	24.51	309.10	7,576.04
01.06.14	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO -VIGAS	M2	154.80	45.30	7,012.44
01.06.15	VIGAS, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	3,994.81	4.29	17,137.73
LOSA ALIGERADA					
01.06.16	LOSA ALIGERADA- CONCRETO	M3	29.13	304.98	8,884.07
01.06.17	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	M2	345.14	28.13	9,708.79
01.06.18	LADRILLOS PARA TECHO	UND	3,252.05	2.87	9,333.38
01.06.19	LOSA ALIGERADA, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	1,276.09	4.29	5,474.43
LOSA MACISA					
01.06.20	LOSA MACIZA -CONCRETO.210 kg/cm2	M3	1.34	301.76	404.36
01.06.21	DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	M2	6.68	40.37	269.67
01.06.22	LOSA MACISA, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	70.02	4.29	300.39
02.00.00	ARQUITECTURA				132,750.65
02.01.00	MUROS Y TABIQUES				72,087.83
02.01.01	MUROS DE LADRILLO HUECO TIPO IV SOGA	M2	614.35	117.34	72,087.83
02.02.00	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				36,981.01
02.02.01	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES	M2	1,037.65	21.77	22,589.64
02.02.02	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES	M2	521.29	24.47	12,755.97
02.02.03	VESTIDURA DE DERRAMES	ML	103.05	15.87	1,635.40
02.03.00	CIELO RASOS				10,913.42
02.03.01	CIELO RASOS CON MEZCLA DE CEMENTO - ARENA	M2	441.66	24.71	10,913.42
02.04.00	PISOS				12,768.39

02.04.01	CONTRAPISO DE 48 mm	M2	441.66	28.91	12,768.39	
COSTO DIRECTO:						337,916.78
SON TRECIENTOS TREINTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS DIECISEIS CON 78/100 SOLES.						
COSTANDO S/. 696.03 EL M2 CONSTRUIDO.						
COSTANDO S/.68,698.161 EL DEPARTAMENTO.						



5.5.3 Presupuesto de Albañilería Confinada con Ladrillo Económico

Presupuesto	
Proyecto	MULTIFAMILIAR EN ALBAÑILERIA CONFINADA “LADRILLO ECONÓMICO”

Ubicación

AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Fecha:

may-20

Presentado: Bach. : Llerena Luna, Anyela Briggette. Bach.: Cumpa Gutiérrez, Marilia

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	ESTRUCTURA						205,166.13
01.01.00	<u>OBRAS PROVISIONALES</u>					2,850.00	
01.01.01	ALMACEN DE OBRA, OFICINAS Y CASETA DE GUARDIANIA	M2	20.00	100.00	2,000.00		
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80 X 3.60 m	UND	1.00	850.00	850.00		
01.02.00	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>					3,826.98	
01.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	98.73	1.83	180.68		
01.02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	VIAJE	2.00	1,694.80	3,389.60		
01.02.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	98.73	2.60	256.70		
01.03.00	<u>SEGURIDAD Y SALUD</u>					13,970.00	
01.03.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	GLB	1.00	1,200.00	1,200.00		
01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00	170.00	170.00		
01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GLB	1.00	2,500.00	2,500.00		
01.03.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1.00	2,000.00	2,000.00		
01.03.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	2.00	1,800.00	3,600.00		
01.03.06	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA OBRA	GLB	3.00	1,500.00	4,500.00		
01.04.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					10,390.49	
01.04.01	EXCAVACION MANUAL (con Talud 1:1)	M3	105.00	43.42	4,559.10		
01.04.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	126.00	26.53	3,342.78		
01.04.04	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	60.33	41.25	2,488.61		
01.05.00	<u>CONCRETO SIMPLE</u>					9,749.15	
01.05.01	SOLADO-CONCRETO	M2	65.53	24.43	1,600.90		
01.05.02	CIMIENTO CORRIDO	M3	23.45	155.31	3,642.02		
01.05.03	SOBRECIMIENTO	M3	4.52	212.08	958.60		
01.05.04	SOBRECIMIENTO- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	62.57	25.08	1,569.26		
01.05.05	FALSO PISO 4"	M2	83.09	23.81	1,978.37		
01.06.00	<u>CONCRETO ARMADO</u>					164,379.51	
	ZAPATAS						

01.06.01	ZAPATA -CONCRETO,210 kg/cm2	M3	26.53	396.47	10,518.35
01.06.02	ZAPATAS-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	81.16	39.20	3,181.47
01.06.03	ZAPATAS, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	976.37	4.29	4,188.63
PLACAS					
01.06.04	PLACAS -CONCRETO, 210 kg/cm2	M3	11.70	340.24	3,980.81
01.06.05	PLACAS -ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	179.40	38.15	6,844.11
01.06.06	PLACAS, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	1,737.34	4.29	7,453.19
COLUMNAS					
01.06.07	COLUMNAS -CONCRETO, 210 kg/cm2	M3	33.30	340.24	11,329.99
01.06.08	COLUMNAS -ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	566.02	38.79	21,955.92
01.06.09	COLUMNAS, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	5,240.32	4.29	22,480.97
COLUMNETAS					
01.06.010	COLUMNETAS-CONCRETO, 210 kg/cm2	M3	4.03	340.24	1,371.17
01.06.11	COLUMNETAS-ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	86.00	38.79	3,335.94
01.06.12	COLUMNETAS, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	381.74	4.29	1,637.66
VIGAS					
01.06.13	CONCRETO -VIGAS, 210 kg/cm2	M3	24.51	309.10	7,576.04
01.06.14	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO -VIGAS	M2	154.80	45.30	7,012.44
01.06.15	VIGAS, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	3,994.81	4.29	17,137.73
LOSA ALIGERADA					
01.06.16	LOSA ALIGERADA- CONCRETO	M3	29.13	304.98	8,884.07
01.06.17	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	M2	345.14	28.13	9,708.79
01.06.18	LADRILLOS PARA TECHO	UND	3,252.05	2.87	9,333.38
01.06.19	LOSA ALIGERADA, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	1,276.09	4.29	5,474.43
LOSA MACISA					
01.06.20	LOSA MACIZA -CONCRETO.210 kg/cm2	M3	1.34	301.76	404.36
01.06.21	DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	M2	6.68	40.37	269.67
01.06.22	LOSA MACISA, ACERO fy=4200 kg/cm2	KG	70.02	4.29	300.39

02.00.00	ARQUITECTURA				124,850.11
02.01.00	<u>MUROS Y TABIQUES</u>				64,187.29
02.01.01	MUROS DE LADRILLO HUECO TIPO IV SOGA	M2	614.35	104.48	64,187.29
02.02.00	<u>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</u>				36,981.01
02.02.01	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES	M2	1,037.65	21.77	22,589.64
02.02.02	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES	M2	521.29	24.47	12,755.97
02.02.03	VESTIDURA DE DERRAMES	ML	103.05	15.87	1,635.40
02.03.00	<u>CIELO RASOS</u>				10,913.42
02.03.01	CIELO RASOS CON MEZCLA DE CEMENTO - ARENA	M2	441.66	24.71	10,913.42
02.04.00	<u>PISOS</u>				12,768.39

02.04.01	CONTRAPISO DE 48 mm	M2	441.66	28.91	12,768.39
----------	---------------------	----	--------	-------	-----------

COSTO DIRECTO:	330,016.24
-----------------------	-------------------

SON TRECIENTOS TREINTA MIL DIECISEIS CON 24/100 SOLES.
COSTANDO S/. 680.21 EL M2 CONSTRUIDO.
COSTANDO S/. 67,136.727 EL DEPARTAMENTO.



5.5.4 Programación de Obra del Sistema de Albañilería Confinada

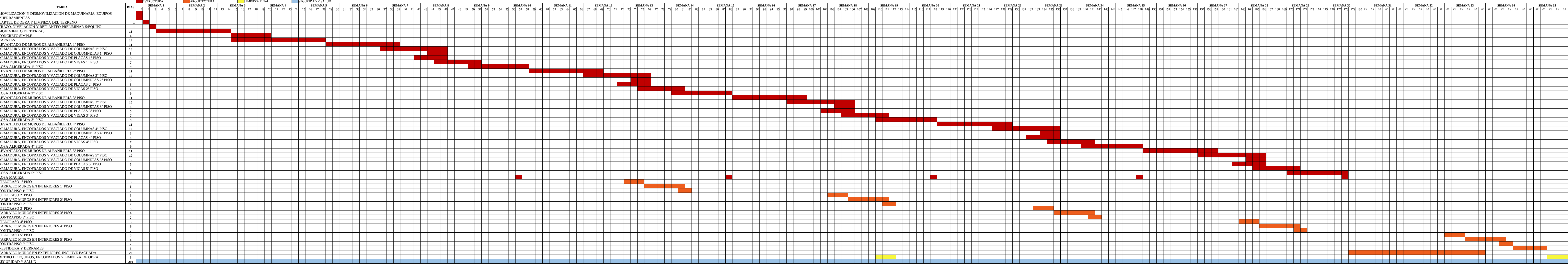
Diagrama 1

Diagrama de Gantt del Sistema de Albañilería Confinada

MULTIFAMILIAR EN ALBAÑILERIA CONFINADA

Presentado por: Bach. :Llerena Luna, Anyela Brigitte. Bach.: Cumpa Gutierrez,Marilia

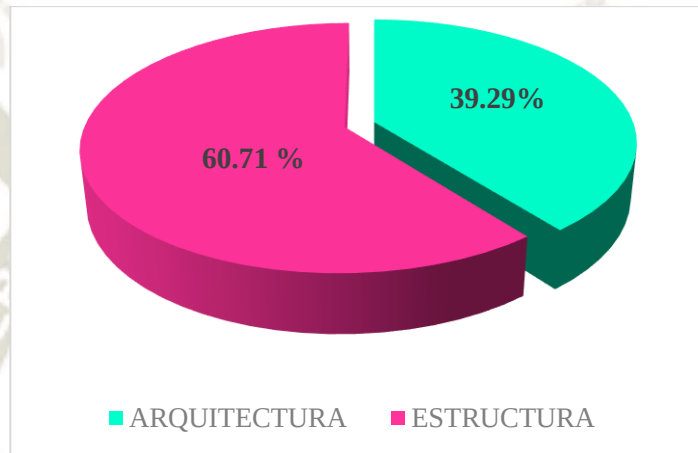
Departamento: Arequipa Provincia:Arequipa



En la Gráfico 1 se observa el porcentaje que ocupan las partidas de Estructuras y Arquitectura en el Costo Directo Total del Presupuesto de Obra. Resaltando las partidas de Estructuras con un 60.71%.

Gráfico 1

Incidencias de partidas de estructuras y arquitectura en el presupuesto en AC

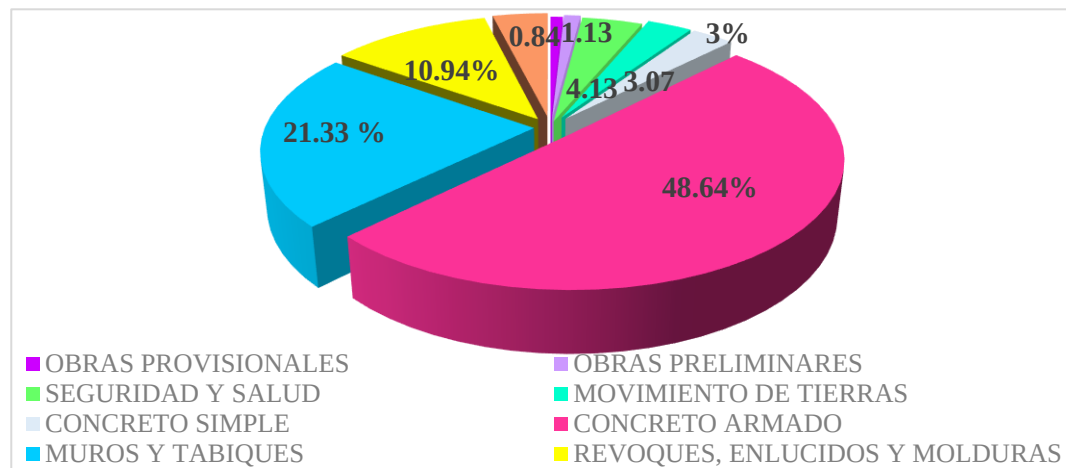


Fuente Propia

En la Gráfico 2 se observa la incidencia de las partidas en el Costo Directo Total del Presupuesto de Obra. El sistema de MDL al tener gran cantidad de concreto armado, representa el mayor porcentaje de incidencia con un 48.64 %, siguiendo la partida de Muros y Tabiques con un 21.33% Revoques, enlucidos y molduras con un 10.94%.

Gráfico 2

Incidencias de partidas en el presupuesto en AC



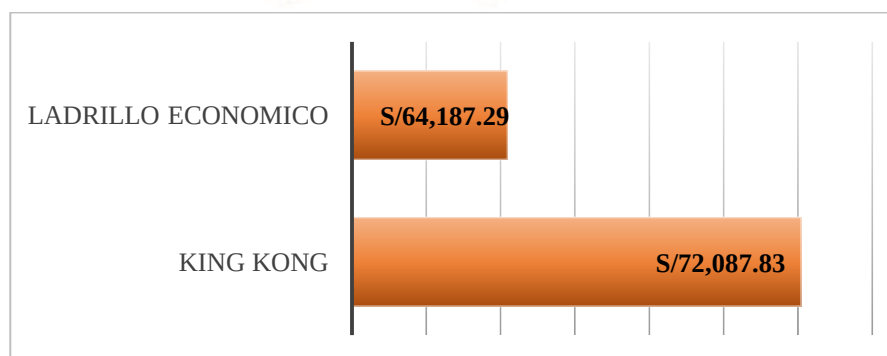
Fuente Propia

Se consideró el Ladrillo Económico, cuyo ahorro representa hasta un 30% en el precio unitario en la partida de muros y tabiques.

En la partida de Muros y Tabiques, con el ladrillo King Kong se obtuvo un costo de S/.72,087.83 y con el Ladrillo Económico se obtuvo S/. 64,187.29, obteniendo un ahorro de 10.96%.

Gráfico 3

Comparación de partida de muros y tabiques entre ladrillo King Kong y ladrillo económico

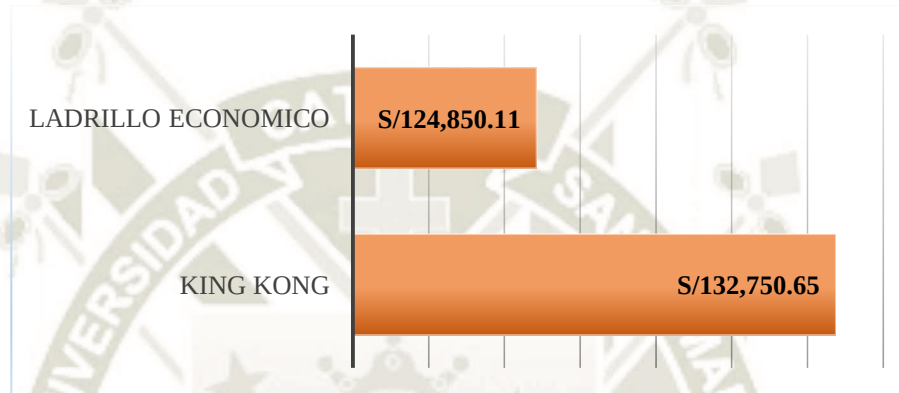


Fuente Propia

En la partida de Arquitectura, con el ladrillo King Kong se obtuvo un costo de S/.132,750.65 y con el Ladrillo Económico se obtuvo S/. 124850.11, obteniendo un ahorro de 5.95 %.

Gráfico 4

Comparación de partida de arquitectura entre ladrillo King Kong y ladrillo económico

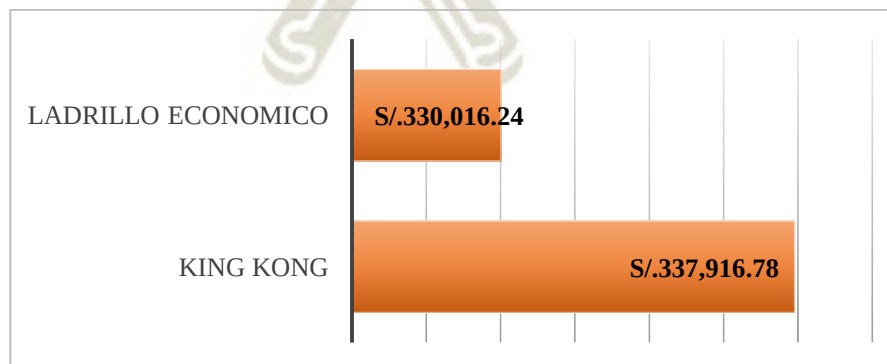


Fuente Propia

En el Costo Directo de la Obra, con el ladrillo King Kong se obtuvo un costo de S/.337916.78 y con el Ladrillo Económico se obtuvo S/. 330016.24, obteniendo un ahorro total de 2.34 %.

Gráfico 5

Comparación de costo directo entre ladrillo King Kong y ladrillo económico



Fuente Propia

Sin embargo, en el análisis total de costo directo de la obra, el porcentaje de ahorro es menor, por la presencia de otras partidas.

Cuadro 31

Comparación .de ladrillo King Kong y ladrillo económico

	KING KONG	LADRILLO ECONOMICO	MENOR PRECIO	% AHORRO
MUROS Y TABIQUES	S/. 72,087.83	S/. 64,187.29	LADRILLO ECONOMICO	10.96
ARQUITECTURA	S/. 132,750.65	S/. 124,850.11	LADRILLO ECONOMICO	5.95
COSTO DIRECTO	S/. 337,916.78	S/. 330,016.24	LADRILLO ECONOMICO	2.34

Fuente Propia

5.6 Sistema de Muros de Ductilidad Limitada

5.6.1 Planilla de Metrados Muros de Ductilidad Limitada

Planilla de Metrados

Proyecto: MULTIFAMILIAR EN MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA
Fecha: MAYO 2020 **Ubicación:** AREQUIPA
Presentado: Bach. : Llerena Luna, Anyela Briggette. Bach.: Cumpa Gutiérrez, Marilia

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad
01.00.00	ESTRUCTURA		
01.01.00	<u>OBRAS PROVISIONALES</u>		
01.01.01	ALMACEN DE OBRA , OFICINAS Y CASETA DE GUARDIANIA	M2	20.00
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80 X 3.60 m	UND	1.00
01.02.00	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>		
01.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	98.73
01.02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	M2	2.00
01.02.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	98.73
01.03.00	<u>SEGURIDAD Y SALUD</u>		
01.03.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	GLB	1.00
01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00
01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GLB	1.00
01.03.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1.00
01.03.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	2.00
01.03.06	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA OBRA	GLB	3.00
01.04.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>		
01.04.01	EXCAVACION MANUAL (con Talud 1:1)	M3	85.73
01.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	102.88

01.04.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	M3	61.69
01.05.00	<u>CONCRETO ARMADO</u>		
03.03.00	PLATEA DE CIMENTACION		
03.03.01	CONCRETO PLATEA, 210 kg/cm ²	M3	28.32
03.03.02	PLATEA ENCOFRADO - DESENCOFRADO	M2	9.44
03.03.03	ACERO GRADO 60	KG	1,374.82
03.04.00	VIGAS DE CIMENTACION		
03.04.01	VIGAS DE CIMENTACION CONCRETO, 210 kg/cm ²	M3	17.41
03.04.02	VIGAS DE CIMENTACION ENCOFRADO - DESENCOFRADO	M2	40.02
03.05.03	VIGAS DE CIMENTACION, ACERO GRADO 60	KG	1,017.47
03.05.00	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA		
03.05.01	CONCRETO MUROS, 210 kg/cm ²	M3	96.31
03.05.02	ENCOFRADO - DESENCOFRADO	M2	1,911.99
03.05.03	ACERO GRADO 60	KG	7,093.20
03.06.00	LOSAS MACISA		
03.06.01	CONCRETO LOSA MACISA, 210 kg/cm ²	M3	64.81
03.06.02	ENCOFRADO - DESENCOFRADO	M2	519.81
03.06.03	ACERO GRADO 60	KG	2,270.23
02.00.00	ARQUITECTURA		
02.01.00	<u>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</u>		
02.01.01	SOLAQUEO EN MUROS EN INTERIORES	M2	1,270.03
02.01.02	SOLAQUEO EN MUROS EN EXTERIORES	M2	538.50
02.01.03	SOLAQUEO DE CIELO RASO	M2	430.44
02.01.06	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANOS	ML	94.75

02.02.00 CIELO RASOS

02.02.01	CIELO RASOS CON MEZCLA DE CEMENTO - ARENA	M2	441.66
----------	---	----	--------

02.03.00 PISOS Y PAVIMENTOS

02.03.01	CONTRAPISO	M2	441.66
----------	------------	----	--------



5.6.2 Presupuesto Muros de Ductilidad Limitada

Presupuesto

Proyecto

MULTIFAMILIAR EN MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA

Ubicación

AREQUIPA - AREQUIPA - AREQUIPA

Fecha:

may-20

Bach.: Llerena Luna, Anyela Briggette. Bach.: Cumpa Gutiérrez,

Presentado: Marilia

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	ESTRUCTURA						221,303.34
01.01.00	<u>OBRAS PROVISIONALES</u>					2,850.00	
01.01.01	ALMACEN DE OBRA, OFICINAS Y CASETA DE GUARDIANIA	M2	20.00	100.00	2,000.00		
01.01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 4.80 X 3.60 m	UND	1.00	850.00	850.00		
01.02.00	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>					3,826.98	
01.02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	98.73	1.83	180.68		
01.02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	VIAJE	2.00	1,694.80	3,389.60		
01.02.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	98.73	2.60	256.70		
01.03.00	<u>SEGURIDAD Y SALUD</u>					13,970.00	
01.03.01	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA	GLB	1.00	1,200.00	1,200.00		
01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00	170.00	170.00		
01.03.03	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GLB	1.00	2,500.00	2,500.00		
01.03.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1.00	2,000.00	2,000.00		
01.03.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	2.00	1,800.00	3,600.00		
01.03.06	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA OBRA	GLB	3.00	1,500.00	4,500.00		
01.04.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					8,996.41	
01.04.01	EXCAVACION MANUAL (con Talud 1:1)	M3	85.73	43.42	3,722.40		
01.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	102.88	26.53	2,729.30		
01.04.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO	M3	61.69	41.25	2,544.71		
01.05.00	<u>CONCRETO ARMADO</u>					191,659.95	
03.03.00	PLATEA DE CIMENTACION						
03.03.01	CONCRETO ARMADO PLATEA, 210 kg/cm2	M3	28.32	328.62	9,306.52		
03.03.02	PLATEA, ENCOFRADO- DESENCOFRADO	M2	9.44	23.10	218.06		
03.03.03	ACERO GRADO 60	KG	1,374.82	4.29	5,897.98		

03.04.00	VIGAS DE CIMENTACION				
03.04.01	VIGAS DE CIMENTACION CONCRETO, 210 kg/cm2	M3	17.41	403.71	7,028.59
03.04.02	VIGAS DE CIMENTACION ENCOFRADO - DESENCOFRADO	M2	40.02	36.27	1,451.53
03.05.03	VIGAS DE CIMENTACION, ACERO GRADO 60	KG	1,017.47	4.29	4,364.95
03.05.00	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA				
03.05.01	CONCRETO MUROS, 210 kg/cm2	M3	96.31	438.12	42,195.34
03.05.02	ENCOFRADO - DESENCOFRADO (METALICO)	M2	1,911.99	25.87	49,463.18
03.05.03	ACERO GRADO 60	KG	7,093.20	4.29	30,429.83
03.06.00	LOSAS MACISA				
03.06.01	CONCRETO LOSA MACISA, 210 kg/cm2	M3	64.81	301.76	19,557.07
03.06.02	ENCOFRADO - DESENCOFRADO (METALICO)	M2	519.81	23.10	12,007.61
03.06.03	ACERO GRADO 60	KG	2,270.23	4.29	9,739.29
02.00.00	ARQUITECTURA				37,813.28
02.01.00	<u>REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS</u>				14,131.47
02.01.01	SOLAQUEO EN MUROS EN INTERIORES	M2	1,270.03	5.64	7,162.97
02.01.02	SOLAQUEO EN MUROS EN EXTERIORES	M2	538.50	5.64	3,037.14
02.01.03	SOLAQUEO DE CIELO RASO	M2	430.44	5.64	2,427.68
02.01.06	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANOS	ML	94.75	15.87	1,503.68
02.02.00	<u>CIELO RASOS</u>				10,913.42
02.02.01	CIELO RASOS CON MEZCLA DE CEMENTO - ARENA	M2	441.66	24.71	10,913.42
02.03.00	<u>PISOS Y PAVIMENTOS</u>				12,768.39
02.03.01	CONTRAPISO DE 48 mm	M2	441.66	28.91	12,768.39
COSTO DIRECTO:					259,116.62

SON DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL CIENTO DIECISÉIS CON 62/100 SOLES.

COSTANDO S/. 534.07 EL M2 CONSTRUIDO.

COSTANDO S/. 52,712.709 EL DEPARTAMENTO.

5.6.3 Programación de Obra del Sistema de Muros de Ductilidad Limitada

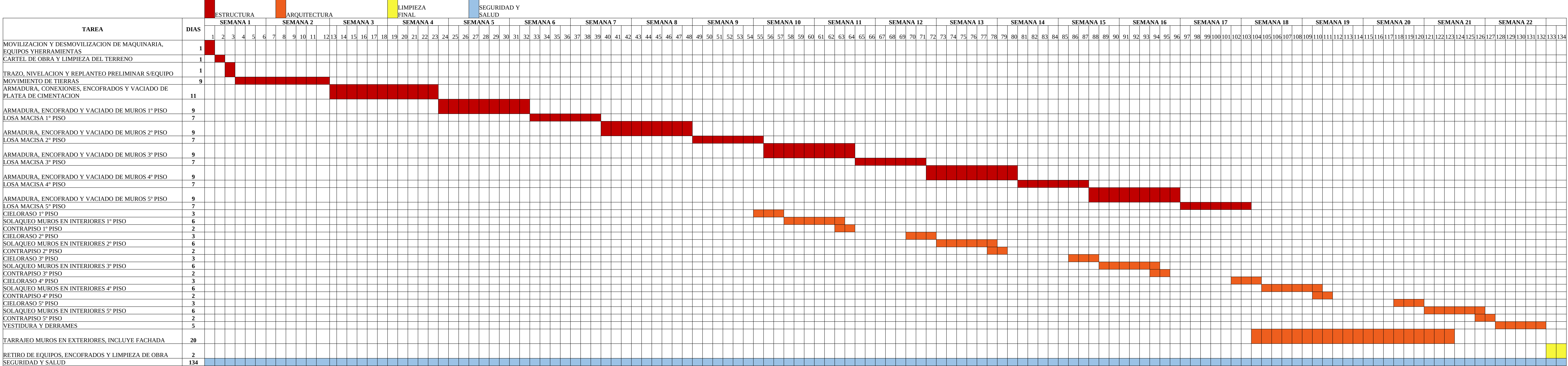
Diagrama 2

Diagrama de Gantt del Sistema de Muros de Ductilidad Limitada

MULTIFAMILIAR EN MURO DE DUCTILIDAD LIMITA

Presentado por: Bach. :Llerena Luna, Anyela Briggette. Bach.: Cumpa Gutierrez,Marilia

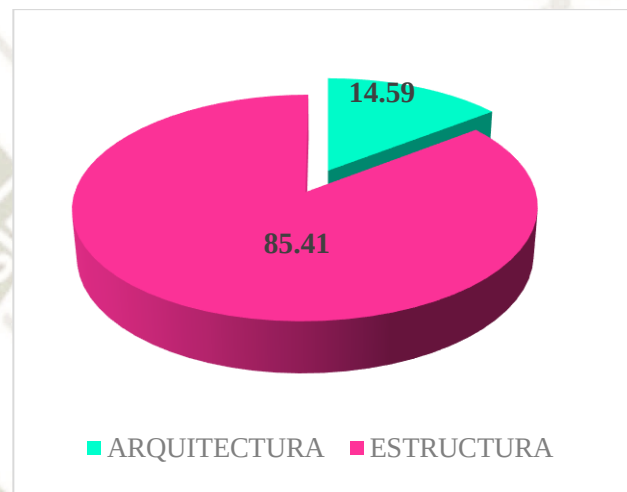
Departamento: Arequipa Provincia:Arequipa



En la Gráfico 6 se observa el porcentaje que ocupan las partidas de Estructuras y Arquitectura en el Costo Directo Total del Presupuesto de Obra. Resaltando las partidas de Estructuras con un 85.41%

Gráfico 6

Incidencias de partidas de estructuras y arquitectura en el presupuesto en MDL

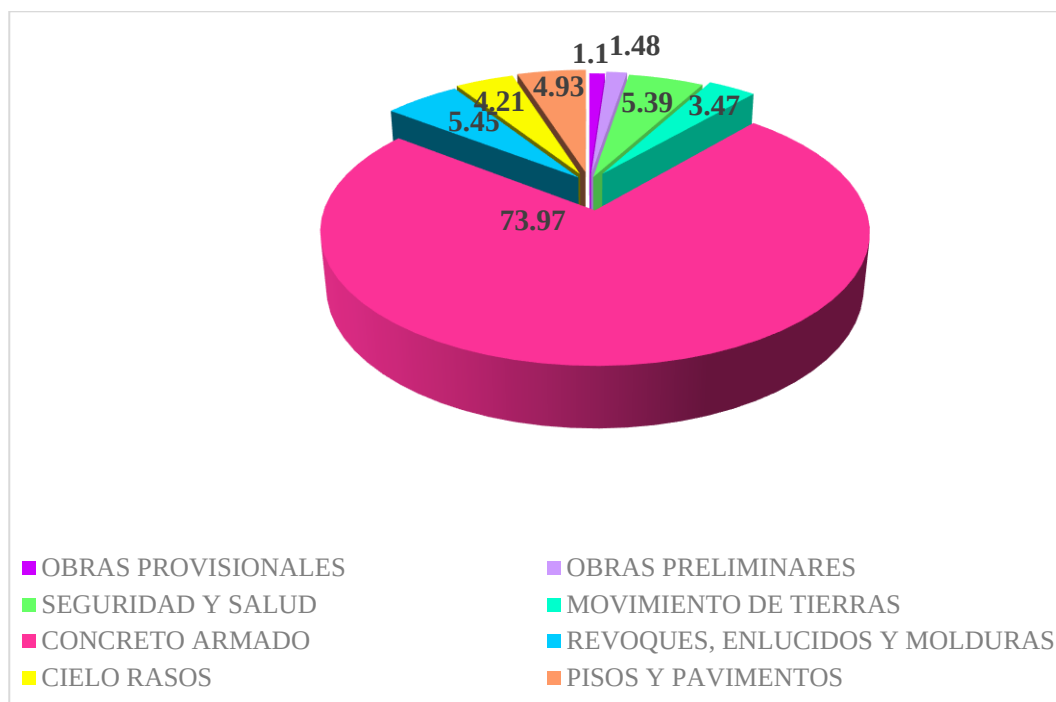


Fuente Propia

En la gráfico 7 se observa la incidencia de las partidas en el Costo Directo Total del Presupuesto de Obra. El sistema de MDL al tener gran cantidad de concreto armado, representa el mayor porcentaje de incidencia con un 73.97 %, siguiendo la partida de Revoques, enlucidos y molduras con un 5.45% y Seguridad y Salud con un 5.39 %.

Gráfico 7

Incidencias de partidas en el presupuesto en MDL



Fuente Propia



CAPÍTULO VI

URBANO NORMATIVO

En este capítulo se realiza un análisis basado en las normas que se establece en el PDM en su título III Zonificación Residencial de la ciudad de Arequipa. Sabemos por los estudios previos realizados para esta investigación que, la densificación en Multifamiliares y Conjuntos Residenciales en densidad media y densidad alta es la mejor opción para el desarrollo urbano de la ciudad de Arequipa. Sin embargo, por la naturaleza del sistema de Albañilería Confinada que nos permite construir un máximo de 5 pisos, se consideró para realizar los cálculos y las comparaciones parámetros de densidad media (RDM-1 Y RMD-2) sólo para multifamiliares, debido a que en la actualidad la norma no contempla parámetros para Conjuntos Residenciales en esta densidad. Ya queda a criterio y habilidad del proyectista consignar parámetros coherentes en proyectos de Conjuntos Residenciales en densidad media.

En la primera parte se realizan cálculos para 25 áreas de terreno a partir de las áreas mínimas exigidas por la norma de manera que podemos observar el comportamiento de las áreas en terrenos mínimos hasta terrenos de mayor dimensión. Se realizaron los cálculos para cada densidad. En la segunda parte se analiza la respuesta de los sistemas a los parámetros de cada densidad.

6.1 Cálculos de Áreas Requerida

6.1.1 Densidad Media RDM-1 Multifamiliar

En el cuadro 32 se muestra un resumen de los parámetros establecidos por el PDM de la ciudad de Arequipa para densidad media RDM-1 multifamiliares con terrenos ubicados frente a vías menores 18 mL de sección:

Cuadro 32
Parámetros urbanos RDM-1

ZONA RESIDENCIAL DENSIDAD MEDIA RDM- 1		
MULTIFAMILIAR	Densidad neta	166- 1300 hab./Ha
	Lote mínimo	150.00m2
	Frente mínimo	8.00 mL
	Altura de edificación	4 pisos
	Coeficiente de edificación	2.8
	Área libre	35% AT
	Retiro	Según normatividad
	Alineamiento de fachada	Según normas de la municipalidad distrital correspondiente
	Espacio de estacionamiento	1est. /2 viv.
	Área mínima de estacionamientos (c/u)	12.5 m2
	Área máxima ocupada	65% AT
	Área permeable	30% AT
	Área de esparcimiento	50% AL
	Área de circulación	10% AO
	Viv de 5 hab.	60% AC
	Viv de 4 hab.	30% AC
	Viv de 2 hab.	10% AC
	Otros usos	5% AT

Fuente: Propia basado en IMPLA, PDM de Arequipa

AT: área de terreno **AL:** área libre **AO:** área ocupada **AC:** área máxima
construida

Cuadro 33

Cálculo de áreas para RDM-1

DENSIDAD MEDIA RDM-1 MULTIFAMILIARZ	ÁREA TOTAL DEL TERRENO m2	ÁREA LIBRE m2	ÁREA DISPONIBLE PARA ESTACIONAMIENTO m2	ÁREA DISPONIBLE DEL AL (ESPARCIMIENTO) m2	ÁREA OCUPADA m2	ÁREA MÁXIMA CONSTRUIDA m2	ÁREA DE CIRCULACIÓN m2	Nº DE HABITANTES	Nº VIV. DE 5 HAB	Nº VIV. DE 4 HAB	Nº VIV. DE 2 HAB	Nº TOTAL DE VIVIENDA	Nº DE PISOS	Nº DE ESTACIONAMIENTO	ÁREA NECESARIA DE ESTACIONAMIENTO m2	ÁREA PERMEABLE m2	ÁREA DE ESPA CIMIENTO m2
	150.00	52.50	26.25	26.25	97.50	420.00	42.00	20	2	1	1	5	4	2	29.86	45.00	26.25
	250.00	87.50	43.75	43.75	162.50	700.00	70.00	33	4	2	2	8	4	4	49.77	75.00	43.75
	350.00	122.50	61.25	61.25	227.50	980.00	98.00	46	5	3	2	11	4	6	69.67	105.00	61.25
	450.00	157.50	78.75	78.75	292.50	1260.00	126.00	59	7	4	3	14	4	7	89.58	135.00	78.75
	550.00	192.50	96.25	96.25	357.50	1540.00	154.00	72	9	5	4	18	4	9	109.48	165.00	96.25
	650.00	227.50	113.75	113.75	422.50	1820.00	182.00	85	10	6	4	21	4	10	129.39	195.00	113.75
	750.00	262.50	131.25	131.25	487.50	2100.00	210.00	98	12	7	5	24	4	12	149.30	225.00	131.25
	850.00	297.50	148.75	148.75	552.50	2380.00	238.00	111	13	8	6	27	4	14	169.20	255.00	148.75
	950.00	332.50	166.25	166.25	617.50	2660.00	266.00	124	15	9	6	30	4	15	189.11	285.00	166.25
	1050.00	367.50	183.75	183.75	682.50	2940.00	294.00	137	16	10	7	33	4	17	209.02	315.00	183.75
	1150.00	402.50	201.25	201.25	747.50	3220.00	322.00	150	18	11	7	37	4	18	228.92	345.00	201.25
	1250.00	437.50	218.75	218.75	812.50	3500.00	350.00	163	20	12	8	40	4	20	248.83	375.00	218.75
	1350.00	472.50	236.25	236.25	877.50	3780.00	378.00	176	21	13	9	43	4	21	268.73	405.00	236.25
	1450.00	507.50	253.75	253.75	942.50	4060.00	406.00	189	23	14	9	46	4	23	288.64	435.00	253.75
	1550.00	542.50	271.25	271.25	1007.50	4340.00	434.00	202	24	15	10	49	4	25	308.55	465.00	271.25
	1650.00	577.50	288.75	288.75	1072.50	4620.00	462.00	215	26	16	11	53	4	26	328.45	495.00	288.75
	1750.00	612.50	306.25	306.25	1137.50	4900.00	490.00	228	27	17	11	56	4	28	348.36	525.00	306.25
	1850.00	647.50	323.75	323.75	1202.50	5180.00	518.00	241	29	18	12	59	4	29	368.27	555.00	323.75
	1950.00	682.50	341.25	341.25	1267.50	5460.00	546.00	254	30	19	13	62	4	31	388.17	585.00	341.25
	2050.00	717.50	358.75	358.75	1332.50	5740.00	574.00	267	32	20	13	65	4	33	408.08	615.00	358.75
	2150.00	752.50	376.25	376.25	1397.50	6020.00	602.00	280	34	21	14	68	4	34	427.98	645.00	376.25
	2250.00	787.50	393.75	393.75	1462.50	6300.00	630.00	293	35	22	15	72	4	36	447.89	675.00	393.75
	2350.00	822.50	411.25	411.25	1527.50	6580.00	658.00	306	37	23	15	75	4	37	467.80	705.00	411.25
	2450.00	857.50	428.75	428.75	1592.50	6860.00	686.00	319	38	24	16	78	4	39	487.70	735.00	428.75
	2451.00	857.85	428.925	428.925	1593.15	6862.80	686.28	319	38	24	16	78	4	39	487.90	735.30	428.925

Fuente Propia

En la Cuadro 33 se observan los resultados de los cálculos realizados para las áreas que exigen el PDM y el número de estacionamientos, viviendas y habitante por cada área de terreno según los **requerimientos mínimos** que exige la norma.

Se toma **la mayor densidad neta** ya que para esta investigación, como se mencionó anteriormente, se propone la densificación como la mejor alternativa de solución para el desarrollo urbano de la ciudad de Arequipa, de la misma manera se asume que el **área construida** será la máxima permitida, en base estas condiciones se proponen también el **área disponible para estacionamientos** como el área máxima que podrá ocupar en la superficie del terreno. De esto podemos concluir:

- Que las áreas requeridas se cumplen sin mayor dificultad a excepción de área **necesaria para los estacionamientos** que serán explicadas más adelante en el ítem 6.3.

En la Cuadro 34 se muestra el área que se necesita por cada tipo de departamento resultado de los cálculos anteriores, las áreas por tipo de departamentos son estándares independientes del tamaño del terreno.

Cuadro 34

Áreas de departamentos para RDM-1

Área de Departamentos en m ²	5 habitantes	4 habitantes	2 habitantes
	107.69	86.15	43.08

Fuente: Propia

6.1.2 Densidad Media RDM-2

En el cuadro 35 se muestra un resumen de los parámetros establecidos por el PDM de la ciudad de Arequipa para densidad media RDM-2 multifamiliares con terrenos ubicados frente a vías menores 18 mL de sección:

Cuadro 35

Parámetros urbanos RDM-2

ZONA RESIDENCIAL DENSIDAD MEDIA RDM- 2		
MULTIFFAMILIAR	Densidad neta	901 1400 hab/Ha
	Lote mínimo	150.00m ²
	Frente mínimo	8.00 mL
	Altura de edificación	5 pisos
	Coeficiente de edificación	3.5
	Área libre	35% AT
	Retiro	Según normatividad
	Alineamiento de fachada	Según normas de la municipalidad distrital correspondiente
	Espacio de estacionamiento	1est. /2 viv.
	Área mínima de estacionamientos (c/u)	12.5 m ²
	Área máxima ocupada	65% AT
	Área permeable	30% AT
	Área de esparcimiento	50% AL
	Área de circulación	10% AO
	Viv. de 5 hab.	60% AC
	Viv. de 4 hab.	30% AC
	Viv. de 2 hab.	10% AC
	Otros usos	5% AT

Fuente: Propia basado en IMPLA, PDM de Arequipa

AT: área de terreno AL: área libre AO: área ocupada AC: área máxima construida

Cuadro 36

Cálculo de áreas para RDM-2

DENSIDAD MEDIA RDM-2 MULTIFAMILIAR	ÁREA TOTAL DEL TERRENO m2	ÁREA LIBRE m2	ÁREA DISPONIBLE PARA ESTACIONAMIENTO m2	ÁREA DISPONIBLE DEL AL (ESPARCIMIENTO) m2	ÁREA OCUPADA m2	ÁREA MÁXIMA CONSTRUIDA m2	ÁREA DE CIRCULACIÓN m2	Nº DE HABITANTES	Nº VIV. DE 5 HAB	Nº VIV. DE 4 HAB	Nº VIV. DE 2 HAB	Nº TOTAL DE VIVIENDA	Nº DE PISOS	Nº DE ESTACIONAMIENTO	ÁREA NECESARIA DE ESTACIONAMIENTO m2	ÁREA PERMEABLE m2	ÁREA DE ESPA CIMIENTO
	150.00	52.50	26.25	26.25	97.50	525.00	52.50	21	3	2	1	5	5	3	32.16	45.00	26.25
	300.00	105.00	52.50	52.50	195.00	1050.00	105.00	42	5	3	2	10	5	5	64.31	90.00	52.50
	450.00	157.50	78.75	78.75	292.50	1575.00	157.50	63	8	5	3	15	5	8	96.47	135.00	78.75
	600.00	210.00	105.00	105.00	390.00	2100.00	210.00	84	10	6	4	21	5	10	128.63	180.00	105.00
	750.00	262.50	131.25	131.25	487.50	2625.00	262.50	105	13	8	5	26	5	13	160.78	225.00	131.25
	900.00	315.00	157.50	157.50	585.00	3150.00	315.00	126	15	9	6	31	5	15	192.94	270.00	157.50
	1050.00	367.50	183.75	183.75	682.50	3675.00	367.50	147	18	11	7	36	5	18	225.09	315.00	183.75
	1200.00	420.00	210.00	210.00	780.00	4200.00	420.00	168	20	13	8	41	5	21	257.25	360.00	210.00
	1350.00	472.50	236.25	236.25	877.50	4725.00	472.50	189	23	14	9	46	5	23	289.41	405.00	236.25
	1500.00	525.00	262.50	262.50	975.00	5250.00	525.00	210	25	16	11	51	5	26	321.56	450.00	262.50
	1650.00	577.50	288.75	288.75	1072.50	5775.00	577.50	231	28	17	12	57	5	28	353.72	495.00	288.75
	1800.00	630.00	315.00	315.00	1170.00	6300.00	630.00	252	30	19	13	62	5	31	385.88	540.00	315.00
	1950.00	682.50	341.25	341.25	1267.50	6825.00	682.50	273	33	20	14	67	5	33	418.03	585.00	341.25
	2100.00	735.00	367.50	367.50	1365.00	7350.00	735.00	294	35	22	15	72	5	36	450.19	630.00	367.50
	2250.00	787.50	393.75	393.75	1462.50	7875.00	787.50	315	38	24	16	77	5	39	482.34	675.00	393.75
	2400.00	840.00	420.00	420.00	1560.00	8400.00	840.00	336	40	25	17	82	5	41	514.50	720.00	420.00
	2550.00	892.50	446.25	446.25	1657.50	8925.00	892.50	357	43	27	18	87	5	44	546.66	765.00	446.25
	2700.00	945.00	472.50	472.50	1755.00	9450.00	945.00	378	45	28	19	93	5	46	578.81	810.00	472.50
	2850.00	997.50	498.75	498.75	1852.50	9975.00	997.50	399	48	30	20	98	5	49	610.97	855.00	498.75
	3000.00	1050.00	525.00	525.00	1950.00	10500.00	1050.00	420	50	32	21	103	5	51	643.13	900.00	525.00
	3150.00	1102.50	551.25	551.25	2047.50	11025.00	1102.50	441	53	33	22	108	5	54	675.28	945.00	551.25
	3300.00	1155.00	577.50	577.50	2145.00	11550.00	1155.00	462	55	35	23	113	5	57	707.44	990.00	577.50
	3450.00	1207.50	603.75	603.75	2242.50	12075.00	1207.50	483	58	36	24	118	5	59	739.59	1035.00	603.75
	3600.00	1260.00	630.00	630.00	2340.00	12600.00	1260.00	504	60	38	25	123	5	62	771.75	1080.00	630.00
	3601.00	1260.35	630.17	630.18	2340.65	12603.50	1260.35	504	60	38	25	124	5	62	771.96	1080.30	630.18

Fuente Propia

En la Cuadro 36 se observan los resultados de los cálculos realizados para las áreas que exigen el PDM y el número de estacionamientos, viviendas y habitante por cada área de terreno según los **requerimientos mínimos** que exige la norma.

Se toma **la mayor densidad neta ya** que para esta investigación, como se mencionó anteriormente, se propone la densificación como la mejor alternativa de solución para el desarrollo urbano de la ciudad de Arequipa, de la misma manera se asume que el **área construida** será la máxima permitida, en base estas condiciones se proponen también el **área disponible para estacionamientos** como el área máxima que podrá ocupar en la superficie del terreno. De esto podemos concluir:

- Que las áreas requeridas se cumplen sin mayor dificultad a excepción de área **necesaria para los estacionamientos** que serán explicadas más adelante en el ítem 6.3.

En la Cuadro 37 se muestra el área que se necesita por cada tipo de departamento resultado de los cálculos anteriores, las áreas por tipo de departamentos son estándares independientes del tamaño del terreno.

Cuadro 37

Áreas de departamentos para RDM-2

Área de Departamentos en m2	5 habitantes	4 habitantes	2 habitantes
	125.00	100.00	50.00

Fuente: Propia

6.1.3 Densidad Media RDM-2 *

En el cuadro 38 se muestra un resumen de los parámetros establecidos por el PDM de la ciudad de Arequipa para densidad media RDM-2* multifamiliares con terrenos ubicados frente a vías mayores de 18 mL de sección y/o frente a parques:

Cuadro 38

*Parámetros urbanos RDM-2**

ZONA RESIDENCIAL DENSIDAD MEDIA RDM- 2		
MULTIFAMILIAR	Densidad neta	901- 1400 hab/Ha
	Lote mínimo	180.00m ²
	Frente mínimo	8.00 mL
	Altura de edificación	6 pisos
	Coeficiente de edificación	4.2
	Área libre	40% AT
	Retiro	Según normatividad
	Alineamiento de fachada	Según normas de la municipalidad distrital correspondiente
	Espacio de estacionamiento	1est. /2 viv.
	Área mínima de estacionamientos (c/u)	12.5 m ²
	Área máxima ocupada	60% AT
	Área permeable	30% AT
	Área de esparcimiento	50% AL
	Área de circulación	10% AO
	Viv. de 5 hab.	60% AC
	Viv. de 4 hab.	30% AC
	Viv. de 2 hab.	10% AC
	Otros usos	5% AT

Fuente: Propia basado en IMPLA, PDM de Arequipa

AT: área de terreno AL: área libre AO: área ocupada AC: área máxima construida

Cuadro 39

Cálculo de áreas para RDM-2*

DENSIDAD MEDIA RDM-3 MULTIFAMILIAR	ÁREA TOTAL DEL TERRENO m2	ÁREA LIBRE m2	ÁREA DISPONIBLE PARA ESTACIONAMIENTO m2	ÁREA DISPONIBLE DEL AL (ESPARCIMIENTO) m2	ÁREA OCUPADA m2	ÁREA MÁXIMA CONSTRUIDA m2	AREA CONSTRUIDA m2	ÁREA DE CIRCULACIÓN m2	Nº DE HABITANTES	Nº VIV. DE 5 HAB	Nº VIV. DE 4 HAB	Nº VIV. DE 2 HAB	Nº TOTAL DE VIVIENDA	Nº MAXIMO DE PISOS	Nº DE ESTACIONAMIENTO	ÁREA NECESARIA DE ESTACIONAMIENTO m2	ÁREA PERMEABLE m2	ÁREA DE ESPARCIMIENTO
	180.00	72.00	36.00	36.00	108.00	756.00	540.00	54.00	25	3	2	1	6	5	3	38.59	54.00	36.00
	360.00	144.00	72.00	72.00	216.00	1512.00	1080.00	108.00	50	6	4	3	12	5	6	77.18	108.00	72.00
	540.00	216.00	108.00	108.00	324.00	2268.00	1620.00	162.00	76	9	6	4	19	5	9	115.76	162.00	108.00
	720.00	288.00	144.00	144.00	432.00	3024.00	2160.00	216.00	101	12	8	5	25	5	12	154.35	216.00	144.00
	900.00	360.00	180.00	180.00	540.00	3780.00	2700.00	270.00	126	15	9	6	31	5	15	192.94	270.00	180.00
	1080.00	432.00	216.00	216.00	648.00	4536.00	3240.00	324.00	151	18	11	8	37	5	19	231.53	324.00	216.00
	1260.00	504.00	252.00	252.00	756.00	5292.00	3780.00	378.00	176	21	13	9	43	5	22	270.11	378.00	252.00
	1440.00	576.00	288.00	288.00	864.00	6048.00	4320.00	432.00	202	24	15	10	49	5	25	308.70	432.00	288.00
	1620.00	648.00	324.00	324.00	972.00	6804.00	4860.00	486.00	227	27	17	11	56	5	28	347.29	486.00	324.00
	1800.00	720.00	360.00	360.00	1080.00	7560.00	5400.00	540.00	252	30	19	13	62	5	31	385.88	540.00	360.00
	1980.00	792.00	396.00	396.00	1188.00	8316.00	5940.00	594.00	277	33	21	14	68	5	34	424.46	594.00	396.00
	2160.00	864.00	432.00	432.00	1296.00	9072.00	6480.00	648.00	302	36	23	15	74	5	37	463.05	648.00	432.00
	2340.00	936.00	468.00	468.00	1404.00	9828.00	7020.00	702.00	328	39	25	16	80	5	40	501.64	702.00	468.00
	2520.00	1008.00	504.00	504.00	1512.00	10584.00	7560.00	756.00	353	42	26	18	86	5	43	540.23	756.00	504.00
	2700.00	1080.00	540.00	540.00	1620.00	11340.00	8100.00	810.00	378	45	28	19	93	5	46	578.81	810.00	540.00
	2880.00	1152.00	576.00	576.00	1728.00	12096.00	8640.00	864.00	403	48	30	20	99	5	49	617.40	864.00	576.00
	3060.00	1224.00	612.00	612.00	1836.00	12852.00	9180.00	918.00	428	51	32	21	105	5	52	655.99	918.00	612.00
	3240.00	1296.00	648.00	648.00	1944.00	13608.00	9720.00	972.00	454	54	34	23	111	5	56	694.58	972.00	648.00
	3420.00	1368.00	684.00	684.00	2052.00	14364.00	10260.00	1026.00	479	57	36	24	117	5	59	733.16	1026.00	684.00
	3600.00	1440.00	720.00	720.00	2160.00	15120.00	10800.00	1080.00	504	60	38	25	123	5	62	771.75	1080.00	720.00
	3780.00	1512.00	756.00	756.00	2268.00	15876.00	11340.00	1134.00	529	64	40	26	130	5	65	810.34	1134.00	756.00
	3960.00	1584.00	792.00	792.00	2376.00	16632.00	11880.00	1188.00	554	67	42	28	136	5	68	848.93	1188.00	792.00
	4140.00	1656.00	828.00	828.00	2484.00	17388.00	12420.00	1242.00	580	70	43	29	142	5	71	887.51	1242.00	828.00
	4320.00	1728.00	864.00	864.00	2592.00	18144.00	12960.00	1296.00	605	73	45	30	148	5	74	926.10	1296.00	864.00
	4500.00	1800.00	900.00	900.00	2700.00	18900.00	13500.00	1350.00	630	76	47	32	154	5	77	964.69	1350.00	900.00

Fuente Propia

En la Cuadro 39 se observan los resultados de los cálculos realizados para las áreas que exigen el PDM y el número de estacionamientos, viviendas y habitante por cada área de terreno según los **requerimientos mínimos** que exige la norma.

Se toma **la mayor densidad neta** ya que para esta investigación, como se mencionó anteriormente, se propone la densificación como la mejor alternativa de solución para el desarrollo urbano de la ciudad de Arequipa, sin embargo, por la naturaleza del sistema vamos a considerar 5 como máximo número de pisos, es decir un **área construida menor**. Por lo que existiría variación en el número de viviendas, de habitantes y de número de estacionamientos que propone la mayor densidad neta, se explicará estas deficiencias en el ítem 6.3. De esto podemos concluir que:

- Que las áreas requeridas se cumplen sin mayor dificultad a excepción de área **necesaria para los estacionamientos** que serán explicadas más adelante en el ítem 6.3.

En el Cuadro 40 se muestra el área que se necesita por cada tipo de departamento resultado de los cálculos anteriores, las áreas por tipo de departamentos son estándares independientes del tamaño del terreno.

Cuadro 40

*Áreas de departamentos para RDM-2**

Área de Departamentos en m2	5 habitantes	4 habitantes	2 habitantes
	107.00	85.00	43.00

Fuente: Propia

6.2 Análisis de Densidades

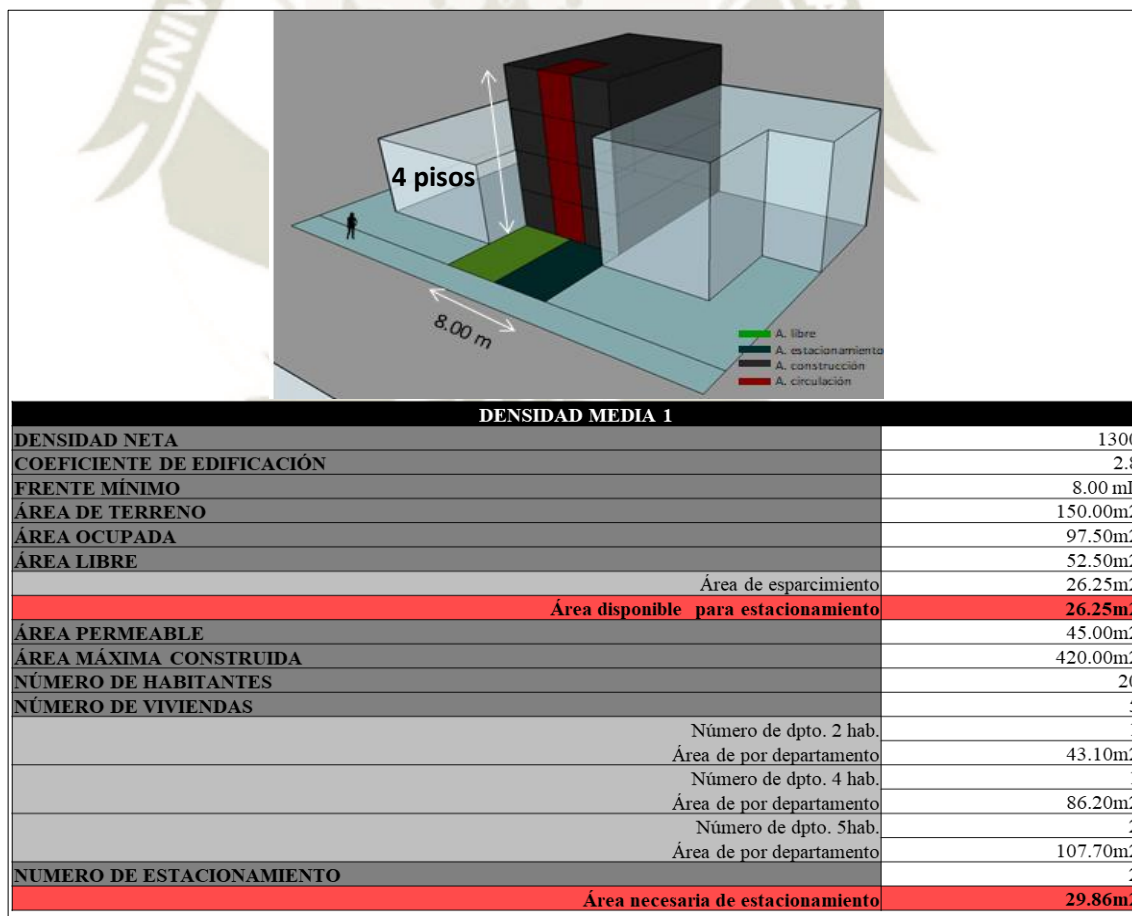
6.2.1 Densidad Media RDM-1 Multifamiliar

En el caso de densidad media RDM- 1 se omitió el análisis para unifamiliares y sólo se analizó el caso para multifamiliares, tomando en cuenta las dimensiones mínimas tales como área de terreno mínimo para esta densidad, y frente mínimo 8.00 mL. Se tomó la **mayor densidad neta y la máxima área construida**.

En la figura 14 se muestra un modelo 3D y una síntesis de las áreas requeridas por el PDM tomando como caso de análisis el área mínima en densidad media RDM 1.

Figura 14

Cálculos densidad media RDM-1



Fuente propia

6.2.1.1 Para Sistema de Albañilería Confinada.

Cuadro 41

Análisis de requerimientos de áreas RDM-1 para AC

TIPOS DE ÁREAS		OBSERVACIÓN
Área Ocupada	El PDM limita hasta el 65% de área total del terreno	El sistema permite el cumplimiento de estas áreas sin ningún inconveniente.
Área Libre	El PDM exige el 35% del área total del terreno	
Área de Esparcimiento	El PDM exige que el 50% del área libre debe estar destinado a actividades de esparcimiento.	
Área Permeable	La norma exige que el 30% de área del terreno debe ser permeable; sin embargo, no especifica en cuál de las áreas debe insertarse, por lo que está en las habilidades del proyectista insertarlo en el espacio más pertinente conforme las necesidades del usuario y las premisas del diseño arquitectónico del espacio abierto.	

Fuente propia

Cuadro 42

Análisis del área máxima construida y número de pisos RDM-1 para AC

RELACIÓN ÁREA MÁXIMA CONSTRUIDA Y NÚMEROS DE PISOS		OBSERVACIÓN
Área Máxima Construida	Se usó el coeficiente de edificación 2.8 y la densidad neta máxima 1300 hab./Ha	Para el caso de densidad RDM-1 en el sistema de Albañilería Confinada se cumple sin mayor dificultad la relación del máximo número pisos con la máxima área que se permite construir bajo el coeficiente de edificación y máxima densidad neta.
Número de Pisos	Conforme lo establece el PDM máximo 4 pisos construidos	

Fuente propia

Cuadro 43
Análisis de Requerimientos de Áreas de Estacionamientos RDM-1 para AC

ESTACIONAMIENTOS		OBSERVACIÓN
Área necesaria para estacionamiento	Área necesaria para ubicar el área total necesaria para estacionamientos asumiendo 1 estacionamiento por vivienda según lo mínimo exigido por la norma, se considera el área mínima por estacionamiento 12.5 m ²	Según el análisis de los cálculos existe un déficit del 11% del número total de estacionamientos que no puede ser ocupado en la superficie ya que el área disponible para estacionamientos en la superficie no será suficiente; sin embargo, por la naturaleza del sistema las estructuras permiten la construcción de sótanos que pueden ser modulados para el uso de estacionamientos. Por consiguiente, el área restante requerida para los estacionamientos puede ser solucionados en los sótanos.
Área disponible para estacionamiento	Área disponible en la superficie del terreno, en este caso tenemos el área libre, pero como lo exige la norma el 50% debe ser destinado a actividades de esparcimiento, por lo que a disponibilidad sólo queda el 50% del área libre.	

Fuente propia

6.2.1.2 Para Sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

Cuadro 44
Análisis de requerimientos de áreas RDM-1 para MDL

TIPOS DE ÁREAS		OBSERVACIÓN
Área Ocupada	El PDM limita hasta el 65% de área total del terreno	El sistema permite el cumplimiento de estas áreas sin
Área Libre	El PDM exige el 35% del área total del terreno	
Área de Esparcimiento	El PDM exige que el 50% del área libre debe estar destinado a actividades de esparcimiento.	

Área Permeable	La norma exige que el 30% de área del terreno debe ser permeable; sin embargo, no especifica en cuál de las áreas debe insertarse, por lo que está en las habilidades del proyectista insertarlo en el espacio más pertinente conforme las necesidades del usuario y las premisas del diseño arquitectónico del espacio abierto.	ningún inconveniente.
-----------------------	--	-----------------------

Fuente propia

Cuadro 45

Análisis del área máxima construida y número de pisos RDM-1 para MDL

RELACIÓN ÁREA MÁXIMA CONSTRUIDA Y NÚMEROS DE PISOS		OBSERVACIÓN
Área Máxima Construida	Se usó el coeficiente de edificación o 2.8 y la densidad neta máxima 1300 hab./Ha	Para el caso de densidad RDM-1 en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada se cumple sin mayor dificultad la relación del máximo número pisos con la máxima área que se permite construir bajo el coeficiente de edificación y máxima densidad neta.
Número de Pisos	Conforme lo establece el PDM máximo 4 pisos construidos	

Fuente propia

Cuadro 46

Análisis de requerimientos de áreas de estacionamientos RDM-1 para MDL

ESTACIONAMIENTOS		OBSERVACIÓN
Área necesaria para estacionamiento	Área necesaria para ubicar el área total necesaria para estacionamientos asumiendo 1 estacionamiento por vivienda según lo mínimo	Según el análisis de los cálculos existe un déficit del 11% del número total de estacionamientos que no puede ser ocupado en la superficie ya que el área disponible para estacionamientos en la superficie no será suficiente. Para el caso de este sistema

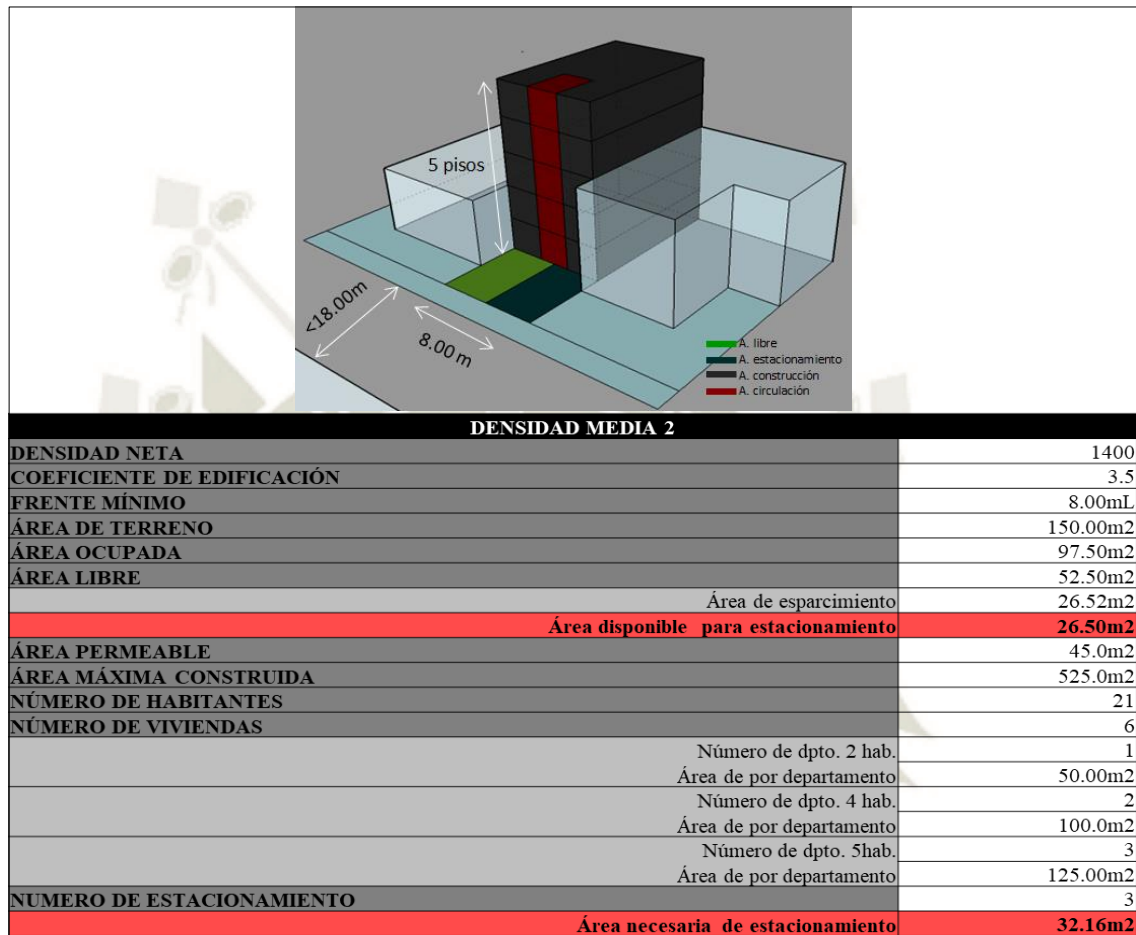
	exigido por la norma, se considera el área mínima por estacionamiento 12.5 m ²	constructivo por la naturaleza del sistema las estructuras NO permiten la construcción de sótanos que puedan ser modulados para el uso de estacionamientos. Por lo que, una solución para terrenos de pequeñas dimensiones es la construcción de estacionamientos de 2 o más niveles en el área disponible para el estacionamiento . Esto significa que sería necesario el uso de un porcentaje de la máxima área construida para este fin. Se tiene por consiguiente un impacto directo en el aspecto económico y en el aspecto de imagen en el diseño arquitectónico.
Área disponible para estacionamiento	Área disponible en la superficie del terreno, en este caso tenemos el área libre, pero como lo exige la norma el 50% debe ser destinado a actividades de esparcimiento, por lo que a disponibilidad sólo queda el 50% del área libre.	Otra solución sería la construcción de sótanos independientes de las estructuras del edificio bajo el área disponible para estacionamientos , pero se requiere de áreas grandes de terreno para aplicar esta solución

Fuente propia

6.2.2 Densidad Media RDM-2 Multifamiliar

Para densidad media RDM- 2 se analizó **caso 1: multifamiliares frente a vías menores a 18 metros de sección**, tomando en cuenta las dimensiones mínimas tales como área de terreno mínimo para esta densidad, y frente mínimo 8.00 mL. Se tomó la mayor densidad neta y la máxima área construida.

En la figura 15 se muestra un modelo 3D y una síntesis de las áreas requeridas por el PDM tomando como caso de análisis el área mínima en densidad media RDM 2.

Figura 15
Cálculos densidad media RDM-2


Fuente propia

6.2.2.1 Para Sistema de Albañilería Confinada.

Cuadro 47
Análisis de requerimientos de áreas RDM-2 para AC

TIPOS DE ÁREAS		OBSERVACIÓN
Área Ocupada	El PDM limita hasta el 65% de área total del terreno	El sistema permite el cumplimiento de estas áreas sin ningún inconveniente.
Área Libre	El PDM exige el 35% del área total del terreno	
Área de Esparcimiento	El PDM exige que el 50% del área libre debe estar destinado a actividades de esparcimiento.	
Área Permeable	La norma exige que el 30% de área del terreno debe ser permeable; sin embargo, no especifica en cuál de las	

	áreas debe insertarse, por lo que está en las habilidades del proyectista insertarlo en el espacio más pertinente conforme las necesidades del usuario y las premisas del diseño arquitectónico del espacio abierto.	
--	--	--

Fuente propia

Cuadro 48

Análisis del área máxima construida y número de pisos RDM-2 para AC

RELACIÓN ÁREA MÁXIMA CONSTRUIDA Y NÚMEROS DE PISOS		OBSERVACIÓN
Área Máxima Construida	Se usó el coeficiente de edificación 3.5 y la densidad neta máxima 1400 hab./Ha	Para el caso de densidad RDM-2 en el sistema de Albañilería Confinada se cumple sin mayor dificultad la relación del máximo número pisos con la máxima área que se permite construir bajo el coeficiente de edificación y máxima densidad neta.
Número de Pisos	Conforme lo establece el PDM máximo 5 pisos construidos,	

Fuente propia

Cuadro 49

Análisis de requerimientos de áreas de estacionamientos RDM-2 para AC

ESTACIONAMIENTOS		OBSERVACIÓN
Área necesaria para estacionamiento	Área necesaria para ubicar el área total necesaria para estacionamientos asumiendo 1 estacionamiento por vivienda según lo mínimo exigido por la norma, se considera el área mínima por estacionamiento 12.5 m ²	Según el análisis de los cálculos existe un déficit del 18% del número total de estacionamientos que no puede ser ocupado en la superficie ya que el área disponible para estacionamientos en la superficie no será suficiente;

Área disponible para estacionamiento	Área disponible en la superficie del terreno, en este caso tenemos el área libre, pero como lo exige la norma el 50% debe ser destinado a actividades de esparcimiento, por lo que a disponibilidad sólo queda el 50% del área libre.	sin embargo, por la naturaleza del sistema las estructuras permiten la construcción de sótanos que pueden ser modulados para el uso de estacionamientos. Por consiguiente, el área restante requerida para los estacionamientos puede ser solucionados en los sótanos.
---	---	---

Fuente propia

6.2.2.2 Para Sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

Cuadro 50

Análisis de requerimientos de áreas RDM-2 para MDL

TIPOS DE ÁREAS		OBSERVACIÓN
Área Ocupada	El PDM limita hasta el 65% de área total del terreno	El sistema permite el cumplimiento de estas áreas sin ningún inconveniente.
Área Libre	El PDM exige el 35% del área total del terreno	
Área de Esparcimiento	El PDM exige que el 50% del área libre debe estar destinado a actividades de esparcimiento.	
Área Permeable	La norma exige que el 30% de área del terreno debe ser permeable; sin embargo, no especifica en cuál de las áreas debe insertarse, por lo que está en las habilidades del proyectista insertarlo en el espacio más pertinente conforme las necesidades del usuario y las premisas del diseño arquitectónico del espacio abierto.	

Fuente propia

Cuadro 51

Análisis del área máxima construida y número de pisos RDM-2 para MDL

RELACIÓN ÁREA MÁXIMA CONSTRUIDA Y NÚMEROS DE PISOS		OBSERVACIÓN
Área Máxima Construida	Se usó el coeficiente de edificación máximo 2.8 y la densidad la máxima 1300 hab./Ha	Para el caso de densidad RDM-2 en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada se cumple sin mayor dificultad la relación del máximo número pisos con la máxima área que se permite construir bajo el coeficiente de edificación y máxima densidad neta.
Número de Pisos	Conforme lo estable el PDM 4 pisos máximos.	

Fuente propia

Cuadro 52

Análisis de requerimientos de áreas de estacionamientos RDM-2 para MDL

ESTACIONAMIENTOS		OBSERVACIÓN
Área necesaria para estacionamiento	Área necesaria para ubicar el área total necesaria para estacionamientos asumiendo 1 estacionamiento por vivienda según lo mínimo exigido por la norma, se considera el área mínima por estacionamiento 12.5 m ²	Según el análisis de los cálculos existe un déficit del 18% del número total de estacionamientos que no puede ser ocupado en la superficie ya que el área disponible para estacionamientos en la superficie no será suficiente. Para el caso de este sistema constructivo por la naturaleza del sistema las estructuras NO permiten la construcción de sótanos que puedan ser modulados para el uso de estacionamientos. Por lo que, una solución para terrenos de pequeñas dimensiones es la construcción de estacionamientos de 2 o más niveles en el área disponible para el estacionamiento . Esto significa que
Área disponible para estacionamiento	Área disponible en la superficie del terreno, en este caso tenemos el área libre, pero como lo exige la norma el 50% debe ser destinado a actividades de esparcimiento, por lo que a disponibilidad	

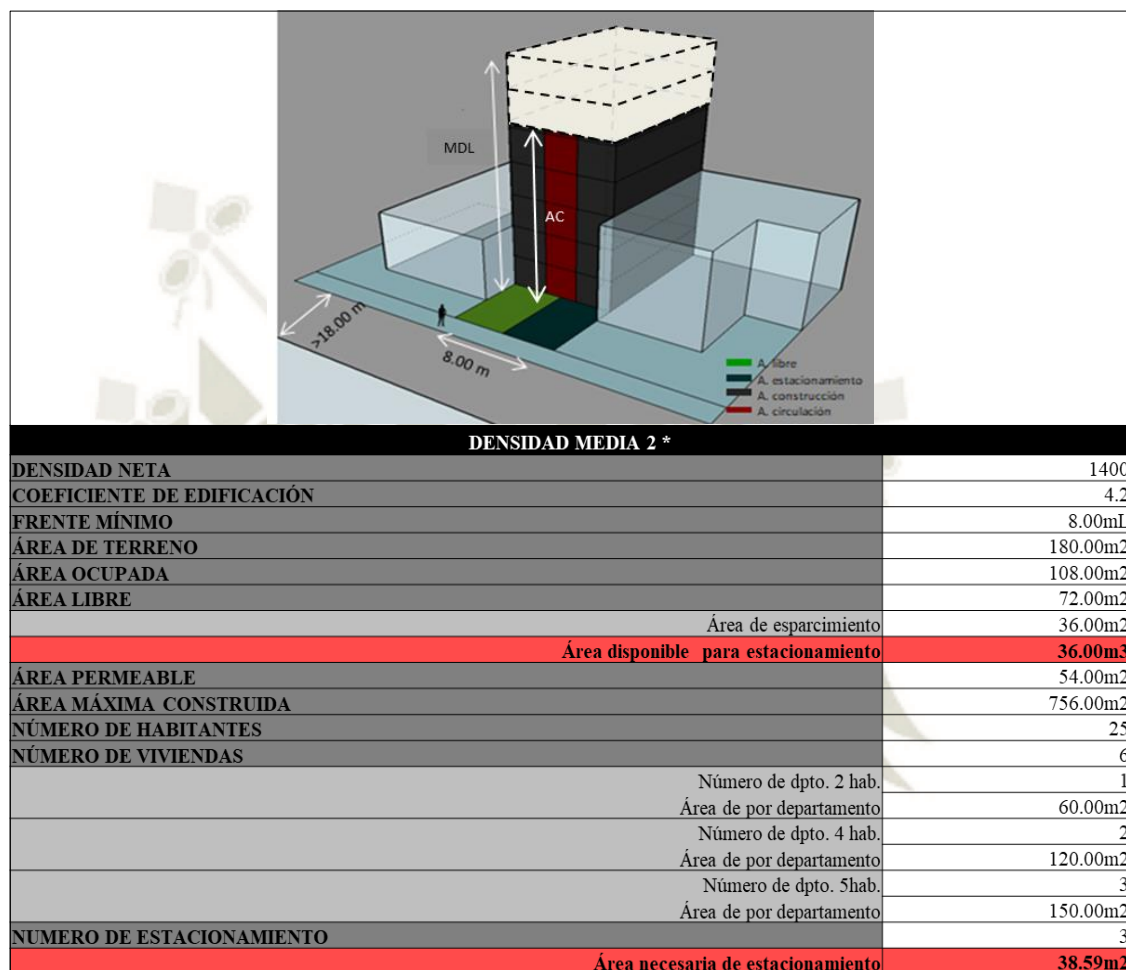
	sólo queda el 50% del área libre.	sería necesario el uso de un porcentaje de la máxima área construida para este fin. Se tiene por consiguiente un impacto directo en el aspecto económico y en el aspecto de imagen en el diseño arquitectónico. Otra solución sería la construcción de sótanos independientes de las estructuras del edificio bajo el área disponible para estacionamientos , pero se requiere de áreas grandes de terreno para aplicar esta solución.
--	-----------------------------------	--

Fuente propia

6.2.3 Densidad Media RDM-2* Multifamiliar

Para densidad media RDM- 2* se analizó **caso 2: multifamiliares frente a vías mayores a 18 metros de sección frente a parques**, tomando en cuenta las dimensiones mínimas tales como área de terreno mínimo para esta densidad, y frente mínimo 8.00 mL. Se tomó la mayor densidad neta y la máxima área construida.

En la figura 16 se muestra un modelo 3D y una síntesis de las áreas requeridas por el PDM tomando como caso de análisis el área mínima en densidad media RDM 1.

Figura 16
*Cálculos densidad media RDM-2**


Fuente propia

6.2.3.1 Para Sistema de Albañilería Confinada.

Cuadro 53
Análisis de requerimientos de áreas RDM-2 para AC*

TIPOS DE ÁREAS		OBSERVACIÓN
Área Ocupada	El PDM limita hasta el 60% de área total del terreno	El sistema permite el cumplimiento de estas áreas sin
Área Libre	El PDM exige el 40% del área total del terreno	

Área de Esparcimiento	El PDM exige que el 50% del área libre debe estar destinado a actividades de esparcimiento.	ningún inconveniente.
Área Permeable	La norma exige que el 30% de área del terreno debe ser permeable; sin embargo, no especifica en cuál de las áreas debe insertarse, por lo que está en las habilidades del proyectista insertarlo en el espacio más pertinente conforme las necesidades del usuario y las premisas del diseño arquitectónico del espacio abierto.	

Fuente propia

Cuadro 54

Análisis del área máxima construida y número de pisos RDM-2 para AC*

RELACIÓN ÁREA MÁXIMA CONSTRUIDA Y NÚMEROS DE PISOS		OBSERVACIÓN
Área Máxima Construida	Se usó el coeficiente de edificación de 4.2 y la densidad neta máxima 1400 hab./Ha	Para el caso de densidad RDM-2* con frentes a vías mayores a 18mL, si bien los parámetros urbanos permiten 6 pisos el sistema de Albañilería Confinada tiene sus límites propios, no permite construir más de 5 pisos. Al ser una premisa de este análisis la densificación por ende usar la máxima densidad neta para los cálculos hemos encontrado inconsistencias, pues los 5 pisos que nos permite el sistema no serán suficientes para suplir la cantidad de viviendas por consiguiente de habitantes que la máxima densidad neta nos plantea. Por lo que, si se encuentra en esta situación lo recomendable, si es que se desea usar este sistema constructivo, es usar un valor de densidad neta menor,
Número de Pisos	Conforme lo establece el PDM máximo 6 pisos construidos.	

Fuente propia

Cuadro 55
Análisis de requerimientos de áreas de estacionamientos RDM-2 para AC*

ESTACIONAMIENTOS		OBSERVACIÓN
	Área necesaria para ubicar el área total de estacionamientos asumiendo 1 estacionamiento por vivienda, se considera el área mínima por estacionamiento 12.5 m ²	Según el análisis de los cálculos existe un déficit del 7% del número total de estacionamientos que no puede ser ocupado en la superficie ya que el área disponible para estacionamientos en la superficie no será suficiente; sin embargo, por la naturaleza del sistema las estructuras permiten la construcción de sótanos que pueden ser modulados para el uso de estacionamientos. Por consiguiente, el área restante requerida para los estacionamientos puede ser solucionados en los sótanos
Área disponible para estacionamiento	Área disponible en la superficie del terreno, en este caso tenemos el área libre, pero como lo exige la norma el 50% debe ser destinado a actividades de esparcimiento, por lo que a disponibilidad sólo queda el 50% del área libre.	

Fuente propia

6.2.3.2 Para Sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

Cuadro 56

Análisis de Requerimientos de áreas RDM-2 para MDL*

TIPOS DE ÁREAS		OBSERVACIÓN
Área Ocupada	El PDM limita hasta el 60% de área total del terreno	El sistema permite el cumplimiento de estas áreas sin ningún inconveniente.
Área Libre	El PDM exige el 40% del área total del terreno	
Área de Esparcimiento	El PDM exige que el 50% del área libre debe estar destinado a actividades de esparcimiento.	
Área Permeable	La norma exige que el 30% de área del terreno debe ser permeable; sin embargo, no especifica en cuál de las áreas debe insertarse, por lo que está en las habilidades del proyectista insertarlo en el espacio más pertinente conforme las necesidades del usuario y las premisas del diseño arquitectónico del espacio abierto.	

Fuente propia

Cuadro 57

Análisis del área máxima construida y número de pisos RDM-2 para MDL*

RELACIÓN ÁREA MÁXIMA CONSTRUIDA Y NÚMEROS DE PISOS		OBSERVACIÓN
Área Máxima Construida	Se usó el coeficiente de edificación 4.2 y la densidad neta máxima 1400 hab./Ha	Para el caso de densidad RDM-2* con frentes a vías mayores a 18mL, Si bien los cálculos y el análisis se realizó para un máximo de 5 pisos por los limitantes técnicos de los

Número de Pisos	Conforme lo estable el PDM 6 pisos máximos.	sistemas constructivos el sistema de Muros de Ductilidad Limitada a diferencia del sistema de Albañilería Confinada SI nos permite construir más de 5 pisos Al ser una premisa de este análisis la densificación por ende usar la máxima densidad neta para los cálculos este sistema constructivo si nos permite suplir las cantidades de viviendas requeridas con la construcción de mayor cantidad de pisos .
------------------------	---	---

Fuente propia

Cuadro 58

Análisis de requerimientos de áreas de estacionamientos RDM-2 para MDL*

ESTACIONAMIENTOS		OBSERVACIÓN
Área necesaria para estacionamiento	Área necesaria para ubicar el área total necesaria para estacionamientos asumiendo 1 estacionamiento por vivienda según lo mínimo exigido por la norma, se considera el área mínima por estacionamiento 12.5 m ²	Según el análisis de los cálculos existe un déficit del 7% del número total de estacionamientos que no puede ser ocupado en la superficie ya que el área disponible para estacionamientos en la superficie no será suficiente. Para el caso de este sistema constructivo por la naturaleza del sistema las estructuras NO permiten la construcción de sótanos que puedan ser modulados para el uso de

Área disponible para estacionamiento	Área disponible en la superficie del terreno, en este caso tenemos el área libre, pero como lo exige la norma el 50% debe ser destinado a actividades de esparcimiento, por lo que a disponibilidad sólo queda el 50% del área libre.	estacionamientos. Por lo que, una solución para terrenos de pequeñas dimensiones es la construcción de estacionamientos de 2 o más niveles en el área disponible para el estacionamiento. Esto significa que sería necesario el uso de un porcentaje de la máxima área construida para este fin. Se tiene por con siguiente un impacto directo en el aspecto económico y en el aspecto de imagen en el diseño arquitectónico. Otra solución sería la construcción de sótanos independientes de las estructuras del edificio bajo el área disponible para estacionamientos, pero se requiere de áreas grandes de terreno para aplicar esta solución
--	--	---

Fuente propia



CAPÍTULO VII

DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Esta línea de investigación está orientada al análisis de la flexibilidad y a las posibilidades de diseño arquitectónico que cada sistema constructivo posee. Se tomaron diferentes muestras de cada sistema.

En la primera parte se realizó la observación y el análisis crítico de los departamentos analizados por cada sistema.

Para la segunda parte de este análisis se formuló encuestas a los usuarios de los multifamiliares en ambos sistemas constructivos para conocer su percepción arquitectónica.

7.1 Tipologías

7.1.1 Tipologías en Sistema de Albañilería Confinada

Para este sistema constructivo no todos los muros cumplen función estructural, algunos se usan de cerramiento o división de espacios, esto permite que este sistema constructivo tenga variaciones en las tipologías de un piso a otro, además permite la modulación y construcción de estacionamientos subterráneos usando las mismas estructuras del edificio. Se ha tomado como referencia 2 conjuntos habitacionales en Arequipa: Nicolás de Piérola III Etapa y Flora Tristán.

Figura 17

Conjunto habitacional Nicolás de Piérola III etapa / Flora Tristán

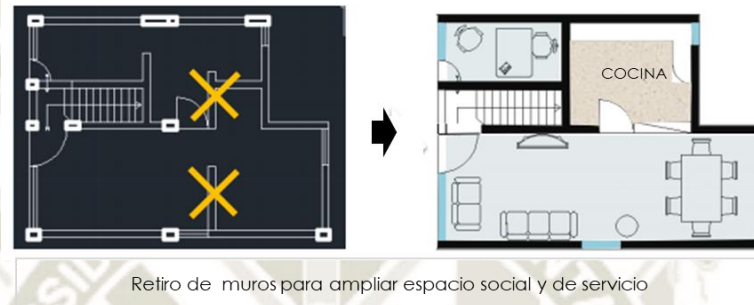


Fuente Propia

Este sistema permite modificaciones de la tipología sin dañar las estructuras como se observa en la figura 18 de la vivienda analizada en el conjunto habitacional de Nicolás de Piérola.

Figura 18

Modificación de muros en conjunto habitacional Nicolás de Piérola

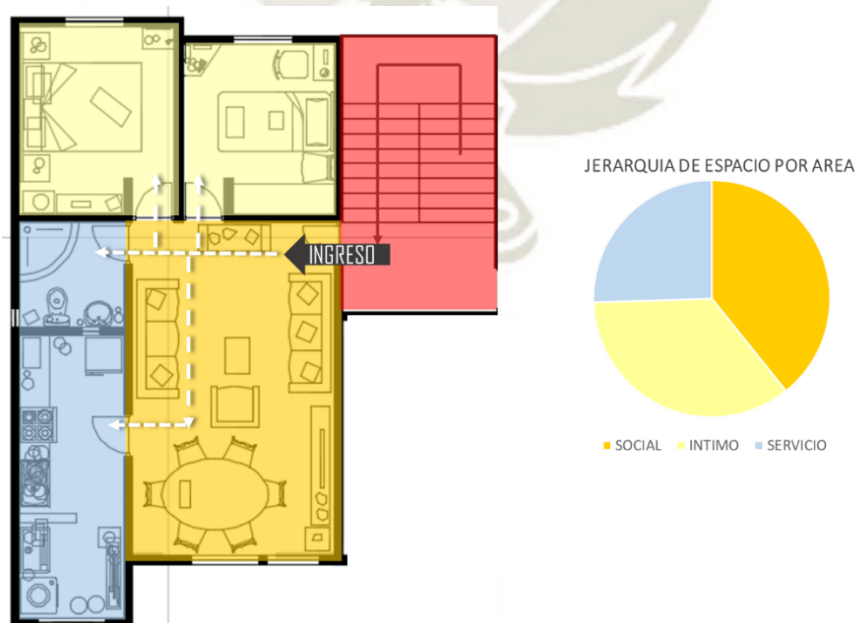


Fuente Propia

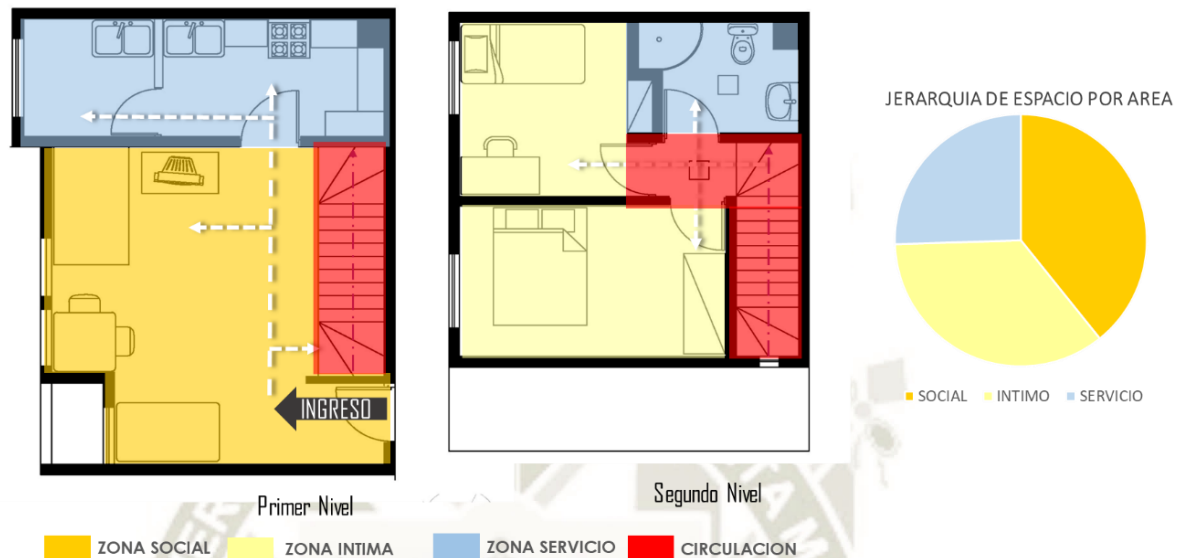
Se puede desarrollar más de una tipología, haciendo que el proyecto se adapte a varias formas de habitar de los usuarios, enriqueciendo el proyecto arquitectónico.

Figura 19

Distribución de flat en conjunto habitacional Flora Tristán



Fuente Propia

Figura 20
Distribución de dúplex en conjunto habitacional Flora Tristán


Fuente Propia

7.1.1.1 Porcentaje de Muros AC.

Para calcular el porcentaje que ocupa los muros en un proyecto arquitectónico se tomó como muestra el departamento típico del edificio analizado en las líneas de investigación de económico y ambiental. Teniendo un grosor de muros de 15 cm. En el cuadro 59 se puede observar que los muros en el sistema de Albañilería Confinada ocupan un 10.1% del área total del departamento.

Cuadro 59
Área y porcentaje de muros AC

	Área total del departamento	Área total de muros	Diferencia de áreas	% de área de muros
AC	98.70 m ²	9.9731 m ²	88.73 m ²	10.1%

Fuente Propia

7.1.2 Tipologías en Sistema de Muro de Ductilidad Limitada

Debido que los muros en este sistema tienen una función estructural sólo es posible realizar una tipología de vivienda y repetirla por el número de pisos, limitando la diversidad de tipologías. Además, no es posible la construcción de estacionamientos subterráneos usando la misma estructura del edificio. Esto ha sido comprobado en 2 proyectos ya construidos en la ciudad de Arequipa: Conjunto Habitacional Huaranguillo y Valle Blanco.

En la figura 21 se observa que en un edificio del conjunto habitacional de Valle Blanco existe una única tipología con mínimas variaciones, estandarizando las medidas de los vanos. Además, se busca aprovechar al máximo el área construida. La circulación es eficiente al ser usada hasta en 4 viviendas, esta característica está relacionada a la habilidad del proyectista que al mismo sistema.

Figura 21

Conjunto habitacional Huaranguillo / Valle Blanco.



Fuente Propia

En la figura 22 se observa la distribución de una torre típica en el conjunto habitacional Valle Blanco, con una sola tipología, centralizado las circulaciones.

Figura 22

Distribución de torre en conjunto habitacional Valle Blanco



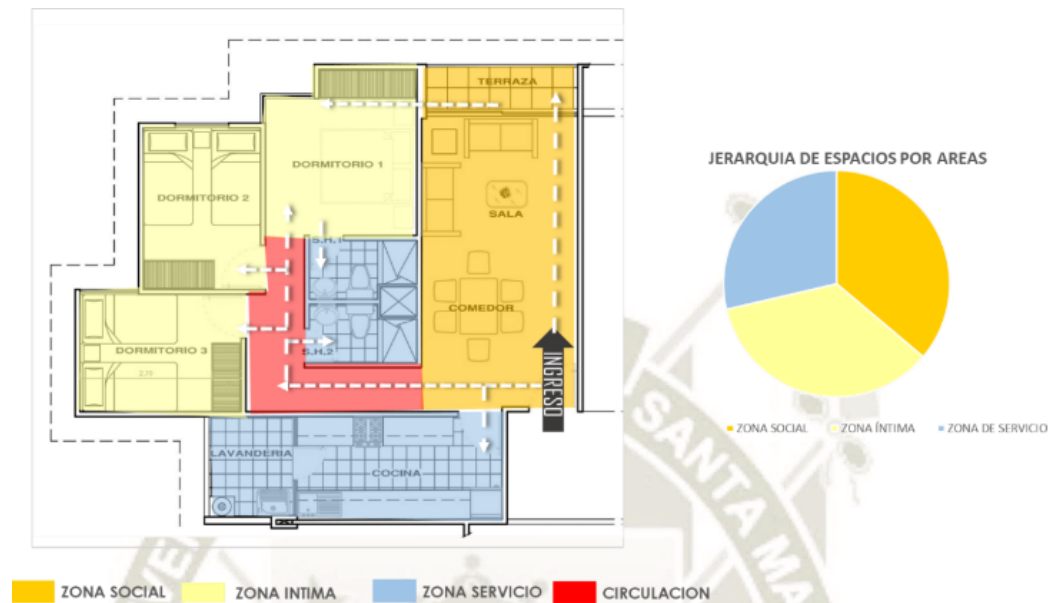
Fuente Propia

En la figura 23 se observa la tipología donde se da prioridad a espacios sociales e íntimos, estas características están directamente relacionadas con las habilidades y criterios del proyectista y no con el mismo sistema.

Los espacios cuentan con áreas mínimas las cuales en muchos casos son insuficientes para la forma de habitar de los usuarios, característica relacionada con factores económicos.

Figura 23

Distribución de flat en conjunto habitacional Valle Blanco



Fuente Propia

7.1.2.1 Porcentaje de Muros MDL.

Para calcular el porcentaje que ocupa los muros en un proyecto arquitectónico se tomó como muestra el departamento típico del edificio analizado en las líneas de investigación de económico y ambiental. Teniendo un grosor de muros de 10 cm. En el cuadro 60 se puede observar que los muros en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada ocupan un 6.5 % del área total del departamento.

Cuadro 60

Área y porcentaje de muros MDL

	Área total del departamento	Área total de Muros	Diferencia de áreas	% de área de muros
MDL	98.70 m ²	6.415 m ²	92.283 m ²	6.5%

Fuente Propia

7.2 Acabados

En ambos sistemas se debe tener un adecuado proceso constructivo para obtener una buena calidad en los acabados, pero además se debe considerar el mantenimiento de las edificaciones.

7.2.1 Acabados en Estructuras

Las primeras fisuras que pueden aparecer en las estructuras están en relación con el proceso constructivo y no con alguno de los sistemas. Sin embargo, en el sistema de Muro de Ductilidad Limitada existe una mayor probabilidad de tener fisuras debido a que se tiene mayores áreas de concreto armado.

Otros motivos por los que aparecen fisuras son: movimientos telúricos, un mal cálculo estructural, asentamiento del suelo y cambios de temperatura.

Figura 24

Ejemplo de fisura



Fuente Propia

7.2.2 Acabado de Muros

En el caso de Albañilería Confinada se requiere un tarrajeo adicional para nivelar los muros antes del acabado final ya sea pintado, enchapado, empapelado, etc., esto

también tiene una incidencia directa en el aspecto económico debido a que incrementa los costos.

En el conjunto habitacional Nicolás de Piérola en la figura 25 se observa dos acabados, ladrillo cara vista y el tarrajeo.

Figura 25

Acabado de muros en conjunto habitacional Nicolás de Piérola III etapa

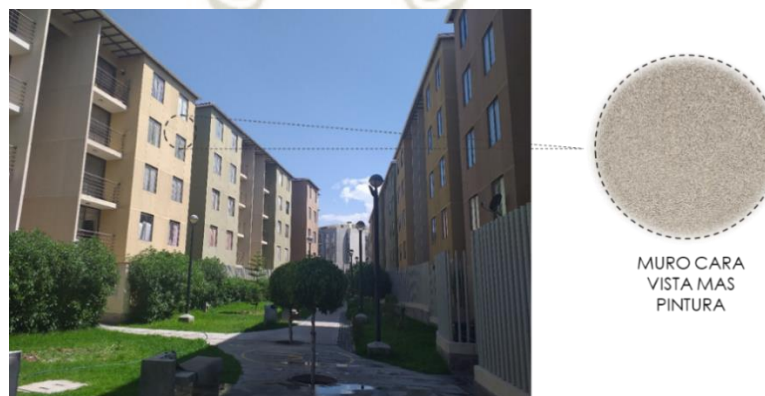


Fuente Propia

En el caso del Muros de Ductilidad Limitada en la figura 26 se observa que no requiere tarrajeo por ser cara vista, sino un solaqueo final, reduciendo costos en el aspecto económico. Sin embargo, también se recurre al empapelado de los muros.

Figura 26

Acabado de muro cara vista en conjunto habitacional Valle Blanco



Fuente Propia

7.3 Flexibilidad

7.3.1 Remodelaciones y Rediseño

En caso de la Albañilería Confinada permite la variación, el rediseño o remodelación futura a criterio de los usuarios con los muros divisorios más no con los elementos estructurales.

En caso del Muros de Ductilidad Limitada por su sistema constructivo no se puede realizar ningún tipo de variación en muros divisorios debido a que estos cumplen función estructural.

7.3.2 Instalaciones Eléctricas y Sanitarias

7.3.2.1 Instalaciones para Sistema de Albañilería Confinada.

Para el caso de este sistema las instalaciones van empotradas dentro de los muros sean estas instalaciones eléctricas o sanitarias. Para las instalaciones sanitarias sobre todo para los montantes de los desagües los muros requieren mayor grosor; sin embargo, este sistema permite la reparación y reubicación (previo análisis de factibilidad) de tuberías en caso existiría alguna necesidad ya que es posible el picado de muros. Una mejor opción es tener un ducto para instalaciones para facilitar el tendido de la red y su mantenimiento.

7.3.2.2 Instalaciones para Sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

Para el caso de este sistema constructivo se requiere mayor control en el diseño y en la instalación sea este sanitario o eléctrico debido a que por la naturaleza del sistema no será posible realizar reparaciones o reubicaciones futuras pues no es posible picar los muros.

Una alternativa que puede ser aplicada para ambos sistemas constructivos es la ubicación de ductos que centralicen las instalaciones sanitarias de esta manera se evita tener

que pasar tuberías de 4" por muros portantes, así como evita atravesar estructuras como vigas, columnas y placas. Considerar un ducto de instalaciones conforme con las dimensiones que establece la norma va a tener un impacto directo sobre las áreas de diseño, pues su construcción significa área descontada de los demás espacios por lo que está en las habilidades de proyectista resolver e integrarlo de la manera más pertinente. Sin embargo, hay que considerar que también que un ducto facilita su mantenimiento y reparaciones.

7.4 Imagen

Si bien esta variable está en relación a las habilidades y experiencia del proyectista, existen características de los sistemas constructivos que podrían modificar esta imagen.

7.4.1 Imagen y Composición de Fachadas

La Albañilería Confinada permite mayor libertad y variación en las composiciones de sus fachadas, pero siempre estará en relación a las necesidades y requisitos del usuario que está destinado y a las habilidades del arquitecto.

Figura 27

Variaciones de imagen en edificios de AC



Fuente propia

El sistema de Muros de Ductilidad Limitada al ser los vanos estandarizados la imagen de sus fachadas será repetitivo.

7.4.2 Imagen de Espacios Exteriores

Otro aspecto como en el conjunto habitacional de Huaranguillo una desventaja considerable es que los estacionamientos se encuentran en el área libre afectando la imagen de los espacios abiertos del proyecto y el esparcimiento de los usuarios.

En Valle Blanco se resolvió los estacionamientos en un edificio exclusivo para este uso, descontando área construida. Estará en las habilidades del proyectista resolverlo de la manera más permitente y estética.

Figura 28

Estacionamiento en conjunto habitacional Huaranguillo/ Valle Blanco



Fuente Propia

7.5 Función y espacio

7.5.1 Consideraciones del Reglamento

El reglamento nacional de edificaciones (RNE) en sus capítulos I: A.010 y IV: A.020; y el reglamento nacional de construcciones (RNC) en el título III: Requisitos arquitectónicos y de ocupación, establecen las dimensiones mínimas a considerar en el diseño.

Cuadro 61
Mínimos de diseño establecidos por el RNE Y RNC

RNE-A.020-CAPITULO I	
Artículo 2	Toda vivienda deberá contar cuando menos, con espacios para las funciones de aseo personal tales como: descanso, alimentación y recreación.
Artículo 7	La circulación y el amoblamiento requerido para la función propuesta, acorde con el número de habitantes de la vivienda.
Artículo 8	Área techada mínima de vivienda sin capacidad de ampliación es de 40.00m ²
Artículo 10	Las escaleras y corredores al interior de vivienda entre muros deberán tener un ancho libre de 0.90 m
Artículo 12	El acceso a edificaciones multifamiliares debe tener un ancho de 1.00m y cumplir con accesibilidad para personas con discapacidad.
RNE-A.01-CAPITULO IV	
Artículo 24	Las vigas y los dinteles, deberán estar a una altura mínima de 2.10m sobre el piso terminado
RNC- TITULO III- CAPITULO X	
Capitulo X	Dormitorio Principal o matrimonial = 9m ² + 10%(*) Dormitorio 2 camas = 7.5m ² + 10%(*) Dormitorio Individual. = 5 m ² + 10%(*) Estar Comedor = 15 m ² Cocina = 4.5 m ² Servicio = 4.5 m ² Baños Social = 1.2 m ² Baños Intimo = 1.2 m ² + ducha. (*) 10% del área, para armarios y circulación.

Fuente Propia basada en el RNE Y RNC

7.5.2 Criterios de Estructuración

Se considera las distancias máximas permitidas entre columnas en AC y entre muros en MDL, explicadas en el cuadro 62.

Cuadro 62

Estructuración de los sistemas constructivos

NORMA	ALBAÑILERIA CONFINADA	NORMA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Norma de Albañilería E.070 Artículo 20	La distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m.	Norma Concreto Armado E.060	Al ser un sistema donde se usa losa maciza, se recomienda tener luces máximas de 4 metros para que esta losa sea de 0.20 metros. Si se desea tener mayores luces el espesor de losa tendrá que aumentar.
Norma de Albañilería E.070 Artículo 20	El peralte mínimo de la viga solera será igual al espesor de la losa de techo.		
Norma Concreto Armado E.060	Entre mayor luz, mayor será el peralte. $H = L/sc$, donde h: altura de peralte; L: luz; sc: sobrecarga		
Aceros Arequipa	La medida o distancia entre elementos horizontales (vigas) no debe ser mayor a 3 metros.		

Fuente Propia basada en E.070, E.060 y Aceros Arequipa, Manual de Construcción para Maestros

de Obra

7.5.3 Habitabilidad en el Sistema de Albañilería Confinada.

En este sistema se tiene mayor posibilidad de espacios más amplios, sin embargo, en el conjunto habitacional analizado, sus espacios al igual que en los ejemplos de Muros de Ductilidad Limitada son reducidos y no se adaptan a la forma de habitar de los usuarios, es por ello que se deduce que la amplitud del espacio está relacionada con características del usuario al que va dirigido el proyecto como aspectos económicos, sociales.

En el conjunto habitacional de Flora Tristán se tiene espacios reducidos debido a que estos departamentos están dirigidos a estudiantes o familias pequeñas, por su cercanía con la Universidad Católica de Santa María.

Figura 29

Mínimo de dimensión de espacios en conjunto habitacional Flora Tristán

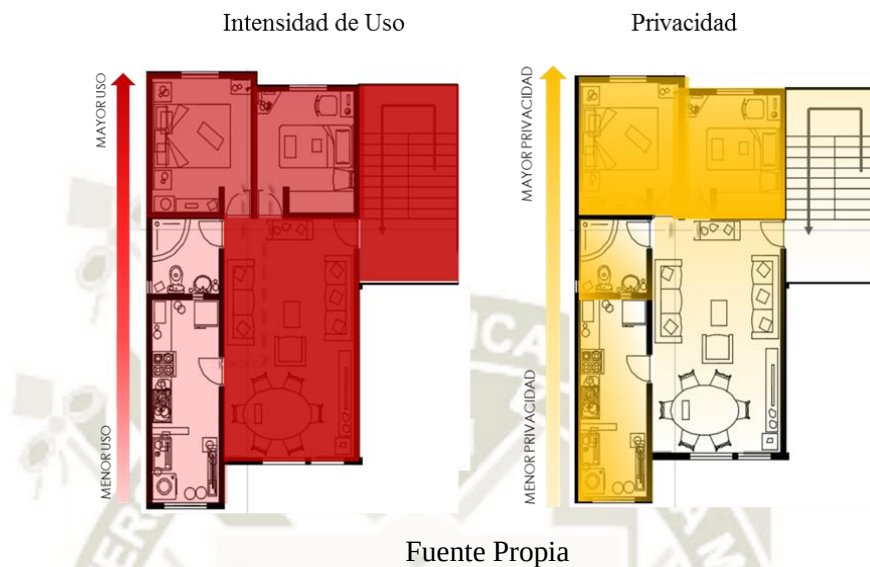


Fuente Propia

En la figura 30 se observa la intensidad de usos y de privacidad en un departamento muestra del conjunto habitacional Flora Tristán, esto nos detalla que los espacios con mayor frecuencia de uso como la sala y comedor, en este caso las dimensiones son insuficientes. Pero resaltamos que las medidas de los espacios están en relación al poder adquisitivo del usuario.

Figura 30

Diagrama de intensidad de usos y de privacidad en conjunto habitacional Flora Tristan



Según las observaciones y las encuestas realizadas en muchos de los casos las personas están inconformes con la dimensión de los espacios en sus departamentos ya que no suplen las necesidades de los usuarios; como se observa en la figura 31 en la primera imagen se tiene un plano amoblado por el arquitecto y en el segundo amoblado por el usuario, donde los departamentos suelen ser modificados conforme sus necesidades y estilos de vida, los espacios quedan reducidos.

Figura 31

Amoblamiento por Arquitecto/ Usuario en departamento de AC.



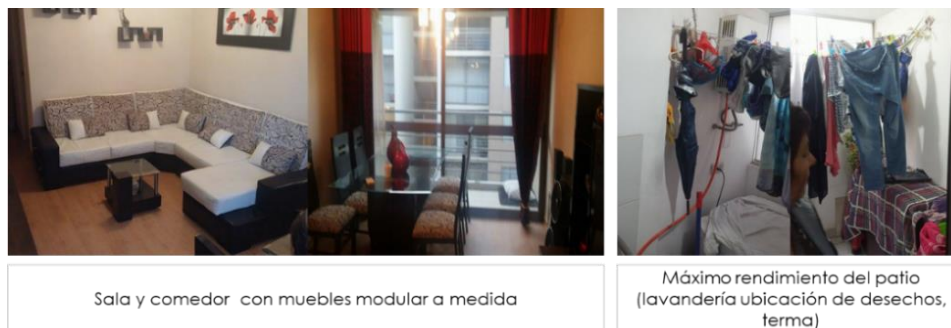
Fuente Propia

7.5.4 Habitabilidad en el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada

En los Conjuntos habitacionales analizados se aprecia lo reducido de los espacios en los departamentos.

Figura 32

Mínimo de dimensión de espacios en conjunto habitacional Valle Blanco



Fuente Propia

Figura 33

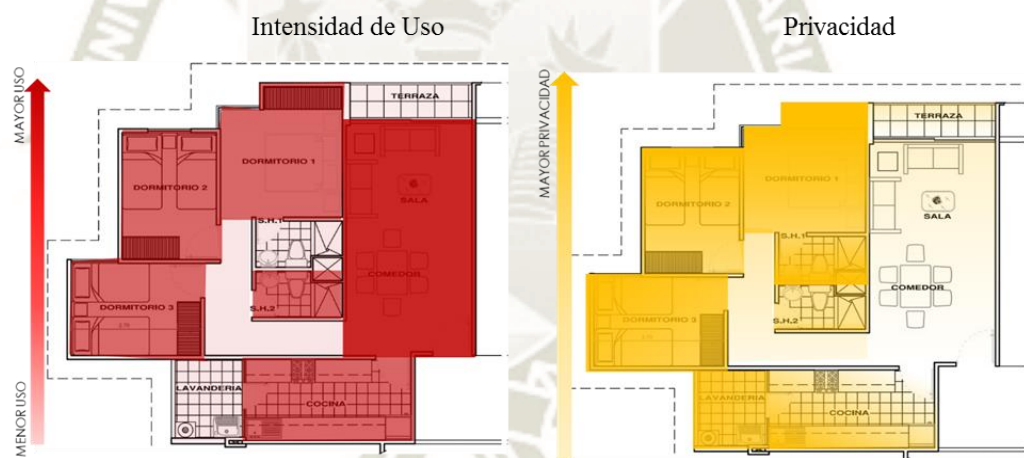
Mínimo de dimensión de espacios en conjunto habitacional Huaranguillo



Fuente Propia

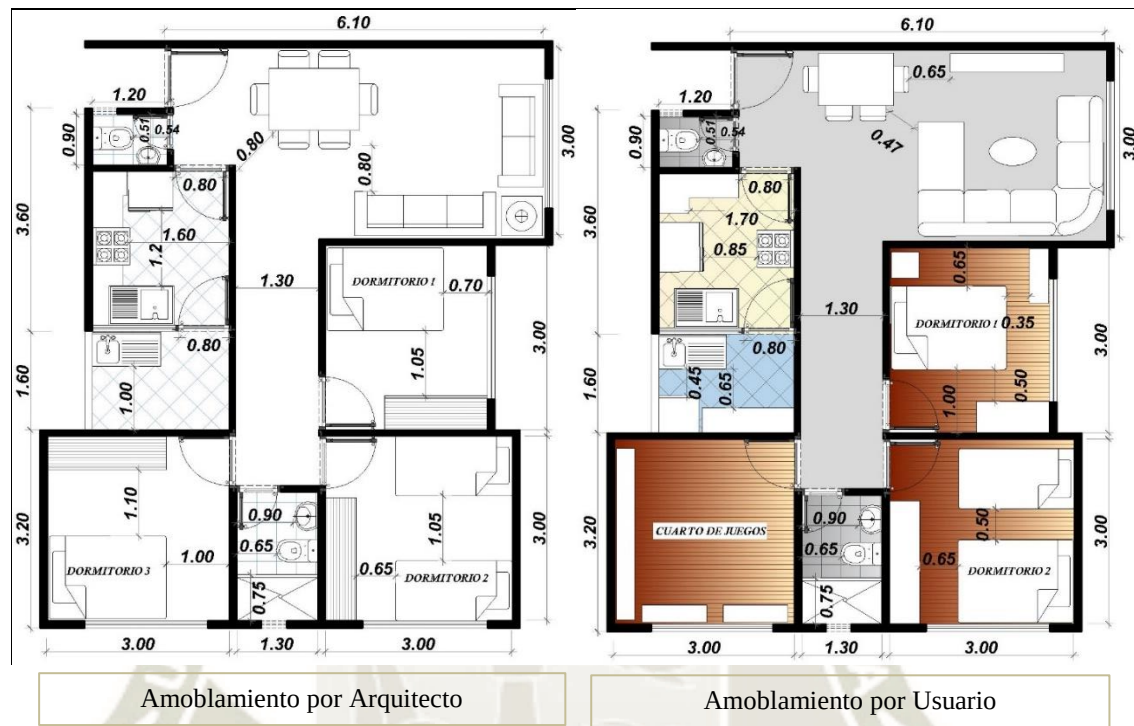
Figura 34

Diagrama de intensidad de usos y de privacidad en conjunto habitacional Valle Blanco



Fuente Propia

Se puede observar en la figura 35, donde se tiene 2 planos. El primero representa el amoblamiento del arquitecto, cumpliendo con las medidas mínimas requeridas, sin embargo, en el segundo plano vemos el amoblamiento realizado por el usuario cubriendo sus necesidades según sus relaciones y sus costumbres, donde se resalta que al tener medidas mínimas con mayor cantidad de mobiliario el espacio es insuficiente.

Figura 35
Amoblamiento por Arquitecto/ Usuario en conjunto habitacional Huaranguillo


Fuente Propia

La razón por la que los espacios son reducidos y en la mayoría de las veces insuficiente para las necesidades de los usuarios tiene más dependencia con el estrato y poder adquisitivo al que está dirigido este tipo de multifamiliares y no con el sistema en sí. Los inversionistas al buscar la mayor rentabilidad en los proyectos escatiman en amplitud de espacios en búsqueda de mayor número de departamentos para vender; sin embargo, es posible tener departamentos de mayor área y con mejores condiciones de habitabilidad, pero esto tendría un impacto directo en el aspecto económico con departamentos más costosos, además no olvidemos que sería necesario reducir la densificación para lograr estas condiciones.

7.6 Criterios de Confort Ambiental

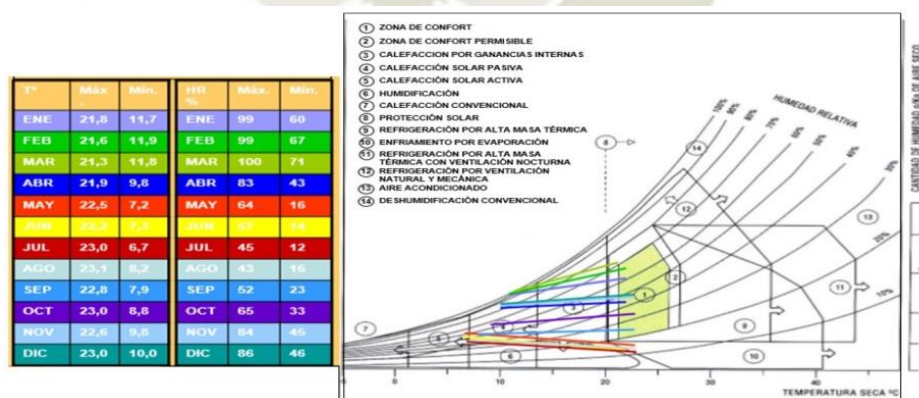
Una buena arquitectura debe cumplir con el mejor confort para los usuarios y este dependerá de los materiales usados como envolvente y también de los criterios de diseño del proyectista.

El clima de una localidad es importante considerarlo al momento del diseño, como una herramienta tenemos la carta de Givoni, el cual es un diagrama psicrométrico para edificios, que tiene en cuenta la humedad y temperatura. Consta de 14 zonas estratégicas para el diseño bioclimático, donde la zona 1 es la zona de confort térmico. Bajo estas premisas es necesario la búsqueda de una orientación y toma de elementos arquitectónicos adecuados para lograr el confort térmico necesario.

La ciudad de Arequipa se encuentra en la Zona de Confort 3: Calefacción por ganancias internas, donde el aumento de temperatura se da por la actividad de las personas.

Figura 36

Zona de confort de la ciudad de Arequipa en carta de Givoni



Fuente: Llanque Chana. J., Arquitectura Bioclimática, 2000

La ciudad de Arequipa ubicada en el hemisferio sur con latitud de -16.39889 y a una altura de 2,335 msnm, está entre los andes y la faja desértica costera, teniendo un clima templado y seco, pero con drásticas variaciones de temperatura entre el día y la noche.

Cuadro 63

Clima de la ciudad de Arequipa

VARIABLE/MESES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Radiación Solar kWh/m2/día		5.12	5.01	4.88	4.98	4.88	4.54	4.72	5.16	5.87	6.3	6.56	5.97
Claridad, 0 -1		0.45	0.46	0.48	0.55	0.62	0.62	0.63	0.61	0.61	0.59	0.59	0.53
Temperatura, °C	MAX	20	20	20	21	21	20	20	20	21	21	21	21
	MIN	10	10	10	9	8	7	7	7	8	8	8	9
Velocidad del viento, m/s		3.56	3.59	3.47	3.59	3.91	4.27	4.49	4.16	4.15	3.94	3.87	3.74
Precipitaciones, mm		25	40	18	1	1	1	1	1	1	1	1	3
Humedad		5.9	23	4.7	1.6	0.4	0.1	0.1	0.3	0.9	0.9	0.9	3.1

Fuente: Llanque Chana. J., Arquitectura Bioclimática, 2000

Si bien esta variable no está condicionada por el sistema constructivo, es importante resaltar y considerar en el diseño: **Orientación, asoleamiento, ventilación**, porque afecta directamente sobre el confort de los usuarios y la calidad del proyecto arquitectónico.

7.6.1 Orientación

Utilización del sol para calentar espacios interiores, los espacios serán orientados con el fin de que reciban asoleamiento y ventilación dependiendo de la actividad que se realice, además, se considerará las visuales y factores propios del proyecto.

Cuadro 64

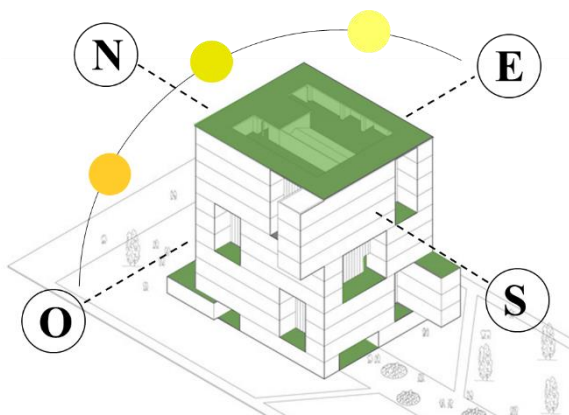
Orientación de espacios

NORTE	ESTE	OESTE	SUR
Dormitorio	Dormitorio	Dormitorio	Cocina
Sala de Estar	Sala de Estar	Sala de Estar	Escaleras
Comedor	Baño	Taller	Armarios
Estudio	Comedor	Baño	Ingreso

Fuente propia

Figura 37

Orientación de espacios



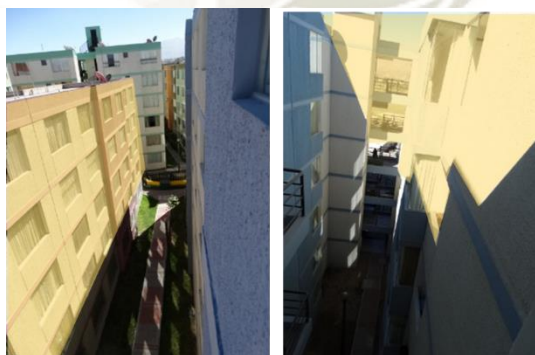
Fuente Propia

7.6.2 Asoleamiento:

Se debe aprovechar el sol como fuente de energía en los departamentos, se debe orientar las viviendas de tal manera que todos los pisos tengan iluminación y asoleamiento. Además, considerar los espacios de circulación colectiva.

Figura 38

Asoleamiento conjunto habitacional Huaranguillo



Fuente Propia

7.6.3 Ventilación:

El viento es un factor importante, y el proyectista tendrá que captarlo, evitarlo o controlarlo dentro de la vivienda y en los espacios comunes, considerando los efectos de viento: Venturi, rodillo y pilotes.

Figura 39

Ventilación conjunto habitacional Huaranguillo



Efecto Venturi

El Viento se direcciona en las circulaciones provocando malestar por el frio causado.

Fuente Propia

Para la segunda parte del análisis se realizó una encuesta a 20 personas de diferentes edificios en ambos sistemas investigados en la ciudad de Arequipa para conocer el grado de satisfacción de los usuarios con respecto de las condiciones arquitectónicas de su departamento.

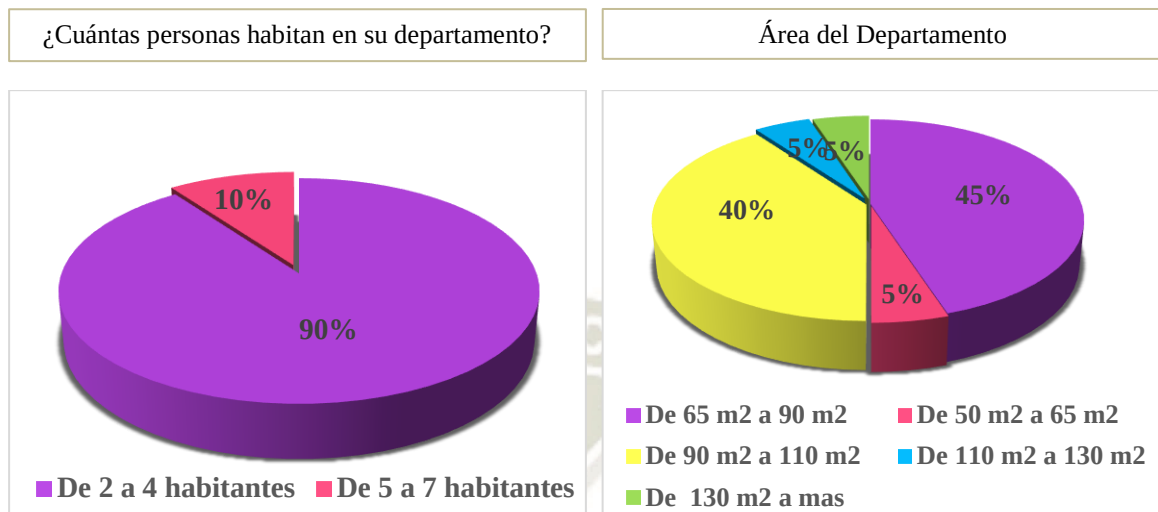
7.7 Percepción de los Usuarios

7.7.1 Percepción en usuarios del Sistema de Albañilería Confinada

En el gráfico 8 se observa que el 90% de los usuarios tiene de 2 a 4 habitantes y el 10% tiene de 5 a 7 habitantes. En este sistema se puede ver mayor variedad en las áreas de los departamentos, donde el 45% de los usuarios menciona que es de 65 m² a 90 m² y el 40% que es de 90 m² a 110 m², el 5% de 130 m² a más, el 5% de 50 m² a 65m² y el 5% de 110 m² a 130 m².

Gráfico 8

Número de habitantes y área de departamento en AC

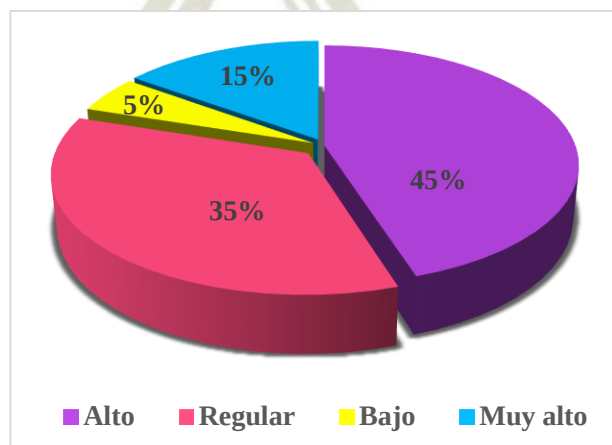


Fuente Propia

Se realizó una medición del grado de satisfacción en los departamentos para conocer si se están cubriendo o no las necesidades ontológicas de los usuarios, en el gráfico 9 se observa que el 45% de los usuarios mencionaron tener un grado de satisfacción alto, el 35% regular, el 15% muy alto y el 5% bajo.

Gráfico 9

Grado de satisfacción de departamentos en AC



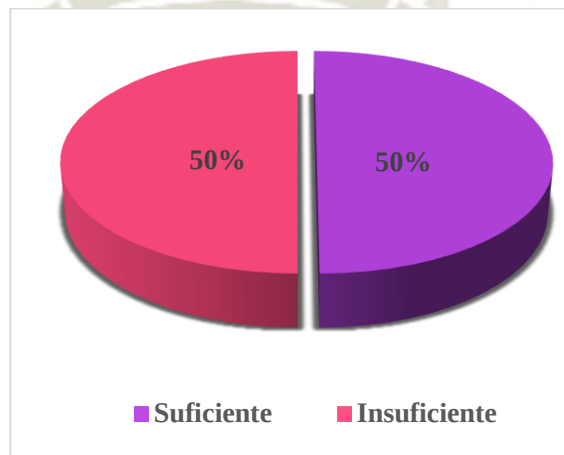
Fuente Propia

En este sistema existe un mayor grado de satisfacción, aun así, el 65% menciona que su departamento requiere alguna modificación, el 20 % que no requiere y el 15% no sabe.

En el gráfico 10 se observa que el 50% de los usuarios mencionó que las dimensiones de su departamento son insuficientes y el otro 50% es suficiente.

Gráfico 10

Dimensiones del departamento de AC

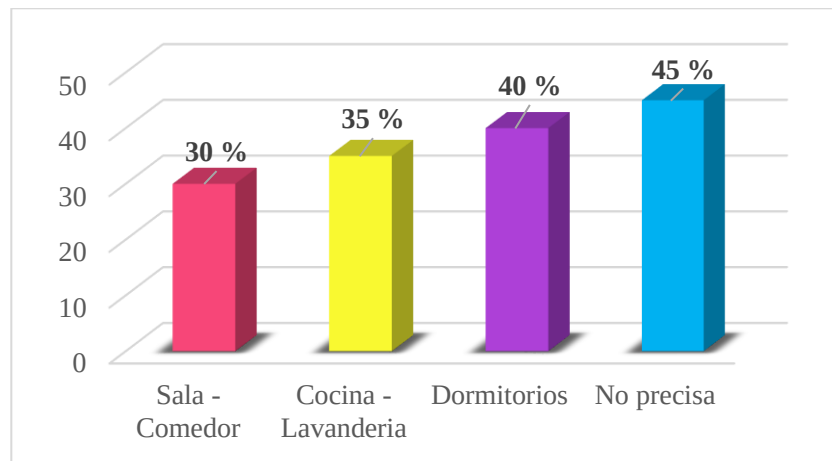


Fuente Propia

Además, se obtuvo información sobre que ambientes requieren mayores dimensiones, como se observa en el gráfico 11, el 30% considera que en la Sala- Comedor, el 35% en Cocina-Lavandería, el 40% en Dormitorios y el 45% no precisa.

Gráfico 11

Ambientes que necesitan mayores dimensiones en AC



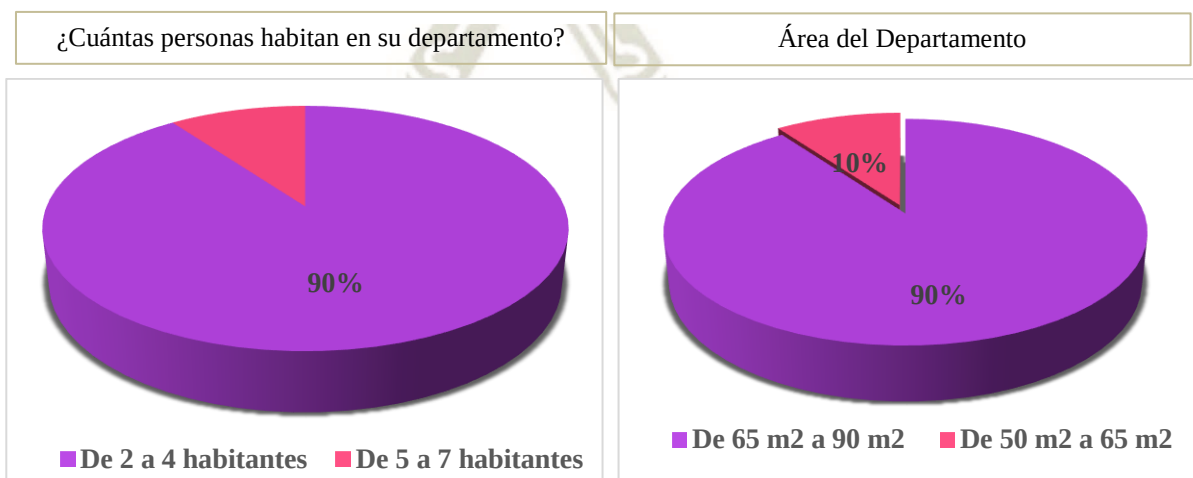
Fuente Propia

7.7.2 Percepción en Usuarios del Sistema de Muros de Ductilidad Limitada

En el gráfico 12 se menciona que el 90% de los usuarios tiene de 2 a 4 habitantes y el 10% tiene de 5 a 7 habitantes. El número de habitantes tiene relación directa con el área de los departamentos, donde el 90% de los usuarios menciona que es de 65 m² a 90 m² y el 10% que es de 50 m² a 65 m².

Gráfico 12

Número de habitantes y área de departamento en MDL

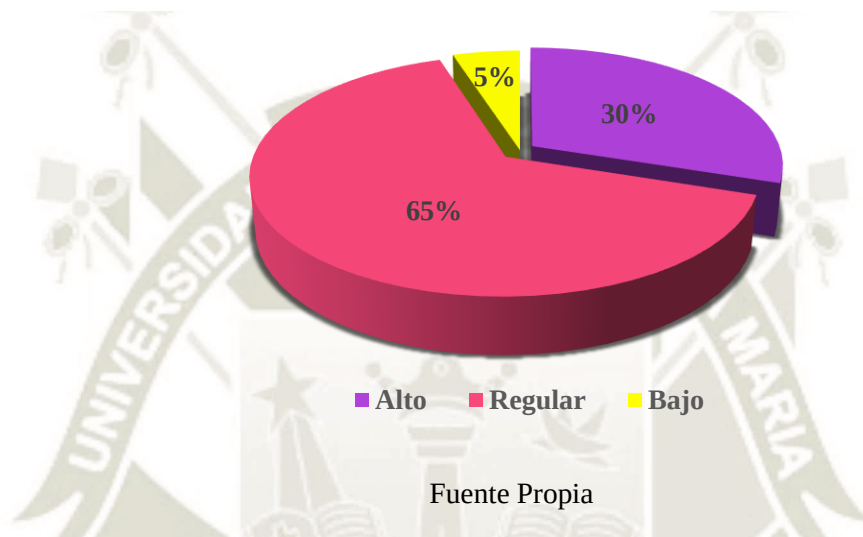


Fuente Propia

Se realizó una medición del grado de satisfacción en los departamentos de MDL, en el gráfico 13 se menciona que el 65% tiene un grado de satisfacción regular, el 30% alto y el 5% bajo.

Gráfico 13

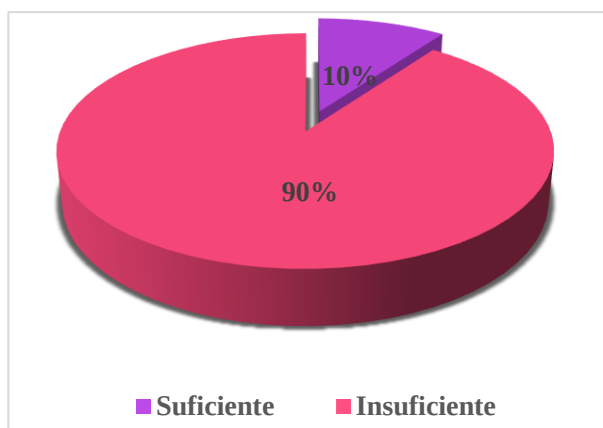
Grado de satisfacción de departamentos en MDL



En el gráfico 14 se observa que el 90% de los usuarios mencionó que las dimensiones de su departamento son insuficientes y el 10% es suficiente.

Gráfico 14

Dimensiones del departamento de MDL

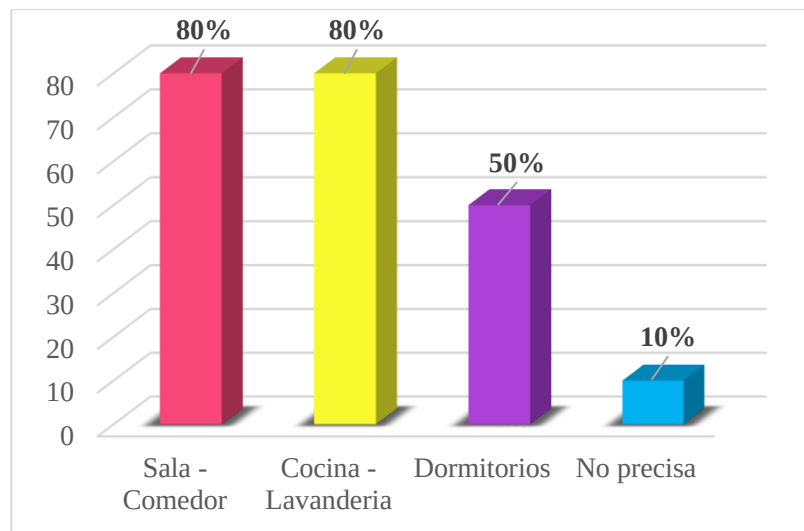


Fuente Propia

Reforzando el dato anterior, se obtuvo información sobre qué ambientes requieren mayores dimensiones, en el gráfico 15 se observa que el 80% considera que en la Sala-Comedor, el 80% en Cocina-Lavandería, el 50% en Dormitorios y el 10% no precisa.

Gráfico 15

Ambientes que necesitan mayores dimensiones en MDL



Fuente Propia



CAPÍTULO VIII

IMPACTO AMBIENTAL

Esta línea de investigación tiene como objetivo principal analizar el impacto ambiental en la ejecución un del proyecto, desde la cimentación de las estructuras hasta casco gris producido por la construcción de multifamiliares que usan los sistemas de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada. Se usa el edificio muestra detallado en el ítem 1.6 del Capítulo I.

El análisis de esta línea está dividido en dos partes. La primera parte del análisis tiene como objetivo calcular la Huella de Carbono producido por la obra gruesa de dos multifamiliares uno con el sistema de Albañilería Confinada y el otro con sistema de Muros de Ductilidad Limitada. En la segunda parte se realizó un análisis crítico de las posibilidades de reducción de emisiones de los materiales y elementos que condicionan los sistemas constructivos y se plantearán recomendaciones para la mitigación de los impactos ambientales negativos.

8.1 Cálculo de Huella de Carbono

La huella de carbono se mide en masa de CO₂ equivalente, lo que significa que se toman en cuenta todos los gases de efecto invernadero y se convierten los resultados individuales de cada fase a su equivalente expresado en CO₂. La metodología para esta investigación se llevó a cabo bajo el enfoque de producto o servicio, de acuerdo al protocolo PAS 2050:2011 explicado en el Ítem 2.1.8.2 Capítulo II Marco teórico.

Las etapas para realizar las mediciones son las siguientes:

Cuantificar los materiales y equipos: La primera etapa consiste en medir la cantidad de los materiales utilizados para la ejecución del proyecto hasta casco gris, para lo cual se realizan los cálculos necesarios para la cuantificación de materias totales. Para el caso de esta investigación los datos se obtuvieron del metrado de las partidas de Estructuras

y Arquitectura realizado en el Capítulo V (Económico). Y las cantidades y dosificaciones por material se obtuvieron con los datos establecidos en el “*análisis de costos de la revista costos y presupuestos en edificación de CAPECO*”.

Factores de emisión: Los factores de emisión no son valores universales absolutos, sino que dependen de las condiciones de cada región o país, y de las condiciones en los que los materiales son elaborados. Para la investigación se usaron los valores establecidos en el inventario nacional de gases de efecto invernadero (Perú -2012). Se han identificado los valores de los factores de emisión de cada material en uso en la ejecución del casco gris de un multifamiliar de 5 niveles conforme lo indica este inventario; sin embargo, no existe factores de emisión para algunos de los materiales por lo que, se ha recurrido a fuentes internacionales.

Conversión a toneladas de CO₂ equivalente: Es posible calcular las toneladas de CO₂ producido por cada material, al multiplicar el factor de emisión correspondiente por la cantidad de cada material utilizado.

Sumatoria del total: Finalmente se realiza una sumatoria del total de toneladas de CO₂ liberado al ambiente, considerando cada resultado obtenido mediante la operación descrita en el paso anterior

8.1.1 Factor de Emisión por Material

A continuación, se detallará el factor de emisión por cada material:

El concreto al ser un compuesto y no existir un factor de emisión para este, se va a detallar en sus materiales más importantes que lo componen: cemento y arena.

8.1.1.1 Factor de Emisión del Cemento. Según el Ministerio del Ambiente del Perú (2012) en su documento del INGEI-2012:

La estimación de las emisiones de CO₂ de la producción de cemento, se realiza mediante la aplicación de un factor de emisiones que consiste en toneladas de CO₂ liberado por tonelada de Clinker producido, considerando la producción anual de Clinker. El factor de emisión del Clinker, para cada empresa y tipo de cemento, se calculó en base a los valores teóricos analizados en el inventario nacional peruano y la información proporcionada por las empresas cementeras del Perú. El factor de emisión (EF) es el producto de la fracción de cal utilizada en el Clinker de cemento y una constante que refleja la masa de CO₂ liberado por unidad cal.

Siguiendo los pasos del árbol de decisiones que propone el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero el Factor de Emisión de cemento es:

FE cemento: 0.5100 Ton CO₂/Ton de cemento producido

8.1.1.2 Factor de Emisión de la Arena. En la actualidad no existe en la base de datos peruana el factor de emisión de la arena por lo que se recurre a estudios y base de datos internacionales.

Inventory of Carbon and Energy (ICE) es un inventario realizado por el departamento de ingeniería mecánica de la Universidad de Bath en Reino Unido. Este inventario se compone de más de 400 entradas, permitiendo realizar análisis de la energía y el las emisiones asociadas a edificios, productos o sistemas. La base de datos se hizo pública en internet recibiendo una buena acogida representada por un gran número de descargas. (Pedreño, 2014, p.35)

Según este inventario el Factor de Emisión de la arena es:

FE arena: 0,0051Ton CO₂/Ton de arena producido

8.1.1.3 Factor de Emisión del Acero. Según el Ministerio del Ambiente del Perú (2012) en su documento del INGEI-2012:

La información de cantidad de hierro fundido y acero producida a nivel nacional ha sido solicitada a las empresas que producen hierro fundido y acero que son: Aceros Arequipa y Southern Perú. De ellas, la empresa Aceros Arequipa ha remitido información de la producción de hierro y acero; mientras que Southern Perú ha informado que no los produce. (p.102)

Bajo este análisis el factor de emisión que propone el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero es:

FE acero: 1.46 Ton CO₂/Ton de acero producido

8.1.1.4 Factor de Emisión del Ladrillo. Según el Ministerio del Ambiente del Perú (2012) en su documento del INGEI-2012:

Estima las emisiones GEI directamente del uso de la piedra caliza / dolomita la información necesaria para determinar las emisiones de GEI en la producción de ladrillos es producción de cal y el porcentaje de producción de cal destinada a la producción de ladrillos.

Factor de Emisiones para el ladrillo es:

FE ladrillo: 0.47732 Ton CO₂/Ton de ladrillo producido

8.1.1.5 Factor de emisión de la Madera.

Inventory of Carbon and Energy (ICE) es un inventario realizado por el departamento de ingeniería mecánica de la Universidad de Bath en Reino Unido. Este inventario se compone de más de 400 entradas, permitiendo realizar análisis de la energía y el las emisiones asociadas a edificios, productos o sistemas. La base de datos se hizo pública en internet recibiendo una buena acogida representada por un gran número de descargas. (Pedreño, 2014, p.35)

El factor de emisión para la madera dado por el ICE es de:

FE madera: 0,31Ton CO₂/Ton de madera producido

8.1.1.6 Factor de Emisión de los Equipos. Los equipos considerados en este análisis son aquellos que establece el “*análisis de costos de la revista costos y presupuestos en edificación de CAPECO*” tanto para los equipos eléctricos como lo equipos que funcionan con combustible.

En la actualidad no existe en la base de datos peruana el factor de Emisión de consumo eléctrico para los equipos usados en la construcción por lo que se recurre a estudios e informes realizados por el MINEN.

Factor de Emisión de CO₂ de los equipos eléctricos: es la masa estimada de toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera por cada unidad de KWH de energía eléctrica generada.

FE equipos: 0.00679 KgCO₂/KWH de uso de equipo

Para los equipos que funcionan con combustible se considera cantidad de combustible consumido para el funcionamiento de estos equipos durante el proceso de la ejecución del proyecto hasta casco gris.

Según el Ministerio del Ambiente del Perú (2012) en su documento del INGEI-2012:

Se calcula la quema del combustible procedente de las estadísticas nacionales de energía y de los factores por defecto de emisión. Las cantidades de dióxido carbono se calculan a partir de los datos de consumo del combustible y el contenido de carbono de los combustibles.

Así tenemos:

FE combustible: 69,300 Kg CO₂/TJ de combustible producido

En el cuadro 65 se expresa los factores de emisión por material que corresponden a la obra gruesa del proyecto y que serán utilizados en los cálculos posteriores.

Cuadro 65

Factor de emisión de los materiales

Material y equipos	Factor de emisión	Unidades	Observación
Cemento	0.5100	Ton CO ₂ /Ton de cemento producido	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (Perú -2012)
Arena	0.0051	Ton CO ₂ /Ton de arena producida	Inventario de carbono & energía (ICE) (Version 2.0. Sustainable Energy Research Team (SERT), Department of Mechanical

			Engineering, University of Bath, UK)
Acero	1.46	Ton CO ₂ /Ton de acero producida	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (Perú -2012)
Ladrillo	0.47732	CO ₂ /T de ladrillo	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (Perú -2012)
Madera	0.31	TonCO ₂ e/ton de madera producida	Inventario de carbono & energía (ICE) (Version 2.0. Sustainable Energy Research Team (SERT), Department of Mechanical Engineering, University of Bath, UK)
Equipos	0.00679 69,300	KgCO ₂ /KWH de uso del equipo Kg CO ₂ /T J	MINEN Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (Perú -2012)

Fuente: Propia basada en Ministerio del Ambiente del Perú en su documento de INGEI, 2012 y en University of Bath. Sustainable Energy Research Team en su Inventario de Carbono & energía (ICE).

8.1.2 Cálculo para el Sistema de Albañilería Confinada

En el Cuadro 66 se expresa la cantidad de cada material que corresponden a la obra gruesa del proyecto de sistema de Albañilería Confinada y que serán utilizados en los cálculos posteriores.

Cuadro 66

Cantidad total de material AC

MATERIAL/EQUIPOS	CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	UNIDAD
Cemento	1,866.51	BOLSAS	83.29	Ton
Arena	158.08	M3	265.58	Ton

Acero	13,676.69	KG	14.36	Ton
Ladrillo	25983.00	UNIDADES	90.05	Ton
Madera	8,280.07	PIES2	110.80	Ton
Equipos Combustible	203.24	HORAS	14,485.29	MJOULE
Equipos Eléctrico	58.89	HORAS	210.77	KWH

Fuente Propia

Cuadro 67

Especificaciones para AC

MATERIAL/EQUIPOS	COMENTARIO
Cemento	42.5 kg/ bolsa (Se hizo la conversión de Kg a toneladas).
Arena	Se usó el peso específico de arena 1,600.00 kg/m3 para la conversión a toneladas
Acero	Se hizo la conversión de Kg a toneladas.
Ladrillo	Se consideró peso de ladrillo de muro 2.7 kg y para ladrillos de techo 7.8 kg.
Madera	El tipo de madera que se consideró para los cálculos es madera Tornillo, es la que se establece en el “ <i>análisis de costos de la revista costos y presupuestos en edificación de CAPECO</i> ”, Densidad 450 kg/m3.
Equipos	Los equipos que se considera: mezcladora y vibradora (combustible), winche (eléctrico) conforme lo establece en el “ <i>análisis de costos de la revista costos y presupuestos en edificación de CAPECO</i> ”, no se considera la excavadora ya que para el caso de estudio la excavación se realiza de manera manual. 1litro de gasolina = 34.78 MJ

Fuente Propia

- En todos los materiales se consideró el 5% de desperdicio.
- Las cantidades por material fueron obtenidas con los datos que se establece en el “*análisis de costos de la revista costos y presupuestos en edificación de CAPECO*”, no se considera la excavadora ya que para el caso de estudio la excavación se realiza de manera manual.
- Emisión del Cemento:

Para calcular la Huella de Carbono producido por el cemento usado aplicamos la ecuación

n° 3:

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)} = \text{Masa de Material (Ton)} \times \text{Factor de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{cemento}} = 83.29 \text{ Ton de cemento} \times \frac{0.5100 \text{ Ton CO2}}{\text{Ton de cemento}}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{cemento}} = 42.48 \text{ Ton CO}_2$$

- Emisión de la Arena:

Para calcular la Huella de Carbono producido por la arena usada aplicamos la ecuación

n° 3:

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)} = \text{Masa de Material (Ton)} \times \text{Factor de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{arena}} = 265.58 \text{ Ton de arena} \times \frac{0.0051 \text{ Ton CO2}}{\text{Ton de arena}}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{arena}} = 1.35 \text{ Ton CO}_2$$

- Emisión de la Acero:

Para calcular la Huella de Carbono producido por el acero aplicamos la ecuación n°1:

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)} = \text{Masa de Material (Ton)} \times \text{Factor de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{acero}} = 14.36 \text{ Ton de acero} \times \frac{1.46 \text{ Ton CO2}}{\text{Ton de acero}}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{acero}} = 20.97 \text{ Ton CO}_2$$

- Emisión del Ladrillo:

Para calcular la Huella de Carbono producido por el total de ladrillo usado aplicamos la ecuación n° 3:

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)} = \text{Masa de Material (Ton)} \times \text{Factor de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{ladrillo}} = 90.05 \text{ Ton de ladrillo} \times \frac{0.47732 \text{ Ton CO2}}{\text{Ton de ladrillo}}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{ladrillo}} = 42.98 \text{ Ton CO}_2$$

- Emisión de la Madera:

Para calcular la Huella de Carbono producido por la madera usada aplicamos la ecuación n° 3:

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)} = \text{Masa de Material (Ton)} \times \text{Factor de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{madera}} = 110.80 \text{ Ton de madera} \times \frac{0.31 \text{ Ton CO2}}{\text{Ton de madera}}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{madera}} = 34.35 \text{ Ton CO}_2$$

- Emisión de los Equipos Eléctricos:

Para calcular la Huella de Carbono producido por el total de energía eléctrica consumida aplicamos la ecuación n° 3:

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)} = \text{Masa de Material (Ton)} \times \text{Factor de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{equipo}} = 210.77 \text{ KWH de uso de equipo} \times \frac{6.79 \times 10^{-6} \text{ Ton CO2}}{\text{KWH de uso de equipo}}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{equipo}} = 1.43 \times 10^{-3} \text{ Ton CO}_2$$

- Emisión de los Equipos Combustible:

Para calcular la Huella de Carbono producido por el total de combustible consumido aplicamos la ecuación n° 3:

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)} = \text{Masa de Material (Ton)} \times \text{Factor de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{equipo}} = 14,485.29 \text{ MJ} \times \frac{63,900 \text{ kg CO}_2}{\text{TJ}}$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{equipo}} = 1,003.83 \text{ kg CO}_2$$

$$\text{Masa de CO2eq (Ton)}_{\text{equipo}} = 1.00 \text{ TonCO}_2$$

8.1.2.1 Total de Emisiones de CO₂ Edificio de Albañilería Confinada.

Para calcular el total de Emisiones de GEI del edificio en el sistema de Albañilería Confinada se realiza la sumatoria total de cada emisión obtenida por material.

Cuadro 68

Cantidad total emisiones de CO₂ de AC

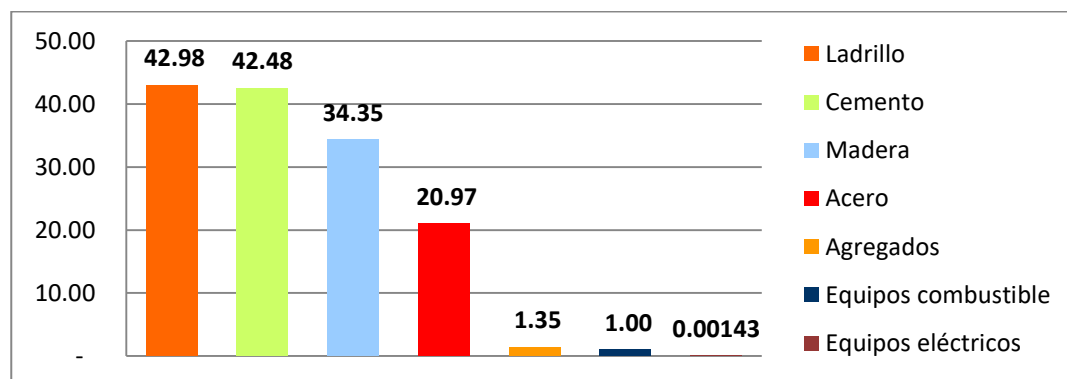
MATERIAL	CANTIDAD PARCIAL DE EMISIONES	UNIDADES
Cemento	42.48	Ton CO ₂ eq
Arena	1.35	Ton CO ₂ eq
Acero	20.97	Ton CO ₂ eq
Ladrillo	42.98	Ton CO ₂ eq
Madera	34.35	Ton CO ₂ eq
Equipos Eléctricos	0.00143	Ton CO ₂ eq
Equipos Combustible	1.00	Ton CO ₂ eq
Total de emisiones CO₂ eq	143.14	Ton CO₂ eq

Fuente Propia

8.1.2.2 Comparación Huella de CO₂ de Materiales y Equipos. En el Gráfico 16 podemos observar que son los **ladrillos** los elementos que más toneladas de CO₂ eq producen en comparación con los demás materiales debido a todo el proceso que implica la fabricación de un ladrillo desde la extracción de su materia prima, pasando por su cocido a altas temperaturas y finalmente su transporte. Mientras que los **equipos eléctricos** tienen emisiones muy reducidas de CO₂ eq. Esto debido a que Arequipa principalmente esta abastecida de energía hidráulica y esta genera menor cantidad de CO₂ eq en comparación con otras fuentes energéticas. OSINERGMIN (2015) sostiene que “actualmente, la gran participación de la energía hidroeléctrica en el mix eléctrico del Perú favorece una menor dependencia de la fuente eléctrica generada por combustibles fósiles

Gráfico 16

Toneladas de CO₂eq materiales y equipos

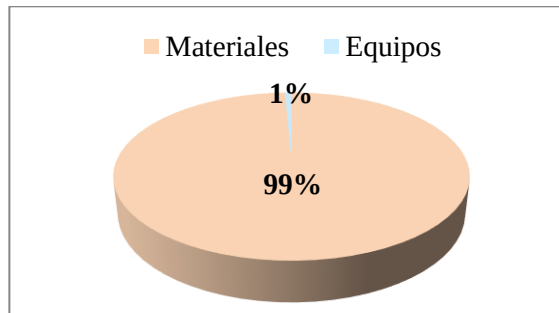


Fuente Propia

En el gráfico 17 y en una vista general podemos observar que los **materiales** representan casi la totalidad con el 99% del total de Emisiones de CO₂eq mientras que los **equipos** representan solamente el 1% del total de emisiones de CO₂eq.

Gráfico 17

Porcentaje de Contaminación AC



Fuente Propia

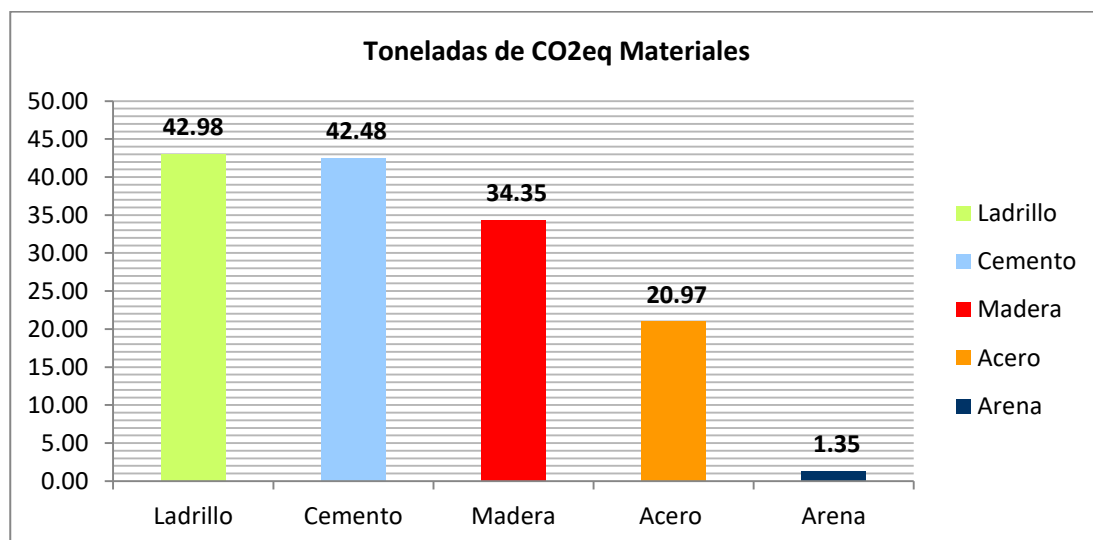
8.1.2.3 Comparación Huella de CO₂ de Materiales.

El **ladrillo** es el material que más emisiones de CO₂eq produce. Su materia prima, la arcilla, se extrae de las canteras y luego es cocido en los hornos. Se estima que para fabricar un kilo de ladrillo se requiere consumir 3.56 mega joule y 1.89 litros de agua.

Gráfico 18

Toneladas de CO₂eq de materiales AC

En el Gráfico 18 podemos observar que:



Fuente Propia

Existen varios proveedores de ladrillo en la ciudad de Arequipa, entre los más reconocidos tenemos: El Diamante, Oro Rojo, Tauro, Choque, entre otros.

El **cemento** es el segundo material que más emisiones de CO₂eq produce en el proyecto, con una diferencia muy mínima respecto al ladrillo, la materia prima se extrae de canteras y luego es calentado en un horno hasta llegar a los 1400°C. El principal productor de cemento en la región sur es Yura S.A

La **madera** se obtiene de los árboles que crecen en los bosques y en las selvas a través de una serie de operaciones. La madera recién talada contiene mucha agua por lo que requiere una preparación o acondicionamiento y se efectúa generalmente dejando la madera al aire libre durante bastante tiempo. Aunque actualmente se emplea también el acondicionamiento artificial, que consiste en desecar la madera con aire caliente y seco. La madera preparada pasa finalmente a las fábricas de muebles y a las de madera de construcción. (curioSfera,2020)

Para la ciudad de Arequipa la madera es traída de otras regiones.

“El **acero** nace de la fusión de diferentes cargas metálicas, con contenido de hierro, ferroaleaciones y carbono, las cuales determinan su estructura molecular” (Aceros Arequipa, s,f.).

El principal productor de acero en Arequipa es Aceros Arequipa.

La **arena** que es el material que menos toneladas de CO₂ eq produce pues no requiere más proceso que la extracción. En la ciudad de Arequipa existen diferentes canteras de donde se puede extraer agregados, entre las más conocidas tenemos:

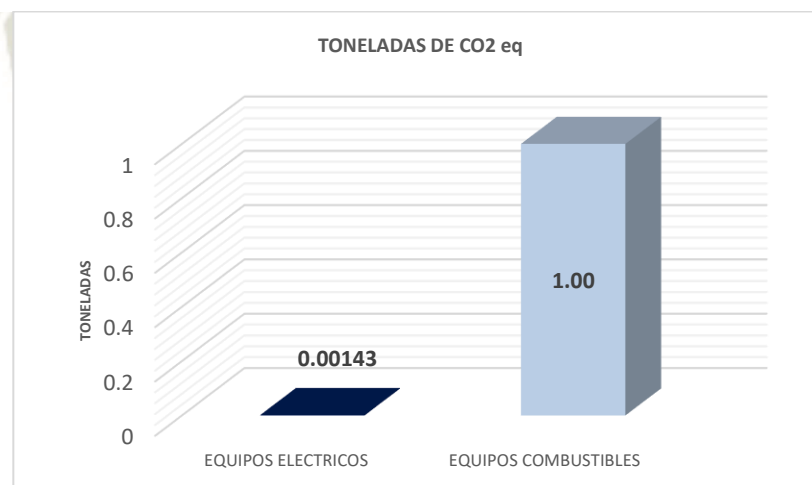
- Uchumayo km8: Piedra Chancada
- Tiabaya: Arena Gruesa y fina.

- Chihuata: Cantera artesanal (Cascajo, arena gruesa y afirmado)
- Miguel Grau: Cantera artesanal (Cascajo, arena gruesa y afirmado)
- Socayaba: Arena fina
- Cerro Colorado: Cantera artesanal (Cascajo, arena gruesa y afirmado)

8.1.2.4 Comparación Huella de CO₂ de Equipos. En el gráfico 19 podemos observar las emisiones de CO₂ eq de los equipos, ambos tipos de equipos tienen emisiones de CO₂ eq bajas a comparación de los materiales; sin embargo, los equipos eléctricos son los equipos que menos emisiones producen casi imperceptibles con 0.00143 toneladas, una razón es que la fuente de energía es hidráulica, una fuente con muy poco impacto en el medio ambiente.

Gráfico 19

Toneladas de CO₂ eq de equipos AC



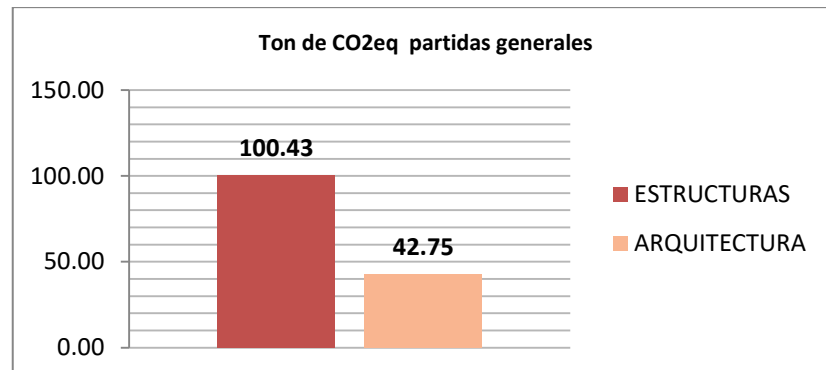
Fuente propia

8.1.2.5 Comparación Huella de CO₂ por Partidas. En el Gráfico 20 se observa que la partida de **Estructura** tiene mayores emisiones de CO₂eq con 100.43 toneladas mientras que las partidas de **Arquitectura** producen 42.75 Ton. Podemos deducir que en las partidas de estructuras se requiere de mayor diversidad de materiales (cemento, arena,

acero y madera) además del uso de equipos. Mientras que en las partidas de Arquitectura se requiere menor número de materiales y la mayor diferencia radica que en esta partida no se usa equipos a excepción del vaciado de piso.

Gráfico 20:

Toneladas de CO_{2eq} de partidas generales AC



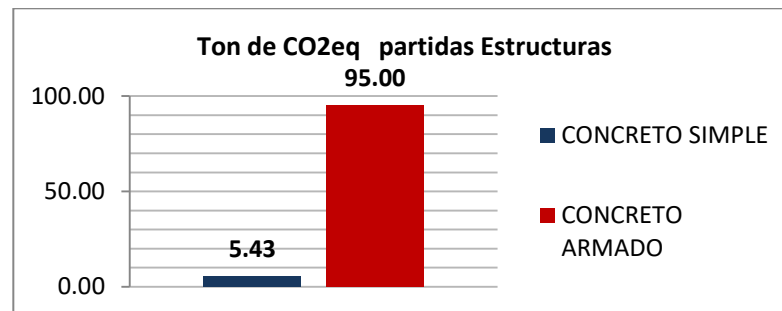
Fuente Propia

- **Estructuras**

En el Gráfico 21 se observa que la partida de **concreto armado** tiene mayores emisiones de CO_{2eq} con 95.00 toneladas mientras que la partida de concreto **simple** (cimientos y sobre cimientos) producen 5.34 ton. Podemos deducir que en las partidas de concreto armado se requiere de mayor diversidad de materiales (cemento, arena, acero y madera) además del uso de equipos. Mientras que en las partidas de concreto simple se requiere menor número de materiales y la mayor diferencia radica que en esta partida sólo se usa un equipo: la mezcladora.

Gráfico 21

Toneladas de CO_{2eq} partidas de estructuras AC

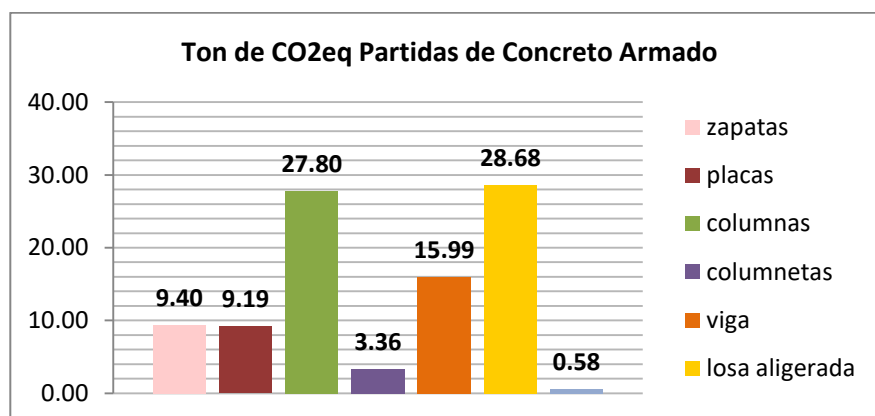


Fuente Propia

En el Gráfico 22 se observa que la partida de losa **aligerada** tiene mayores emisiones de CO_{2eq} con 28.68 toneladas mientras que la partida de losa **maciza** produce 0.58 Ton. En este caso ocurre por el metrado de la partida más que por la cantidad de materiales, debido a que en el caso del proyecto la losa maciza representa un porcentaje muy pequeño del proyecto.

Gráfico 22

Toneladas de CO_{2eq} partidas de concreto armado AC



Fuente Propia

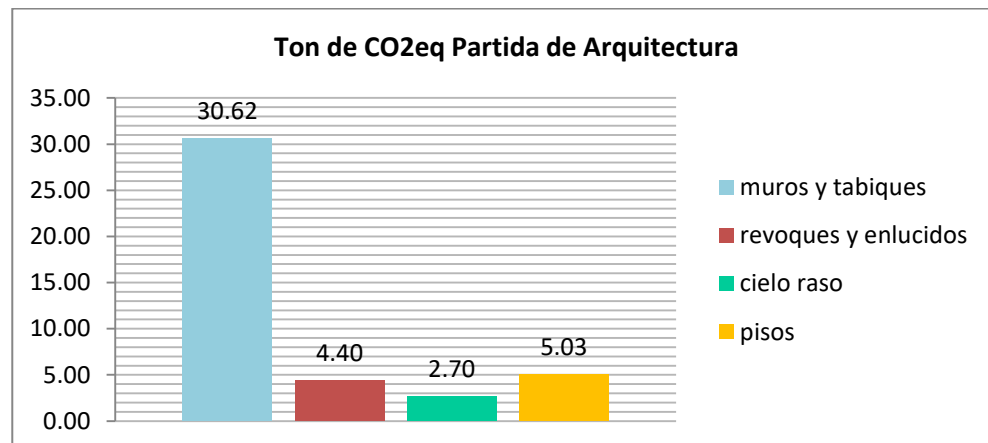
- **Arquitectura**

En el Gráfico 23 se observa que la partida de muros y **tabiques** tiene mayores emisiones de CO_{2eq} con 30.62 toneladas mientras que la partida de cielo **raso** produce 2.70

ton. En el caso de muros se hace uso de más materiales incluido el ladrillo que es altamente contaminante.

Gráfico 23

Toneladas de CO₂eq partidas de arquitectura AC

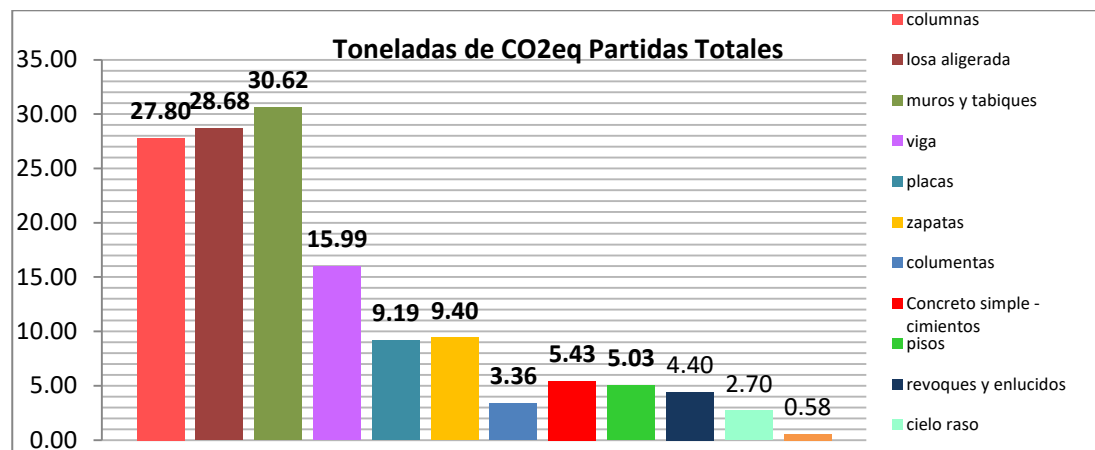


Fuente Propia

En el Gráfico 24 tenemos una visión general del proyecto completo. La partida **muros y tabiques** tienen mayores emisiones de CO₂eq con 30.62 toneladas mientras que la partida de losa **maciza** produce 0.58 ton. Recordemos que en el levantado del muro necesitamos ladrillo y cemento los materiales más contaminantes mientras que la losa maciza representa un porcentaje muy pequeño de todo el proyecto.

Gráfico 24

Toneladas de CO₂eq partidas generales AC



Fuente Propia

8.1.3 Cálculo para el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada

En el Cuadro 69 se expresa la cantidad de cada material que corresponden a la obra gruesa del proyecto de sistema de Muros de Ductilidad Limitada obtenidos del metrado realizado en el Capítulo II Económico y que serán utilizados en los cálculos posteriores.

Cuadro 69

Cantidad total de material MDL

MATERIAL/EQUIPOS	CANTIDAD	UNIDADES	CANTIDAD TOTAL	UNIDADES
Cemento	2,330.38	BOLSAS	103.99	Ton
Arena	144.85	m ³	243.35	Ton
Acero Estructuras	11,755.72	Kg	12.34	Ton
Acero Paneles	2,481.26	m ²	79.46	Ton
Equipos Combustible	322.95	HORAS	21,421.06	MJOULE
Equipos Eléctricos	122.23	HORAS	437.52	KWH

Fuente Propia

Cuadro 70

Especificaciones MDL

MATERIAL	COMENTARIO
Cemento	42.5 kg/ bolsa (Se hizo la conversión de Kg a toneladas).
Arena	Se usó el peso específico de arena 1,600.00 kg/m ³ para la conversión a toneladas
Acero	Se consideró el acero para las estructuras en kg según el metrado. Se consideró los paneles metálicos para los encofrados (3.00m x 0.50m) con peso 30.70 kg /m ²
Equipos	Los equipos que se considera: mezcladora y vibradora (combustible), winche (eléctrico) conforme lo establece en el “análisis de costos de la revista costos y presupuestos en edificación de CAPECO, no se considera la excavadora ya que para el caso de estudio la excavación se realiza de manera manual. 1litro de gasolina = 34.78 MJ

Fuente Propia

✓ Emisión del cemento:

Para calcular la Huella de Carbono producido por el cemento usado aplicamos la ecuación n° 3:

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)} = \text{Masa de Material (Ton)} \times \text{Factor de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{cemento}} = 103.99 \text{ Ton de cemento} \times \frac{0.5100\text{Ton CO}_2}{\text{Ton de cemento}}$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{cemento}} = 53.04 \text{ Ton CO}_2$$

✓ Emisión de la Arena:

Para calcular la Huella de Carbono producido por la arena usada aplicamos la ecuación n° 3:

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)} = \text{Masa de Material (Ton)} \times \text{Factor de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{arena}} = 243.36 \text{ Ton de arena} \times \frac{0,0051\text{Ton CO}_2}{\text{Ton de arena}}$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{arena}} = 1.24 \text{ Ton CO}_2$$

✓ Emisión del Acero Estructuras:

Para calcular la Huella de Carbono producido por el acero aplicamos la ecuación

n°1:

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)} = \text{Masa de Material (Ton)} \times \text{Factores de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{acero}} = 12.34 \text{ Ton de acero} \times \frac{1.46\text{Ton CO}_2}{\text{Ton de acero}}$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{acero}} = 18.02 \text{ Ton CO}_2$$

✓ Emisión del Acero Paneles Metálicos

Para calcular la Huella de Carbono producido por el acero aplicamos la ecuación

n°1:

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)} = \text{Masa de Material (Ton)} \times \text{Factores de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{acero}} = 79.46 \text{ Ton de acero} \times \frac{1.46\text{Ton CO}_2}{\text{Ton de acero}}$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{acero}} = 116.02 \text{ Ton CO}_2$$

✓ Emisión de los Equipos Eléctricos:

Para calcular la Huella de Carbono producido por el total de energía eléctrica

consumida aplicamos la ecuación n° 3:

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)} = \text{total de KWH} \times \text{Factores de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{equipo}} = 437.52 \text{ KWH de uso de equipo} \times \frac{6.79 \times 10^{-6} \text{ Ton CO}_2}{\text{KWH de uso de equipo}}$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{equipo}} = 2.97 \times 10^{-3} \text{ Ton CO}_2$$

✓ Emisión de los Equipos Combustible:

Para calcular la Huella de Carbono producido por el total de combustible consumido aplicamos la ecuación n° 3:

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)} = \text{total de combustible en MJ} \times \text{Factores de Emisión}$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{equipo}} = 21,421.06 \text{ MJ} \times \frac{63,900 \text{ kg CO}_2}{\text{TJ}}$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{equipo}} = 1487,22 \text{ kg CO}_2$$

$$\text{Masa de CO}_2\text{eq (Ton)}_{\text{equipo}} = 1.48 \text{ TonCO}_2$$

8.1.3.1 Total de Emisiones de CO₂ Edificio de Muros de Ductilidad Limitada.

Para calcular el total de Emisiones de GEI del edificio en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada se realiza la sumatoria total de cada emisión obtenida por material.

Cuadro 71

Cantidad total de emisiones CO₂ eq de MDL

MATERIAL	CANTIDAD PARCIAL DE EMISIONES	UNIDADES
Cemento	53.04	Ton CO ₂ eq
Arena	1.24	Ton CO ₂ eq
Acero Estructuras	18.02	Ton CO ₂ eq
Acero Paneles	116.02	Ton CO ₂ eq
Equipos eléctricos	0.00297	Ton CO ₂ eq

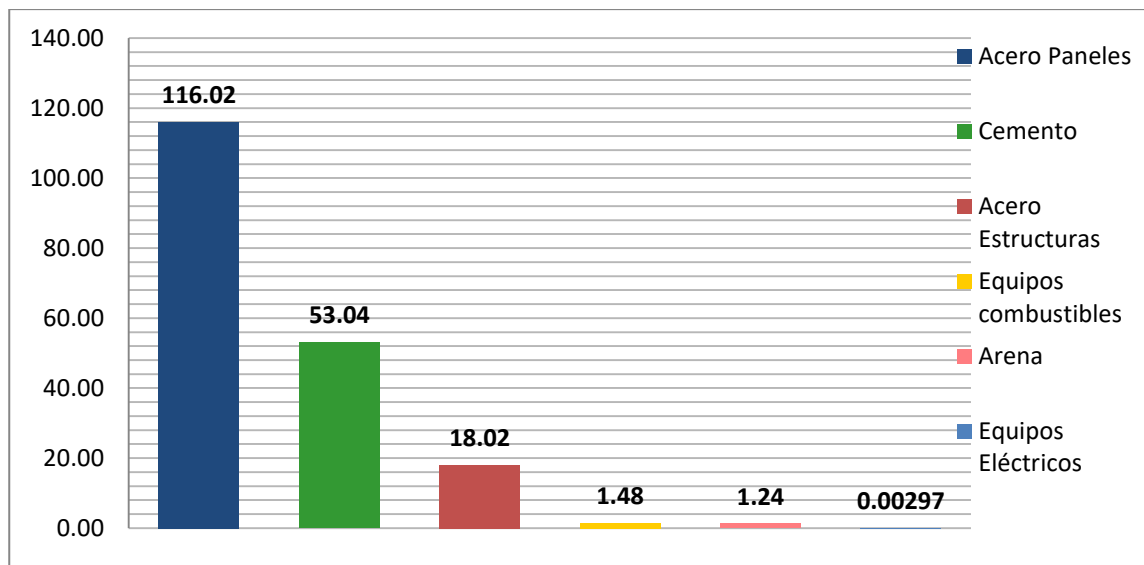
Equipos combustible	1.48	Ton CO2 eq
Total de emisiones CO₂ eq	189.80	Ton CO2 eq

Fuente Propia

8.1.3.2 Comparación Huella de CO₂ de Materiales y Equipos. En el gráfico 25 podemos observar que el acero de los **paneles metálicos** son los elemento que más toneladas de CO₂ eq producen en comparación con los demás materiales sobre todo por la cantidad de materia prima usada. Lo opuesto ocurre con los **equipos eléctricos** que son los elementos que menos toneladas de CO₂eq producen. Esto se debe a que Arequipa principalmente esta abastecida de energía hidráulica y está genera menor cantidad de CO₂ eq en comparación otras fuentes energéticas.

Gráfico 25

Toneladas de CO₂eq materiales y equipos MDL



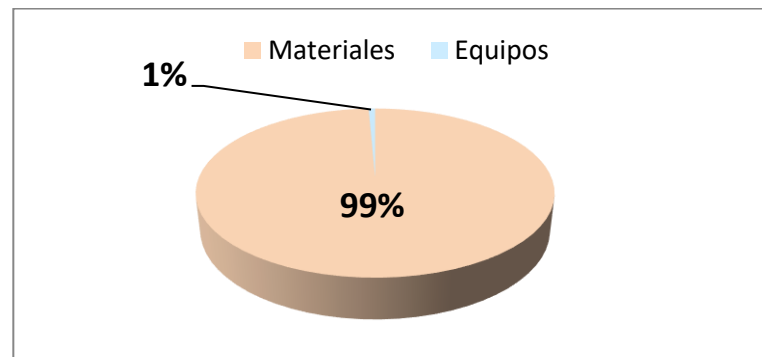
Fuente Propia

En una vista general podemos observar que al igual que ocurre con el sistema de Albañilería Confinada en este sistema los materiales representan casi la totalidad con el

99% del total de Emisiones de CO₂eq mientras que los equipos representan solamente el 1% del total de emisiones de CO₂eq.

Gráfico 26

Porcentaje de contaminación MDL



Fuente Propia

8.1.3.3 Comparación Huella de CO₂ de Materiales. En el Gráfico 27 podemos observar que:

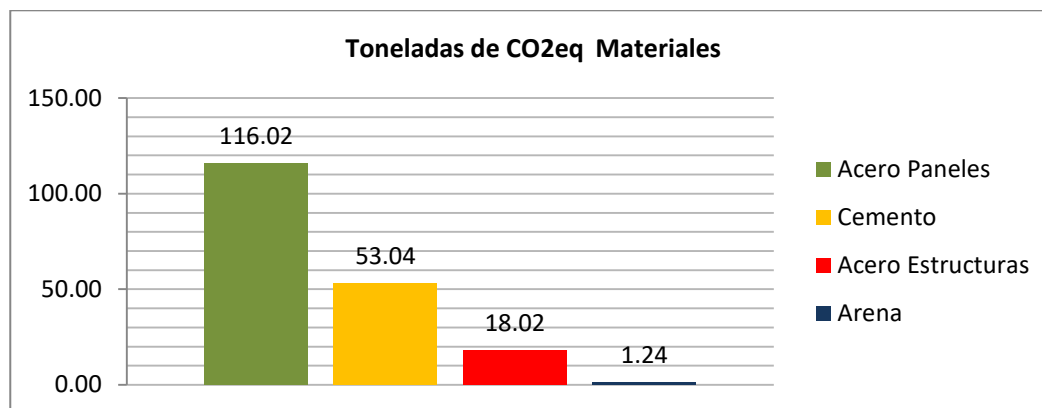
El **Acero** destinado a los encofrados es el material que más emisiones de CO₂eq produce debido a la gran cantidad requerida según el metrado. Mientras que el acero destinado a las estructuras es el tercer material más contaminante del proyecto, si bien ambos tienen la misma composición la diferencia radica en la cantidad requerida. Se usará mayor cantidad de acero para los paneles que para las estructuras. El acero se produce cuando el hierro se funde en un horno, se trata el metal fundido para reducir impurezas. El principal productor de acero en Arequipa es Aceros Arequipa.

El **cemento** es el segundo material que más emisiones de CO₂eq produce, la materia prima se extrae de canteras y luego es calentado en un horno hasta llegar a los 1400°C. El principal productor de cemento en la región sur es Yura S.A.

La **arena** que es el material que menos toneladas de CO₂ eq produce pues no requiere más proceso que la extracción.

Gráfico 27

Toneladas de CO₂eq de materiales MDL

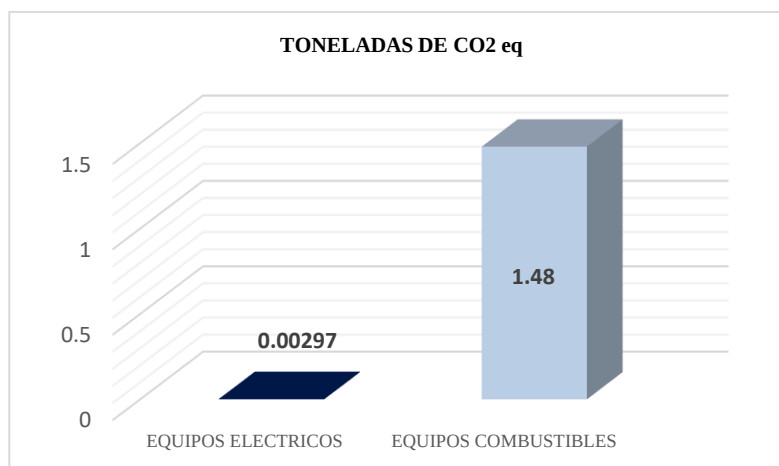


Fuente Propia

8.1.3.4 Comparación Huella de CO₂ de equipos. En el gráfico 28 podemos observar las emisiones de CO₂ eq de los equipos, ambos tipos de equipos tienen emisiones de CO₂ eq bajas a comparación de los materiales; sin embargo, los equipos eléctricos son los equipos que menos emisiones producen casi imperceptibles con 0.00297 toneladas, una razón es que la fuente de energía es hidráulica, una fuente con muy poco impacto en el medio ambiente.

Gráfico 28

Toneladas de CO₂ eq de equipos MDL

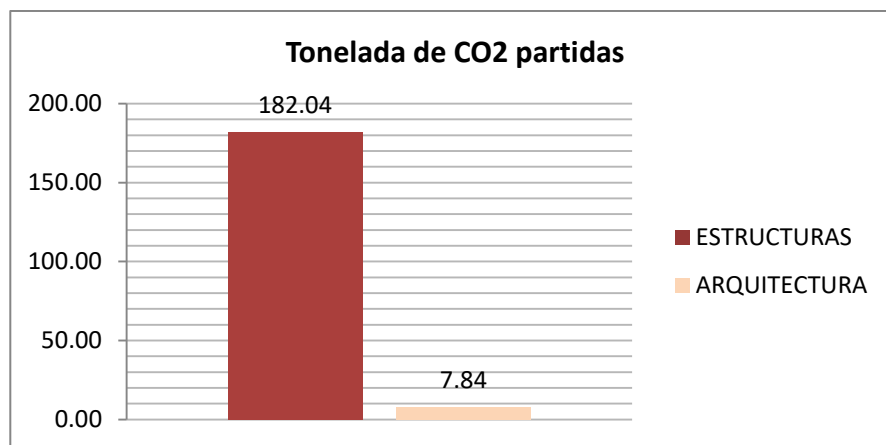


Fuente propia

8.1.3.5 Comparación Huella de CO₂ por Partidas. En el Gráfico 29 se observa que la partida de **Estructura** tiene mayores emisiones de CO_{2eq} con 182.04 toneladas mientras que las partidas de **Arquitectura** producen 7.84 Ton. Podemos deducir que en las partidas de estructuras se requiere de mayor diversidad de materiales (cemento, arena, acero y madera) además del uso de equipos, mientras que en las partidas de Arquitectura se requiere menor número de materiales además los muros están dentro de las partidas de Estructuras y la mayor diferencia radica que en esta partida no se usa equipos a excepción del vaciado de piso.

Gráfico 29

Toneladas de CO_{2eq} de partidas generales MDL



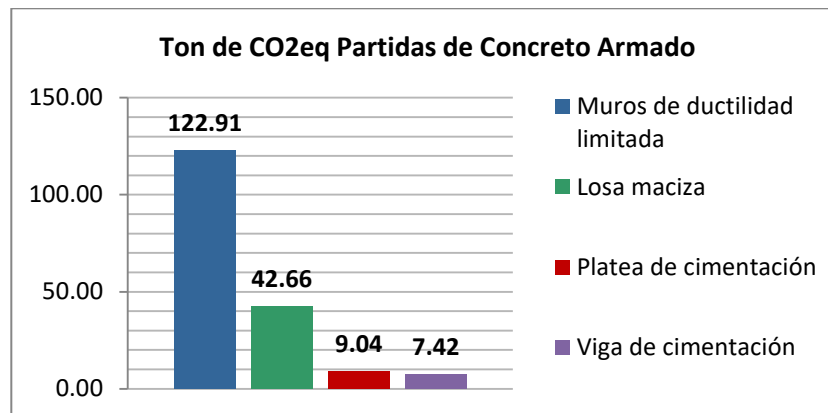
Fuente Propia

- **Estructuras:**

En el Gráfico 30 se observa que la partida de **muros de ductilidad limitada** tiene mayores emisiones de CO_{2eq} con 122.91 toneladas, los Muros representan la mayor parte del total de las emisiones totales mientras que la partida de viga **de cimentación** produce 7.42 Ton.

Gráfico 30

Toneladas de CO_{2eq} partidas de concreto armado MDL



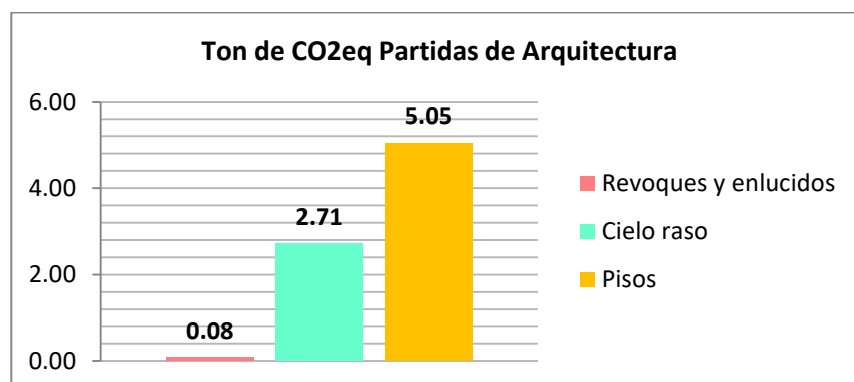
Fuente Propia

- **Arquitectura**

En el Gráfico 31 se observa que la partida de pisos tiene mayores emisiones de CO_{2eq} con 5.05 toneladas mientras que la partida de revoques **y enlucidos** produce 0.08 ton.

Gráfico 31

Toneladas de CO_{2eq} partidas de arquitectura MDL

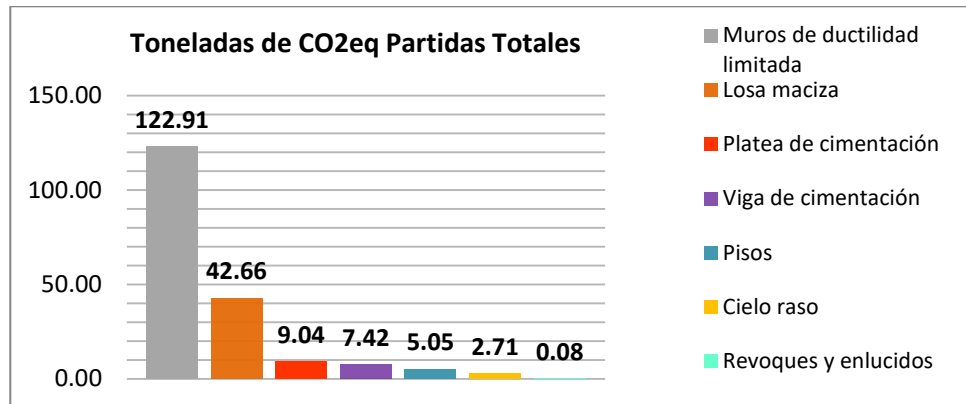


Fuente Propia

En el Gráfico 32 tenemos una visión general del proyecto completo. La partida de muros de ductilidad limitada produce 122.91 toneladas mientras que la partida de revoques **y enlucidos** produce 0.08 ton.

Gráfico 32

Toneladas de CO₂eq partidas generales MDL



Fuente Propia

8.2 Reducción de Emisiones de CO₂eq

En esta parte se realiza un análisis de la Reciclabilidad y Reutilización de los residuos que produce la construcción, se estructura en 3 partes: La primera en un análisis de la Normativa Peruana, la segunda parte con los materiales que pueden ser reciclados o reutilizados por sistema constructivo y finalmente alternativas y recomendaciones que podemos insertar en nuestra realidad para reducir las emisiones de CO₂ al medio ambiente.

8.2.1 Marco Legal

El marco de la Política Nacional del Ambiente, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento aprobó el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos Sólidos de las actividades de la construcción y demolición, mediante Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA y fue modificada según el D.S: N° 019-2016.

Figura 40

Tipos de residuos sólidos



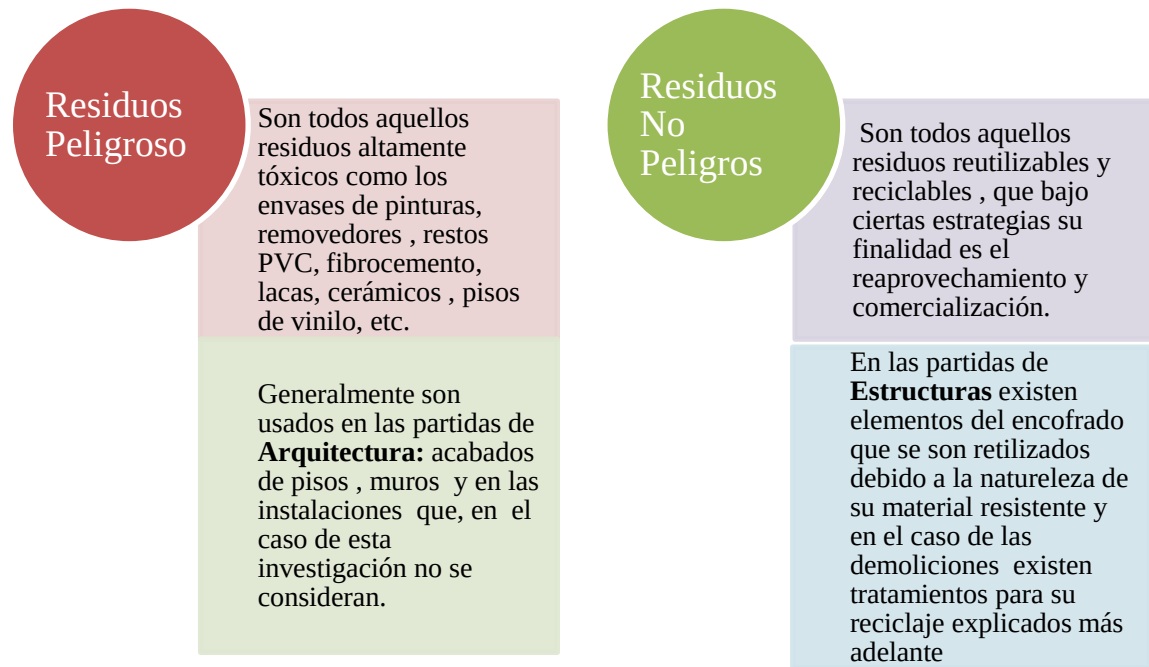
Fuente: Ministerio del Ambiente del Perú y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Guía Informativa de Manejo de Residuos de Construcción y Demolición en obras menores

¿Qué son los residuos de la construcción y demolición - RCD?

El Ministerio del Ambiente del Perú y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (s.f.) en su Guía Informativa de Manejo de Residuos de Construcción y Demolición en obras menores menciona que los RCD “son aquellos residuos generados en las actividades y procesos de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructura”. Los RCD se clasifican en:

Figura 41

Tipos de residuos de la construcción y demolición

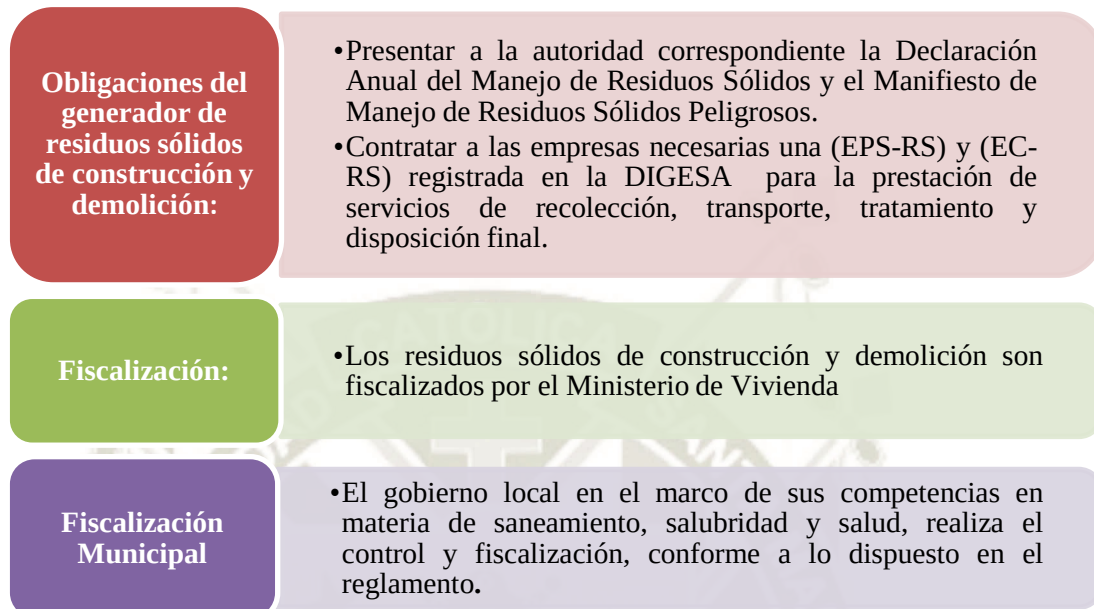


Fuente: Propia basada en Ministerio del Ambiente del Perú y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Guía Informativa de Manejo de Residuos de Construcción y Demolición en obras menores.

8.2.1.1 Actores. Los principales actores involucrados en la generación y manejo de los residuos de construcción y demolición son las empresas constructoras y los gobiernos locales, estos tienen papeles fundamentales en el cumplimiento de las normas y estrategias planteadas.

Figura 42

Responsabilidades de los actores



Fuente Propia basada en Ministerio del Ambiente del Perú y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Guía Informativa de Manejo de Residuos de Construcción y Demolición en obras menores.

Sin embargo, en la actualidad estas medidas no son estrictamente cumplidas, ya que la mayoría de los esfuerzos por parte de las municipalidades se concentran en las fiscalizaciones relacionadas con la normatividad urbana, más no en las normas de gestión de residuos, es muy común ver en la ciudad de Arequipa que los residuos de construcción y demolición son desechados en las periferias de la ciudad en lugares no adaptados para esta actividad.

Las estrategias están formuladas; sin embargo, la falta de pro actividad y de trabajo coordinado de los actores son factores determinantes para estas deficiencias.

8.2.1.2 Estrategias. El objetivo principal del plan de Gestión de los Residuos es racionalizar y optimizar la gestión de los residuos de construcción y demolición para

minimizar la producción y proteger el medio ambiente de esta manera reducir el impacto negativo para lo cual esta investigación luego del análisis propone estrategias.

Cuadro 72

Estrategias para empresas constructoras

ACTOR EMPRESA CONSTRUCTORA	
REDUCCIÓN	La primera acción que debe realizar en el correcto uso de las cantidades de los materiales, es decir producir el menor desperdicio posible, saber que se va desechar y en qué cantidades debido a que este tiene un impacto directo no sólo con el aspecto ambiental sino también en el económico.
CUANTIFICACIÓN	La siguiente acción consiste en conocer la cantidad y los tipos de residuos que tenemos por cada etapa, de esta manera se tienen una idea más clara del tipo de organización y acciones que se deben tomar para optimizar el manejo de los desechos.
CLASIFICACIÓN	Una vez conocidas las cantidades y los tipos de residuos generados procedemos a clasificarlos en depósitos e identificarlos.
UBICACIÓN	Es importante contar con un espacio exclusivo en la obra para el almacenamiento de estos desechos clasificados, además este debe tener acceso a las máquinas y los vehículos para facilitar su recojo y retiro de obra.

Fuente Propia basada en Ministerio del Ambiente del Perú y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Guía Informativa de Manejo de Residuos de Construcción y Demolición en obras menores.

Es importante considerar que los residuos permanezcan dentro de la obra el menor tiempo posible y que en caso de ser necesario deben ser cubiertos para evitar la emisión de partículas al aire.

Cuadro 73

Estrategias para gobiernos locales

ACTOR GOBIERNOS LOCALES	
ESTABLECER UN VINCULO	La primera acción que debe realizar es establecer vínculos con las empresas constructoras de manera que se pueda realizar un trabajo coordinado
IMPLEMENTAR CENTROS DE RECOLECCIÓN	Para el acopio de residuos provenientes de obras menores en condiciones de higiene y seguridad hasta su disposición final. (Artículo 20.2 del Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA).
FORMULAR ESTRATEGIAS	Formular estrategias para facilitar el acceso de los generadores de residuos a los servicios de EPS-RS, a fin de garantizar su disposición adecuada. (Literal 4, artículo 21 del Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA).
ZONIFICACIÓN PARA LA DISPOSICIÓN FINAL Y UBICACIÓN DE ÁREAS PARA ESCOMBRERAS	Las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales realizarán la evaluación e identificación de espacios geográficos en su jurisdicción que puedan ser utilizados para la ubicación de proyectos de infraestructura. (Artículo 40.1 del Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA).
PROMOVER LA IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTO	Para el manejo adecuado de los residuos en su jurisdicción, en coordinación con Digesa y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (Artículo 49.1 del Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA).
IMPLEMENTAR SISTEMAS DE RECOJO	De residuos provenientes, así como el equipamiento (envases y sacos de material resistente o recipientes) según corresponda, para el almacenamiento de los RCD de obras menores domiciliarias o de infraestructura. (Artículo 49.2 del Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA).

Fuente Propia basada Ministerio del Ambiente del Perú y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Guía Informativa de Manejo de Residuos de Construcción y Demolición en obras menores y el Decreto Supremo N° 003-2013 del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento,2013

8.2.2 Reutilización y Reciclaje de Materiales

8.2.2.1 Caso 1: Reutilización en la Construcción. Durante la construcción y su finalización existen materiales que pueden ser reutilizados a continuación se hace un análisis de los materiales utilizados por partida y su posibilidad de reutilización.

Albañilería Confinada:

Al finalizar la partida de **concreto simple** las maderas pueden ser reutilizadas para completar las demás partidas, de igual manera ocurre con las partidas de **concreto armado**, las maderas y el acero (clavos y alambres) pueden ser reutilizados. Los demás materiales no pueden ser reutilizados luego de la construcción. Vale decir entonces que los elementos de los **encofrados** son REUTILIZABLES.

Cuadro 74

Materiales por partida de estructuras AC

ESTRUCTURAS	
CONCRETO SIMPLE	
PARTIDA	MATERIALES
Cimientos- Sobrecimientos	arena cemento madera
CONCRETO ARMADO	
PARTIDA	MATERIALES
Zapatas	arena cemento madera acero
Placas	
Columnas	
Columnetas	
Viga	
Losa aligerada	
Losa maciza	

Fuente Propia

En la partida de **Arquitectura** ningún material puede ser reutilizado.

Cuadro 75

Materiales por partida de arquitectura AC

ARQUITECTURA	
PARTIDA	MATERIALES
Muros y tabiques	arena cemento ladrillo
Revoques, enlucidos y molduras	arena cemento
Cielos rasos	arena cemento
Pisos	arena cemento

Fuente Propia

Muros de Ductilidad Limitada

Al finalizar la partida de **concreto armado**, los paneles metálicos (acero paneles) pueden ser reutilizados. Los demás materiales no pueden ser reutilizados luego de la construcción. Vale decir entonces que los elementos de los **encofrados** son REUTILIZABLES.

Cuadro 76

Materiales por partida de estructuras MDL

ESTRUCTURAS	
CONCRETO ARMADO	
PARTIDA	MATERIALES
Platea de Cimentación	cemento arena acero estructuras acero paneles
Viga de Cimentación	
Muros de Ductilidad Limitada	
Losa Maciza	

Fuente Propia

En la partida de **Arquitectura** ningún material puede ser reutilizado.

Cuadro 77

Materiales por partida de arquitectura MDL

ARQUITECTURA	
PARTIDA	MATERIALES
Revoques, enlucidos y molduras	cemento arena
Cielo raso	
Pisos	

Fuente Propia

8.2.2.2 Caso 2: Reciclaje en la demolición. Después de la demolición existen materiales y componentes que pueden ser reciclados a continuación se hace una descripción de reciclaje de materiales en Perú.

Albañilería Confinada

Por la naturaleza del sistema a excepción del concreto armado es posible reciclar algunos elementos.

✓ Concreto:

El reciclaje de concreto permite la reutilización de los escombros, reduciendo también los costos de construcción. Para el reciclaje de hormigón endurecido, se utiliza una trituradora especial, que produce los conocidos "agregados reciclados". Hasta hace poco, el hormigón reciclado solo se usaba como subsuelo, sin embargo, existen pruebas que muestran que el agregado puede crear elementos estructurales de una resistencia a la compresión de entre 30 y 40 MPa (Megapascal), si se utilizan las tecnologías adecuadas. Es importante destacar que los agregados reciclados son más livianos por unidad de volumen, entre un 10% y 15% menos que los productos provenientes de canteras vírgenes, lo que significa menos peso por metro cúbico.

Esto resulta en la reducción de los costos del material mismo, su transporte y los costos generales del proyecto. (Dossier, 2019)

✓ Ladrillo:

Las acciones de reciclaje de ladrillo como unidad no están desarrolladas en el país a gran escala debido al costo operacional y la falta de tecnología por lo que, en su mayoría se convierten en escombros que pueden ser reutilizados como agregados reciclados; sin embargo, a pequeña escala es posible reutilizar ladrillos con una limpieza manual.

✓ Madera:

Las maderas usadas en los encofrados en su mayoría son reutilizadas ya que las maderas duras pueden durar muchos años si se mantiene adecuadamente de esta manera existe la ventaja de reducir la huella de carbono de este material.

Su reutilización también puede ser derivada a convertirse en listones para la fabricación de otros artefactos en la misma obra como cajas, soportes, etc. Las maderas más blandas y baratas también pueden reciclarse para la industria de paneles. La opción más común hoy en día es la molienda completa del material para la fabricación de láminas de MDF. (Dossier, 2019)

Por otro lado, también existe la posibilidad que algunos de estos elementos sean triturados para luego producir combustible o biomasa a través de quemas en hornos industriales.

Muros de Ductilidad Limitada

Por la naturaleza del sistema y debido a que está compuesto en su mayoría por concreto armado, no es posible reciclar algún elemento ya que en la actualidad no existe la tecnología adecuada.

Los paneles metálicos usados en los encofrados pueden usados hasta 100 veces, si se mantiene adecuadamente, de esta manera existe la ventaja de reducir la huella de carbono de este material.

Sin embargo, una vez que se decide desecharlo, el acero se puede transformar infinitamente en nuevos materiales sin perder su calidad. Cuando se recicla, el consumo de electricidad es 80% menor para la producción de la nueva pieza, causando un menor impacto ambiental y evitando la extracción de nuevas materias primas.

Las barras de refuerzo para hormigón armado, alambres, clavos y algunos perfiles metálicos generalmente están fabricadas a partir de chatarra. Otra opción es la fundición o la venta de chatarra. (ArcusGlobal, 2019)

En la actualidad la Corporación Aceros Arequipa recicla el acero.

8.2.3 Alternativas internacionales y recomendaciones

En el cuadro 78 se menciona tecnologías internacionales que podrían ser insertadas en nuestra realidad previa investigación y reforzamiento de conocimientos.

Cuadro 78

Alternativas internacionales y recomendaciones

REBRICK	La CORDIS (2013) menciona que: El proyecto europeo Rebrick (“Market uptake of an automated technology for reusing old bricks”), es un proyecto que clasifica automáticamente los residuos generados en una demolición, separando los ladrillos reutilizables. Permite eliminar de forma automática el cemento y el hormigón de los ladrillos viejos y posteriormente, estos se pueden reutilizar a en nuevas construcciones. Cada ladrillo reutilizado ahorra 0,5 kilos de emisiones de CO2 en comparación con la fabricación de nuevos bloques.
BIOCONCRETO	El blog the BBC.new (2016) menciona que: En la Universidad Técnica de Delft, han desarrollado el bio-concreto, un material que puede regenerar el desgaste de las edificaciones. Para preparar bio-concreto se mezcla el concreto tradicional con cepas de la bacteria Bacillus Pseudofirmus y esa mezcla se añade lactato de calcio. Cuando se forman grietas en las edificaciones construidas con este material, las bacterias que habitan en él quedan expuestas a los elementos, principalmente el agua. La humedad que penetra las fisuras "despierta" a los microorganismos que comienzan a alimentarse del lactato de calcio y como producto final de su digestión secretan piedra caliza. Este material sella las fisuras en el bio-concreto en un periodo tan breve como tres semanas.

Fuente Propia basado en el blog de la CORDIS (Resultados de investigaciones de la UE), 2013
y el blog de BBC new MUNDO, 2016



CAPÍTULO IX

CONFORT AMBIENTAL

Para esta línea se van a tomar dos tipos de confort ambiental: confort térmico y confort acústico debido a que estos están condicionados por el sistema constructivo usado. En la primera parte se realizó un análisis cuantitativo. Para la segunda parte del análisis se realizarán encuestas a los usuarios de los multifamiliares en ambos sistemas constructivos para conocer cuál es su percepción.

9.1 Confort Térmico

Para este análisis se ha calculado la transmitancia térmica de los elementos envolventes de los departamentos, con las ecuaciones 4,5 y 6 de transmitancia térmica explicadas en el capítulo 3: metodología en el ítem 3.6.1: Confort Térmico.

Finalmente se hace una comparación con los valores establecidos por la norma peruana.

En ambos sistemas se calculará la transmitancia térmica de muros, pisos y techos, se obtuvo datos de conductividad térmica del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2014) en la Norma Peruana EM 110. Confort Térmico y Lumínico con eficiencia energética.

9.1.1 Cálculo de Transmitancia Térmica

9.1.1.1 Cálculo para el Sistema de Albañilería Confinada. Se considera para muros: ladrillo común, mortero y pintura como se muestra en el cuadro 79.

Cuadro 79

Resistencia térmica de materiales de muros de AC

ELEMENTO: MURO		LOCALIDAD: AREQUIPA		PROVINCIA: AREQUIPA	
ZONA AMBIENTAL	4: Meso andino				
MATERIALES	Nª	ESPESOR	ESPESOR TOTAL	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	RESISTENCIA TÉRMICA
		m	m	W/m°C	m2.°C/W
Ladrillo común	1	0,120	0,120	0.91	0.132
Mortero	2	0,015	0.03	1.13	0.027
Pintura	2	0,005	0.01	0,23	0.043
			e. total: 0.16		R. total:0.445
					U: 2.247

Fuente: Propia

Se considera para **pisos y techo**: ladrillo común, mortero, concreto armado y pintura como se muestra en el cuadro 80.

Cuadro 80

Resistencia térmica de materiales de pisos y losas aligeradas de AC

ELEMENTO: TECHO/PISO		LOCALIDAD: AREQUIPA		PROVINCIA: AREQUIPA	
ZONA AMBIENTAL	4: Meso andino				
MATERIALES	Nª	ESPESOR m	ESPESOR TOTAL m	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	RESISTENCIA TÉRMICA
				W/m°C	m2.°C/W
Ladrillo techo	1	0,150	0,150	0.91	0.165
Concreto armado	2	0,05	0.10	1.63	0.061
Mortero	2	0,015	0.03	1.13	0.027

Pintura	2	0,005	0.01	0,23	0.043
			e. total: 0.29		
					R. total:0.296
					U: 3.37

Considerando que la ciudad de Arequipa es considerada como meso andino en el cuadro 81 observamos los máximos valores permitidos de transmitancia para los elementos:

Cuadro 81

Valores de transmitancia permitidos bajo la norma EM 110

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro (U_{muro})	Transmitancia térmica máxima del techo (U_{techo})	Transmitancia térmica máxima del piso (U_{piso})
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Norma Técnica EM 110, Confort Térmico y Lumínico con eficiencia energética, 2014

Podemos observar que en el Cuadro 79 **de resistencia térmica en muros**, se tiene un valor de transmitancia térmica de $2.247 \text{ m}^2\text{°C/W}$, que para la norma EM 110. Confort Térmico y Lumínico con eficiencia energética. Está dentro de los valores permitidos.

Por el contrario, **en pisos y techos** en el Cuadro 80, la transmitancia obtenida es de $3.37 \text{ m}^2\text{°C/W}$, valor que está por encima de lo permitido, lo que indica que se necesita un aislante térmico.

9.1.1.2 Cálculo para el Sistema Muros de Ductilidad Limitada. Se desarrollará el elemento **Muro**, teniendo como materiales concretos armado y pintura como se muestra en el cuadro 82.

Cuadro 82

Resistencia térmica de materiales de muro de MDL

ELEMENTO: MURO		LOCALIDAD: AREQUIPA		PROVINCIA: AREQUIPA	
ZONA AMBIENTAL	4: Meso andino				
MATERIALES	Nª	ESPESOR	ESPESOR TOTAL	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	RESISTENCIA TÉRMICA
		m	m	W/m°C	m2.°C/W
Concreto armado	1	0,10	0.10	1.63	0.061
Pintura	2	0,005	0.01	0,23	0.043
			e. total: 0.12		
			R. total: 0.105		
			U:9.54		

Fuente: Propia

En el elemento **piso y techo** cuenta con los materiales de concreto armado y pintura como se muestra en el cuadro 83.

Cuadro 83

Resistencia térmica de materiales de pisos y techos de MDL

ELEMENTO: TECHO/PISO			LOCALIDAD: AREQUIPA	PROVINCIA: AREQUIPA	
ZONA AMBIENTAL	4: Meso andino				
MATERIALES	Nº	ESPESOR	ESPESOR TOTAL	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	RESISTENCIA TÉRMICA
		m	m	W/m°C	m2.°C/W
Concreto armado	1	0,25	0.25	1.63	0.153
Pintura	2	0,005	0.01	0,23	0.043
			e. total: 0.26		R. total:0.196
					U: 5.09

Fuente: Propia

Considerando que la ciudad de Arequipa es considerada como meso andino en el cuadro 84 observamos los máximos valores permitidos de transmitancia para los elementos:

Cuadro 84

Valores de transmitancia permitidos bajo la norma EM 110

Zona bioclimática	Transmitancia térmica máxima del muro (U_{muro})	Transmitancia térmica máxima del techo (U_{techo})	Transmitancia térmica máxima del piso (U_{piso})
1. Desértico costero	2,36	2,21	2,63
2. Desértico	3,20	2,20	2,63
3. Interandino bajo	2,36	2,21	2,63
4. Mesoandino	2,36	2,21	2,63

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, Norma Técnica EM 110, Confort Térmico y Lumínico con eficiencia energética, 2014

Podemos observar que en el cuadro 82 de **resistencia térmica en muros**, se tiene un valor de transmitancia térmica de $9.54 \text{ m}^2\text{°C/W}$, y en el cuadro 83 de **resistencia térmica en pisos y techos**, se tiene un valor de transmitancia térmica de $5.09 \text{ m}^2\text{°C/W}$. Ambos valores están muy por encima de los valores permitidos en la norma EM 110. Confort Térmico y Lumínico con eficiencia energética. Recomendando usar uno o varios aislantes térmicos para una adecuada habitabilidad.

Los edificios sufren cambios de temperatura entre el día y la noche por lo que es importante regular este cambio de temperatura.

9.2 Confort Acústico:

En una buena arquitectura es importante también considerar el confort acústico, y en una vivienda tener un nivel óptimo de sonido y privacidad en los espacios es un requisito

indispensable, la Ordenanza N° 269 de la ciudad de Arequipa menciona que una vivienda debe tener un máximo de 60 dB en horario diurno y 50 dB en horario nocturno.

Para esta parte del análisis se visitó dos departamentos, uno por sistema constructivo, con condiciones de área similares y se recrearon los sonidos más comunes producidos en la convivencia para lo cual se realizó una encuesta para obtener la percepción de los usuarios, y se obtuvo como actividades que generan mayor incomodidad las que se muestran en el cuadro 85:

Cuadro 85

Actividades y grado de incomodidad

Remodelaciones, golpes, etc. en el apartamento superior /inferior.	ALTO
Uso de aparatos electrodomésticos	
Ladrillo de Perros	MEDIO
Niños jugando	
Movimiento de muebles	
Objetos que caen al piso	
Bajar la bomba de inodoro	
Pisadas en el departamento superior	BAJO
Conversación de vecinos	
Equipos de Sonidos	

Fuente: Propia.

Obtenidos los sonidos que generan mayor malestar a los usuarios se procedió a la obtención de datos y las etapas para realizar las mediciones son las siguientes:

1. Se elaboró una hoja de registros de datos donde se considera la ubicación de la fuente de sonido, intensidad de fuente de sonido y la intensidad del sonido que atraviesa las barreras.
2. Se procedió a la toma de datos en los departamentos con un sonómetro.
3. Se hace el análisis con los datos obtenidos.

Las actividades se han dividido en tres grupos: Ruido aéreo, Ruido de impacto y Ruido de vibraciones.

- Ruido aéreo: Se transmite principalmente por el aire a través de los muros y paredes.
- Ruido de impacto: Se transmite por la estructura de la edificación.
- Ruido de vibraciones: Se transmite por la vibración de un elemento en la estructura.

Cuadro 86

Tipos de actividades para muros

ACTIVIDADES DE MEDICIÓN - MUROS			
Ruido Aéreo		Ruido de Impacto	Ruido por Vibración
Ap.Electr. Licuadora	(85.2 dB)	Objeto que cae al piso	Bajar bomba de inodoro
Equipo de sonido	(79.5dB)	(58.8dB)	(64.4dB)
Conversación de vecinos	(55.1dB)	Golpe en muros	
Niños jugando	(71.4dB)	(77.4dB)	
Ladrado de perros	(57.6 dB)		

Fuente: Propia

Cuadro 87

Tipos de actividades para losas

ACTIVIDADES DE MEDICIÓN - LOSAS		
Ruido Aéreo	Ruido de Impacto	Ruido por Vibración
Equipo de sonido (80.5dB)	Objeto que cae al piso (77.4dB)	Grifo abierto (73.4dB)

	Bajar la bomba del inodoro (72.8 dB)
--	--------------------------------------

Fuente: Propia.

En el cuadro 88 se explica la definición de cada ítem de en la toma de datos de las pruebas realizada



Cuadro 88

Cuadro de toma de datos

ACTIVIDAD	UBICACIÓN DE LA FUENTE DE SONIDO	DURACIÓN DEL SONIDO	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS- TM	DISTANCIA A LA BARRERA	ESPESOR DE BARRERA
Tipo de ruido generado	Espacio del departamento donde se ubica la fuente de sonido.	Se mide durante el tiempo que se realiza la actividad	Medida tomada con el sonómetro en dB	Distancia entre el punto de la fuente de sonido y el punto donde se toma la medida del sonido aislado	Distancia entre el punto de la fuente de sonido a la barrera sea muro o losa	Grosor del muro o de la losa
ESPACIO RECEPTOR DEL SONIDO	INTENSIDAD RECIBIDA	INTENSIDAD DISIPADA O AISLADA	ORDENANZA N° 269 AQP	NORMA NBE- CA - 88	APORTE DEL USUARIO	
Espacio donde se ubica el punto de la toma de sonido asilado	Medida del sonido en dB que se recibe atravesando la barrera de muro o losa.	Decibeles que se disipan o pierden luego de que el sonido atraviesa las barreras	Considera los decibeles permitidos en zona residencial.	Considera los decibeles mínimos que debe aislar un elemento constructivo.	Comentario de los usuarios con respecto a los ruidos y los efectos que les produce.	

Fuente: Propia.

9.2.1 Cálculo de Aislamiento de Sonido

Para este análisis la toma de medidas tanto de fuente de sonido y el ruido que se transmite se realiza en la misma planta. Se considera a los muros y losas como los elementos de barrera.

Para los cálculos de aislamiento tomamos sólo una toma de dato, en el mismo espacio para ambos sistemas, con las mismas distancias a la barrera, el punto de medición y la misma intensidad en la fuente de sonido

9.2.1.1 Cálculo para el Sistema de Albañilería Confinada

9.2.1.1.1 Cálculo de Aislamiento para Muros

- **Ruidos Aéreos:** En transmision por ruido aéreo se tomaran las actividades: Aparato electrodomestico (Licuadora), equipo de sonido , conversacion de vecinos, niños jugando y ladrido de perros.

Cuadro 89

Datos de transmisión en muros por ruido aéreo AC

ACTIVIDAD	UBICACIÓN DE LA FUENTE DE SONIDO	DURACIÓN DEL SONIDO	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS- TM	DISTANCIA A LA BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	ESPACIO RECEPTOR DEL SONIDO	INTENSIDAD RECIBIDA	INTENSIDAD DISIPADA O AISLADA	ORDENANZA N° 269 AQP	NORMA NBE- CA - 88	APORTE DEL USUARIO
APARATO ELECTRODOMÉSTICO (LICUADORA)	COCINA	25 seg	85.2 db	4.8 m	1.9 m	0.15 m	SALA-COMEDOR	55.0 db	27.5 db	Diurno ≤ 60 db Nocturno ≤ 50 db	Entre áreas de uso igual ≥ 30 db Entre áreas de uso distinto ≥ 45db	Licuo 2 veces al día, el ruido es molesto pero es en corto tiempo
EQUIPOS DE MÚSICA	SALA	32 seg	79.5 db	4.2 m	2.8 m	0.15 m	DORMITORIO 1	51.0 db	28.5 db			No me genera incomodidad, pero se escucha con mayor intensidad si es por las noches
CONVERSACIÓN DE VECINOS	PASILLO EXTERIOR	20 seg	55.1 db	4.6 m	0.8 m	0.15 m	SALA	44.7 db	10.4 db			Usualmente no puedo escuchar conversaciones en otros ambientes.
NIÑOS JUGANDO	SALA	25 seg	71.4 db	3.5 m	2.1 m	0.15 m	DORMITORIO 1	38.6 db	32.8 db			Escucho cuando corren en los demás pisos o áreas comunes
LADRIDO DE PERROS	PASILLO EXTERIOR	15 seg	57.6 db	4.6 m	0.8 m	0.15 m	SALA	45.4 db	21.2 db			Es muy molesto

Fuente: Propia

- **Ruidos por Impacto:** En transmisión de ruido por impacto en muros se tomaron las actividades: golpe en muros y objetos que caen al piso dejado caer desde una altura de 1m.

Cuadro 90

Datos de transmisión en **muros** por ruido de impacto AC

ACTIVIDAD	UBICACIÓN DE LA FUENTE DE SONIDO	DURACIÓN DEL SONIDO	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS- TM	DISTANCIA A LA BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	ESPACIO RECEPTOR DEL SONIDO	INTENSIDAD RECIBIDA	INTENSIDAD DISIPADA O AISLADA	ORDENANZA N° 269 AQP	NORMA NBE- CA - 88	APORTE DEL USUARIO
GOLPE EN EL MURO	BAÑO 2	3 seg	52.2 db	0.5 m	0 m	0.15 m	DORMITORIO 3	43.2db	9.0 db	Diurno ≤ 60 db Nocturno ≤ 50 db	Entre áreas de uso igual ≥ 30 db Entre áreas de uso distinto ≥ 45db	No es muy seguido.
OBJETOS QUE CAEN AL PISO	COCINA	1 seg	58.8 db	1.0 m	0.5 m	0.15 m	DORMITORIO 1	55.1 db	3.7 db			No es muy seguido.

Fuente: Propia

- **Ruidos por Vibración:** En transmisión por ruido de vibración en muros se tomará la actividad “bajar bomba de sanitario”. Para esta actividad se cuenta con con una intensidad 64.4 dB ubicada en el baño 2.

Cuadro 91

Datos de transmisión en muros por ruido de vibración AC

ACTIVIDAD	UBICACIÓN DE LA FUENTE DE SONIDO	DURACIÓN DEL SONIDO	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS- TM	DISTANCIA A LA BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	ESPACIO RECEPTOR DEL SONIDO	ORDENANZA N° 269 AQP	NORMA NBE- CA - 88	APORTE DEL USUARIO
BAJAR BOMBA DEL INDORO	BAÑO 1	10 seg	64.4 db	1.3 m	0 m	0.15 m	DORMITORIO 1	Diurno ≤ 60 db Nocturno ≤ 50 db	Entre áreas de uso igual ≥ 30 db Entre áreas de uso distinto ≥ 45db	No me molesta.

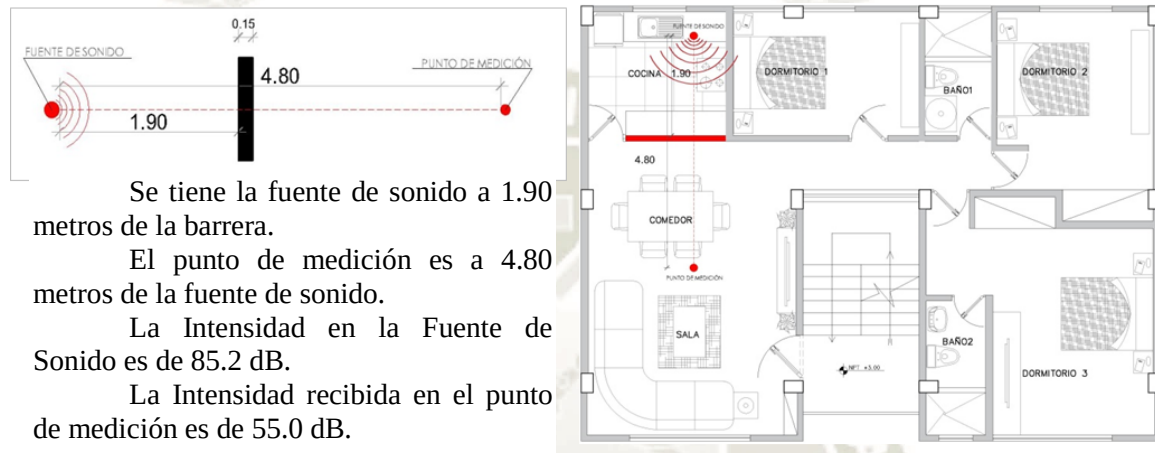
Fuente: Propia

Ruidos de Aéreo

En actividades por transmisión por ruido aéreo, se tiene como barrera el muro de ladrillo con tarrajeo de cemento de espesor de 0.15 metros.

Figura 43

Ubicación de la barrera muro en actividad de uso de la licuadora en AC



Fuente: Propia

Figura 44

Ubicación de la barrera muro en actividad de uso de equipo de sonido en AC



Fuente: Propia

Figura 45

Ubicación de la barrera muro en actividad de conversación de vecinos en AC



Se tiene la fuente de sonido a 2.80 metros de la barrera.

El punto de medición es a 4.60 metros de la fuente de sonido.

La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 55.1 dB.

La Intensidad recibida en el punto de medición es de 44.7 dB

Fuente: Propia.

Figura 46

Ubicación de la barrera muro en actividad de niños jugando en AC



Se tiene la fuente de sonido a 2.10 metros de la barrera.

El punto de medición es a 3.50 metros de la fuente de sonido.

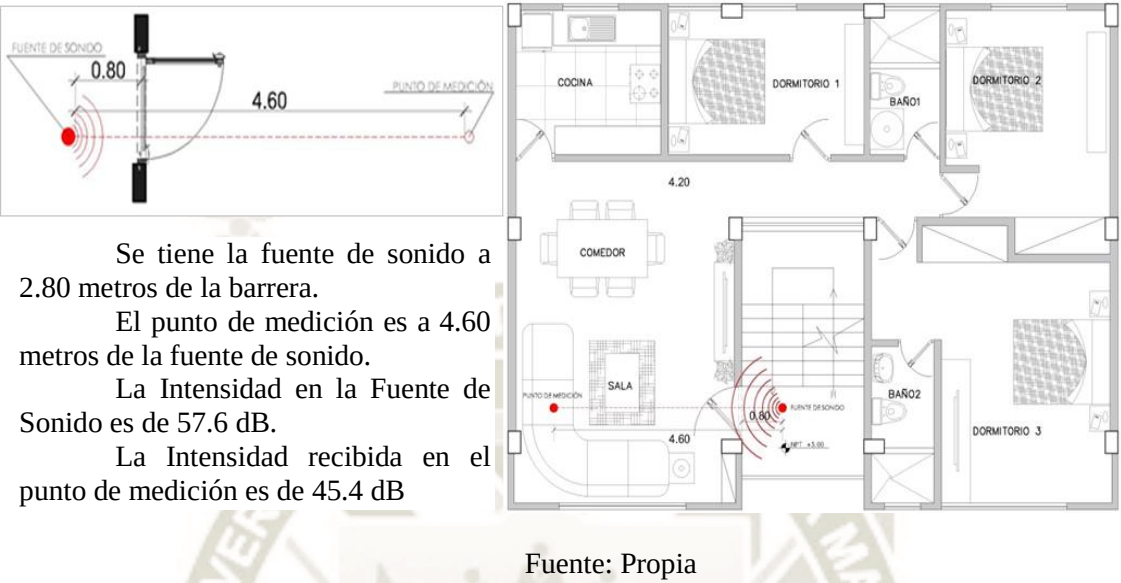
La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 71.4 dB

La Intensidad recibida en el punto de medición es de 38.6dB

Fuente: Propia

Figura 47

Ubicación de la barrera muro en actividad de ladrido de perros en AC



En el Cuadro 92 se muestra en síntesis las actividades con sus respectivas fuentes de sonido, la intensidad recibida luego de atravesar las barreras y la intensidad disipada

Cuadro 92

Medidas de transmisión en muros por ruido aéreo AC

ACTIVIDAD	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS- TM	DISTANCIA A LA BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	INTENSIDAD RECIBIDA	INTENSIDAD DISIPADA O AISLADA
APARATO ELECTRODOMÉSTICO (LICUADORA)	85.2 db	4.8 m	1.9 m	0.15 m	55.0 db	27.5 db
EQUIPOS DE MÚSICA	79.5 db	4.2 m	2.8 m	0.15 m	51.0 db	28.5 db
CONVERSACIÓN DE VECINOS	55.1 db	4.6 m	0.8 m	0.15 m	44.7 db	10.4 db
NIÑOS JUGANDO	71.4 db	3.5 m	2.1 m	0.15 m	38.6 db	32.8 db
LADRIDO DE PERROS	57.6 db	4.6 m	0.8 m	0.15 m	45.4 db	21.2 db

Fuente: Propia.

Ruidos de Impacto

En actividades por transmisión de ruido por impacto, se tiene como barrera el muro de ladrillo con tarrajeo de cemento de espesor de 0.15 metros.

Figura 48

Ubicación de la barrera muro en actividad de golpe de muro en AC

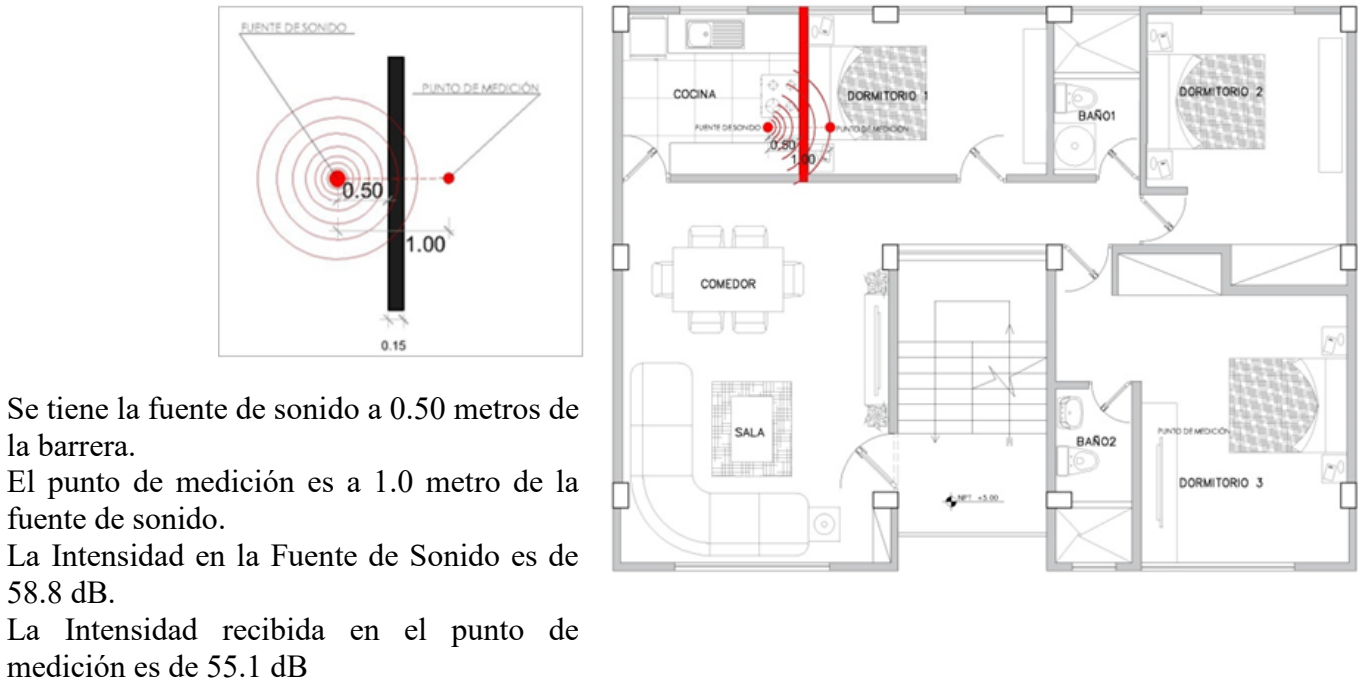


La fuente de sonido está ubicada sobre la barrera.
El punto de medición es a 0.5 metros de la fuente de sonido (muro golpeado).
La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 52.2 dB.
La Intensidad recibida en el punto de medición es de 43.2 dB.

Fuente: Propia

Figura 49

Ubicación de la barrera muro en actividad de objeto que cae al piso en AC



Fuente: Propia

En el Cuadro 93 se muestra en síntesis las actividades con sus respectivas fuentes de sonido, la intensidad recibida luego de atravesar las barreras y la intensidad disipada

Cuadro 93

Medidas de transmisión en muros por ruido de impacto AC

ACTIVIDAD	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN	DISTANCIA DE BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	INTENSIDAD RECIBIDA	INTENSIDAD DISIPADA O AISLADA
GOLPE EN EL MURO	52.2 db	0.5 m	0 m	0.15 m	43.2db	9.0 db
OBJETOS QUE CAEN AL PISO	58.8 db	1.0 m	0.5 m	0.15 m	55.1 db	3.7 db

Fuente: Propia

Ruidos de Vibración

En actividades por transmisión de ruido por impacto, se tiene como barrera el muro de ladrillo con tarrajeo de cemento de espesor de 0.15 metros y la actividad es bajar la bomba del inodoro

Figura 50

Ubicación de la barrera muro en actividad de Soltar la bomba del inodoro en AC



En el Cuadro 94 se muestra en síntesis la actividad con su respectiva fuente de sonido, la intensidad recibida luego de atravesar las barreras y la intensidad disipada.

Cuadro 94

Medidas de transmisión en muros por ruido de vibración AC

ACTIVIDAD	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN	DISTANCIA DE BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	INTENSIDAD RECIBIDA	INTENSIDAD DISIPADA O AISLADA
BAJAR LA BOMBA	64.4 db	1.3 m	0 m	0.15 m	28.8 db	35.6 db

Fuente: Propia

9.2.1.1.2 *Cálculo de Aislamiento para Losas.* Para los cálculos de aislamiento tomamos sólo una toma de dato por tipo de ruido, en el mismo espacio que se tomó en el caso de muros para ambos sistemas.

Cuadro 95

Datos de transmisión de ruido en losas AC

ACTIVIDAD	UBICACIÓN DE LA FUENTE DE SONIDO	DURACIÓN DEL SONIDO	INTESIDAD DE LA FEUNTE	DISTANCIA DE MEDICION FS-TM	DISTANCIA A LA BARRERA	ESPESOR DE LA BARRERA	ESPACIO RECEPTOR DEL SONIDO
Equipo de sonido	SALA	25 seg.	79.5 dB	2.00 m	1.00 m	0.30m	Dpto. inferior
Objetos que caen al piso	COCINA	1 seg.	58.8 dB	1.00 m	0.00 m (se deja caer a 1 metro de la barrera)	0.30m	Dpto. inferior
Bajar la bomba del inodoro	BAÑO 1	10 seg.	64.4 dB	1.00 m	0.00 m	0.30m	Dpto. inferior
Grifo abierto	BAÑO 1	11 seg.	73.4 dB	2.00 m	1.00 m	0.30m	Dpto. inferior

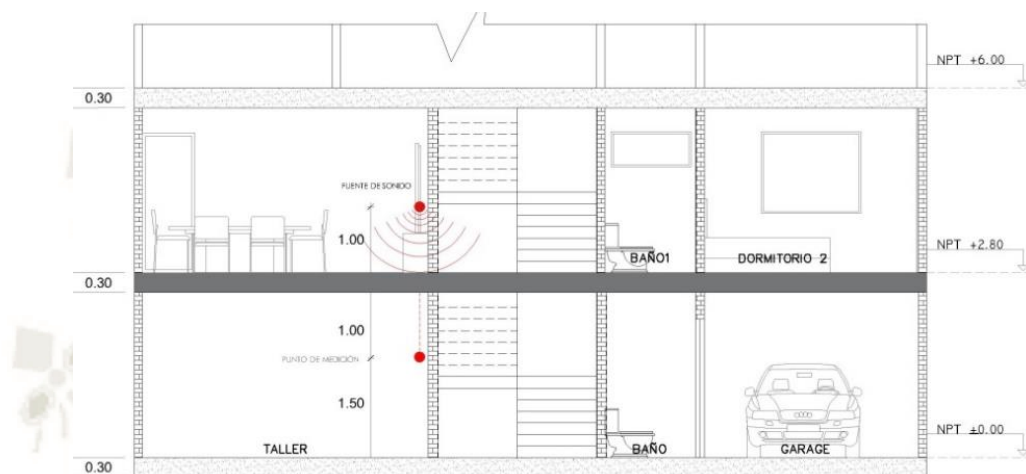
Fuente: Propia.

Ruidos de Aéreo

En transmisión por ruido aéreo en losas se tomó la actividad de equipo de sonido ubicada en la sala se tomó 1 medida receptora en el departamento inferior en el taller.

Figura 51

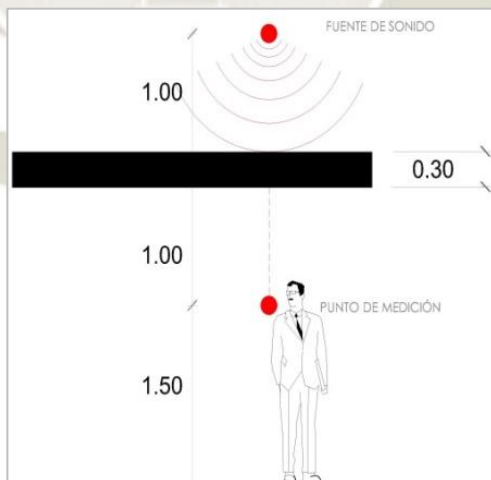
Ubicación de la barrera losa en actividad de Equipo de Sonido en AC



Fuente: Propia

Figura 52

Medidas de transmisión de ruido aéreo - equipo de sonido en corte AC



Fuente: Propia

Figura 53

Ubicación de la fuente de sonido de equipo de sonido en planta AC



Se tiene la fuente de sonido a 1.00 metros de la barrera.
El punto de medición es a 1.00 metros de la losa
El espesor de la barrera (Losa Aligerada) es de 0.30 m.
La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 79.5 dB.
La Intensidad recibida en el punto de medición es de 50.4 dB
La intensidad disipada es de 29.1 dB

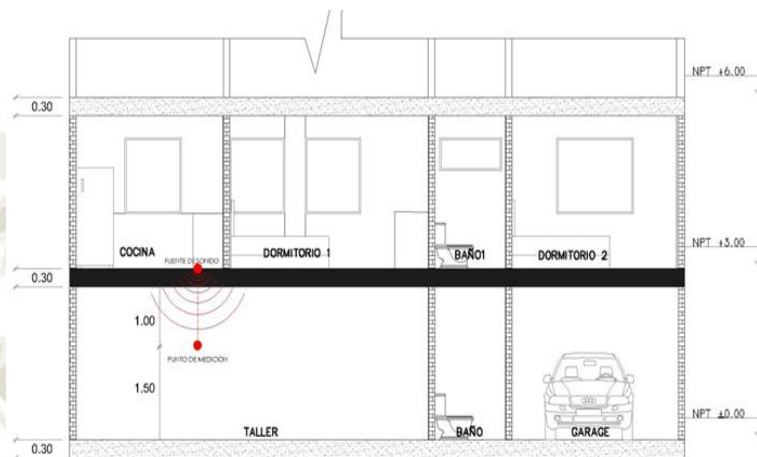
Fuente: Propia

Ruido por Impacto:

En transmisión por ruido por impacto en losas se tomó la actividad: soltar un objeto al piso. La actividad se ubica en la cocina se tomó una medida receptora en el departamento inferior en el taller.

Figura 54

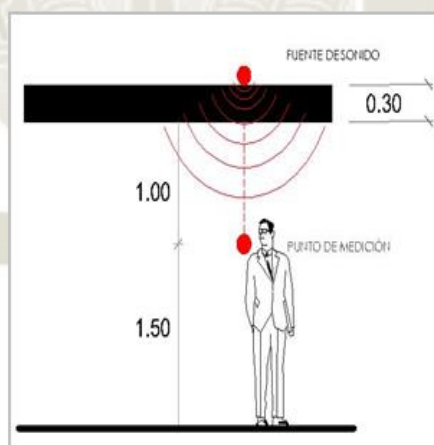
Ubicación de la barrera losa en actividad de objetos que caen al piso AC



Fuente: Propia

Figura 55

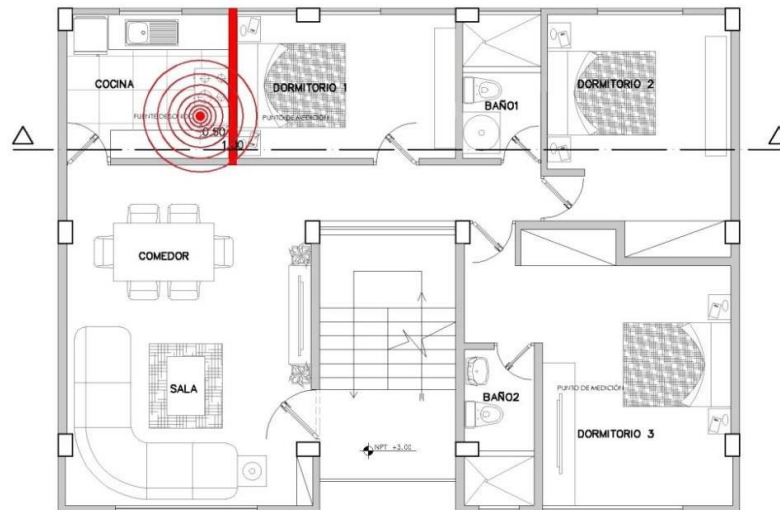
Medidas de transmisión de ruido por impacto - objetos que caen al piso en corte AC



Fuente: Propia

Figura 56

Ubicación de la fuente de sonido de objetos que caen al piso en planta AC



La intensidad fuente de sonido es tomada cuando el objeto golpea con el piso dejado caer a 1.0 metro.

El espesor de la barrera (Losa Aligerada) es de 0.30 m.

La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 58.8 dB.

La Intensidad recibida en el punto de medición es de 32.9 dB

La intensidad disipada es de 25.9 dB

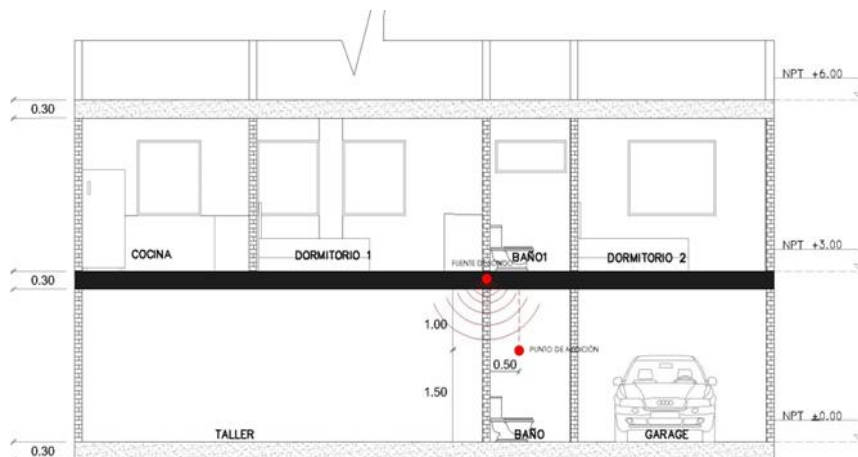
Fuente: Propia

Ruido de Vibración

En transmisión por ruido por vibración en losas se tomará las actividades: bajar la bomba del inodoro y grifo abierto. Las actividades se ubican en el baño 1 se tomó 1 medida receptora en el departamento inferior en el baño.

Figura 57

Ubicación de la barrera losa en actividad de soltar la bomba del inodoro AC



Fuente: Propia

Figura 58

Medidas de transmisión de ruido por vibración - soltar la bomba del inodoro en corte AC



Fuente: Propia

Figura 59

Ubicación de la fuente de sonido soltar bomba del inodoro en planta AC

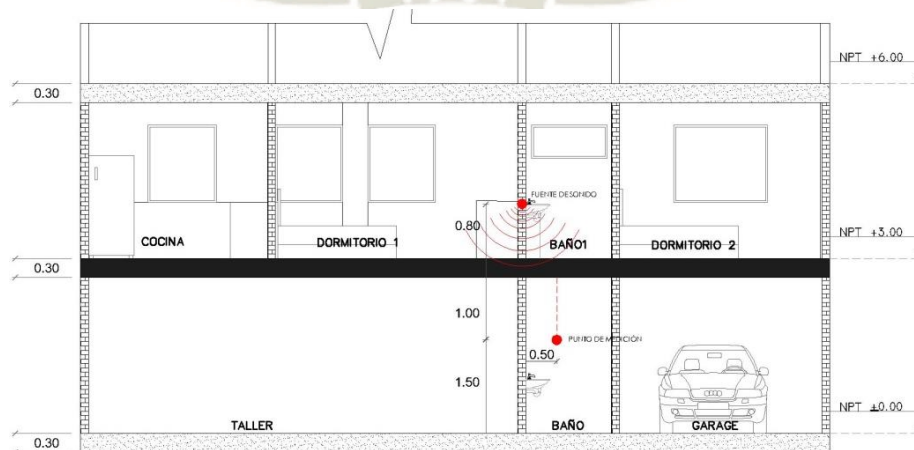


Se tiene la fuente de sonido a 0.0 metros de la barrera.
El punto de medición es a 1.00 metros de la losa
El espesor de la barrera (Losa Aligerada) es de 0.30 m.
La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 64.4 dB.
La Intensidad recibida en el punto de medición es de 49.2 dB
La intensidad disipada es de 15.2 dB

Fuente: Propia

Figura 60

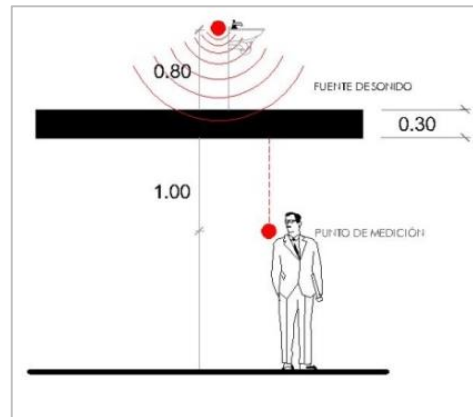
Ubicación de la barrera losa en actividad de Grifo abierto AC



Fuente: Propia

Figura 61

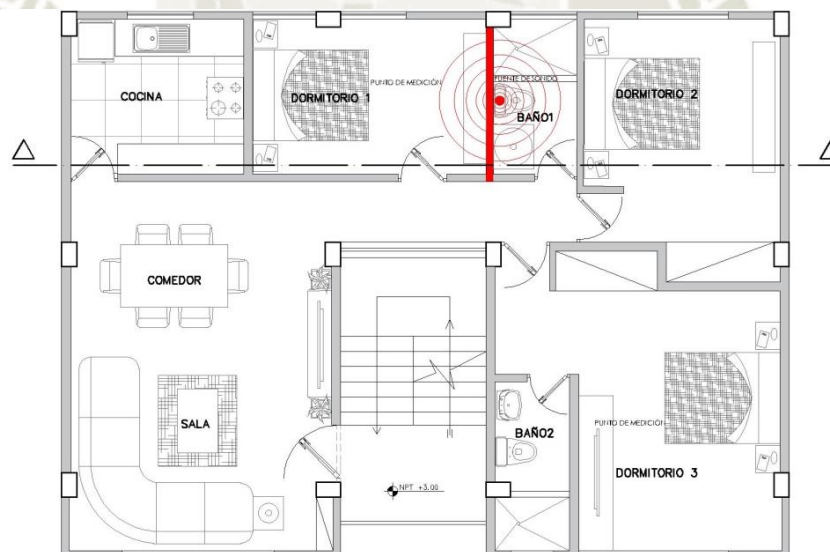
Medidas de transmisión de ruido por vibración - Grifo abierto en corte AC



Fuente: Propia

Figura 62

Ubicación de la fuente de sonido de Grifo abierto en planta AC



Se tiene la fuente de sonido a 0.80 metros de la barrera.
El punto de medición es a 1.00 metros de la losa
El espesor de la barrera (Losa Aligerad) es de 0.30 m.
La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 73.4 dB.
La Intensidad recibida en el punto de medición es de 47.8 dB
La intensidad disipada es de 25.6 dB

Fuente: Propia

En el Cuadro 96 se muestra en síntesis la actividad con su respectiva fuente de sonido, la intensidad recibida luego de atravesar las barreras y la intensidad disipada.

Cuadro 96

Medidas de transmisión en losas

ACTIVIDAD	TIPO DE SONIDO	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA A LA BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	INTENSIDAD RECIBIDA	INTENSIDAD DISIPADA O AISLADA
EQUIPO DE MÚSICA	Aéreo	79.5 db	1.00m	0.30m	50.4db	29.1 db
OBJETOS QUE CAEN AL PISO	Impacto	58.8 db	0.00m	0.30m	32.9db	25.9 db
BAJAR LA BOMBA DEL INODORO	Vibración	64.4 db	0.00m	0.30m	49.2db	15.2 db
GRIFO ABIERTO	Vibración	73.4 db	1.00m	0.30m	47.8db	25.6 db

Fuente: propia

La mayor intensidad de sonido producida es 79.5 dB, en la actividad de Equipo de Sonido, y la menor Intensidad de sonido producida es de 58.8 dB en la actividad de Objetos que caen al piso.

La menor intensidad de sonido aislada es 15.2 dB, en la actividad de bajar la bomba de inodoro, y la mayor Intensidad de sonido aislada es de 29.1 dB en la actividad de Equipo de Sonido.

En las actividades de Equipo de Sonido, Bajar la bomba del Inodoro y el Grifo abierto sobrepasa el límite de 50 dB para horario nocturno dado por la Ordenanza N°269 de la ciudad de Arequipa.

La intensidad de sonido de las actividades generadas por ruido de vibración no puede ser controlada, ni moduladas a diferencia de otros ruidos.



9.2.1.2 Cálculo para el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

9.2.1.2.1 Cálculo de Aislamiento para Muros.

- **Ruidos Aéreos:** En transmision por ruido aéreo se tomaran las actividades: Aparato electrodomestico (Licuadora), equipo de sonido , conversacion de vecinos, niños jugando y ladrido de perros.

Cuadro 97

Datos de transmisión en muros por ruido aéreo MDL

ACTIVIDAD	UBICACIÓN DE LA FUENTE DE SONIDO	DURACIÓN DEL SONIDO	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS- TM	DISTANCIA A LA BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	ESPACIO RECEPTOR DEL SONIDO	ORDENANZA N° 269 AQP	NORMA NBE- CA - 88	APORTE DEL USUARIO
APARATO ELECTRODOMÉSTICO (LICUADORA)	COCINA	25 seg	85.2 db	4.8 m	1.9 m	0.10 m	SALA-COMEDOR	Diurno ≤ 60 db Nocturno ≤ 50 db	Entre áreas de uso igual ≥ 30 db Entre áreas de uso distinto ≥ 45db	Licuo 2 veces al día, el ruido es molesto pero es en corto tiempo
EQUIPOS DE MÚSICA	SALA	32 seg	79.5 db	4.2 m	2.8 m	0.10 m	DORMITORIO 1			No me genera incomodidad, pero se escucha con mayor intensidad si es por las noches
CONVERSACIÓN DE VECINOS	PASILLO EXTERIOR	20 seg	55.1 db	4.6 m	0.8 m	0.10 m	SALA			Usualmente no puedo escuchar conversaciones en otros ambientes.
NIÑOS JUGANDO	SALA	25 seg	71.4 db	3.5 m	2.1 m	0.10 m	DORMITORIO 1			Escucho cuando corren en los demás pisos o áreas comunes
LADRIDO DE PERROS	PASILLO EXTERIOR	15 seg	57.6 db	4.6 m	0.8 m	0.10 m	SALA			Es muy molesto

Fuente: Propia

- **Ruidos por Impacto:** En transmisión de ruido por impacto en muros se tomaron las actividades: golpe en muros y objetos que caen al piso dejado caer desde una altura de 1m.

Cuadro 98

Datos de transmisión en muros por ruido de impacto MDL

ACTIVIDAD	UBICACIÓN DE LA FUENTE DE SONIDO	DURACIÓN DEL SONIDO	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS- TM	DISTANCIA A LA BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	ESPACIO RECEPTOR DEL SONIDO	INTENSIDAD RECIBIDA	INTENSIDAD DISIPADA O AISLADA	ORDENANZA N° 269 AQP	NORMA NBE- CA - 88	APORTE DEL USUARIO
GOLPE EN EL MURO	BAÑO 2	3 seg	52.2 db	0.5 m	0 m	0.10 m	DORMITORIO 3	43.2db	9.0 db	Diurno ≤ 60 db Nocturno ≤ 50 db	Entre áreas de uso igual ≥ 30 db Entre áreas de uso distinto ≥ 45db	No es muy seguido.
OBJETOS QUE CAEN AL PISO	COCINA	1 seg	58.8 db	1.0 m	0.5 m	0.10 m	DORMITORIO 1	55.1 db	3.7 db			No es muy seguido.

Fuente: Propia

- **Ruidos por Vibración:** En transmisión por ruido de vibración en muros se tomará la actividad bajar bomba de sanitario. Para esta actividad se cuenta con con una intensidad 64.4 dB ubicada en el baño 2.

Cuadro 99

Datos de transmisión en muros por ruido de vibración MDL

ACTIVIDAD	UBICACIÓN DE LA FUENTE DE SONIDO	DURACIÓN DEL SONIDO	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS- TM	DISTANCIA A LA BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	ESPACIO RECEPTOR DEL SONIDO	ORDENANZA N° 269 AQP	NORMA NBE- CA - 88	APORTE DEL USUARIO
BAJAR BOMBA DEL INDORO	BAÑO 1	10 seg	64.4 db	1.3 m	0 m	0.15 m	DORMITORIO 1	Diurno ≤ 60 db Nocturno ≤ 50 db	Entre áreas de uso igual ≥ 30 db Entre áreas de uso distinto ≥ 45db	No me molesta.

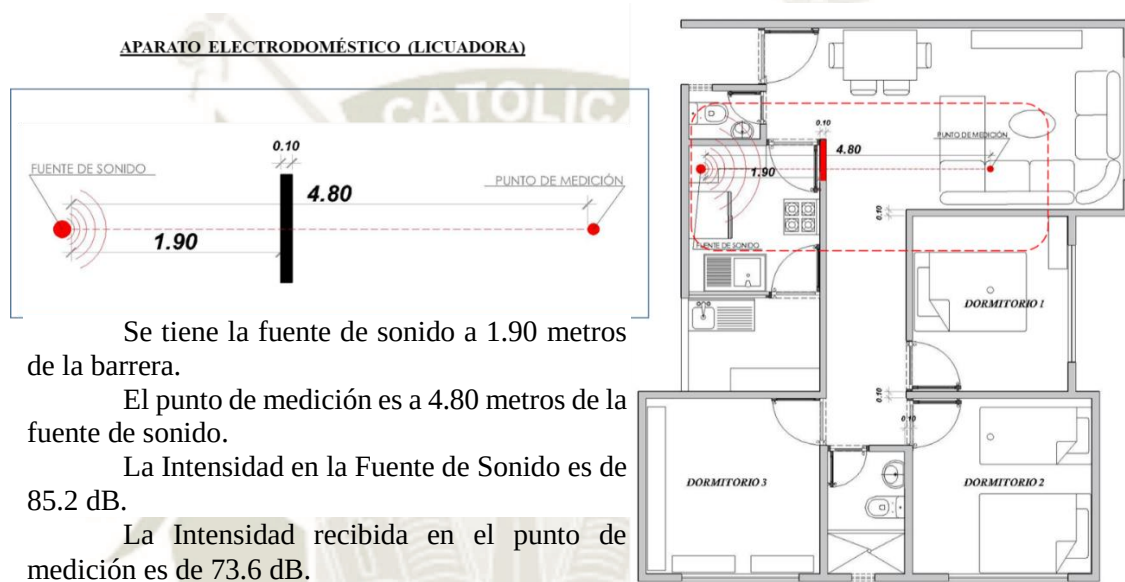
Fuente: Propia

Ruidos de aéreo

En actividades por transmisión por ruido aéreo, se tiene como barrera el muro de concreto armado con tarrajeo de cemento de espesor de 0.10 metros.

Figura 63

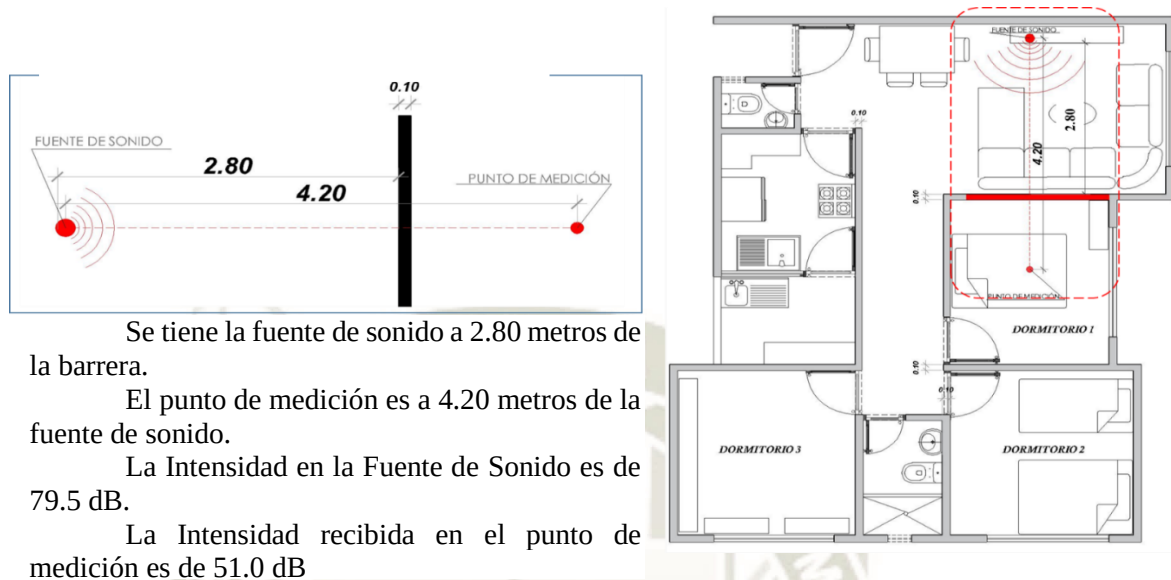
Ubicación de la barrera muro en actividad de uso de la licuadora en MDL



Fuente: Propia.

Figura 64

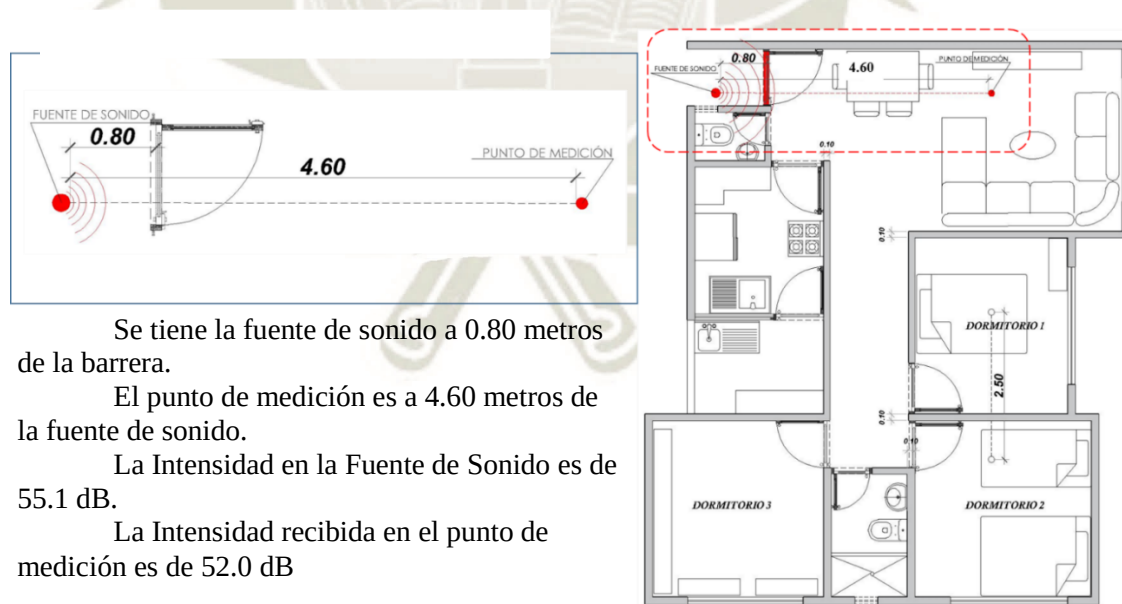
Ubicación de la barrera muro en actividad de uso de equipo de sonido en MDL



Fuente: Propia.

Figura 65

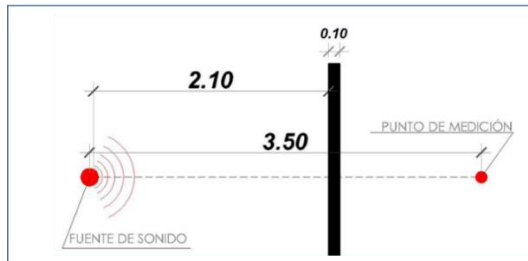
Ubicación de la barrera muro en actividad de conversación de vecinos en MDL



Fuente: Propia.

Figura 66

Ubicación de la barrera muro en actividad de niños jugando en MDL

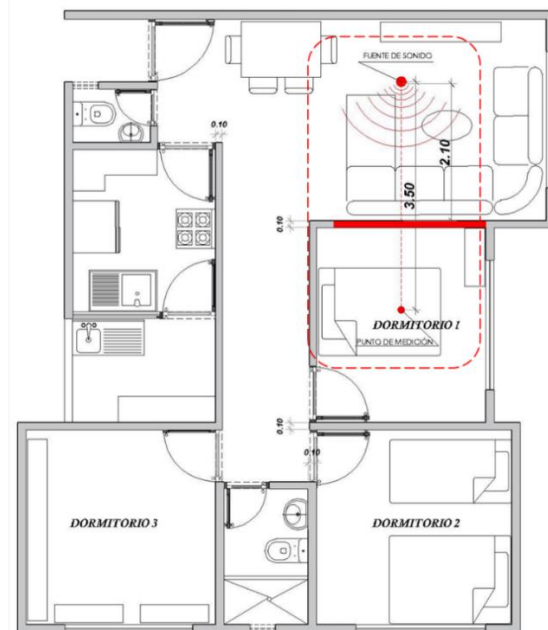


Se tiene la fuente de sonido a 2.10 metros de la barrera.

El punto de medición es a 3.50 metros de la fuente de sonido.

La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 71.4 dB.

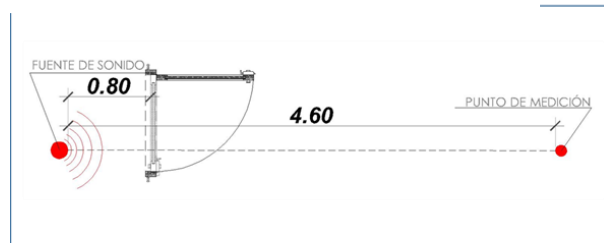
La Intensidad recibida en el punto de medición es de 68.6dB



Fuente: Propia.

Figura 67

Ubicación de la barrera muro en actividad de ladrido de perros en MDL

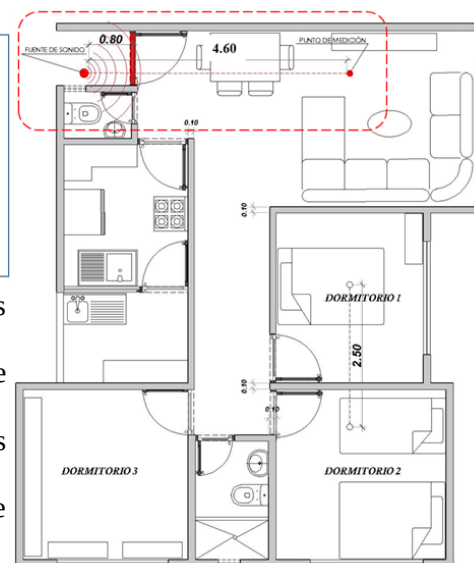


Se tiene la fuente de sonido a 0.80 metros de la barrera.

El punto de medición es a 4.60 metros de la fuente de sonido.

La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 57.6 dB.

La Intensidad recibida en el punto de medición es de 54.3 dB



Fuente: Propia.

Se obtuvo como máxima intensidad disipada o aislada 11.6 dB en la actividad de uso de aparato electrodoméstico-licuadora, esta actividad es la máxima intensidad de fuente con 85.2 dB.

En el Cuadro 100 se muestra en síntesis las actividades con sus respectivas fuentes de sonido, la intensidad recibida luego de atravesar las barreras y la intensidad disipada

Cuadro 100

Medidas de transmisión en muros por ruido aéreo MDL

ACTIVIDAD	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN	DISTANCIA DE BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	INTENSIDAD RECIBIDA	INTENSIDAD DISIPADA O AISLADA
Aparato electrodoméstico (licuadora)	85.2 dB	4.8 m	1.9 m	0.10 m	73.6 dB	11.6 dB
Equipos de música	79.5 dB	4.2 m	2.80 m	0.10 m	72.5 dB	7 dB
Conversación de vecinos	55.1 dB	4.6 m	0.8 m	0.10 m	52.0 dB	3.1 dB
Niños jugando	71.4 dB	3.5 m	2.1 m	0.10 m	68.6 dB	2.8 dB
Ladrado de perros	57.6 dB	4.6 m	0.8 m	0.10 m	54.3 dB	3.3 dB

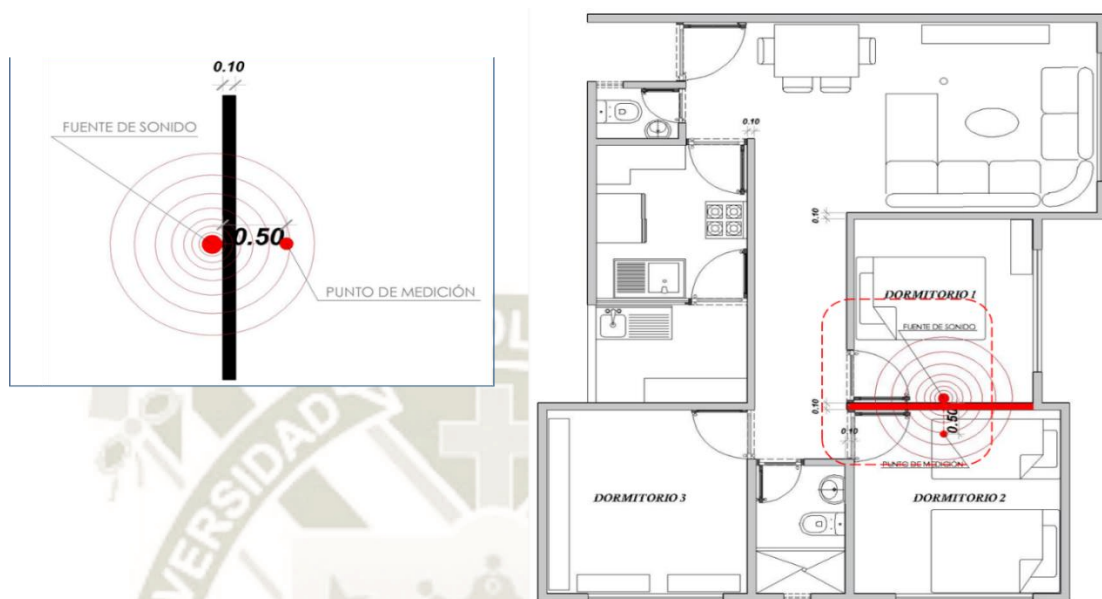
Fuente: Propia.

Ruidos de Impacto

En actividades por transmisión de ruido por impacto, se tiene como barrera el muro de concreto armado de espesor de 0.10 metros.

Figura 68

Ubicación de la barrera muro en actividad de golpe de muro en MDL

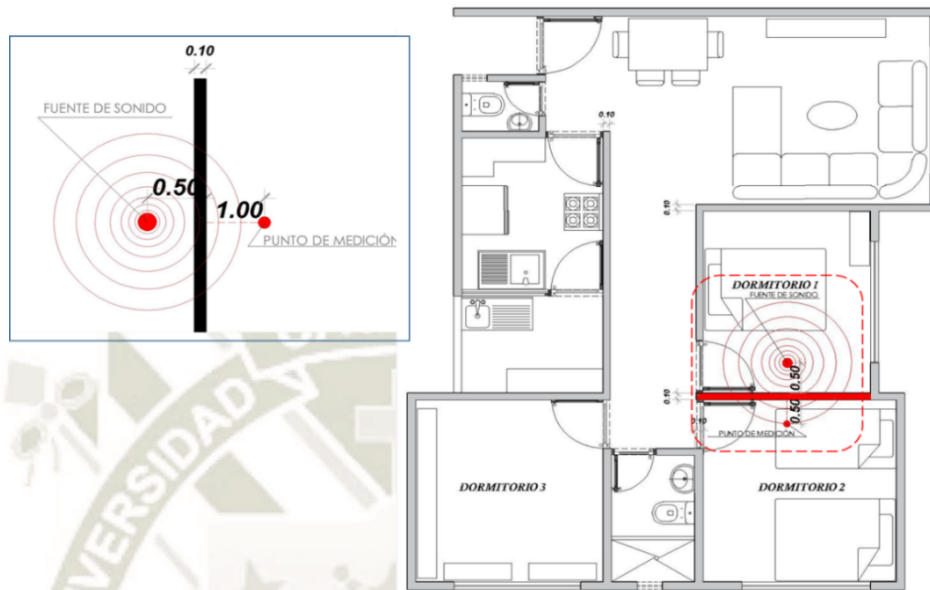


Se tiene la fuente de sonido a 0 metros de la barrera.
El punto de medición es a 0.50 metros de la fuente de sonido.
El espesor de la barrera (muro de concreto armado) es de 0.10 m.
La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 52.2 dB.
La Intensidad recibida en el punto de medición es de 45.4 dB

Fuente: Propia

Figura 69

Ubicación de la barrera muro en actividad de objeto que cae al piso en MDL



Se tiene la fuente de sonido a 0.50 metros de la barrera.
El punto de medición es a 1.0 metro de la fuente de sonido.
El espesor de la barrera (muro de concreto armado) es de 0.10 m.
La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 58.8 dB.
La Intensidad recibida en el punto de medición es de 55.9 dB

Fuente: Propia

Se obtuvo como máxima intensidad disipada o aislada 6.8 dB en la actividad de golpe en muro. Y la actividad de intensidad máxima en la fuente es objetos que caen al piso con 58.8 dB.

En el siguiente Cuadro 101 se muestra en síntesis las actividades con sus respectivas fuentes de sonido, la intensidad recibida luego de atravesar las barreras y la intensidad disipada.

Cuadro 101

Medidas de transmisión en muros por ruido de impacto MDL

ACTIVIDAD	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN	DISTANCIA DE BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	INTENSIDAD RECIBIDA	INTENSIDAD DISIPADA O AISLADA
Golpe en el muro	52.2 dB	0.5 m	0 m	0.10 m	45.4 dB	6.8 dB
Objetos que caen al piso	58.8 dB	1.0 m	0.5 m	0.10 m	55.9 dB	2.9 dB

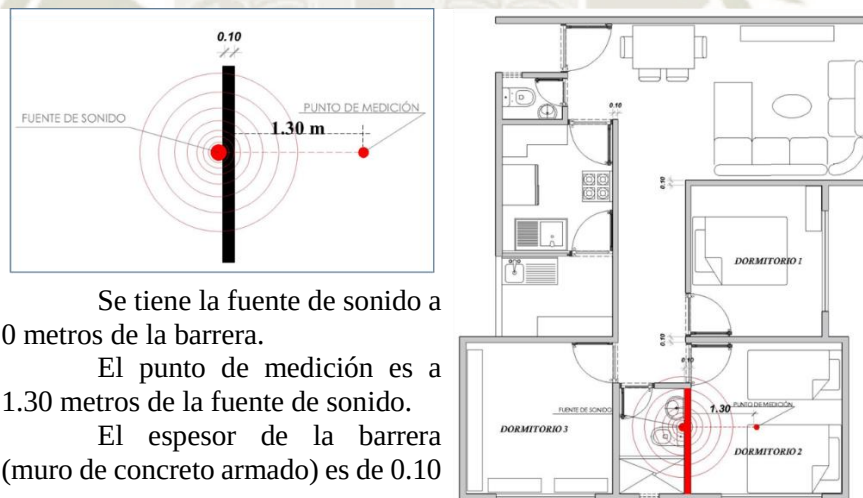
Fuente: Propia.

Ruidos de vibración

En actividades por transmisión de ruido por impacto, se tiene como barrera el muro de concreto armado de espesor de 0.10 metros y la actividad es bajar la bomba del inodoro.

Figura 70

Ubicación de la barrera muro en actividad de soltar la bomba del inodoro en MDL



Se tiene la fuente de sonido a 0 metros de la barrera.

El punto de medición es a 1.30 metros de la fuente de sonido.

El espesor de la barrera (muro de concreto armado) es de 0.10 m.

La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 64.4 dB.

La Intensidad recibida en el punto de medición es de 60.1 dB

Fuente: Propia

Se obtuvo como intensidad disipada o aislada 4.3 dB y como intensidad de fuente de 64.4 dB.

En el cuadro 102 se muestra en síntesis las actividades con sus respectivas fuentes de sonido, la intensidad recibida luego de atravesar las barreras y la intensidad disipada

Cuadro 102

Medidas de transmisión en muros por ruido de vibración MDL

ACTIVIDAD	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA DE MEDICIÓN	DISTANCIA DE BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	INTENSIDAD RECIBIDA	INTENSIDAD DISIPADA O AISLADA
Bajar la bomba	64.4 dB	1.3 m	0 m	0.10 m	60.1 dB	4.3 dB

Fuente: Propia.

9.2.1.2.2 Cálculo de Aislamiento para Losas. Para los cálculos de aislamiento tomamos sólo una toma de dato por tipo de ruido, en el mismo espacio que se tomó en el caso de muros para ambos sistemas.

Cuadro 103

Datos de transmisión de ruido en losas MDL

ACTIVIDAD	UBICACIÓN DE LA FUENTE DE SONIDO	DURACIÓN DEL SONIDO	INTESIDAD DE LA FEUNTE	DISTANCIA DE MEDICION FS-TM	DISTANCIA A LA BARRERA	ESPESOR DE LA BARRERA	ESPACIO RECEPTOR DEL SONIDO
Equipo de sonido	SALA	25 seg.	79.5 dB	2.00 m	1.00 m	0.30m	Dpto. inferior
Objetos que caen al piso	COCINA	1 seg.	58.8 dB	1.00 m	0.00 m (se deja caer a 1 metro de la barrera)	0.30m	Dpto. inferior
Bajar la bomba del inodoro	BAÑO 1	10 seg.	64.4 dB	1.00 m	0.00 m	0.30m	Dpto. inferior
Grifo abierto	BAÑO 1	11 seg.	73.4 dB	2.00 m	1.00 m	0.30m	Dpto. inferior

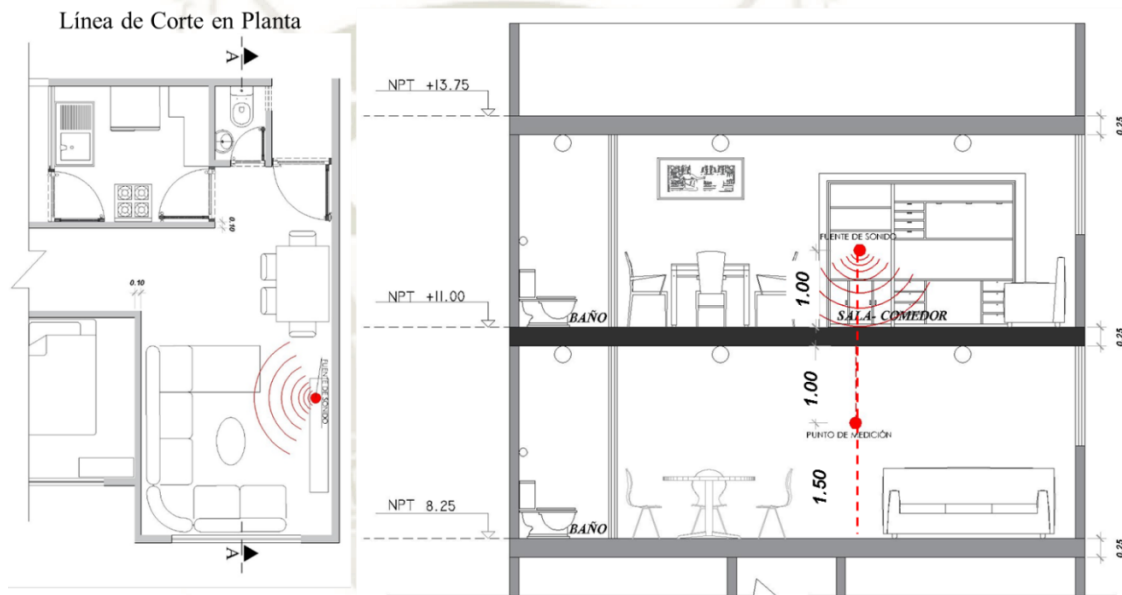
Fuente: Propia.

Ruidos de Aéreo

En transmisión por ruido aéreo en losas se tomó la actividad de equipo de sonido ubicada en la sala- comedor se tomó una medida receptora en el departamento inferior en la sala –comedor.

Figura 71

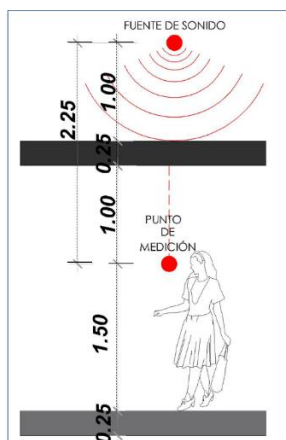
Ubicación de la barrera losa en actividad de equipo de sonido en MDL



Fuente: Propia

Figura 72

Medidas de transmisión de ruido aéreo - equipo de sonido en corte MDL



Se tiene la fuente de sonido a 1.00 metros de la barrera.
El punto de medición es a 1.00 metros de la losa
El espesor de la barrera (Losa Maciza) es de 0.25 m.
La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 79.5 dB.
La Intensidad recibida en el punto de medición es de 55.1 dB
La intensidad disipada es de 24.4 dB

Fuente: Propia.

Ruido por Impacto

En transmisión por ruido por impacto en losas se tomó la actividad: soltar un objeto al piso. La actividad se ubica en el dormitorio 1 se tomó una medida receptora en el departamento inferior en el dormitorio.

Figura 73

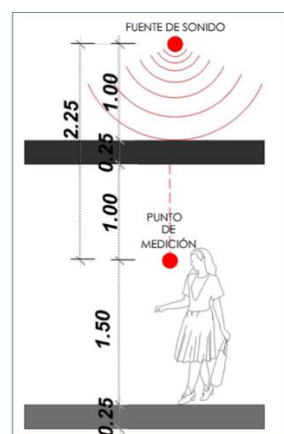
Ubicación de la barrera losa en actividad de objetos que caen al piso MDL



Fuente: Propia

Figura 74

Medidas de transmisión de ruido por impacto - objetos que caen al piso en corte MDL



Se tiene la fuente de sonido a 1.00 metros de la barrera.
El punto de medición es a 1.00 metros de la losa
El espesor de la barrera (Losa Maciza) es de 0.25 m.
La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 58.8 dB.
La Intensidad recibida en el punto de medición es de 46.9 dB.
La intensidad disipada es de 14.2 dB

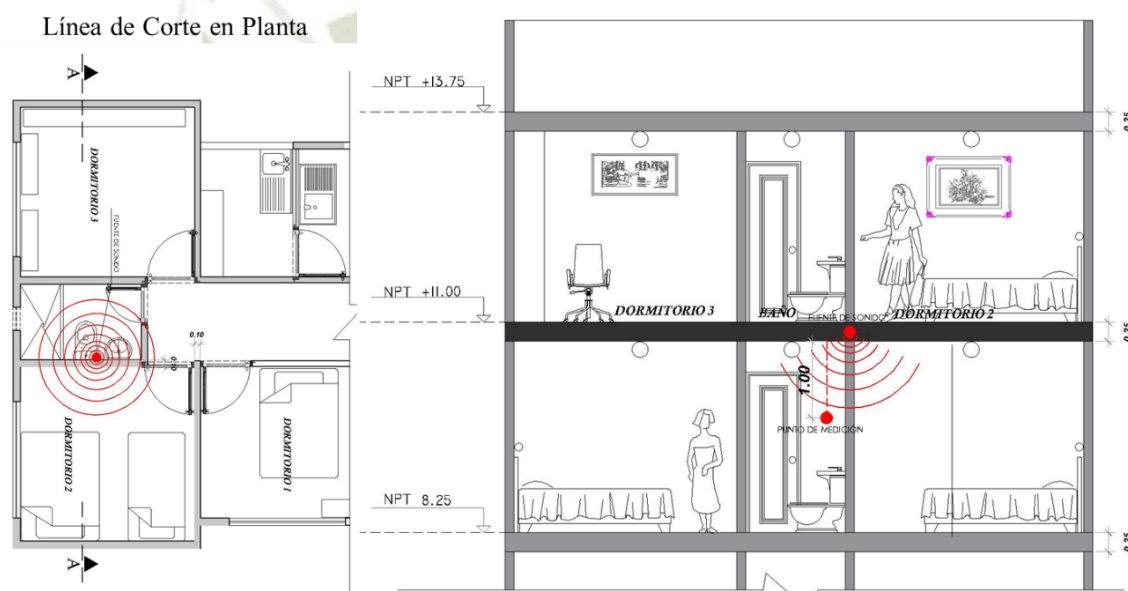
Fuente: Propia.

Ruido por Vibración

En transmisión por ruido por vibración en losas se tomó las actividades: bajar la bomba del inodoro y grifo abierto. Las actividades se ubican en el baño familiar se tomó una medida receptora en el departamento inferior en el baño familiar.

Figura 75

Ubicación de la barrera losa en actividad soltar la bomba del inodoro MDL

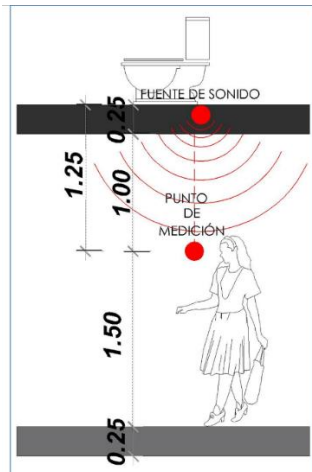


Fuente: Propia

Figura 76

Medidas de transmisión de ruido por vibración – soltar la bomba del inodoro en corte

MDL

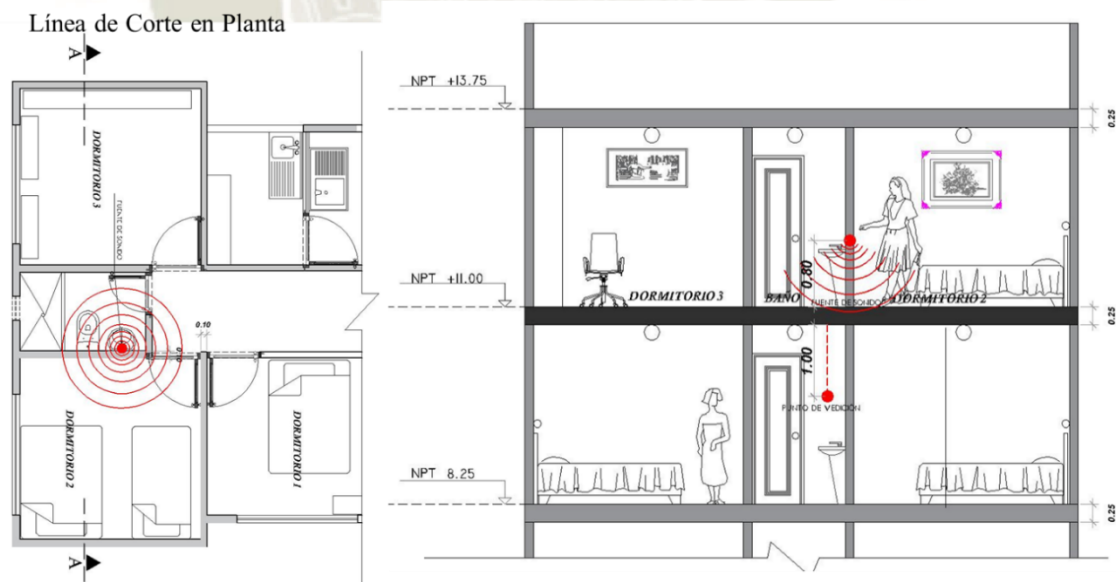


Se tiene la fuente de sonido a 0.0 metros de la barrera.
El punto de medición es a 1.00 metros de la losa
El espesor de la barrera (Losa Maciza) es de 0.25 m.
La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 64.4 dB.
La Intensidad recibida en el punto de medición es de 50.2 dB
La intensidad disipada es de 14.2 dB

Fuente: Propia

Figura 77

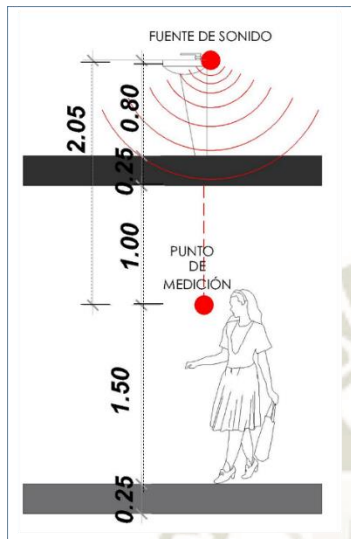
Ubicación de la barrera losa en actividad de grifo abierto MDL



Fuente: Propia

Figura 78

Medidas de transmisión de ruido por vibración – grifo abierto en corte MDL



Se tiene la fuente de sonido a 0.80 metros de la barrera.
El punto de medición es a 1.00 metros de la losa
El espesor de la barrera (Losa Maciza) es de 0.25 m.
La Intensidad en la Fuente de Sonido es de 73.4 dB.
La Intensidad recibida en el punto de medición es de 55.3 dB
La intensidad disipada es de 18.1 dB

Fuente: Propia

En el cuadro 104 se muestra en síntesis las actividades con sus respectivas fuentes de sonido, la intensidad recibida luego de atravesar las barreras y la intensidad disipada.

Cuadro 104

Medidas de transmisión en losas MDL

ACTIVIDAD	TIPO DE SONIDO	INTENSIDAD DE LA FUENTE	DISTANCIA A LA BARRERA	DISTANCIA A LA BARRERA	ESPESOR DE BARRERA	INTENSIDAD RECIBIDA	INTENSIDAD DISIPADA O AISLADA
Equipo de música	Aéreo	79.5 dB	1.00 m	1.00m	0.25m	55.1 dB	24.4 dB
Objetos que caen al piso	Impacto	58.8 dB	1.00 m	1.00m	0.25m	46.9 dB	11.9 dB
Bajar la bomba del inodoro	Vibración	64.4 dB	0.00 m	1.00m	0.25m	50.2 dB	14.2 dB
Grifo abierto	Vibración	73.4 dB	0.80 m	1.00m	0.25m	55.3 dB	18.1 dB

Fuente: Propia

En las actividades de transmisión en Losas, se obtuvo un aislamiento o disipación máxima del ruido de 24.4 dB en una distancia de 2.25 m.

La mayor intensidad de sonido producida es 79.5 dB, en la actividad de Equipo de Música, y la menor Intensidad de sonido producida es de 58.8 dB en la actividad de Objetos que caen al piso.

La menor intensidad de sonido aislada es 11.9 dB, en la actividad de Objetos que caen al piso, y la mayor Intensidad de sonido aislada es de 24.4 dB en la actividad de Equipo de Música.

En las actividades de Equipo de Música, Bajar la bomba del Inodoro y el Grifo abierto sobrepasa el límite de 50 dB para horario nocturno dado por la Ordenanza N°269 de la ciudad de Arequipa.

La intensidad de sonido de las actividades generadas por ruido de vibración no puede ser controlada, ni moduladas a diferencia de otros ruidos.

9.3 Sistemas de Aislamiento Térmico y Acústico:

Como una alternativa de solución para conseguir mejores condiciones de confort, existen diferentes elementos de aislamiento en el mercado tanto térmico como acústico que pueden ser insertados en estos sistemas constructivos; sin embargo recordemos que el uso de estos elementos va a significar procesos adicionales, tanto de conocimiento y seguridad en su manipulación e integración en el diseño de acabados, lo que tendría un impacto en aspectos como el costo y tiempo de ejecución.

Cuadro 105
Aislantes usados en el mercado peruano.

TIPO	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN	IMAGEN
Lana mineral de roca Con Foil FSK “Knauf Insulation”	Panel aislante térmico y acústico de lana mineral de roca “Knauf Insulation” en 40, 70 y 100 kg/m ³ , procesada a base de finas fibras minerales de rocas basálticas muy elásticas y esponjosas, aglutinadas entre si con resinas ecológicas.	Para el aislamiento acústico de salas, auditorios, pabellones, restaurantes, salas de máquinas, locales musicales, y la industria en general. Dimensiones: 0.60mx1.00m x (2”, 4 ó 6”)	
Lana mineral de roca Con Velo Negro “Knauf Insulation”	Panel aislante térmico y acústico de lana mineral de roca “Knauf Insulation” revestido con velo de vidrio color negro en 40, 70 y 100 kg/m ³ , procesada a base de finas fibras minerales de rocas basálticas muy elásticas y esponjosas, aglutinadas entre sí con resinas ecológicas,	Para el aislamiento acústico y térmico de silenciadores, ductos de aire, auditorios, pabellones, restaurantes, salas de máquinas, locales musicales, y la industria en general. Dimensiones: 0.60mx1.00m x (2”, 4 ó 6”)	

Placa de fibra cerámica “TX” Standard 1260° C	Placa aislante rígida “TX” de 390 kg/ m ³ de densidad, obtenida a partir de la mezcla de fibras cerámicas, especialmente tratadas con aleaciones y aditivos químicos	Revestimiento aislante de paredes, techos, puertas, chimeneas, hornos industriales, cámaras de combustión de calderas y calentadores. Aislamiento térmico externo para ladrillos y refractarios monolíticos. Dimensiones: 0.60 m x 1.00 m x 1" esp.	
Lana de vidrio importada Térmico y acústico.	Los rollos aislantes de lana de vidrio (pesadas) importadas de 24 kg/m ³ y 10 kg/m ³ de densidad, son un aislamiento térmico y acústico fabricado con finas fibras de lana de vidrio inorgánicas y elásticas, aglomeradas entre sí con resinas termo-resistentes.	Como aislamiento térmico de equipos y electrodomésticos que trabajen a temperaturas de hasta 250° C. Es ampliamente utilizado en sistemas de paneles, recubrimientos flexibles, hornos industriales o superficies irregulares Dimensiones: 1.20 m x 15.00 m x 1", 2" y 3 1/2" esp	
Paneles de lana de vidrio Térmico y acústico	Aislamiento en paneles rígidos de 80 Kg/m ³ y semi rígidos de 48 Kg/m ³ que proporcionan una excelente atenuación acústica y aislación térmica, eliminando así la necesidad de instalar	En muros, techos y divisiones de cines, auditorios, salas de grabación, salones de estudio y en todo lugar en donde se requiera una buena atenuación del ruido.	

	un aislamiento adicional externo.	Dimensiones: 1.20 m x 1.20 m x 1" esp. En 48 Kg/m3. (Habilitamos los paneles en 2", 3" y 4" de espesor.)	
Paneles y preformados de espuma de poliuretano.	Excelente aislamiento térmico especialmente usado para sistemas en frío. Liviano – Rígido – Estable – Con alta resistencia a productos químicos para aislaciones de temperaturas entre - 50° C a +110° C. Presentación paneles: 0.60 m x 1.20 m x 1" a 14" espesor.	Aislaciones frigoríficas - fabricación de paneles como elemento sándwich para fachadas, planchas aislantes para techos, tabiques, puertas – en instalaciones como relleno de tabiques o fibrocemento – aislamientos de vehículos y vagones frigoríficos – aislamientos contra la condensación – aplicación “IN SITU”.	

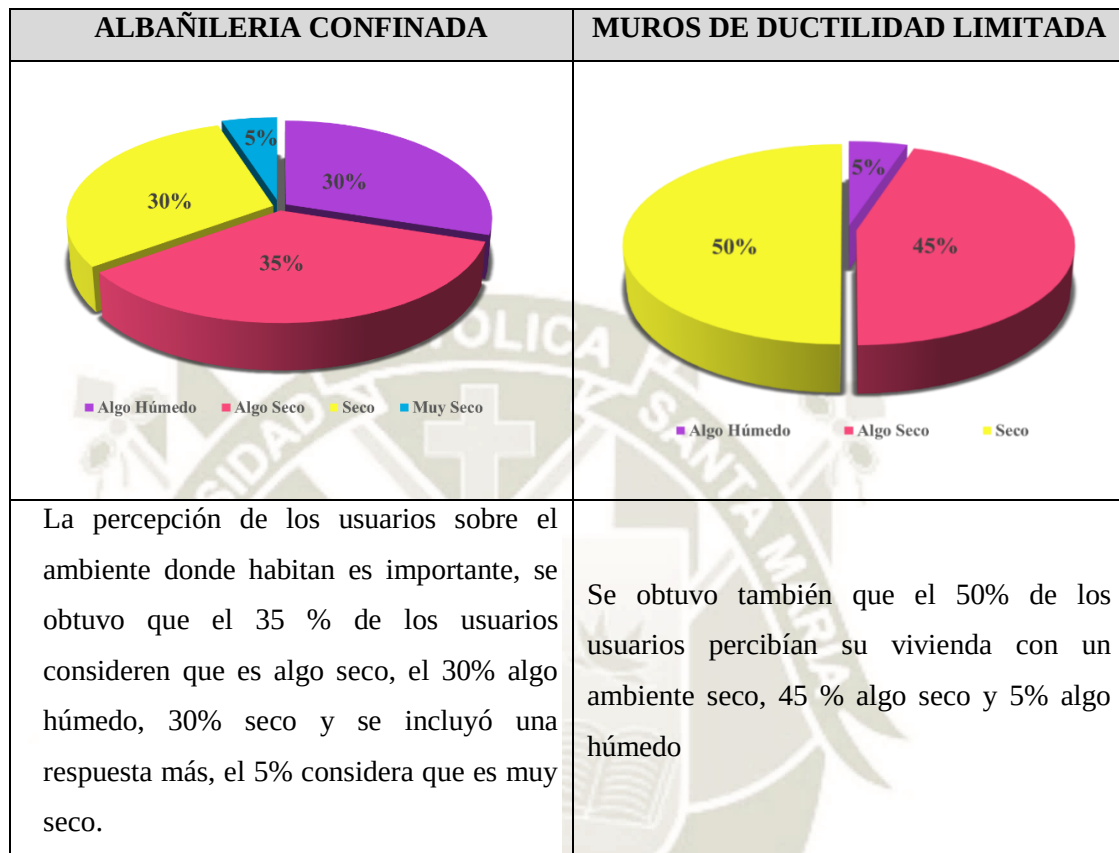
Fuente Propia basada en el catálogo de Aísla Perú de: aislamiento para la industria y la edificación

9.4 Percepción de los Usuarios:

Se realizó una encuesta a 20 personas de diferentes edificios de Albañilería Confinada de la ciudad de Arequipa para conocer el grado de satisfacción de los usuarios con respecto de las condiciones de confort térmico y acústico. La encuesta se realizó en el mes de marzo para ambos casos.

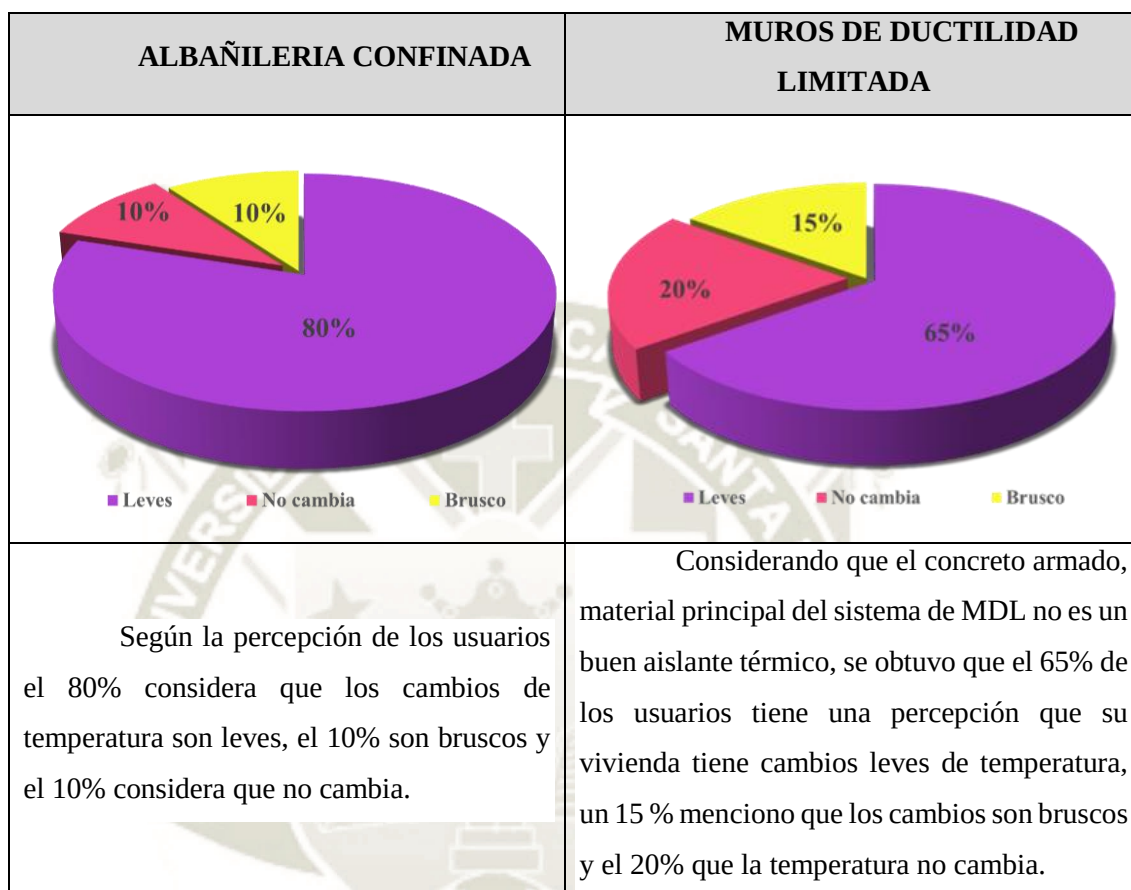
Gráfico 33

Percepción de sensación térmica en el departamento por los usuarios

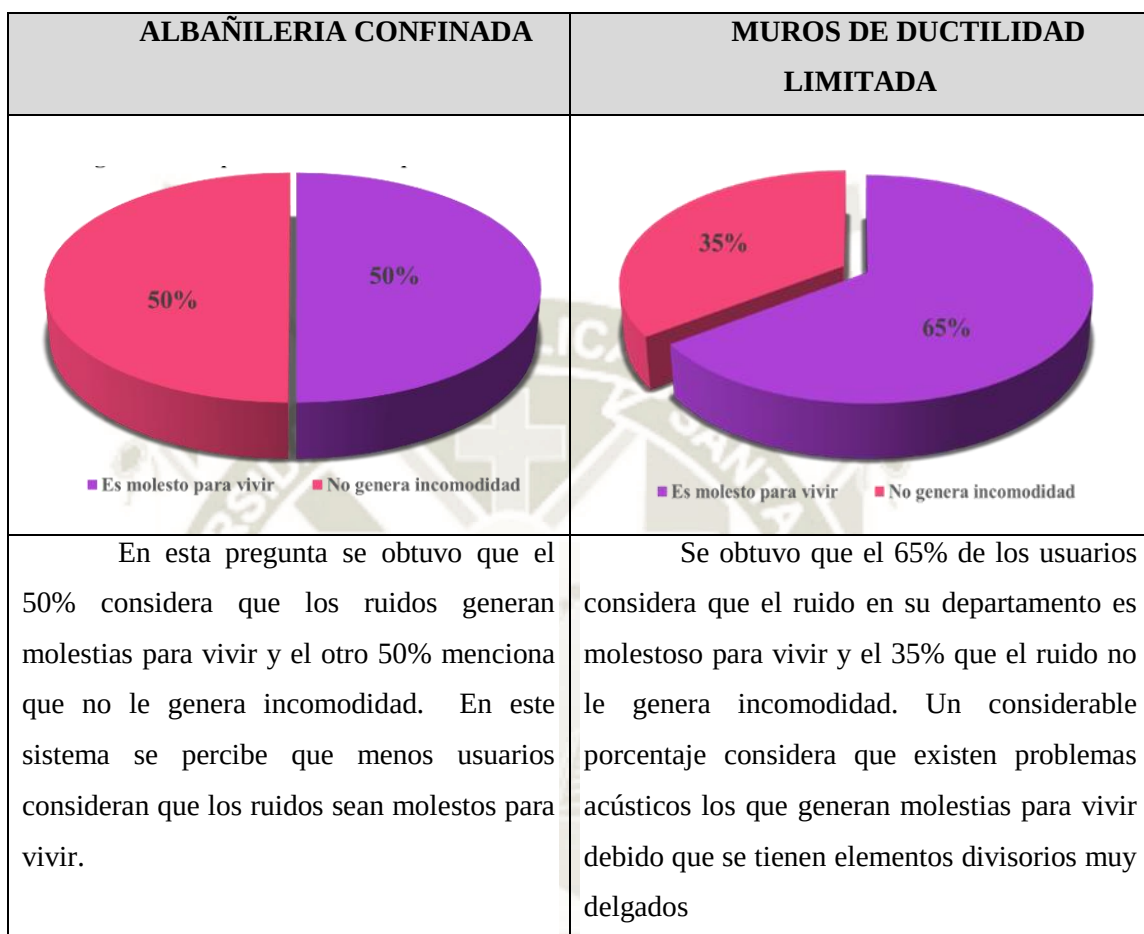


Fuente: Propia

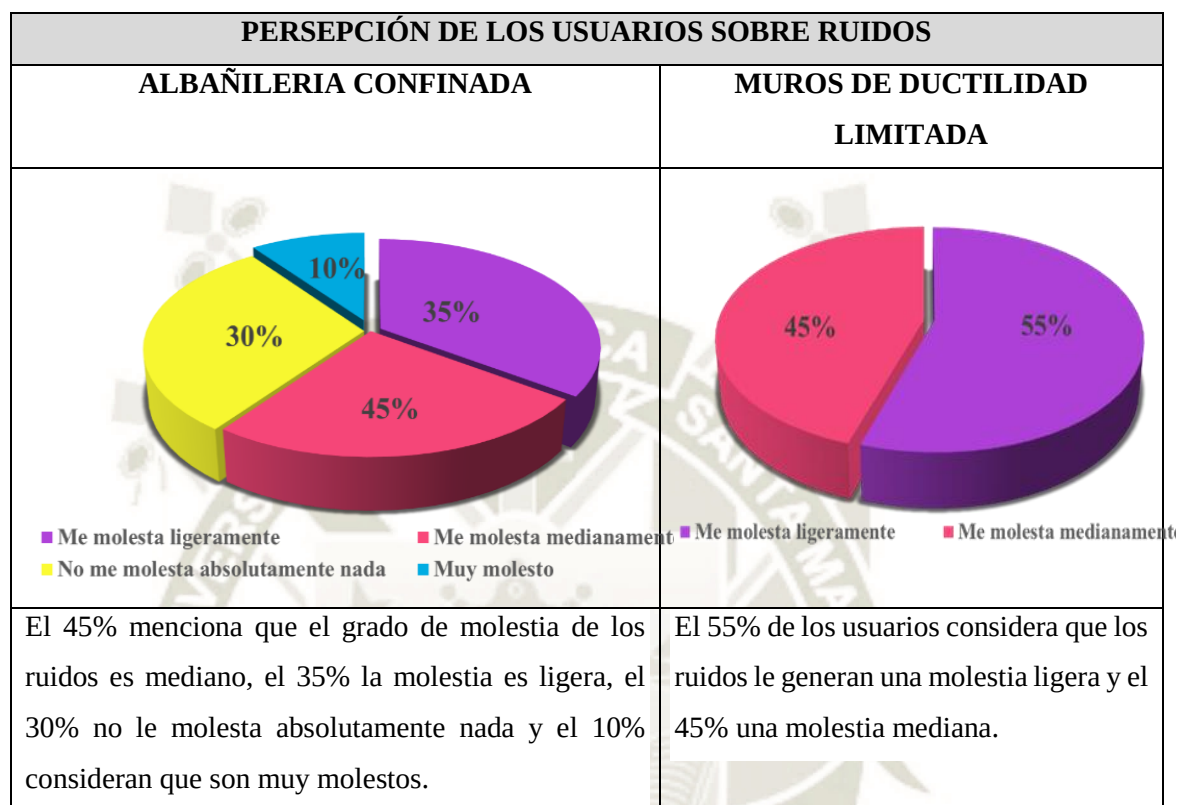
La ciudad de Arequipa no sufre cambios de temperatura extremos, pero puede llegar en invierno hasta 7° C en el cuadro observaremos la percepción de los usuarios de estos cambios.

Gráfico 34
Percepción de cambio de temperatura en los departamentos por los usuarios


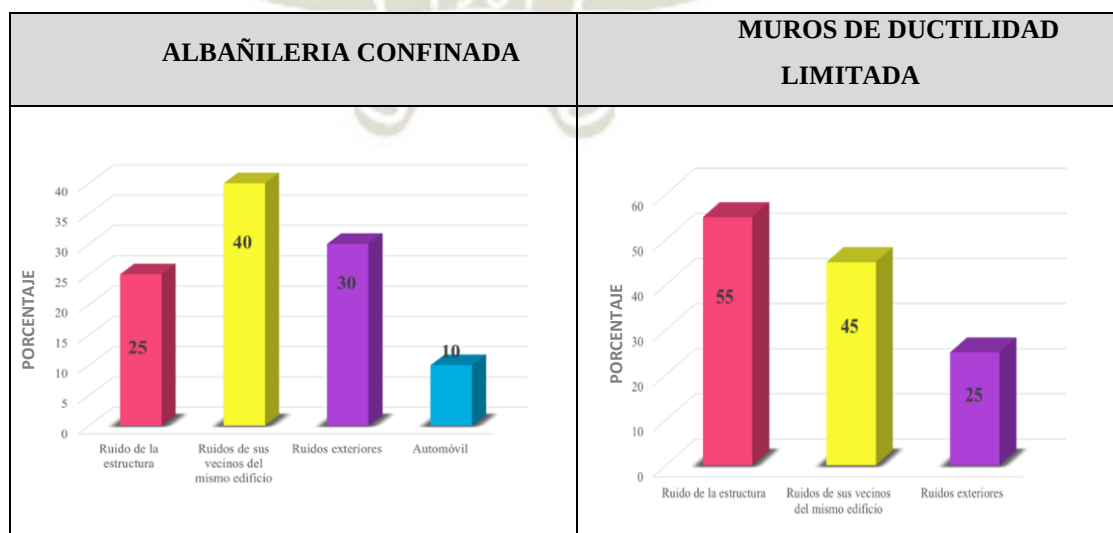
Fuente: Propia

Gráfico 35
Percepción de ruidos en los departamentos por los usuarios


Fuente: Propia

Gráfico 36
Grado de incomodidad de ruidos generados


Fuente: Propia

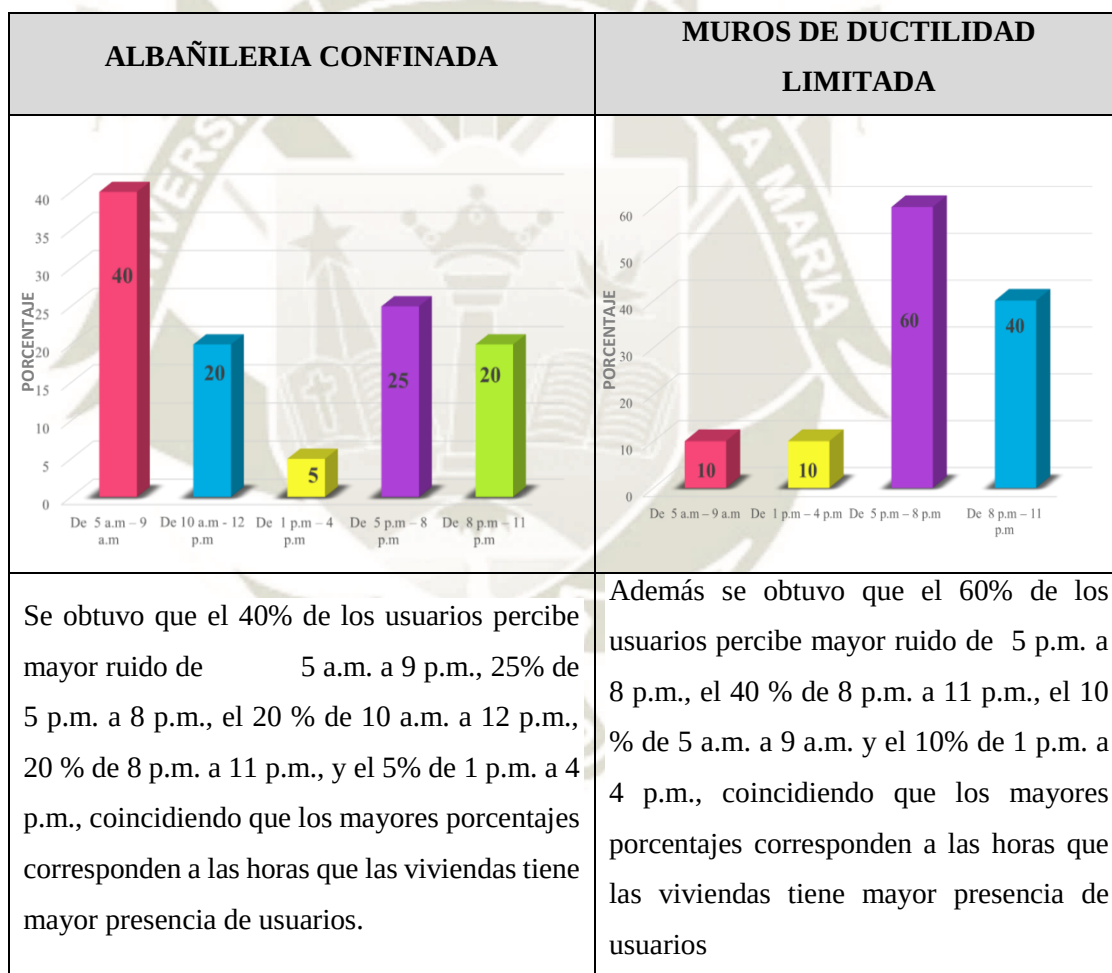
Gráfico 37
Fuente de ruido que genera mayor incomodidad


En la encuesta realiza se obtuvo información sobre la fuente de ruido, donde el 40 % menciona que la fuente son ruidos producidos por sus vecinos del mismo edificio, 30% ruido de la estructura, 30% ruidos del exterior y 10% ruidos de automóvil.	En la encuesta realiza se obtuvo información sobre la fuente de ruido, donde el 55 % menciona que la fuente son ruidos de la estructura, 45 % ruido de sus vecinos ,25% ruidos del exterior y no se tiene presencia del automóvil.
--	--

Fuente: Propia.

Gráfico 38

Horas en las que se genera mayor ruido



Fuente: Propia



CAPÍTULO X

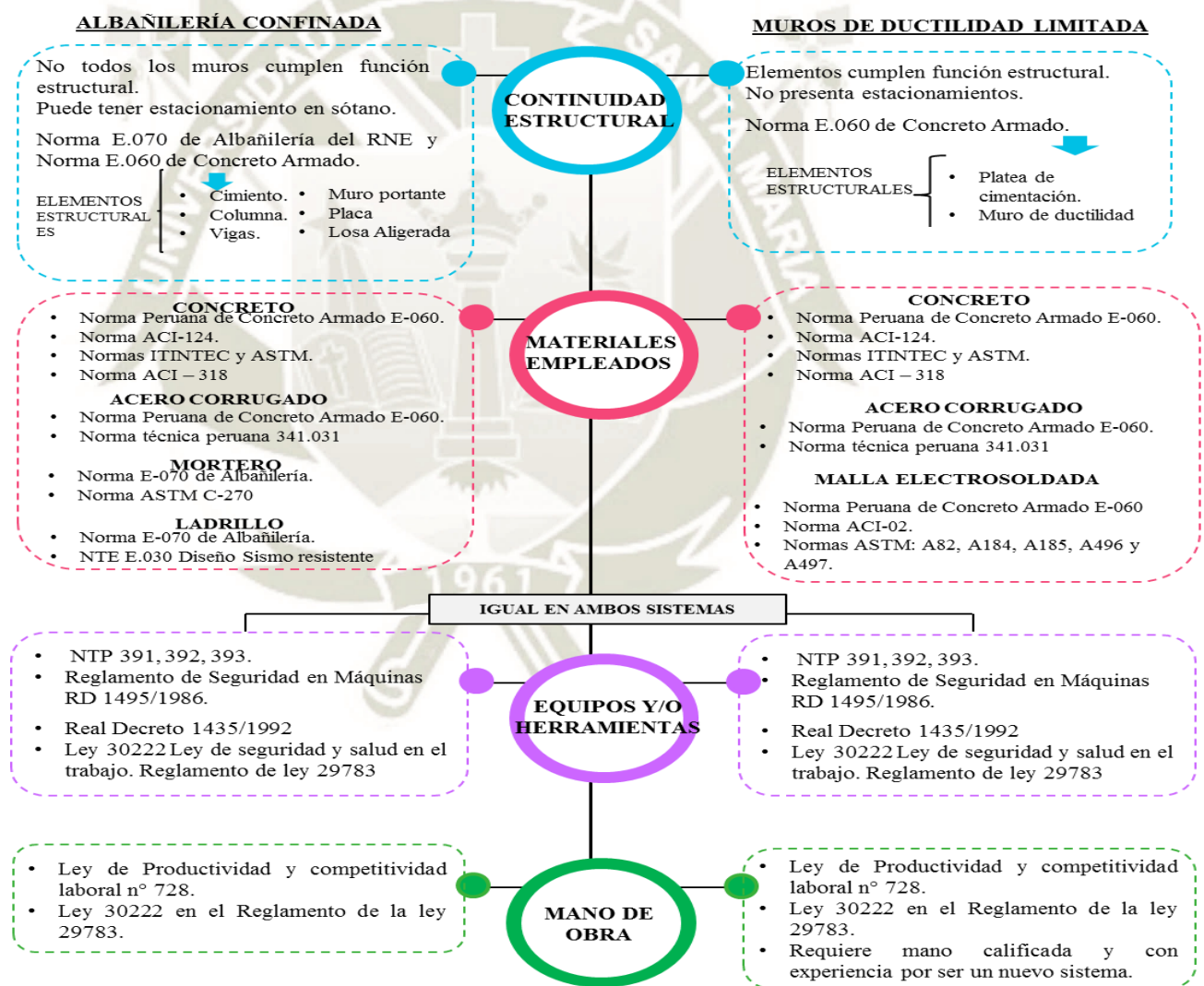
ANÁLISIS COMPARATIVO

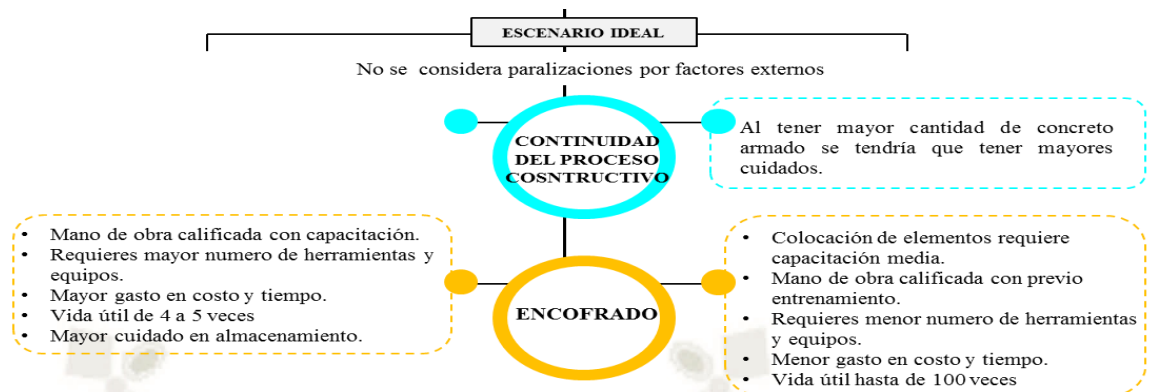
En este capítulo se realiza la comparación entre los dos sistemas constructivos de los datos, resultados y conclusiones obtenidas por cada línea de investigación y por cada variable. También se formuló cuadros síntesis comparativos para cada línea de investigación.

10.1 Técnico Constructivo:

Diagrama 3

Comparación Técnico Constructivo





Fuente propia

A continuación, se muestra las comparaciones de los diferentes aspectos analizados en **encofrados de madera y encofrados metálicos**.

Cuadro 106

Comparación de mano de obra de encofrados.

			ENCOFRADO DE MADERA		ENCOFRADO METÁLICO	
				JUSTIFICACIÓN		JUSTIFICACIÓN
MANO DE OBRA	CALIFICADA	ALTA	X	Capataz, Operario, Oficial y Peón.		Capataz, Operario y Oficial.
		MEDIA			X	
		BAJA				
	CAPACITACIÓN	ALTA	X	Capacitación de la cuadrilla para la preparación y reparación de las formas del encofrado según la partida.		Capacitación de la cuadrilla para el ensamblado de piezas.
		MEDIA			X	
		BAJA				
	N° DE PERSONAS NECESARIAS	ALTA		4 personas		3 personas
		MEDIA	X		X	
		BAJA				

Fuente: Propia

El Encofrado Metálico al ser industrializado y modular su colocación de elementos no requiere una mano de obra especializada, pero si su personal debe tener un previo entrenamiento y la cuadrilla es menor en comparación con el encofrado de Madera.

Cuadro 107

Comparación de herramientas y equipos de encofrados

	ENCOFRADO DE MADERA	ENCOFRADO METÁLICO
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS	Maderas: tablas y cuartones	Paneles metálicos
	Clavos	Cuñas para conexión Martillo Tubo manual Espátula Brocha Cinta métrica
	Cepillo de carpintero	
	Sierra de mesa	
	Cizalla de mano	
	Niveles	
	Escuadra metálica	
	Martillo, Comba.	
	Serrucho	
	Plomada de centro	
	Corbata	
	Cordel	
	Cinta métrica	
ALMACENAMIENTO	Petróleo	Barniz anticorrosivo

Fuente: Propia.

En el cuadro 108 y en el gráfico 39 se observa la comparación de costos y tiempo de encofrados, donde el encofrado metálico tiene mayores ventajas.

Cuadro 108

Comparación de costo y tiempo de encofrados

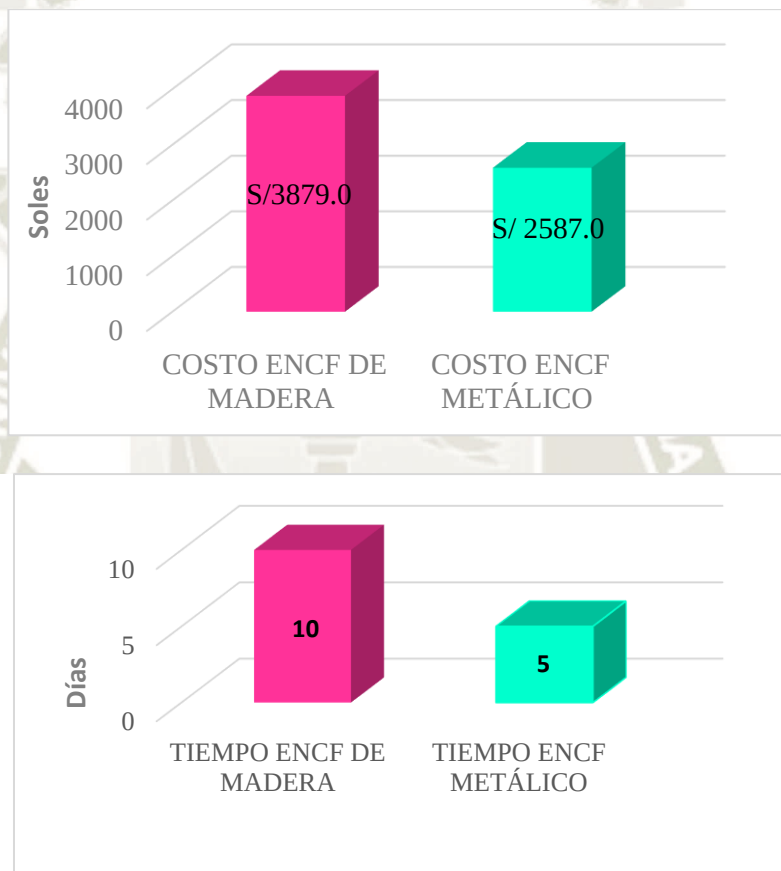
	Precio unitario x m2	Rendimiento	Metrado Base	Precio total	Número de días
ENCOFRADO DE MADERA	S/. 38.79	10 m2/ día	100 m2	S/. 3,879.00	10 días
ENCOFRADO METÁLICO	S/. 25.78	20 m2/ día	100 m2	S/. 2,587.00	5 días

Fuente: Propia

Si bien se tiene un ahorro en costo y número de días en la partida de encofrado en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada con los paneles metálicos su costo de adquisición es mayor.

Gráfico 39

Comparación de costo y tiempo de encofrados



Fuente: Propia

El **encofrado metálico** se puede usar hasta 100 veces, es decir tiene mayor cantidad de veces usados que un encontrado de madera.

El **encofrado de madera** requiere mayores cuidados de almacén debido a que sufre mayor deterioro ante acciones climática.

Cuadro 109

Comparación de evaluación técnica de encofrados

EVALUACIÓN TECNICA	ENCOFRADO DE MADERA	ENCOFRADO METALICO
Resistencia	Media	Alta
Posibilidad de reutilizar la formaleta	Baja	Alta
Facilidad de transporte	Alta	Alta
Facilidad de almacenamiento	Media	Alta
Cuidados en la manipulación	Media	Media
Cantidad de mano de obra	Media	Media
Calidad de mano de obra	Alta	Media
Rendimiento de montaje	Baja	Alta
Cuidado de montaje	Alta	Media
Control de calidad	Alta	Media
Elementos que necesitan mantenimiento	Media	Baja
Frecuencia de mantenimiento	Alta	Media
Acabado	Media	Alta

Fuente: Propia.

10.1.1 Cuadro Comparativo Técnico Constructivo.

Cuadro 110

Cuadro comparativo Técnico Constructivo entre AC Y MDL

VARIABLES		ALBAÑILERIA CONFINADA	MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA	NORMATIVIDAD		CONCLUSIONES
				MDL	A.C	
CONTINUIDAD ESTRUCTURAL	SISTEMA CONSTRUCTIVO	Sistema de construcción que resulta de la superposición de unidades de albañilería unidas entres si por mortero, formando un conjunto monolítico llamado muro.	Sistema industrializado formado sólo por muros portantes de concreto armado.	Norma E.070 de Albañilería del RNE y Norma E.060 de Concreto Armado.		*El sistema de MDL no cuenta con vigas ni columnas. * Los muros del sistema de MDL al ser de concreto armado y sin presencia de ladrillo son más esbeltos que el sistema de Albañilería confinada. * El sistema de MDL al ser un sistema continuo estructuralmente no puede desarrollar estacionamientos en sus primeros niveles en comparación con los de Albañilería Confinada.
		Posee cimientos, columnas, muros portantes, vigas, cuyo sistema de piso son las losas aligeradas. La albañilería confinada se origina cuando el muro está enmarcado en todo su perímetro por concreto armado vaciado con posterioridad a la construcción del muro.	No posee ni columnas ni vigas, cuyo sistema de consta de platea de cimentación, muros de ductilidad y losa maciza.			
		Sus muros tienen un grosor de 15 cm -17 cm.	Muros delgados de concreto armado con un espesor de 10 o 12 cm, que reciben las cargas verticales.			
		Algunos de sus muros no tienen función estructural, permitiendo perforaciones, modificaciones o ser quitados por el usuario.	Al tener todos sus muros con función estructural, estos no pueden ser modificados, perforados, quitados o realizar modificaciones en las instalaciones del edificio.			
		Es un sistema que permite estacionamientos en los primeros niveles o en el sótano.	No se tiene estacionamientos en los primeros niveles ni en sótanos, estos son ubicados generalmente en el área libre.			
	ELEMENTOS	Cimiento: el tipo de cimentación que se usa generalmente es el denominado “cimiento corrido” y sus medidas (base y peralte) dependen del tipo de suelo y el peso a soportar.	Platea de Cimentación: Placa de hormigón apoyada sobre el terreno la cual reparte el peso y las cargas del edificio sobre toda la superficie de apoyo, sirve como contrapiso. Las principales características son el espesor de la losa, las dimensiones de los dientes, el refuerzo empleado, y las espigas para el traslape del refuerzo vertical en los muros.			
		Columna: Elemento estructural vertical de concreto armado que se construye en los extremos de un muro, o en sus encuentros con otros muros sean estos en T, L o en cruz o a cada 4 o 5 metros como máximo. Vigas: Elemento estructural horizontal de concreto				

		armado. Viga solera cuando su ancho es igual al del muro y este no presenta vanos, siendo su peralte igual al del techo o mínimo 17cm, o viga de amarre cuando su ancho es mayor al del muro y su peralte igual al del techo o mayor, las vigas sirven para amarra las columnas y el techo.			
		Muros Portantes: Los muros portantes proporcionan fortaleza y la solidez, están contruidos de tal forma que pueda trasmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación, estos muros componen la estructura de una edificación y deberán tener continuidad vertical. Muros de corte o placa: El muro de corte es un elemento que se comporta de una manera muy rígida lo que evita excesivos desplazamientos en su dirección más larga.	Muro de Ductilidad Limitada: Muros de concreto armado portantes y los espesores de muros son entre 10, 12 y 15 cm, En edificios de mayor altura (8 o más pisos) se emplean muros de 15 cm o más.		
		Losa Aligerada: Los techos forman parte de la estructura de una construcción, están hechos de concreto armado y se utilizan como entrepisos. Pueden apoyarse sobre los muros portantes, vigas o placas. Cumplen básicamente tres funciones: *Transmitir hacia los muros o vigas el peso de los acabados, su propio peso, el peso de los muebles, el de las personas, etc. *Transmitir hacia los muros las fuerzas que producen los terremotos. *Unir los otros elementos estructurales (columnas, vigas y muros) para que toda la estructura trabaje en un conjunto, como si fuera una sola unidad.	Losa Maciza: por lo general losas macizas o aligeradas que actúan como diafragmas rígidos. Las principales características son el espesor de la losa, las dimensiones de los ensanches, el refuerzo empleado y las juntas		

MATERIALES EMPLEADOS- ESPECIFICACIONES	Concreto: Características de uniformidad, trabajabilidad, resistencia y durabilidad. Importante considerar los materiales que lo componen		*Norma Peruana de Concreto Armado E.060. *Norma ACI-124. *Normas NTP y ASTM. *Norma ACI – 318		*El sistema de MDL al usar más concreto armado y acero tiene mayor rigidez y resistencia. *En sistema de MDL es usual que se use encofrado metálico a diferencia del de Albañilería Confinada esto debido a la cantidad de muros a encofrar. *En el sistema de MDL no se necesita tarrajeo por ser muro cara vista.
	Mortero: Unión entre las unidades de albañilería (ladrillo) y corregir las irregularidades de las junta		Malla Electro soldada: *Norma Peruana de Concreto Armado E.060 *Norma ACI-02. *Normas ASTM: A82, A184, A185, A496 y A497.	Mortero: *Norma E.070 de Albañilería. *Norma ASTM C-270	
		Malla Electro soldada: Formada por varillas de acero Teniendo en el Perú los principales productores PRODAC, FABRIMAC.			
	Acero Corrugado: El acero usado en el Perú para concreto armado es de grado 60 y de sección circular producido por Sider Perú y Aceros Arequipa.		*Norma Peruana de Concreto Armado E.060. *Norma técnica peruana 341.031		
	Encofrado de madera: Moldear controlando la posición y los alineamientos, por lo que debe cumplir con: Calidad, Seguridad y Economía. Madera más usada es Tornillo.	Encofrado metálico: Usado en MDL por su facilidad y rapidez	Encofrado metálico: NTP E-0.60 capítulo 6.	*NTP E.010. *Norma E.060. *NTP 251.039. *Norma Estadounidense Ps1-95	
	Ladrillo: Unidad de albañilería			Ladrillo: *Norma E.070 de Albañilería. *NTE E.030 Diseño Sismo resistente	

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Herramientas importantes en la operación de las actividades y equipos auxiliares.		* NTP 391, 392, 393. *Reglamento de Seguridad en Máquinas RD 1495/1986. *Real Decreto 1435/1992 *Ley 30222 Ley de seguridad y salud en el trabajo. Reglamento de ley 29783	En ambos sistemas se usa las mismas herramientas, equipos y maquinaria pero en diferentes cantidades de horas operadas.
MANO DE OBRA	Existe más mano de obra conocedora del sistema de Albañilería Confinada.	En MDL se tiene menos mano de obra pero tiene que ser especializada por lo que las edificaciones serán en ciudades donde se disponga de este personal.	*Ley de Productividad y competitividad laboral n° 728. *Ley 30222 en el Reglamento de la ley 29783	En ambos casos se tomará mano de obra calificada. Es más difícil conseguir mano de obra que conozca del sistema de MDL que de Albañilería confinada debido que este sistema es más conocido en la ciudad de Arequipa.
CONTINUIDAD DEL PROCESOCON STRUCTIVO	Se está considerando la ejecución de la obra plazos programados y sin interrupciones. En el caso de paralización de obra en ambos sistemas se debe cuidar los que se denomina como “juntas frías”.		Norma E.070 de Albañilería del RNE y Norma E.060 de Concreto Armado.	El sistema de MLD al tener mayor cantidad de concreto armado requiere mayores cuidados.
ENCOFRADO	Mano de Obra: Se requiere mano de obra capacitada por complejidad del proceso constructivo. Cuadrilla consta de Capataz, Operario, Oficial y Peón.	Mano de Obra: Se requiere mano de obra con entrenamiento previo. Cuadrilla consta de Capataz, Operario y Oficial.	*NTP E.010. *Norma E.060. *NTP 251.039. *Norma Estadounidense Ps1-95	El encofrado de madera requiere más cuidados en el proceso constructivo en consecuencia la mano de obra debe ser más capacitada. El encofrado metálico es toma menor tiempo y costos pero tiene un alto costo de adquisición. Encofrado metálico tiene mayor cantidad de usos. Encofrado de madera requiere mayores
	Herramientas y equipos: Requiere más herramientas y equipos para la preparación, reparación y colocación del encofrado según requerido por la partida.	Herramientas y equipos: Requiere de menor cantidad de herramientas debido a que este es más industrializado.		
	Evaluación Económica: Es mayor por el proceso de construcción es más largo.	Evaluación Económica: El costo directo por m2 en encofrado metálico es muy bajo, pero tiene un alto costo de adquisición.		

	Evaluación Técnica: *Vida útil hasta de 4 o 5 usos. *Mayor peso que el encofrado metálico. *Guardar en lugar fresco, libre de condiciones climáticas. *Cuidado al colocar las puntillas. *Requiere tarrajeo, aumentando tiempo y costos de ejecución.	Evaluación Técnica: *Vida útil hasta de 100 veces de uso. *Peso ligero por ser industrializado. *Guardar en lugar fresco. *No se puede golpear porque puede sufrir modificaciones. *No requiere tarrajeo por tener un acabado de cara vista.		cuidados de almacén. Encofrado metálico no requiere tarrajeo.
--	---	--	--	---



Fuente Propia

10.2 Económico:

Se desarrollará los datos extraídos del Presupuesto de Obra en cada sistema constructivo, para luego ser comparados.

En el **Costo directo del Presupuesto de la Obra**, en el cuadro 111 y el gráfico 40 se detalla que el costo directo de MDL es 23.32 % más económico en comparación que el sistema de Albañilería Confinada.

Cuadro 111

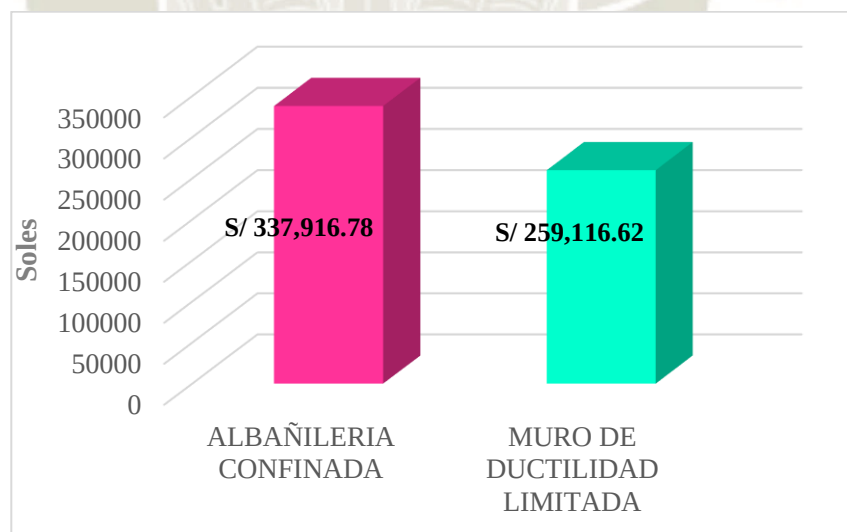
Comparación del costo directo del presupuesto de la obra

	ALBAÑILERIA	MDL	MENOR PRECIO	% AHORRO
COSTO DIRECTO	S/. 337,916.78	S/. 259,116.62	MDL	23.32

Fuente Propia

Gráfico 40

Comparación del costo total



Fuente Propia

En el **Costo por m2 construido** hasta casco gris, en el cuadro 112 y el gráfico 41 se detalla que MDL es 23.32 % más económico en comparación que el sistema de Albañilería Confinada.

Cuadro 112

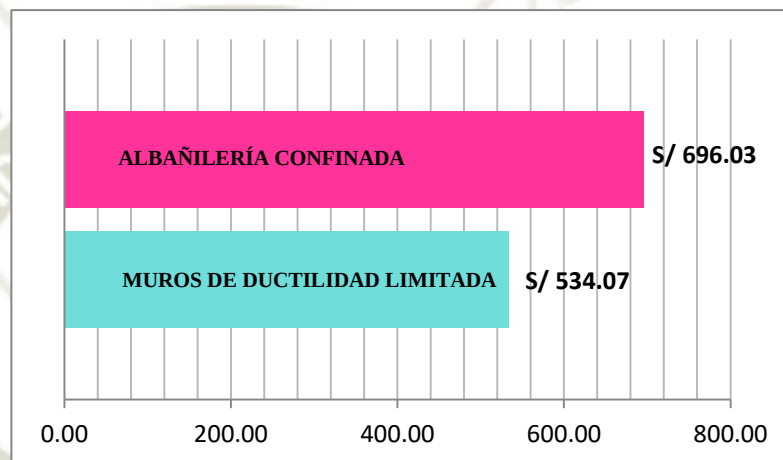
Comparación del costo por m2 construido.

	ALBAÑILERIA	MDL	MENOR PRECIO	% AHORRO
COSTO DIRECTO	S/. 696.03	S/. 534.07	MDL	23.32

Fuente Propia

Gráfico 41

Comparación del costo por m2 construido



Fuente Propia

Se realizó la comparación de costos en las partidas de **Arquitectura y Estructuras** de los dos sistemas en estudio, en el cuadro 113 y el gráfico 42 se detalla los porcentajes de ahorro por cada partida.

Cuadro 113

Comparación del costo en estructura y arquitectura

	ALBAÑILERIA	MDL	MENOR PRECIO	% AHORRO
ESTRUCTURA	S/. 205,166.13	S/. 221,303.34	ALBAÑILERIA	7.29
ARQUITECTURA	S/. 132,750.65	S/. 37,813.28	MDL	71.52
COSTO DIRECTO	S/. 337,916.78	S/. 259,116.62	MDL	23.32

Fuente Propia

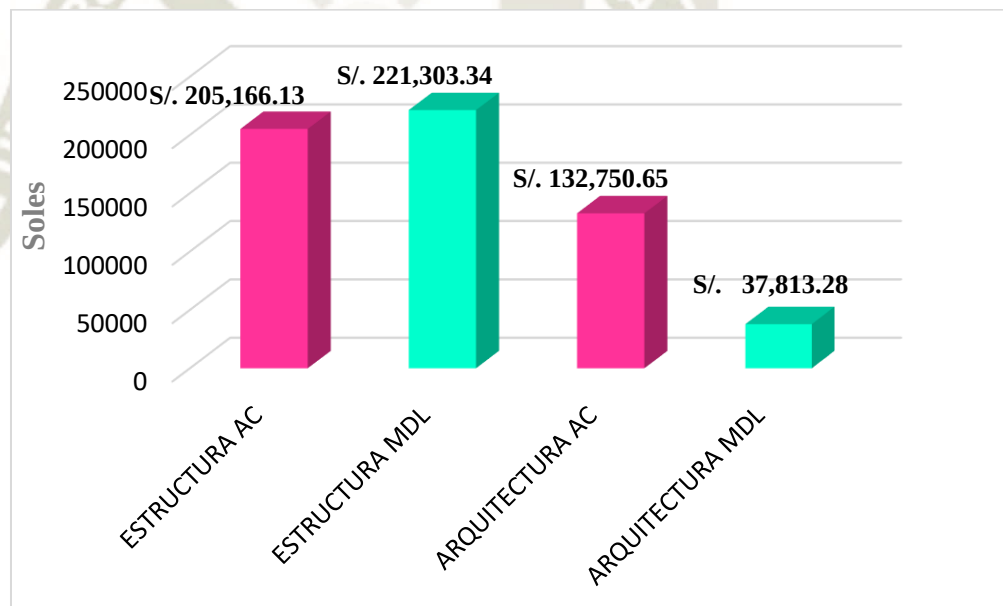
Se obtuvo mayor costo para:

Las partidas de Estructura de MDL, debido a que este sistema está formado sólo por elementos estructurales, teniendo mayor cantidad de m³ de concreto armado en comparación con el sistema de Albañilería Confinada.

Las partidas de Arquitectura de Albañilería Confinada, debido a que este sistema requiere tarrajeo en muros interiores y exteriores, teniendo una incidencia directa en el costo en comparación con el sistema de MDL.

Gráfico 42

Comparación de estructura y arquitectura



Fuente Propia

En la comparación de **Concreto armado**, en el cuadro 114 y el gráfico 43 se detalla que el sistema de MDL al tener losa maciza y muros de concreto se obtuvo que la cantidad de concreto es considerablemente mayor en comparación al sistema de Albañilería Confinada.

Cuadro 114

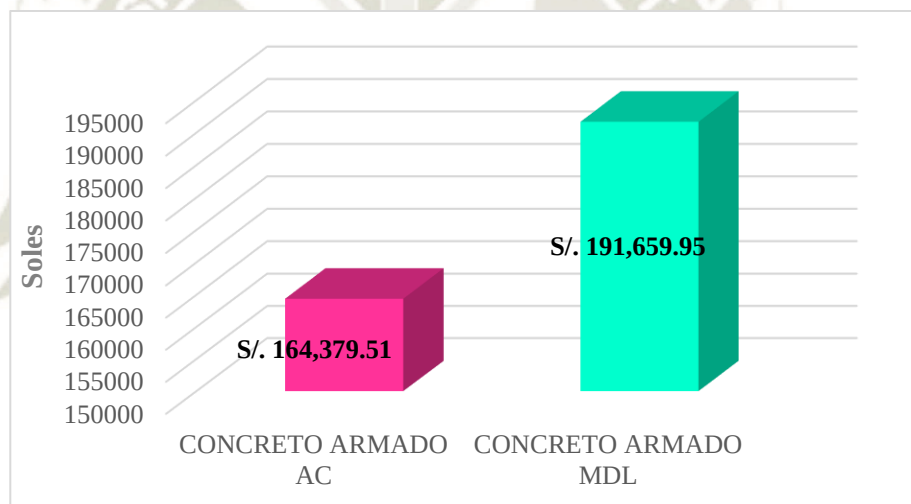
Comparación del costo de concreto armado

	ALBAÑILERIA	MDL	MENOR PRECIO	% DIFERENCIA
CONCRETO ARMADO	S/. 164,379.51	S/. 191,659.95	ALBAÑILERIA	14.23

Fuente Propia

Gráfico 43

Comparación del costo de concreto armado



Fuente Propia

En la comparación de **Revoques, Enlucidos y molduras**, en el cuadro 115 y el gráfico 44 se observa que el sistema de Albañilería Confinada al necesitar tarrajeo se obtuvo que el costo es considerablemente mayor en comparación al sistema de Muro de Ductilidad Limitada.

Cuadro 115

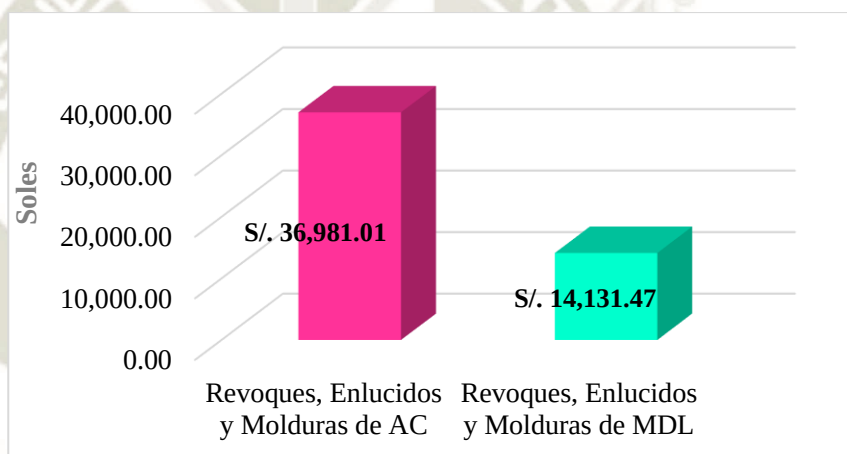
Comparación del costo de revoques, enlucidos y molduras

	ALBAÑILERIA	MDL	MENOR PRECIO	% DIFERENCIA
REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS	S/. 36,981.01	S/. 14,131.47	MDL	61.79

Fuente Propia

Gráfico 44

Comparación del costo de revoques, enlucidos y molduras



Fuente Propia

En el **Tiempo de ejecución de la Obra**, en el cuadro 116 y el gráfico 45 se detallan los datos extraídos del Diagrama de Gantt, se obtuvo que el Tiempo de ejecución en MDL es menor en 36.19 % en comparación que el sistema de Albañilería Confinada.

Cuadro 116

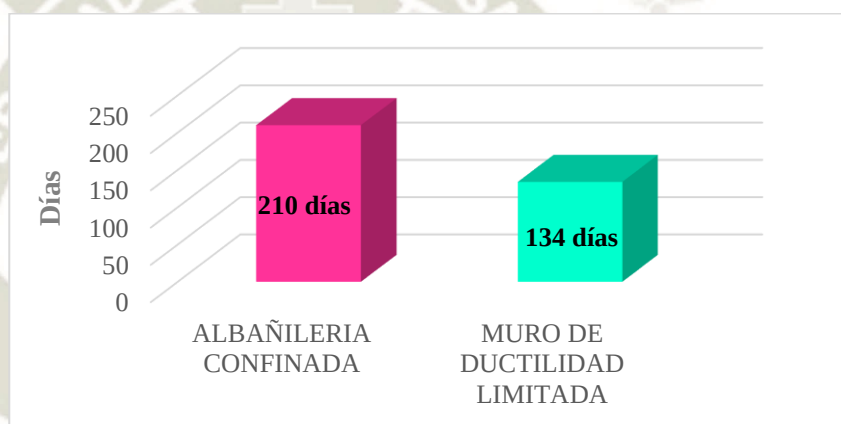
Comparación del tiempo de ejecución de la obra

	ALBAÑILERIA	MDL	MENOR TIEMPO	AHORRO
EJECUCIÓN TOTAL (Días)	210 días	134 días	MDL	76 días

Fuente Propia

Gráfico 45

Comparación del tiempo de ejecución de la obra



Fuente Propia

Al comparar Albañilería Confinada usando Ladrillo Económico con Muro de Ductilidad Limitada, en el cuadro 117 se observa que en el Costo directo el MDL es menor en 21.48%

Al comparar Albañilería Confinada usando Ladrillo King Kong con Muro de Ductilidad Limitada, se obtiene que en el Costo directo el MDL es menor en 23.32%

Cuadro 117

Comparación de costos en AC con ladrillo económico y MDL.

	ALBAÑILERIA (LADRLLO ECONOMICO)	MDL	MENOR PRECIO	% AHORRO
ARQUITECTURA	S/. 124,850.11	S/. 37,813.28	MDL	69.71
COSTO DIRECTO	S/. 330,016.24	S/. 259,116.62	MDL	21.48

Fuente Propia



10.2.1 Cuadro Comparativo Económico

Cuadro 118

Cuadro comparativo Económico entre AC Y MDL

VARIABLE	ALBAÑILERIA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA	CONCLUSIONES
METRADO	El área del bloque es de 98.70 m ² . Se divide en una sala-comedor, una cocina, una lavandería, tres habitaciones, tres servicios higiénicos y jardín.		*La Partida de concreto armado en Muros de Ductilidad Limitada es superior a Albañilería Confinada.
	Se ha incluido la partida de Seguridad y Salud.		
	En acabados se necesita tarrajeo.	Al tener losa maciza y muros de concreto las partidas de concreto armado son mayores.	* La Partida de acabados en Albañilería Confinada es superior por requerir de Tarrajeo.
PRESUPUESTO	En ambos sistemas las partidas de Estructura son más costosa que la de Arquitectura.		*Las partidas de Estructuras son las más costosas en ambos sistemas constructivos.
	En ambos sistemas la partida de Concreto Armado es la más costosa.		*En Estructuras las partidas más costosas son las de Concreto Armado en ambos sistemas constructivos.
	En revoques, enlucidos y moldura es más costoso en Albañilería Confinada	Al tener mayor metrado en la partida de concreto armado en comparación con Albañilería, es también más costosa.	*En MDL es más costoso las partidas de Concreto Armado en comparación de Albañilería Confinada. * En AC es más costoso las partidas de Revoques, Enlucidos y Molduras en comparación a MDL. *Se tiene menor costo directo en el sistema de Muro de

			Ductilidad Limitada con un ahorro de 23.32%. *En las partidas de Estructuras se tuvo un menor costo en el sistema de Albañilería Confinada, con una diferencia de 7.29%. *En las partidas de Arquitectura se tuvo un menor costo en el sistema de MDL, con una considerable diferencia de 71.52 %. *En la partida de Concreto Armado se tiene un mayor costo en el Sistema de MDL, con una diferencia de 14.23 %. *En la partida de Revoques, Enlucidos y Molduras se tiene un mayor costo en el Sistema de Albañilería Confinada, con una diferencia de 61.79%. *Aun usando ladrillo económico en Albañilería Confinada este tiene mayor costo en 21.48 %, en comparación con MDL.
PROGRAMA CIÓN	Se obtuvo del Diagrama de Gantt un total de 210 días hasta casco gris.	Se obtuvo del Diagrama de Gantt un total de 134 días hasta casco gris.	*En el tiempo de Ejecución se tiene un 36.19% de ahorro en tiempo en el sistema de MDL.

Fuente Propia

10.3 Urbano Normativo

Cuadro 119

Comparación de requerimientos de áreas

TIPO DE ÁREA	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Área Ocupada	Para ambos sistemas el cumplimiento de estas áreas se va dar sin ninguna dificultad, es decir estas variables son INDEPENDIENTES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO. Está en las habilidades del proyectista insertar las áreas en el terreno de la forma más pertinente conforme las necesidades del usuario y las premisas estructurales y de diseño arquitectónico.	
Área Libre		
Área de Esparcimiento		
Área Permeable		

Fuente: Propia

Cuadro 120

Comparación de relación de área máxima construida y número de pisos

TIPO DE ÁREA	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Área Máxima Construida	- Para el caso de densidad RDM-1 y RDM- 2 ambos sistemas cumplen sin mayor dificultad la relación del máximo número pisos con la máxima área que se permite construir. - Para el caso de densidad RDM-2* existe una deficiencia pues se ha considerado la mayor densidad neta ya que se busca el mayor aprovechamiento; sin embargo, para el sistema de Albañilería Confinada que sólo permite construir un máximo de 5 pisos no va ser posible suplir la cantidad de viviendas ni habitantes que propone los cálculos con la máxima densidad neta, por lo que se recomienda reducir el valor de densidad neta.	
Número de Pisos		

	Para el caso del sistema de Muros de Ductilidad Limitada, debido a que el sistema permite más números de pisos se resuelve las necesidades de viviendas sin mayor dificultad con la máxima densidad neta. Estas variables son INDEPENDIENTES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO está más relacionado con los parámetros de cada densidad. Está en las habilidades del proyectista insertar las áreas en el terreno de la forma más pertinente conforme las necesidades del usuario y las premisas estructurales y de diseño arquitectónico.
--	---

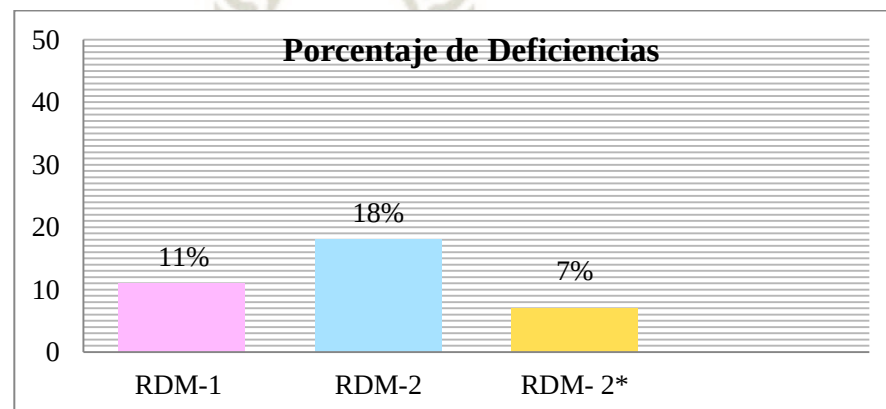
Fuente: Propia

El estacionamiento es la única VARIABLE DEPENDIENTE del sistema constructivo ya que sus soluciones están condicionadas por el tipo de sistema que este construyendo.

En el gráfico 46 podemos observar que tenemos la mayor deficiencia en área de estacionamientos en el la densidad Media RDM -2 frente a vías menores de 18 mL.

Gráfico 46:

Comparación de deficiencia de área de estacionamiento en la superficie del terreno



Fuente: Propia

Cuadro 121

Comparación de requerimientos de áreas de estacionamientos

ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
En todos los casos va existir un déficit de área en la superficie para llegar al mínimo requerido de estacionamientos, debido a que si buscamos el mejor aprovechamiento de las áreas se considera la mayor densidad neta para los cálculos y como se observa en el gráfico 45 RDM-2 tiene mayor deficiencia que RDM-1. Cabe recalcar que incluso existiría un DÉFICIT MAYOR ya que los cálculos han sido realizados con lo mínimo establecido en la norma (1est/2viv) cuando en la realidad se sabe que al menos se necesita un estacionamiento por cada vivienda, debido a que la demanda y la facilidad de acceder a un vehículo ha aumentado en los últimos años. En el gráfico 45 se observa menor deficiencia de área en RDM- 2* ya que son terrenos situados frente a vías mayores a 18 mL y los parámetros tienen una variación para estos casos. • Una de las razones se debe a que la norma exige el 50% del área libre para área de actividades de esparcimiento, por consiguiente, el otro 50% es insuficiente para resolver los estacionamientos en la superficie. • Otra razón es que se asumió la máxima área ocupada ya que si nos ajustamos a la realidad se busca la mayor rentabilidad de la construcción por lo que no se asume como una opción ocupar parte de esta área como estacionamientos.	
Para el sistema de Albañilería Confinada los estacionamientos pueden ser resueltos en el sótano ya que su sistema estructural permitirá la modulación de estacionamientos sin alterar las tipologías de la superficie todo dependerá de las habilidades del proyectista: • Esto tiene un impacto positivo en el aspecto económico – productivo ya que es posible usar la misma estructura del edificio. • Este sistema permite desarrollar estacionamientos subterráneos en las áreas mínimas	Para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada existirán más inconvenientes al momento de resolver la deficiencia de estacionamientos: • No es posible usar las mismas estructuras del edificio para modular estacionamientos en los sótanos. • Será necesario resolverlos en la superficie en diferentes niveles lo que tendrá un impacto directo en el aspecto económico- productivo y también tendrá un impacto directo en la imagen de los espacios exteriores y dependerá

exigidas por la norma para multifamiliares, es decir es posible ejecutar proyectos en terrenos pequeños.	de las habilidades del proyectista reducir el impacto visual negativo. • Otra alternativa de solución es la construcción de estacionamientos subterráneos bajo el área disponible para estacionamientos en la superficie del terreno, pero para esta opción se recomienda el uso de grandes dimensiones de terreno pues hay que considerar las áreas circulación y rampas.
---	---

Fuente: Propia

Para esta investigación se propone para el uso del sistema de Muros de Ductilidad Limitada áreas mínimas de manera que la solución de área para los estacionamientos faltantes no represente mayor dificultad. A demás nos permiten el uso de una parte del área libre disponible (50% AL) para estacionamientos y circulación vehicular. Cabe recalcar que el análisis se realizó considerando que los estacionamientos faltantes se resolverían, como una opción, bajo **el área disponible para estacionamientos** en la superficie del terreno, considerando el área mínima de circulación vehicular y las pendientes establecidas por la norma. Por lo que se recomienda también que el **área disponible para estacionamientos** tenga al menos 20 mL para poder realizar la pendiente de la rampa.

De esta manera se propone el área mínima recomendada para usar el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada y resolver estacionamientos subterráneos a partir de 1300m².

En el cuadro 122 podemos observar el **área del departamento** por tipo de densidad considerando la mayor densidad neta y la máxima área construida, podemos observar que son áreas pequeñas insuficientes para las necesidades y percepción de los usuarios como se ha analizado en las diferentes encuestas ya realizadas.

Cuadro 122

Comparación de áreas por departamento

DENSIDAD	5 HABITANTES (m2)	4 HABITANTES (m2)	2 HABITANTES (m2)
RDM- 1 MF	107.00	86.00	43.00
RDM- 2 MF	125.00	100.00	50.00
RDM- 2* MF	107.00	86.00	43.00

MF = Multifamiliares

Fuente: Propia

De querer departamentos con áreas más grandes recordemos que será necesario reducir el valor de la densidad neta, pero esto significará menos número de departamentos puestos a la venta, impacto directo en el costo de venta de los departamentos.

10.3.1 Cuadro Comparativo Urbano Normativo

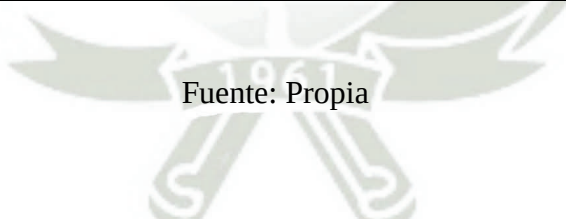
Cuadro 123

Cuadro comparativo Urbano Normativo entre AC y MDL

VARIABLES INDEPENDIENTES: La resolución del requerimiento de estas áreas exigidas por la norma NO DEPENDERÁ del sistema constructivo sino más bien de los parámetros establecidos.	VARIABLE	NORMA	ALBAÑILERIA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA	CONCLUSIÓN
	AREA DE TERRENO	REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES A020. IMPLA- PDM	Para el caso del estudio y para ambos sistemas constructivos se tomaron todas las medidas mínimas que establece la norma de manera que se hizo el análisis en las condiciones que más nos limitan. Todos los cálculos se realizaron para las densidades media y alta destinadas a Multifamiliares y Conjuntos Residenciales frente a vías menos y mayores de 18 mL.		Las respuestas al requerimiento de áreas que exige la norma en terrenos con las dimensiones mínimas se cumplen sin mayor dificultad. Podemos asumir que con terrenos con mayores dimensiones las posibilidades de diseño y resolución de limitantes son más flexibles.
	FRENTE DEL TERRENO				
	AREA OCUPADA		En todos los casos el estudio y para ambos sistemas constructivos se consideró el mayor porcentaje posible de ocupación, debido a que el estudio está enfocado en los intereses y toma de decisiones del constructor o empresa constructora que busca la mayor la rentabilidad del proyecto, por lo que se intenta aprovechar la mayor área posible para la construcción de viviendas.		Las respuestas al requerimiento de áreas que exige la norma en terrenos con las dimensiones mínimas se cumplen sin mayor dificultad. Podemos asumir que con terrenos con mayores dimensiones las posibilidades de diseño y resolución de limitantes son más flexibles; sin embargo, estas variables van a CONDICIONAR LA RESOLUCIÓN de otras áreas, tal como ocurre con el área necesaria para los estacionamientos.
	AREA LIBRE		En todos los casos y para ambos sistemas constructivos se consideró el menor porcentaje posible para área libre que establece la norma. Además, la norma exige que el 50% del área libre debe estar destinado para actividades de esparcimiento y recreación		
	ÁREA DE ESPARCIMIENTO				
	ÁREA PERMEABLE		La norma exige el 30% del área total de terreno como para área permeable; sin embargo, no especifica su uso exclusivo.		La resolución de este 30% de área permeable puede estar insertado en otras áreas como dentro del área libre o área de estacionamiento Dependerá de las habilidades del proyectista su inserción más pertinente que respete cumpla con las premisas de diseño.
	AREA DE CIRCULACIÓN		Para el caso del estudio y para ambos sistemas constructivos se tomaron todas las medidas mínimas que establece la norma de manera que se hizo el análisis en las condiciones que más nos limitan. Todos los		

			cálculos se realizaron para las densidades media y alta destinadas a Multifamiliares y Conjuntos Residenciales.	
	AREA CONSTRUIDA		En todos los casos el estudio y para ambos sistemas constructivos se consideró el mayor porcentaje posible de ocupación con el mayor coeficiente de edificación.	Al tomar la mayor densidad neta y la máxima cantidad posible de viviendas y habitantes: • Para RDM-1 y RDM2 (vías menores a 18 mL) multifamiliares se cumple sin mayores inconvenientes los parámetros establecidos por la norma. • Para RDM-2* (vías mayores a 18 mL) existe un déficit ya que el número de pisos obtenidos en los cálculos sobrepasa los límites establecidos por la norma dependerá de las habilidades del proyectista su inserción más pertinente que respete cumpla con las premisas de diseño.
	NÚMERO DE HABITANTES			
	NÚMERO DE VIVIENDA		En todos los casos el estudio y para ambos sistemas constructivos se consideró el mayor número posible de pisos y viviendas con la mayor densidad neta establecida por tipo densidad., debido a que el estudio está enfocado en los intereses y toma de decisiones del constructor o empresa constructora que busca la mayor la rentabilidad del proyecto, por lo que se intenta aprovechar la mayor área posible para la construcción de viviendas.	
VARIABLE DEPENDIENTES DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO: La resolución del requerimiento de estas áreas exigidas por la norma VA DEPENDER del sistema constructivo.	ÁREA PARCIAL DE ESTACIONAMIENTOS	REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES A020. IMPLA- PDM	Para el caso del estudio y para ambos sistemas constructivos se tomaron todas las medidas mínimas que establece la norma de manera que se hizo el análisis en las condiciones que más nos limitan.	Área por estacionamiento: 12.5 m2
	NÚMERO DE ESTACIONAMIENTOS		Para el caso del estudio y para ambos sistemas constructivos se tomaron todas las requerimientos mínimos que establece la norma: 1estacionaiento por cada vivienda; sin embargo, se sabe que en la realidad es insuficiente ya que al menos se debe contar con 1 estacionamiento por cada vivienda (considerando que el análisis se hace para multifamiliares de estratos sociales CY D)	Si consideramos los requerimientos que corresponden a LA REALIDAD ACTUAL LOS PORCENTAJES DE DEFICIENCIAS VAN A SER MAYORES. • Una de las razones se debe a que la norma exige el 50% del área libre para área de actividades

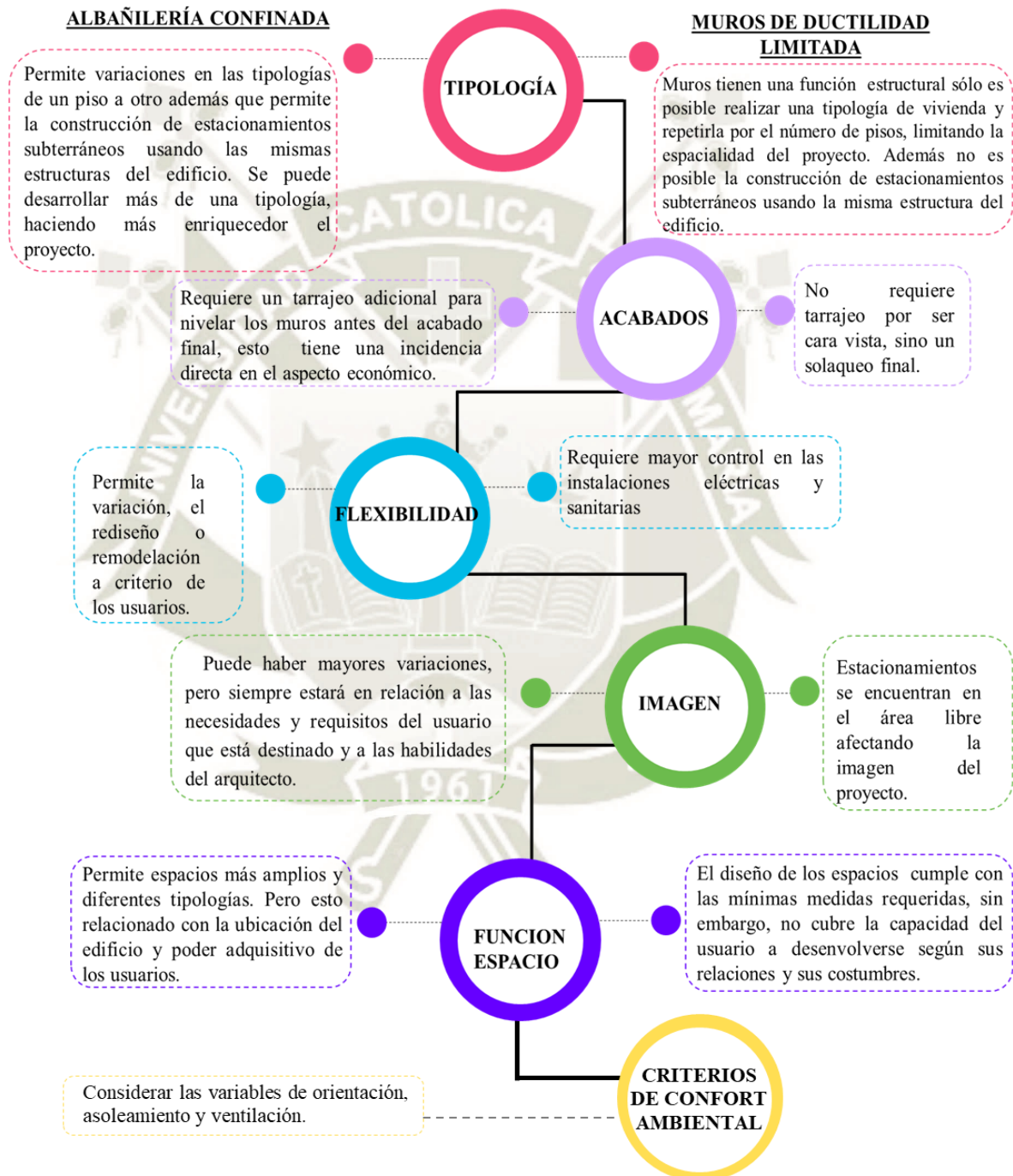
	ÁREA TOTAL DE ESTACIONAMIENTOS		Luego del análisis de observó que va hacer falta área en la superficie del terreno para suplir el área total necesario para todos los estacionamientos: RDM- 1 : 11% multifamiliares RDM- 2 : 18% multifamiliares RDM-2*(frente a vías mayores a 18mL) : 7% multifamiliares		de esparcimiento, por consiguiente, el otro 50% es insuficiente para resolver los estacionamientos en la superficie. • Para sistemas de Albañilería Confinada es posible el desarrollo en terrenos pequeños. • Para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada se recomienda desarrollar proyectos en terrenos de grande (a partir de 1300 m2) dimensiones si se desea resolver sótanos para estacionamientos.
			Los estacionamientos pueden ser resueltos en el sótano ya que su sistema estructural permitirá la modulación de estacionamientos sin alterar las tipologías de la superficie todo dependerá de las habilidades del proyectista : • Es posible usar la misma estructura del edificio.	Existirán más inconvenientes al momento de resolver la deficiencia de estacionamientos: • No es posible usar las mismas estructuras del edificio para modular estacionamientos en los sótanos. • Es posible resolverlos en la superficie en diferentes niveles • Es posible resolverlos en sótanos bajo áreas donde se desarrollen estructuras del edificio. • Impacto directo en el aspecto económico y de imagen.	



10.4 Diseño Arquitectónico

Diagrama 4

Comparación Diseño Arquitectónico



Fuente propia

En el cuadro 124 observamos el **porcentaje de área ocupada por muros** con respecto al total del área de departamento analizado. Los muros de Albañilería Confinada representan el 10.1% del total de área del departamento mientras que los muros de Ductilidad Limitada representa el 6.5% del total de área de departamento, Es decir que al usar el sistema de Muros de Ductilidad Limita tendremos un ahorro de 3.56 m². Cabe recalcar, que estos porcentajes no serán los mismos en todos los departamentos, por que influye la cantidad de muros y el espesor que se tenga, lo que si será constante es que el sistema de AC siempre sus muros tendrán más área ocupada que en el sistema de MDL.

Cuadro 124

Comparación de área ocupada de muros

	Área del departamento	Área de Muros	Diferencia de áreas	% de área de muros	Menor área	Diferencia AC- MDL	% de ahorro
AC	98.70 m ²	9.9731 m ²	88.73 m ²	10.1%	MDL	3.558 m ²	3.6%
MDL	98.70 m ²	6.415 m ²	92.283 m ²	6.5%			

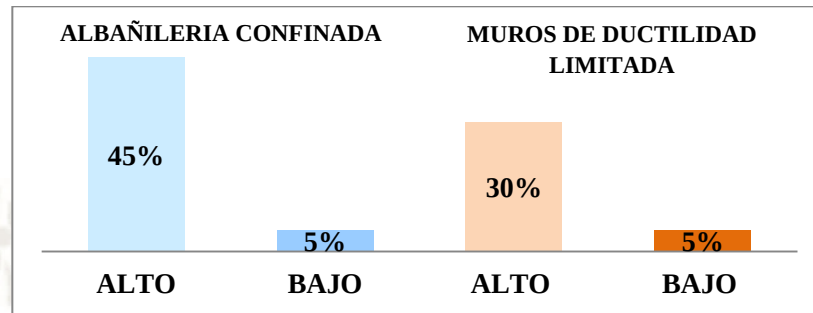
Fuente: Propia

En cuanto a las características de los sistemas constructivos y de las encuestas realizadas a usuarios de los departamentos en diferentes sistemas.

En el gráfico 47 se observa que del total de las personas encuestadas en departamentos en Albañilería Confinada el 45% dijo sentirse satisfecho con su departamento mientras que el 5% dijo sentirse insatisfecho. Para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada se registró un menor porcentaje de personas satisfechas con su departamento con 30% y un 5% de personas que están insatisfechas.

Gráfico 47

Grado de satisfacción de los departamentos

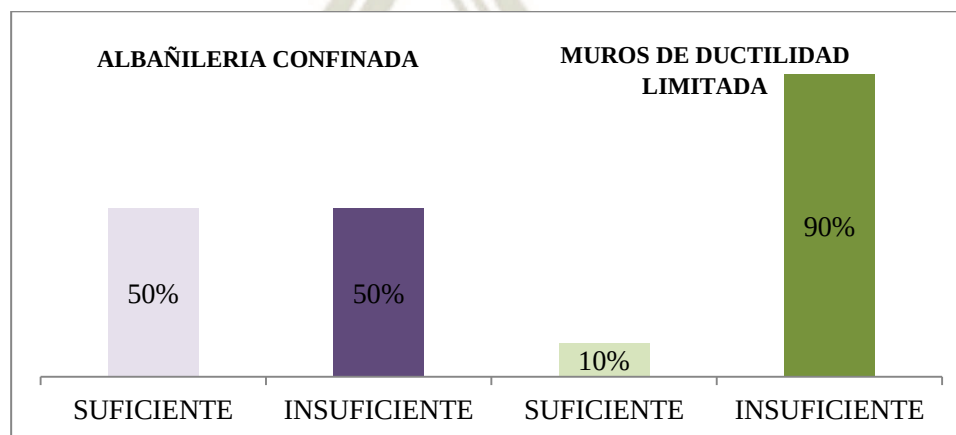


Fuente propia

En gráfico 48 en ambos sistemas constructivos gran porcentaje de usuarios consideran que las dimensiones de sus departamentos son insuficientes. Para Albañilería Confinada un 50% considera los espacios de sus departamentos suficientes y el otro 50% los considera insuficientes en la mayoría de los casos los dormitorios. En el caso de Muros de Ductilidad Limitada sólo el 10% considera que los espacios de sus departamentos son suficientes mientras que el 90% considera que sus espacios son insuficientes en la mayoría de los casos los espacios de servicio cocinan y lavandería y espacios sociales.

Gráfico 48

Suficiencia del tamaño de los espacios del departamento



Fuente Propia

10.4.1 Cuadro Comparativo Diseño Arquitectónico

Cuadro 125

Cuadro comparativo Diseño Arquitectónico entre AC y MDL

VARIABLE	ALBAÑILERIA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA	CONCLUSIONES
TIPOLOGIA	Permite que este sistema constructivo tenga variaciones en las tipologías de un piso a otro.	Debido a que los muros en este sistema tienen una función estructural sólo es posible realizar una tipología de vivienda y repetirla por el número de pisos, limitando la espacialidad del proyecto.	*En Albañilería confinada se puede tener diversidad de tipologías. *El sistema de MDL no permite estacionamientos en el sótano. *El sistema de MDL tiene un ahorro en área ocupada por muros de 3.56 m2. * El porcentaje de área ocupada por muros no serán los mismos en todos los departamentos, debido a que influye la cantidad de muros y el espesor que se tenga, lo que si será constante es que el sistema de AC siempre sus muros tendrán más área ocupada que en el sistema de MDL.
	Permite la construcción de estacionamiento subterráneos usando las mismas estructuras del edificio.	No permite la construcción de estacionamientos subterráneos usando las mismas estructuras del edificio, tienen que ser independientes.	
	El área ocupada por los muros es de 9.9731 m2, lo que representa un 10.1% del área del departamento.	El área ocupada por los muros es de 6.415 m2, lo que representa un 6.5% del área del departamento.	
ACABADOS	En ambos sistemas se debe tener un adecuado proceso constructivo para obtener una buena calidad, pero además se debe considerar el mantenimiento de las edificaciones.		*En ambos sistemas se debe tener un proceso constructivo adecuado. *El sistema de MDL no requiere tarrajeo, disminuyendo el costo directo de la obra.
	Las fisuras son menores.	Al tener mayor m3 de concreto existe mayor posibilidad de fisura en el proceso constructivo.	
	Se necesita un tarrajeo adicional en los muros antes de ser pintados, empapelados, enchapados, etc. Tiene una incidencia directa en el aspecto económico ya que incrementa los costos.	No requiere de un tarrajeo extra, ya que el acabado es cara vista se puede pintar, empapelar, etc., directamente.	
FLEXIBILIDAD	Permite el rediseño y remodelaciones en el tiempo con los muros de cerramiento o divisiones.	No permite rediseño, ni remodelaciones al criterio del usuario ya que todos sus elementos son estructurales	*El sistema de MDL, no permite cambios de diseño en sus cerramientos. * El sistema de MDL, requiere mayor control en sus instalaciones eléctricas sanitarias pues quedan empotradas en los muros.
	Permite trabajos futuros para remodelar o rediseñar en las instalaciones eléctricas y sanitaria pues es factible el picado de sus muros.	Necesita más control con las instalaciones eléctricas y sanitarias ya que quedan empotradas en el muro y no es posible el picado de muros para trabajos futuros	

	En ambos sistemas es conveniente el uso de ducto de instalaciones debido a que facilita el mantenimiento y reparación; sin embargo, el uso de ductos supone la reducción de espacio de otras áreas del diseño.		*Es conveniente centralizar las instalaciones para facilidad de mantenimiento y reparaciones futuras.
IMAGEN	En la imagen de la fachada está determinada por las habilidades y experiencia del proyectista, el sistema no es un determinante en la imagen.		* Los estacionamientos en la superficie van a tener un impacto directo en la imagen del proyecto.
	En espacios exteriores permite variar en modelos.	Por los estacionamientos exteriores hay un impacto en la imagen del espacio exterior.	
	El sistema permite una mayor libertad de diseño de espacios exteriores o áreas libres ya que su uso puede ser exclusivamente para uso recreativo o de esparcimiento, esto debido que el área de estacionamiento puede ser resuelto en el sótano	Relacionado directamente con el área requerida de estacionamiento, este tendrá que ser resuelto en la superficie o en sótanos, pero sólo en terrenos de grandes dimensiones. Esto va limitar el uso del espacio exterior o del área libre ya que tendrá que ser usando para resolver este déficit lo que condiciona su diseño, dependerá de la habilidad del proyectista conseguir un diseño que armonicen estas dos actividades (estacionamiento y área libre)	
FUNCION	Espacios manejables, dimensiones en relación estrato social y al tipo de usuario al que va dirigido el proyecto, es decir más espacios más amplios significarán mayor inversión que se buscará recuperar en la venta.	No existe diversidad de tipologías para diferentes tipos de usuario, siendo en muchos casos sus espacios reducidos y limitados.	*Los espacios reducidos está más relacionado con el estrato al cual va dirigido el proyecto y no al sistema constructivo en sí.
	En ambos sistemas constructivos la estructuración nos permite lograr luces más amplias con el fin de cubrir las necesidades de los usuarios, pero estas dimensiones dependerán de las necesidades del proyecto y del estrato social al que este dirigido el proyecto.		
CRITEROS CONFORT AMBIENTAL	Se debe considerar las variables de orientación, asoleamiento y ventilación. Si bien esta variable no está condicionada por el sistema constructivo, es importante considerarlo junto con las visuales y factores propios del proyecto.		Considerar orientación, asoleamiento y ventilación.
PERCEPCIÓN DE LOS USUARIOS	Existe mayor diversidad en áreas de los departamentos. El 50 % considera que su departamento tiene dimensiones insuficientes, enfatizando en la sala, comedor, cocina y lavandería.	Se tiene sólo 2 áreas diferentes en departamentos de MDL. El 90% considera que su departamento tiene dimensiones insuficientes enfatizando en dormitorios, cocina y lavandería.	En el sistema de MDL, los usuarios consideran sus espacios insuficientes. El sistema de Albañilería tiene mayor diversidad de áreas.

Fuente: Propia

10.5 Impacto Ambiental

En el cuadro 126 se observa, el sistema de Muros de Ductilidad Limitada produce mayores **emisiones de CO_{2eq}** lo que significa que tiene mayor impacto negativo al medio ambiente. El sistema de Albañilería Confinada produce un 37.3% menos contaminación que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

Cuadro 126

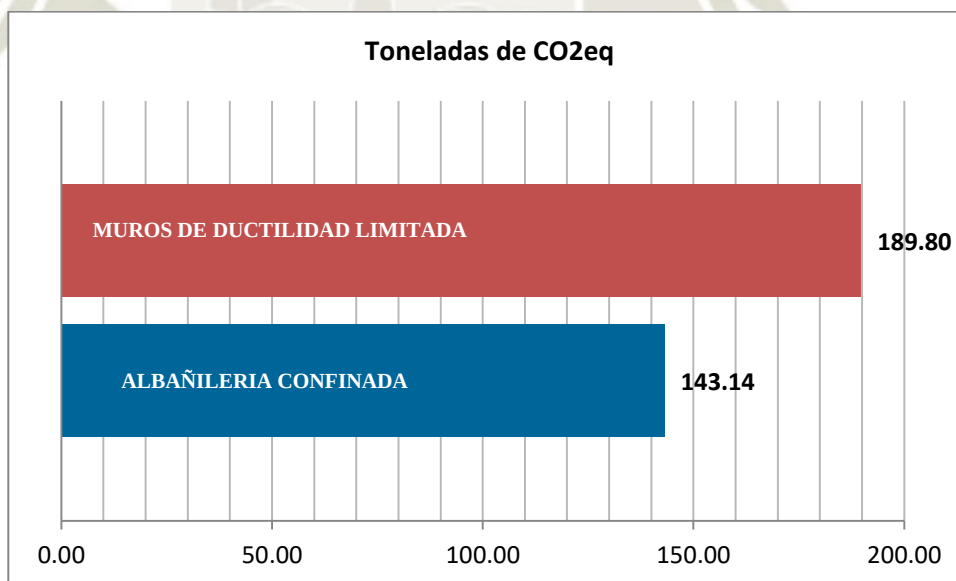
Comparación de emisiones de CO_{2eq}

EMISIONES DE CO _{2eq}	
Albañilería Confinada	Muros de Ductilidad Limitada
143.14 Toneladas	189.80 Toneladas

Fuente Propia

Gráfico 49

Comparación de emisiones totales de CO_{2eq} entre AC y MDL



Fuente Propia

En el cuadro 127 se observa, que en ambos sistemas los **equipos eléctricos** son los elementos que menores emisiones de CO_{2eq} producen. En cuanto a los materiales en el sistema de Albañilería Confinada el **ladrillo** es el material más contaminante mientras que en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada el acero que usa para elaborar los **paneles metálicos** es el material más contaminante en el proyecto.

Cuadro 127

Comparación de materiales y equipos

ALBAÑILERÍA CONFINADA		MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA	
MATERIALES/ EQUIPOS	CANTIDAD PARCIAL DE EMISIONES (ton)	MATERIALES /EQUIPOS	CANTIDAD PARCIAL DE EMISIONES (ton CO2 eq)
Cemento	42.48	Cemento	53.04
Arena	1.35	Arena	1.24
Acero	20.97	Acero Estructuras	18.02
Ladrillo	42.98	-	-
Madera	34.35	Paneles Metálicos	116.02
Equipos Eléctricos	0.00143	Equipos Eléctricos	0.00297
Equipos combustibles	1.00	Equipos combustibles	1.48

Fuente Propia

En la una vista general podemos observar que los materiales producen más emisiones que los equipos en ambos sistemas.

Cuadro 128

Comparación de elementos

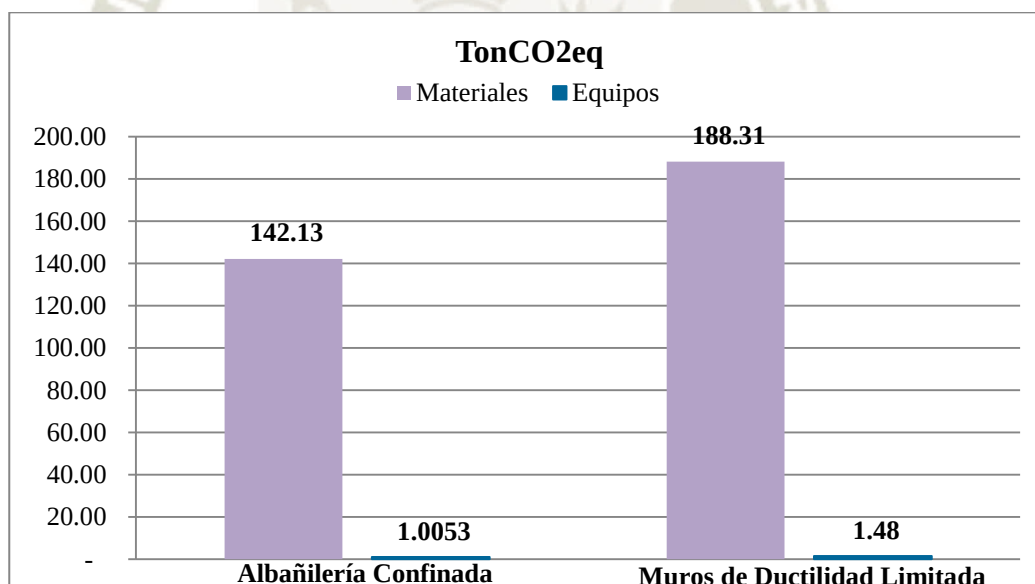
ELEMENTOS	ALBAÑILERIA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Materiales	142.13 TonCO ₂ eq	188.31 TonCO ₂ eq
Equipos	1.0053 TonCO ₂ eq	1.483 TonCO ₂ eq

Fuente Propia

En el gráfico 50 podemos observar las emisiones por elementos en ambos sistemas existe gran diferencia entre las emisiones de los materiales y los equipos. Existe mayor diferencia en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

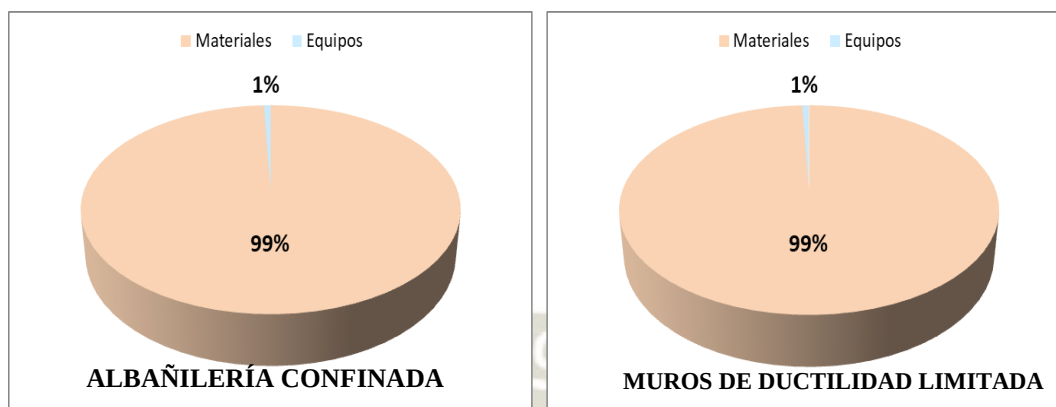
Gráfico 50

Comparación de emisiones de CO₂eq de elementos



Fuente Propia

En el gráfico 51 se observa el bajo porcentaje que representan los equipos en el total de emisiones del proyecto.

Gráfico 51
Porcentaje de emisiones de CO₂eq por elementos


Fuente Propia

En el cuadro 129 observamos que el sistema de Albañilería Confinada requiere mayor **toneladas de material**; sin embargo, el sistema de Muros de Ductilidad Limitada tiene mayor horas de funcionamiento de los equipos.

Cuadro 129
Comparación de cantidad total de material y equipos

CANTIDAD TOTAL DE MATERIAL Y EQUIPOS			
ALBAÑILERIA CONFINADA		MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA	
Materiales	564.08 Ton	Materiales	439.15 Ton
Equipos horas	262.12 Horas	Equipos horas	445.18 Horas

Fuente Propia

Cuadro 130

Comparación de emisiones de CO₂ eq en tipos de equipos

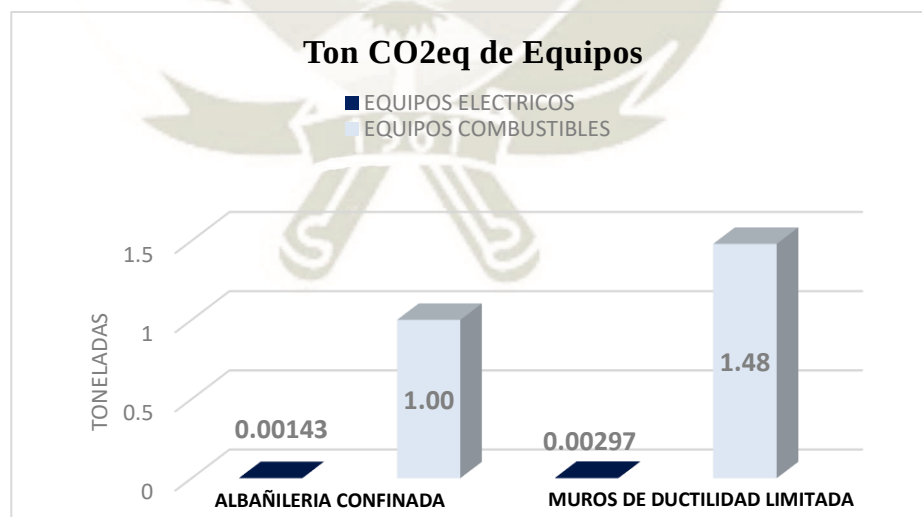
CANTIDAD DE TONELADAS DE EQUIPOS			
ALBAÑILERÍA CONFINADA		MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA	
Equipos eléctricos	0.00143Ton CO ₂ eq	Equipos eléctricos	0.00297 Ton CO ₂ eq
Equipos combustibles	1.00 Ton CO ₂ eq	Equipos combustibles	1.48 Ton CO ₂ eq

Fuente propia

En el gráfico 52 se observa la comparación de las emisiones de los equipos eléctricos y de aquellos que funcionan con combustible en ambos casos los equipos eléctricos tienen emisiones casi imperceptibles. A demás los equipos de Muros de Ductilidad Limitada tanto eléctricos como los de combustible producen mayores emisiones que los equipos de Albañilería Confinada, la razón se debe a que por el tipo de sistema tenemos más horas en uso de los equipos.

Gráfico 52

Comparación de emisiones de CO₂eq de equipos

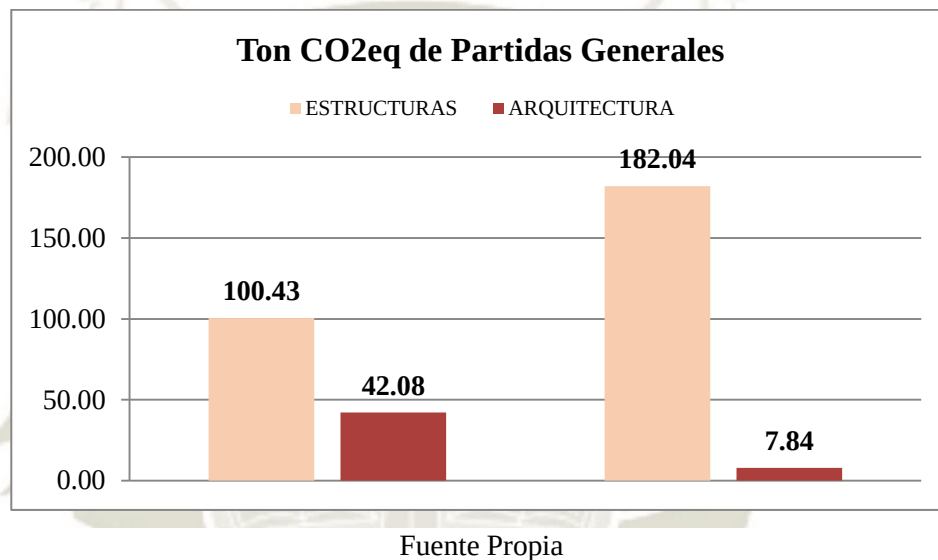


Fuente propia

En el gráfico 53 observamos que para ambos sistemas la partida de **estructuras** producen mayores emisiones de CO_{2eq}, sin embargo; en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada esta partida representa el mayor porcentaje del total, esto se debe a que, por la naturaleza del sistema la mayoría de los elementos tiene funciones estructurales.

Gráfico 53

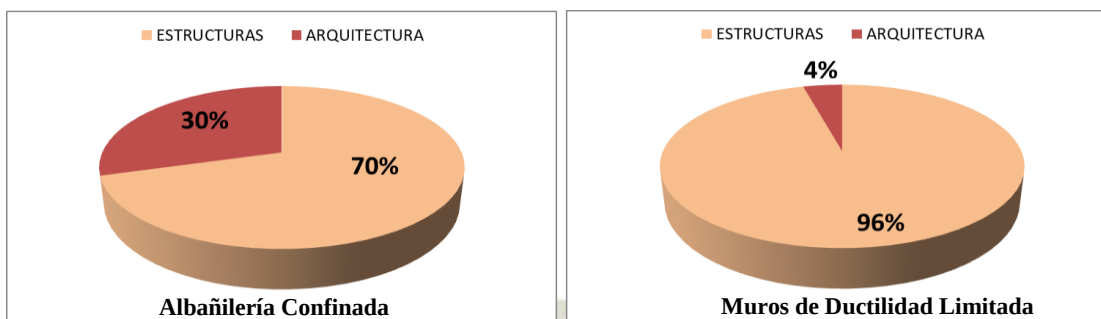
Comparación de emisiones de CO_{2eq} de partidas generales



En el gráfico 54 observamos el porcentaje de emisiones de las partidas generales, así tenemos para Albañilería Confinada que las **partidas estructurales** representan el 70% mientras que las **partidas de arquitectura** el 30%. En el caso de Muros de Ductilidad Limitada la diferencia es mayor ya que las **estructuras** representan casi el total de emisiones con 96% mientras que las **partidas de arquitectura** sólo representan el 4%.

Gráfico 54

Porcentaje de emisiones de CO₂eq de partidas generales



Fuente Propia

En el cuadro 131 observamos que en el sistema de Albañilería Confinada la partida de **Muros y tabiques** son las que produce mayores emisiones de CO₂eq y que en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada es la partida de **Muros de ductilidad limitada**, mientras que las partidas que menos emisiones producen son en Albañilería Confinada, **losa maciza** ya que representa un porcentaje muy pequeño de todo el proyecto y en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada, revoques y enlucidos ya que por la naturaleza del sistema los muros no necesitan un tratamiento mayor.

Cuadro 131

Comparación de partidas

ALBAÑILERIA CONFINADA			MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA	
Muros y Tabiques	30.62	TonCO ₂ eq	Muros de ductilidad limitada	122.91 TonCO ₂ eq
Losa maciza	0.58	TonCO ₂ eq	Revoques y enlucidos	0.08 TonCO ₂ eq

Fuente Propia

En el cuadro 132 observamos que en el sistema de Albañilería Confinada tiene mayores elementos para la **reutilización y el reciclado**, mientras que en el sistema de

Muros de Ductilidad Limitada sólo los paneles metálicos usados para el encofrado entran en esta categoría. Cabe recalcar que este análisis se realizó para las tecnologías disponibles en la ciudad de Arequipa.

Cuadro 132

Comparación de elementos reutilizables y reciclables

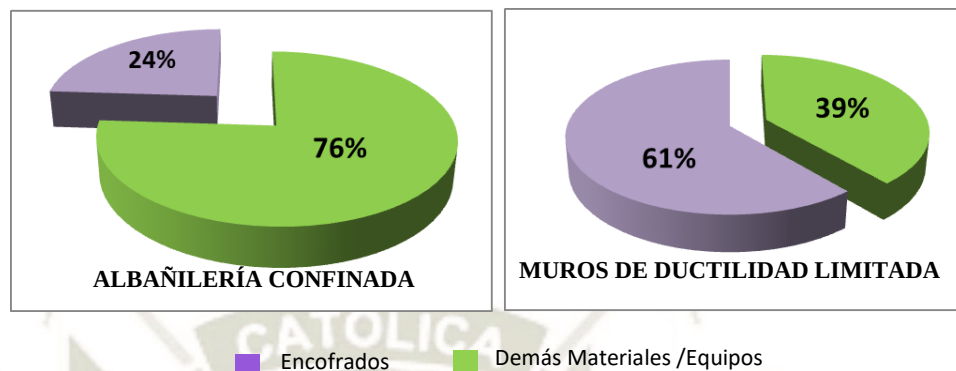
ELEMENTOS REUTILIZABLES	
ALBAÑILERIA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Madera	Paneles metálicos
Acero (clavo y alambres)	
ELEMENTOS RECICLABLES	
ALBAÑILERIA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Concreto simple	Acero de paneles metálicos
Ladrillo	
Madera	

Fuente Propia

Es importante recalcar que para el caso del estudio se asume que todos los materiales se usan por primera vez, incluyendo los materiales usados en las partidas de **ENCOFRADOS** en la grafica 55 se muestra el porcentaje de emisiones que produce los encofrados con respecto al total.

Gráfico 55

Porcentaje de emisiones de CO₂eq de encofrados



Fuente Propia

Luego del análisis sabemos que los materiales usados para la partida de encofrados son REUTILIZABLES, lo que significa que en un siguiente proyecto para el cálculo de Huellas de Carbono se omite las emisiones de esta partida. Para el sistema de Albañilería Confinada se obtiene una reducción del 24% con encofrados reutilizados mientras que para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada la reutilización de los paneles metálicos en proyectos posteriores nos significa una reducción de hasta el 61%. Esto significa que en proyectos posteriores con **encofrados reutilizados** el sistema de Muros de Ductilidad Limitada pasa a ser en estas condiciones el sistema **menos** contaminante.

Cuadro 133

Comparación de emisiones de CO₂eq con encofrado reutilizado

Albañilería Confinada	Muros Ductilidad Limitada
108.79 TonCO ₂ eq	73.78 TonCO ₂ eq

Fuente Propia

10.5.1 Cuadro Comparativo Impacto Ambiental

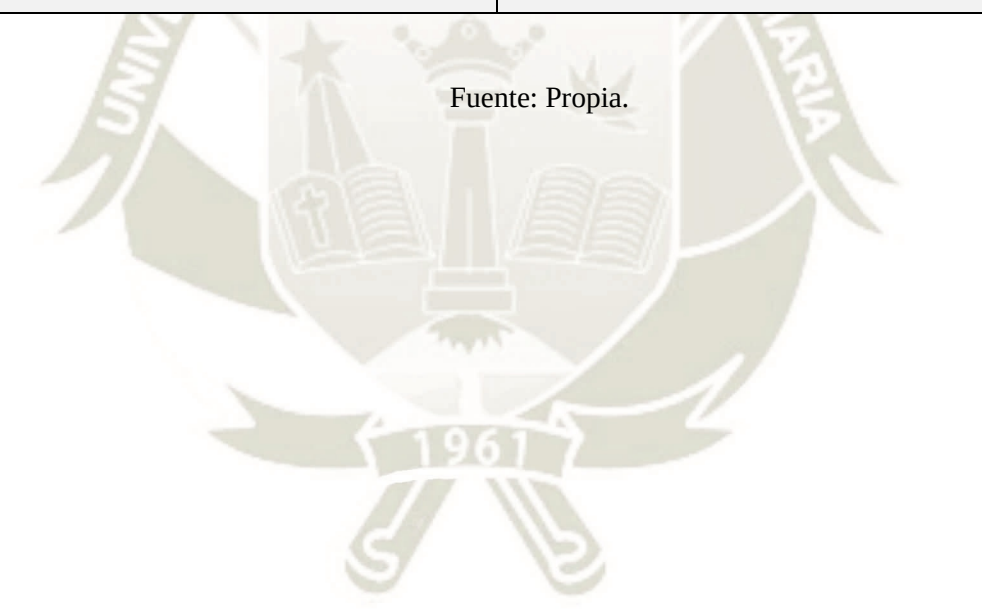
Cuadro 134

Cuadro comparativo Impacto Ambiental entre AC y MDL

		NORMA	ALBAÑILERIA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA	CONCLUSIONES
HUELLA DE CARBONO	Materiales y Equipos	*Norma Peruana de Concreto Armado E.060 *Norma ACI-02 para Aceros *Norma E.070 de Albañilería. *La Norma Técnica Peruana E.010 para Madera. *EPP Ley de Seguridad y Salud en el trabajo. Ley 30222 Reglamento de la ley 29783	*Arena, Cemento, Madera, Acero. *Mezcladora, Vibradora, Winche Eléctrico.	*Arena, Cemento, Acero. *Mezcladora, Vibradora, Winche Eléctrico.	El sistema de Albañilería Confinada tiene un elemento más que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada, el ladrillo, los demás materiales y los equipos son los mismos para ambos sistemas
	Factores de Emisión	*Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (Perú -2012) *Inventario de carbono & energía (ICE)	Los factores son únicos por material		Los factores de emisión fueron obtenidos del inventario nacional; sin embargo, no existen todos los elementos por lo que se ha recurrido a fuentes internacionales.
	Cantidad de Materiales		*Cemento 1,866.51 BOLSAS *Arena 158.08 M3 *Acero 13,676.69 KG *Ladrillo 25983.00 UND *Madera 8,280.07 PIES2	*Cemento 2,330.38 BOLSAS *Arena 144.85 M3 *Acero 11,755.72 KG Estructuras *Acero 2,481.26 UND Paneles	*El sistema de Albañilería Confinada se requiere mayor cantidad de materiales con 564.08 Toneladas mientras que para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada se requiere 439.15 Toneladas. *El sistema de Albañilería Confinada tiene 262.12 horas de funcionamientos de los equipos mientras

			*Equipos Combustible 203.24 HORAS *Equipos Eléctrico 58.89 HORAS	*Equipos Combustible 322.95 HORAS *Equipos Eléctrico 122.23 HORAS	que el sistema Muros de Ductilidad Limitada tiene mayor horas de funcionamiento con 445.18 horas.
	Total de Emisiones	PAS 2050:2011	143.14 Toneladas de CO _{2eq}	189.80 Toneladas de CO _{2eq}	El sistema de Muros de Ductilidad Limitada produce mayores emisiones de CO _{2Eq} , es decir, es más contaminante.
	Elemento más contaminante Materiales & Equipos		Materiales		Está más relacionado a la cantidad usada de material que sus emisiones propias.
	Material más Contaminante		Ladrillo 42.98 Toneladas de CO _{2eq}	Acero de encofrado 116.02 Toneladas de CO _{2eq}	
	Equipo más contaminante		Equipos Combustible 1.00 Toneladas de CO _{2eq}	Equipos Combustible 1.48 Toneladas de CO _{2eq}	Los equipos tienen un porcentaje muy pequeño de emisiones de CO _{2eq} en comparación con el resto de materiales.
	Partida más contaminante		Estructuras		En ambos sistemas la partida de estructuras es la que más contamina debido a que para el trabajo además de los materiales y mano de obra requiere el uso de equipos.
	Partida Estructuras más contaminante		Columnas 64.55 Toneladas de CO _{2eq}	Muros de ductilidad limitada 253.90 Toneladas de CO _{2eq}	El sistema de Muros de Ductilidad Limitada contamina más en partida de estructuras debido a que gran porcentaje del proyecto tiene función estructural.
REDUCCIÓN DE	Materiales Reutilizable	*Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA y fue modificada según el D.S: N° 019-2016	*Madera de Encofrados *Acero (clavos, alambres)	*Paneles Metálicos Encofrados	El sistema de Albañilería Confinada tiene más materiales que pueden ser REUTILIZADOS sin embargo el porcentaje de acero que se puede reciclar es muy bajo ya se daría a pequeña escala

					pues no existe aún la tecnología adecuada para hacerlo a gran escala.
	Materiales Reciclables	*Decreto Supremo n.º 003-2013-VIVIENDA y fue modificada según el D.S: N° 019-2016	*Concreto *Ladrillo *Madera	*Acero de los Paneles Metálicos	El sistema de Albañilería Confinada tiene más materiales que pueden ser RECICLADOS
	Emisiones con Materiales Reutilizados		108.79 TonCO2eq	73.78 TonCO2eq	El sistema de Albañilería Confinada reduce sus emisiones en un 24 % mientras que para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada se reduce en 61% las toneladas de CO2. Es decir con encofrados reutilizados el sistema de MDL es el menos contaminante.



Fuente: Propia.

10.6 Confort Ambiental

Para los análisis y comparaciones de **confort térmico** se ha usado como base la Norma peruana EM110. Confort Térmico y Lumínico con eficiencia energética.

En el Cuadro 135 podemos observar la cantidad y tipo de material que se usa por elemento constructivo, para efectos del cálculo se tomó en cuenta los elementos envolventes de los espacios más no se consideró el mobiliario como un factor determinante en los cálculos medidas.

Cuadro 135

Comparación de materiales por elemento constructivo

ELEMENTOS	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD
Materiales Aislante para Muros	Ladrillo común Mortero Pintura	Concreto armado Pintura
Materiales Aislante para Pisos	Ladrillo común Mortero Concreto armado Pintura.	Concreto armado Pintura Acabado de piso
Materiales Aislante para Techos	Ladrillo común Mortero Concreto armado Pintura	Concreto armado Pintura Acabado de piso

Fuente Propia

En el Cuadro 136 los valores de Conductividad Térmica y Resistencia Térmica fueron calculados para las condiciones del proyecto en estudio y los valores son los mismos tanto para el sistema de Albañilería Confinada como para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

Cuadro 136

Resistencia térmica por material

MATERIAL	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA W/m°C	RESISTENCIA TÉRMICA m ² °C/W
Ladrillo común	0.91	0.132
Ladrillo de techo	0.91	0.165
Mortero	1.13	0.027
Pintura	0.23	0.043
Concreto armado	1.63	0.061

Fuente Propia

Cuadro 137

Valores de transmitancia térmica

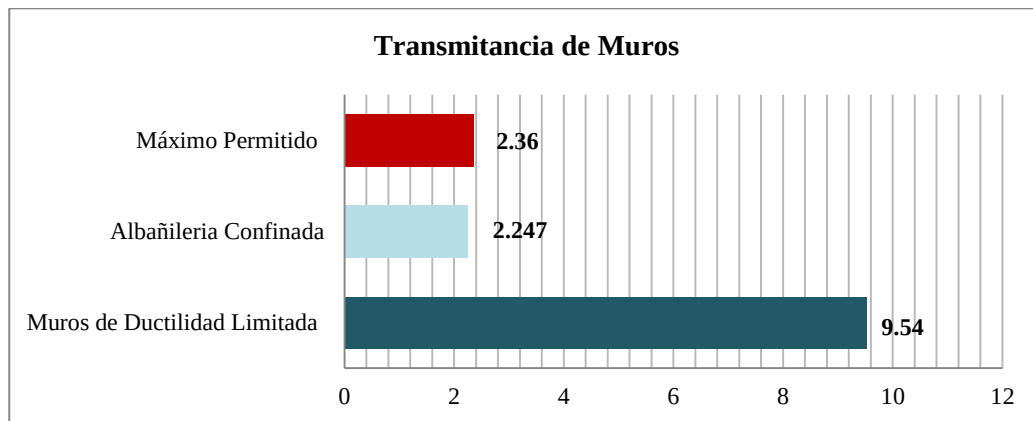
TRANSMITANCIA TÉRMICA TOTAL W/m ² °C			
ELEMENTO	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA	MÁXIMO PERMITIDO
Muros	2.247	9.54	2.36
Pisos	3.37	5.09	2.63
Techos	3.37	5.09	2.21

Fuente Propia

En el grafico 56 podemos observar la transmitancia de los muros. En el caso del sistema de Albañilería Confinada se encuentra dentro del valor máximo permitido; sin embargo, el sistema de Muros de Ductilidad Limitada sobrepasa muy por encima del valor permitido. Se concluye que los muros del Sistema de Muros de Ductilidad Limitada requieren de un aislante térmico.

Gráfico 56

Comparación de transmitancia térmica de muros entre AC y MDL

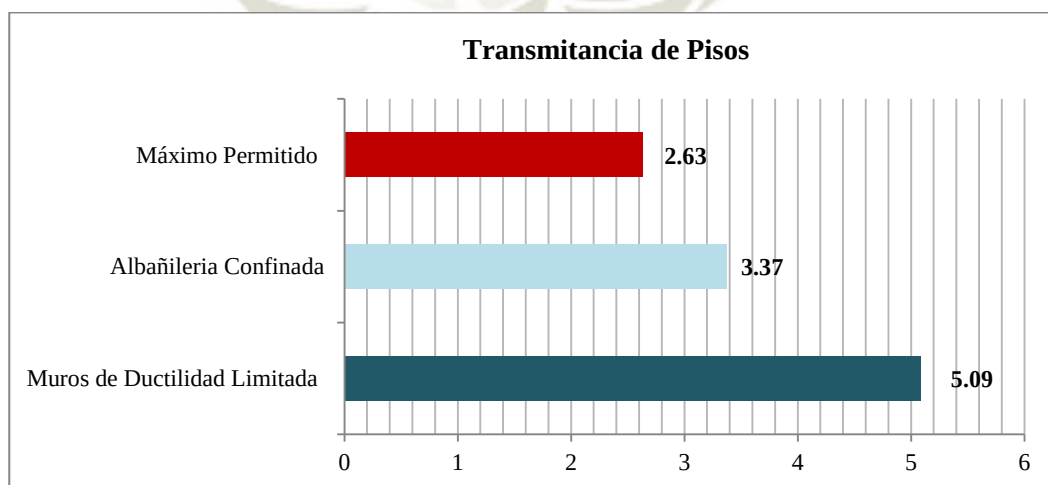


Fuente Propia

En el gráfico 57 se muestra la transmitancia de pisos. En ambos sistemas sobre pasa los valores permitidos, es decir, en ambos sistemas sus elementos requieren de un aislante térmico; sin embargo, en el caso del sistema de Muros de Ductilidad Limitada existe mayor deficiencia.

Gráfico 57

Comparación de transmitancia térmica de pisos entre AC y MDL

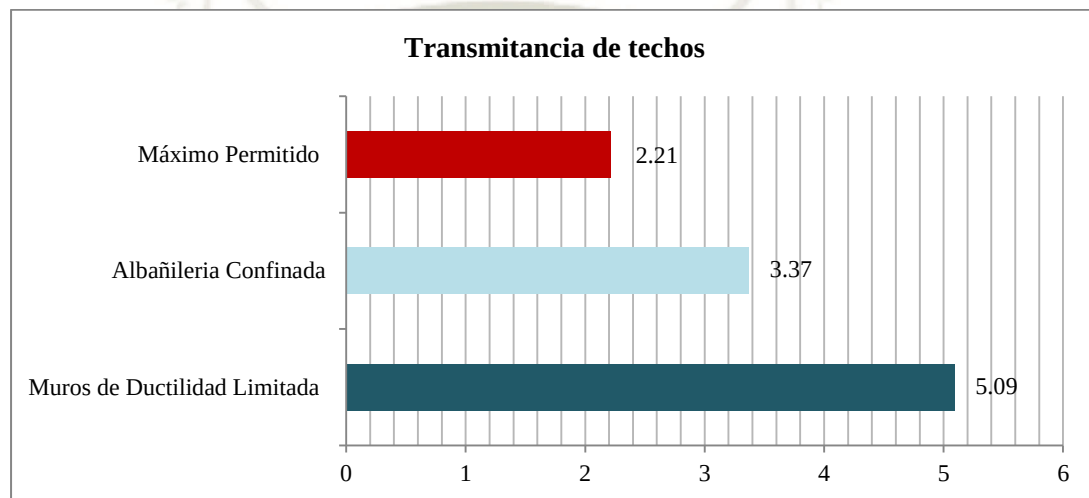


Fuente Propia

En el gráfico 58 se muestra la transmitancia de techos. En ambos sistemas sobre pasa los valores permitidos, es decir, En ambos sistemas sus elementos requieren de un aislante térmico; sin embargo, en el caso del sistema de Muros de Ductilidad Limitada se existe mayor deficiencia.

Gráfico 58

Comparación de transmitancia térmica de techos entre AC y MDL



Fuente Propia

Del cuadro 138 podemos observar que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada no cumple con los máximos permitidos en ninguno de sus elementos, mientras que el sistema de Albañilería Confinada sólo los muros están dentro de los rangos permitidos. Ambos sistemas van a requerir de un tratamiento para para cumplir con el confort térmico necesario.

Cuadro 138

Comparación de cumplimientos

TRANSMITANCIA TÉRMICA TOTAL		
ELEMENTO	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Muros	Cumple	No cumple
Pisos	No cumple	No cumple
Techos	No cumple	No cumple

Fuente Propia

Para los análisis y comparaciones de **confort acústico** se tomaron los sonidos más comunes en los departamentos y se consideró dos tipos de barreras: Muros y Losas.

En el cuadro 139 tenemos los tipos de ruidos y las intensidades usadas para la toma de datos y respectivos cálculos de aislamientos en Muros. Tanto para el sistema de Albañilería Confinada como para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

Cuadro 139

Actividades para muros

ACTIVIDADES DE MEDICIÓN - MUROS		
Ruido Aéreo	Ruido de Impacto	Ruido por Vibración
Aparato electrodoméstico	Objeto que cae al piso	Bajar bomba de inodoro
licuadora (85.2 dB)	(58.8dB)	(64.4dB)
Equipo de sonido (79.5dB)	Golpe en muros	
Conversación de vecinos (55.1dB)	(77.4dB)	
Niños jugando (71.4dB)		
Ladrado de perros (57.6 dB)		

Fuente Propia

En el Cuadro 140 observamos los valores obtenidos de las intensidades disipadas luego de las pruebas realizadas con ruidos aéreos, en ambos sistemas se consideraron las mismas fuentes de sonido, las mismas intensidades de sonido y las mismas distancias de medición.

Cuadro 140

Comparación de medidas de transmisión por ruido aéreo para muros

INTENSIDADES AISLADAS			
ACTIVIDAD	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS-TM	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Licuada	4.8m	27.5 dB	11.6 dB
Equipo de sonido	4.2m	28.5 dB	7.0 dB
Conversación de vecinos	4.6m	10.4 dB	3.1 dB
Niños jugando	3.5m	32.8 dB	2.8 dB
Ladrado de perros	4.6m	21.2 dB	3.3 dB

FS: fuente de sonido

TM: toma de medida

Fuente: Propia

Se concluye que el sistema de Albañilería Confinada tiene mayor aislamiento de **ruidos aéreos** en sus MUROS con respecto al sistema de Muros de Ductilidad Limitada

En la Cuadro 141 observamos los valores obtenidos de las intensidades disipadas luego de las pruebas realizadas con ruidos por impacto, en ambos sistemas se consideraron las mismas fuentes de sonido, las mismas intensidades de sonido y las mismas distancias de medición.

Cuadro 141

Comparación de medidas de transmisión por ruido de impacto para muros

INTENSIDADES AISLADAS			
ACTIVIDAD	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS-TM	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Golpe en Muro	0.5m	9.0 dB	6.8 dB
Objetos que caen al piso	1.0m	3.7 dB	2.9 dB

FS: fuente de sonido

TM: toma de medida

Fuente: Propia

Se concluye que el sistema de Albañilería Confinada tiene mayor aislamiento de **ruidos por impacto** en sus MUROS con respecto al sistema de. Muros de Ductilidad Limitada

En la Cuadro 142 observamos los valores obtenidos de las intensidades disipadas luego de las pruebas realizadas para ruidos por vibración, en ambos sistemas se consideraron las mismas fuentes de sonido, las mismas intensidades de sonido y las mismas distancias de medición.

Cuadro 142

Comparación de medidas de transmisión por ruido de vibración para muros

INTENSIDADES AISLADAS			
ACTIVIDAD	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS-TM	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Bajar la bomba de sanitario	1.3m	28.8 dB	4.3 dB

Fuente: Propia

Se concluye que el sistema de Albañilería Confinada tiene mayor aislamiento de **ruidos por vibración** en sus MUROS con respecto al sistema de Muros de Ductilidad Limitada

En el cuadro 143 tenemos los tipos de ruidos y las intensidades usadas para la toma de datos y respectivos cálculos de aislamientos en Losas. Tanto para el sistema de Albañilería Confinada como para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada.

Cuadro 143

Actividades para losas

ACTIVIDADES DE MEDICIÓN - LOSAS		
Ruido Aéreo	Ruido de Impacto	Ruido por Vibración
Equipo de sonido (80.5dB)	Objeto que cae al piso (77.4dB)	Grifo abierto (73.4dB)
		Bajar la bomba del inodoro (72.8 dB)

Fuente Propia

En la Cuadro 144 observamos los valores obtenidos de las intensidades disipadas luego de las pruebas realizadas para ruidos aéreos, en ambos sistemas se consideraron las mismas fuentes de sonido, las mismas intensidades de sonido y las mismas distancias de medición.

Cuadro 144

Comparación de medidas de transmisión por ruido aéreo para losas

INTENSIDADES AISLADAS			
ACTIVIDAD	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS-TM	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Equipo de sonido	2.00	29.1 dB	24.4 dB

Fuente Propia

Se concluye que el sistema de Albañilería Confinada tiene mayor aislamiento de **ruidos por aéreos** en sus LOSAS con respecto al sistema de. Muros de Ductilidad Limitada

En la Cuadro 145 observamos los valores obtenidos de las intensidades disipadas luego de las pruebas realizadas para ruidos por impacto, en ambos sistemas se consideraron las mismas fuentes de sonido, las mismas intensidades de sonido y las mismas distancias de medición.

Cuadro 145

Comparación de medidas de transmisión por ruido por impacto para las

INTENSIDADES AISLADAS			
ACTIVIDAD	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS-TM	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Objetos que caen al piso	1.00	25.9 dB	11.9 dB

Fuente Propia

Se concluye que el sistema de Albañilería Confinada tiene mayor aislamiento de **ruidos por impacto** en sus LOSAS con respecto al sistema de. Muros de Ductilidad Limitada

En la Cuadro 146 observamos los valores obtenidos de las intensidades disipadas luego de las pruebas realizadas para ruidos por vibración, en ambos sistemas se consideraron las mismas fuentes de sonido, las mismas intensidades de sonido y las mismas distancias de medición.

Cuadro 146

Comparación de medidas de transmisión por ruido por vibración para losas

INTENSIDADES AISLADAS			
ACTIVIDAD	DISTANCIA DE MEDICIÓN FS-TM	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Bajar la bomba del inodoro	0.0m	15.2 dB	14.2 dB
Grifo abierto	0.8m	25.6 dB	18.1 dB

Fuente Propia

Se concluye que el sistema de Albañilería Confinada tiene mayor aislamiento de **ruidos por vibración** en sus LOSAS con respecto al sistema de. Muros de Ductilidad Limitada.

Cuadro 147

Comparación de transmisión de ruido en muros

TRANSMITANCIA TÉRMICA TOTAL MUROS		
RUIDO	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Aéreo	Mayor	Menor
Impacto	Mayor	Menor
Vibración	Mayor	Menor

Fuente Propia

Cuadro 148

Comparación de transmisión de ruido en losas

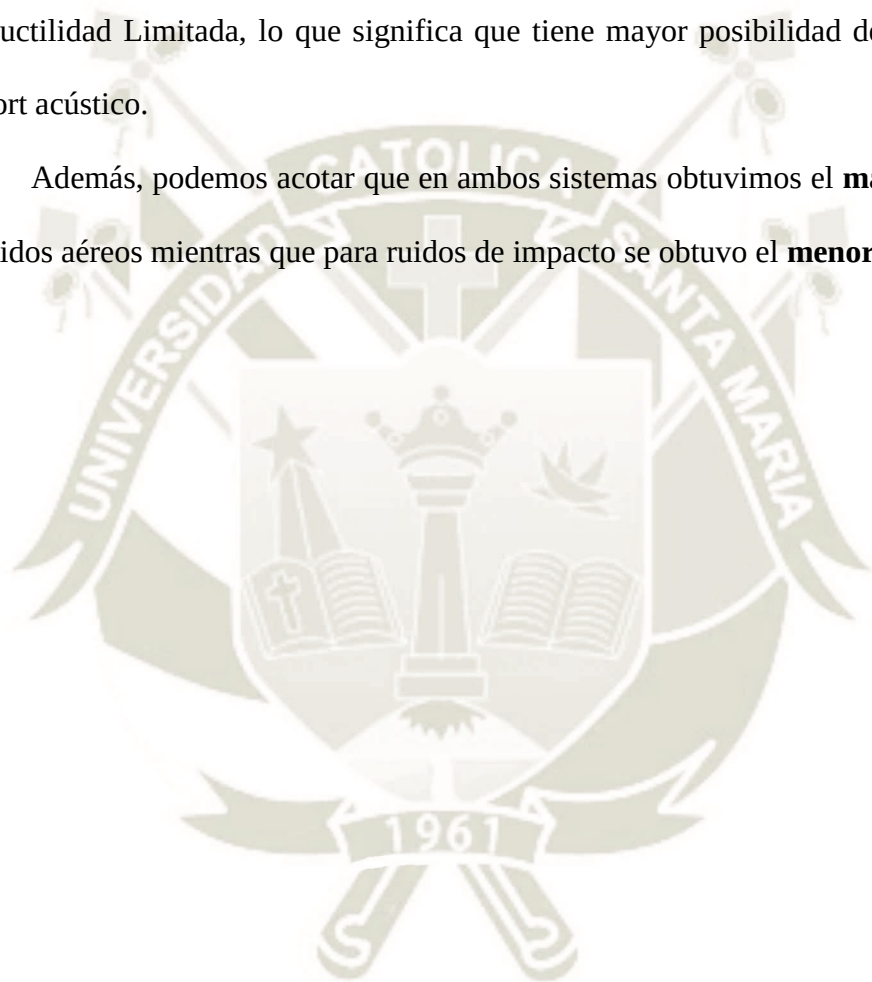
TRANSMITANCIA TÉRMICA TOTAL LOSAS		
RUIDO	ALBAÑILERÍA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA
Aéreo	Mayor	Menor

Impacto	Mayor	Menor
Vibración	Mayor	Menor

Fuente Propia

Del análisis podemos concluir que el sistema de Albañilería tiene **MAYOR** disipación de ruidos tanto en MUROS como en LOSAS con respecto al sistema de Muros de Ductilidad Limitada, lo que significa que tiene mayor posibilidad de cumplir con el confort acústico.

Además, podemos acotar que en ambos sistemas obtuvimos el **mayor** aislamiento en ruidos aéreos mientras que para ruidos de impacto se obtuvo el **menor** aislamiento.



10.6.1 Cuadro Comparativo Confort Ambiental

Cuadro 149

Cuadro comparativo Confort Ambiental entre AC y MDL

CONFORT TÉRMICO	VARIABLE	NORM A	ALBAÑILERIA CONFINADA	MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA	CONCLUSION
	Zona de Confort Térmico	Norma EM 110. Confort Térmico y Lumínico con eficiencia energética	La ciudad de Arequipa se encuentra en la Zona de Confort 3: Calefacción por ganancias internas, donde el aumento de temperatura se da por la actividad de las personas.		
	Elementos Aislantes		Muros, pisos y techos		Se hizo el estudio en los elementos constructivos que envuelven los espacios.
	Materiales Aislantes Muros		Ladrillo común Mortero Pintura	Concreto armado Pintura	Se consideró para el estudio la conductividad térmica y la resistencia térmica para los principales materiales de los elementos constructivos.
	Materiales Aislantes Pisos		Ladrillo común mortero Mortero Concreto armado Pintura	Concreto armado Pintura Acabado de pisos	
	Materiales Aislante Techos		Ladrillo común Mortero Concreto armado Pintura	Concreto armado Pintura Acabado de pisos	
	Transmitancia Térmica de Muros		2.247	9.54	Límite para muros 2.36 Los muros de Albañilería Confinada tienen mayor aislamiento térmico que los muros de Muros Ductilidad Limitada ya que este sobrepasa los límites.
	Transmitancia Térmica de Pisos		3.37	5.09	Límite para Pisos 2.63 Ambos sistemas sobrepasan los límites; sin embargo, los pisos de Albañilería Confinada tienen mayor aislamiento térmico que los pisos de Muros Ductilidad Limitada. Ambos sistemas requieren tratamiento para mejor aislamiento.

	Transmitancia Térmica de Techos		3.37	5.09	Límite para techos 2.21 Ambos sistemas sobrepasan los límites; sin embargo, los techos de Albañilería Confinada tienen mayor aislamiento térmico que los techos de Muros Ductilidad Limitada. Ambos sistemas requieren tratamiento para mejor aislamiento.
CONFORT ACÚSTICO	Aislamiento de Ruido Aéreo MUROS		Licuadaora 27.5dB Equipo de sonido 28.5dB Conversación de vecinos 10.4dB Niños jugando 32.8dB Ladrido de perros 21.2dB	Licuadaora 11.6dB Equipo de sonido 7.0dB Conversación de vecinos 3.1dB Niños jugando 2.8dB Ladrido de perros 3.3dB	Los muros de Albañilería Confinada tienen mayor aislamiento acústico que los muros de Muros Ductilidad Limitada.
	Aislamiento de Ruido Impacto MUROS		Objetos que caen al piso 3.7dB Golpe en muros 9.0dB	Objetos que caen al piso 2.9dB Golpe en muros 6.8dB	
	Aislamiento de Ruido Vibración MUROS		Bajar bomba de inodoro 28.8dB	Bajar bomba de inodoro 4.3 dB	
CONFORT ACUSTICO	Aislamiento de Ruido Aéreo LOSAS		Equipo de sonido 29.1dB	Equipo de sonido 24.4dB	Las losas de Albañilería Confinada tienen mayor aislamiento acústico que las losas de Muros Ductilidad Limitada.
	Aislamiento de Ruido Impacto LOSAS		Objeto que cae al piso 25.9dB	Objeto que cae al piso 11.9dB	
	Aislamiento de Ruido Vibración LOSAS		Grifo abierto 15.2dB Bajar la bomba del inodoro 25.6dB	Grifo abierto 14.2dB Bajar la bomba del inodoro 18.2dB	

Fuente Propia



CAPITULO XI

GUIA DE SELECCIÓN

La guía de selección recopila y procesa todos las características, datos y resultados obtenidos en esta investigación, y ha sido formulada para la persona encargada de tomar las decisiones en las primeras etapas del proyecto, de manera que le sirva como una herramienta que le permita elegir entre el sistema constructivo más pertinente según sus necesidades, requerimientos e intereses propios del proyecto. Se formulan preguntas y conforme sean las respuestas se presentan las mejores alternativas y sus indicaciones respectivas por cada sistema.

11.1 Criterio de Jerarquía de las Líneas de Investigación:

Si bien tenemos 6 líneas de investigación no todas tienen la misma jerarquía al momento de tomar las decisiones por parte de los profesionales encargados del proyecto. Razón por el cual la guía se estructura de manera que los aspectos más importantes y determinantes al momento de tomar decisiones se presentan como las primeras condicionantes así tenemos:

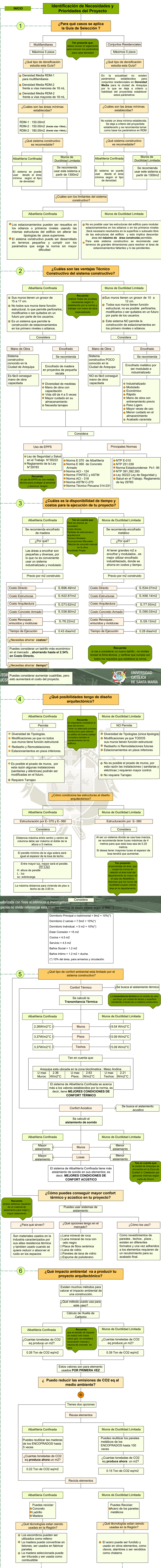
Como primera condicionante las características del lote tales como: dimensiones del terreno, tipo de densidad permitida por zona, los parámetros propios de cada densidad; es decir, conocer las características propias del lugar en el que se va a diseñar.

Como segunda condicionante técnico- constructivo, es importante conocer el funcionamiento de los procesos, los elementos, las características y cuáles son las ventajas y desventajas de ambos sistemas constructivos.

Como tercera condicionante el aspecto económico, las limitantes de presupuesto y tiempo de ejecución propia de cada proyecto de vivienda permitirán optar por la mejor opción.

Como cuarta condicionante el aspecto de diseño arquitectónico, resuelto ya las primeras limitantes, podemos abordar el desafío del diseño que se desea proponer bajo el carácter de cada sistema constructivo.

Como ultimas condicionantes al momento de optar por uno u otro sistema se considera el aspecto de confort ambiental y de impacto ambiental, pues si bien son aspectos importantes que estimar no son determinantes en las decisiones actuales; sin embargo, este trabajo de investigación recomienda que todos los aspectos sean de prioridad en un proyecto sobre todo aspectos relacionados con el confort de los usuarios y los aspectos relacionados con el impacto ambiental que produce la actividad de construcción; pues ya es una problema mundial que en los próximos años podría ir en aumento y debemos todos los implicados en esta actividad plantear acciones y soluciones para la reducción de estos impactos negativos lo cual daría un valor agregado al proyecto.





CAPITULO XII

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Esta investigación tiene como objetivo general realizar un análisis comparativo de los sistemas constructivos de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada para la formulación de una guía de selección del sistema constructivo en la fase de estudios previos de un proyecto de vivienda de densidad media en la ciudad de Arequipa.

A continuación, se discuten los aspectos más relevantes que se han extraído de los resultados obtenidos de este estudio.

El **encofrado metálico** permite acelerar el proceso constructivo y se obtiene un acabado de muro cara vista, reduciendo los gastos económicos y el tiempo de construcción en comparación al **encofrado de madera**, pero esto es posible en edificios repetitivos. Además, el encofrado metálico es de fácil colocación y se puede usar hasta 100 veces, pero tiene un costo alto de adquisición, conforme con lo que mencionan los ingenieros Víctor Arapa Mamani y Fanny Maldonado López en su tesis *Análisis de la eficiencia del empleo de encofrados metálicos y madera en la construcción de edificios de la ciudad del Cusco – 2017*.

De los resultados obtenidos en la investigación, el sistema de Muros de Ductilidad Limitada al ser un sistema industrializado tiene ventajas económicas ante el sistema de Albañilería Confinada, debido a que presenta **menores costos directos** en la ejecución de la obra y en **tiempos menores**, y así también lo sostiene el ingeniero Genner Villareal Castro en una entrevista realizada por el ingeniero Adalberto Vizconde en el año 2015.

El sistema de Muros de Ductilidad Limitada presenta características limitadas, con una sola **tipología de vivienda** con vanos estandarizados, y no cuenta con estacionamientos en los piso inferiores en comparación con el sistema de Albañilería Confinada, que además permite remodelaciones en muros sin función estructural, acorde con lo que sostiene el

arquitecto Siwar Sánchez Palomino en una entrevista realizada en el presente año, bajo su experiencia profesional.

De los resultados obtenidos en la investigación del **impacto ambiental** se concluyó que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada es el sistema constructivo que más toneladas de CO₂ producen cuando se utilizan los elementos por primera vez; es decir produce más contaminación en la ejecución hasta casco gris. A demás la partida más contaminante en ambos casos fueron las estructuras. Tal como lo sostiene María Paz Jara Ruiz en el año 2015 en sus tesis *Comparación de la Huella de Carbono en la Construcción de Edificaciones de Hormigón Armado y Madera Sólida Contra laminada*, la partida con más aporte en cantidad de CO₂ emitido se atribuye a Muros, Pilares y Losas, correspondiendo a un 86% del total de las emisiones producidas, partidas que corresponden a las estructuras del sistema. De igual manera sostiene Alberto Pedreño Manresa en su trabajo de investigación *Desarrollo de una aplicación para el cálculo de la huella de carbono en proyectos de construcción* en al año 2014 el hormigón, el cemento y mortero son los elementos que más huella de carbono producen. Sin embargo, cuando los elementos se reutilizan es el sistema de Albañilería Confinada el que más emisiones de CO₂ produce.

El sistema de Albañilería Confinada tiene mejores condiciones de **confort ambiental** que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada de la investigación se concluyó tanto para el confort térmico como el confort acústico que el sistema de Albañilería Confinada tiene mejores respuestas a las pruebas realizadas; sin embargo, existe diferencia de valores con lo que establece el Ing. Omar Cortés Portillo en su *Análisis térmico de los sistemas constructivos comunes utilizados en techos y muros en vivienda versus la normatividad oficial en el tema, en los diversos bio climas de México*.



13.1 Conclusiones

Habiendo cumplido con el objetivo principal planteado en ésta investigación, es decir: realizar un análisis comparativo de los sistemas constructivos de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada para la formulación de una guía de selección del sistema constructivo en la fase de estudios previos de un proyecto de vivienda de media densidad en la ciudad de Arequipa y según las limitaciones en el ítem 1.6 del Capítulo I se concluye por línea de investigación que:

13.1.1 Técnico Constructivo

Los muros del sistema de Muros de Ductilidad Limitada al ser de concreto armado y sin presencia de ladrillo son más esbeltos que el sistema de Albañilería Confinada. Además, al ser un sistema continuo estructuralmente hace difícil que presente estacionamiento en sus primeros niveles o subterráneos.

El encofrado de madera es eficiente para la construcciones donde se encofre áreas pequeñas y diversas, porque se tiene elementos estructurales de diferentes geometrías.

El encofrado metálico al ser industrializado y modulado permite acelerar el proceso constructivo, logrando una mayor rentabilidad es por eso, que se usa en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada por que tiene grandes áreas a encofrar y el diseño es repetitivo y homogéneo. Reduciendo tiempo de construcción y costos por la rapidez y por su acabado de cara vista.

El sistema de Albañilería Confinada y el de Muros de Ductilidad Limitada presentan un adecuado comportamiento estructural ante la amenaza sísmica, debido a que cumplen con los requisitos de la Norma 0.30 Diseño Sismorresistente del RNE del Perú.

Pero el sistema de Muros de Ductilidad Limitada al ser más rígido y resistente por tener mayores cantidades de concreto armado tiene un mejor comportamiento sísmico.

13.1.2 Económico

El costo directo total en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada es de S/259,116.62 mientras que para Albañilería Confinada es de S/ 337,916.78, es decir el costo directo promedio del m² de construcción hasta casco gris es de S/ 534.07 para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada, y de S/ 696.03 para el de Albañilería Confinada. Entonces, se puede concluir que el costo directo hasta casco gris y el precio por m² construido del sistema de Albañilería Confinada es 23.32 % mayor al sistema de Muros de Ductilidad Limitada. Además, se tiene que el sistema de MDL tiene un ahorro de 76 días.

13.1.3 Urbano Normativo

Pudimos deducir que el cumplimiento de las áreas exigidas por el PMD en su título III Zonificación Residencial de la ciudad de Arequipa son independientes del sistema constructivo a excepción de las áreas para estacionamiento, ya que su solución dependerá del sistema que se elija.

Para el caso del sistema de Albañilería Confinada no existe limitante ni mayores dificultades en la solución de las áreas de estacionamientos ya se permiten el uso de terrenos pequeños y también estacionamientos subterráneos usando las mismas estructuras del edificio para su modulación.

Para el caso del sistema de Muros de Ductilidad Limitada observamos limitantes para su uso sobre todo en terrenos de pequeñas dimensiones, ya que no es posible resolver estacionamientos subterráneos usando las mismas estructuras del edificio, por lo que se plantea una alternativa de estacionamientos subterráneos en áreas libres de cimientos, así

se propone las áreas mínimas recomendadas para usar el Sistema de Muros de Ductilidad Limitada que sería para la densidad media partir de 1300m² considerando su frente mínimo.

13.1.4 Diseño Arquitectónico

El sistema de Muros de Ductilidad Limitada al tener todos sus muros una función estructural no presenta estacionamientos en los primeros niveles y permite una sola tipología, presentando una imagen homogénea y en muchos casos un porcentaje del área libre es ocupado por estacionamientos modificando la imagen de los espacios abiertos.

El sistema de Muros de Ductilidad Limitada requiere mayor control en el diseño y colocación de las instalaciones eléctricas y sanitarias debido a que no se podrá realizar reparaciones o reubicaciones futuras pues no es posible picar los muros. En ambos sistemas es recomendable el uso de ductos para instalaciones porque se centraliza las instalaciones y por mantenimiento.

El sistema de Muros de Ductilidad Limitada permite solo una tipología de vivienda por sus características estructurales. Además, no permite remodelaciones, modificaciones ni refacciones futuras.

Mientras que el sistema de Albañilería Confinada, permite diversidad en las tipologías de los departamentos y permite también la solución de estacionamientos en los primeros niveles o subterráneos usando las mismas estructuras del edificio. Con este sistema también podemos lograr diversidad en las dimensiones de los espacios.

Las dimensiones reducidas de los departamentos y sus espacios están relacionado con el estrato social y al tipo de usuario al que va dirigido el proyecto, además, con la rentabilidad que busca el inversionista, en ambos sistemas constructivos la estructuración

nos permite lograr luces más amplias con el fin de cubrir las necesidades de los usuarios, dependerá de las habilidades del proyectista.

13.1.5 Impacto Ambiental

Es importante recordar que el cálculo se realizó para elementos y materiales usados por primera vez, así obtuvimos que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada tiene más emisiones de CO₂eq con 189.80 Toneladas, mientras que el sistema de Albañilería Confinada emite 143.14 Toneladas de CO₂eq esto debido a la cantidad de acero que se requiere para los paneles metálico del MDL; sin embargo, en proyectos posteriores y con los elementos de los encofrados, que son los únicos elementos que pueden reutilizados en ambos sistemas, las emisiones reducen, así tenemos entonces que con elementos reutilizados el sistema de Muros de Ductilidad Limitada emite 73.78 Ton CO₂eq mientras que el sistema de Albañilería Confinada tiene mayores emisiones con 108.79Ton de CO₂eq.

Los materiales que más emisiones producen son el ladrillo y el cemento esto debido al proceso que requiere para transformar la materia prima, y para ambos sistemas fueron los equipos eléctricos los elementos que menos emisiones produce esto debido a que en la ciudad de Arequipa la principal fuente de energía eléctrica es Hidráulica que posee un factor de emisión muy bajo. A demás, fueron las partidas de estructuras las que mayores emisiones producen en ambos sistemas.

13.1.6 Confort Ambiental

Se calculó el confort térmico y el confort acústico ya que estos dos dependen del sistema constructivo. En el confort térmico se obtuvo que:

Para el caso del sistema de Albañilería Confinada la transmitancia térmica obtenidas fueron para muros $2.247 \text{ W/m}^2\text{°C}$, para pisos y techos de $3.37 \text{ W/m}^2\text{°C}$, los muros se encuentran dentro del valor máximo permitido; sin embargo los pisos y techos sobrepasan los límites establecidos.

Para el caso del sistema de Muros de Ductilidad Limitada la transmitancia térmica obtenidas fueron para muros $9.54 \text{ W/m}^2\text{°C}$, para pisos y techos de $5.09 \text{ W/m}^2\text{°C}$, todos los elementos exceden los límites establecidos pero es el muro el elemento que excede en gran medida los límites establecidos. Podemos concluir que el sistema de Albañilería Confinada tiene mejores cualidades para lograr un confort térmico.

Para el confort acústico se obtuvo para el caso del sistema de Albañilería Confinada mayores aislamientos acústicos en comparación con el sistema de muros de Ductilidad Limitada para los elementos analizados: muros y losas, tanto para ruidos aéreos, por impacto y por vibración. . Podemos concluir que el sistema de Albañilería Confinada tiene mejores cualidades para lograr un confort acústico.

Luego de haber realizado todo el estudio hemos llegado a la **conclusión general**, de la gran importancia que tiene estudiar detenidamente cada aspecto de los sistemas constructivos, y del impacto que tiene en el futuro de un proyecto de vivienda tomar las mejores decisiones, pues estas condicionarán el éxito de un proyecto tanto para el inversionista, como para los proyectistas, pero también la importancia de entender y manejar la información como profesionales de estos sistemas, que tendrán un impacto sobre las personas para las que diseñamos.

Es importante no relegar información que va conectada a aspectos de diseño, pues no es posible un diseño adecuado cuando desconocemos de las herramientas para materializarlo.

Si bien no todos los aspectos que involucran un sistema constructivo son de igual importancia al momento de tomar decisiones, contar con la información procesada y estructurada a la mano será un plus al momento de diseñar, además conocer que ocurre en diferentes campos nos permitirá como profesionales aportar en la búsqueda de la reducción de los impactos negativos y en potenciar los aspectos positivos de los sistemas constructivos que usamos actualmente.

13.2 Recomendaciones

- En el aspecto técnico constructivo, es necesario conocer las características, elementos y las normas que rigen estos sistemas. Además, se recomienda para el sistema de Muros de Ductilidad Limitada por tener grandes áreas a encofrar el uso del encofrado metálico por ser modulado e industrializado y para acelerar el proceso constructivo, para el sistema de Albañilería Confinada el uso de encofrado de madera, por tener pequeñas y diversas áreas a encofrar.
- En el aspecto económico, si se necesita un ahorro en costos y tiempo de ejecución, se recomendaría el uso del sistema de Muros de Ductilidad Limitada, teniendo un precio de costo directo por m² construido hasta casco gris de S/ 696.49, un ahorro económico de 23.32%, considerando que los elementos del encofrado metálico son propios. Si el proyecto a desarrollar será de gran escala este sistema sería el óptimo por su rapidez de construcción y se justificaría el precio de compra o alquiler del encofrado metálico.

- En el aspecto urbano normativo el sistema de Albañilería Confinada va a permitir con más facilidad resolver el requerimiento de áreas de estacionamientos, como una solución propuesta en sótanos mientras que el sistema de Muros de Ductilidad Limitada si bien con un diseño mejor pensado se puede solucionar estacionamientos subterráneos, va a representar un desafío mayor.
- En el aspecto de diseño arquitectónico el sistema de Albañilería Confinada permitirá mayor diversidad en tipologías, además, modular estacionamientos en los primeros niveles y/o subterráneos usando las mismas estructuras del edificio, es decir el sistema tiene mayores flexibilidades en el diseño.
- En el aspecto de impacto ambiental debemos considerar que si usamos los elementos por primera vez el sistema constructivo de Muros de Ductilidad Limitada tendrá **mayor** emisiones de CO₂eq (189.80 toneladas) que el sistema de Albañilería Confinada; sin embargo, en futuros proyectos , que luego del estudio sabemos que los elementos usados en el encontrados pueden ser reutilizados, las emisiones de Muros de Ductilidad Limitada disminuyen considerablemente pasando este a ser el sistema con **menos** emisiones (73.78 toneladas) produce con respecto a Albañilería Confinada. De manera que si deseamos disminuir las emisiones de CO₂ eq al medio ambiente se recomienda, si usamos los elementos de encofrados por primera vez usar Albañilería Confinada, si usamos elementos de encofrados reutilizados usar el sistema de Muros de Ductilidad Limitada. Es importante recalcar que, por los problemas actuales que estamos viviendo considerar los aspectos de impacto ambiental es una prioridad en cualquier proyecto de construcción, pues conocer el impacto ambiental que estas actividades producen

permitirán tomar acciones responsables y consientes para su reducción lo que agregaría un valor importante a cualquier proyecto arquitectónico.

- En el aspecto de Confort Ambiental, se recomienda usar el sistema de Albañilería Confinada pues por las características de sus envolventes (muros, piso y techos) se acerca más a los valores que exige la norma para cumplir con el confort de los usuarios; sin embargo, también se recomienda el uso de aislantes térmicos y acústicos que funcionan par ambos sistemas constructivos para conseguir mayor y mejores condiciones de confort. Es importante recalcar que considerar los aspectos de confort ambiental es de prioridad para un proyecto de vivienda, debido que esto mejorará el habitar de los usuarios, de esta manera se evitará que los departamentos sean revendidos o alquilados provocando la devaluación del proyecto, generando pérdidas económicas en los usuarios o en la empresa inmobiliaria.

De forma general, se recomienda a las entidades públicas y organismos comprometidos con el desarrollo urbano de nuestra ciudad, a plantear políticas que generen vivienda colectiva tanto del sistema de Muros de Ductilidad Limitada como el de Albañilería Confinada, para así disminuir el déficit de vivienda en el país y de igual manera promover un desarrollo urbano sostenible para la ciudad de Arequipa. También asumir un compromiso con la actividad de la construcción para conocer mejor los impactos que se produce que esta actividad y mitigar los impactos negativos.

Se recomienda a entidades públicas, colegio de arquitectos, colegio de ingenieros, revistas de construcción del medio, promover la divulgación de la presente guía a los arquitectos e ingenieros del Perú, a fin de conocer los aspectos que permitan justificar la selección del sistema más pertinente en condiciones propias entre los sistemas

constructivos de Albañilería Confinada y Muros de Ductilidad Limitada en la fase de estudios previos.

Es importante conocer a profundidad, que implica cada sistema y cuáles son sus características propias, así tomar mejores decisiones en la ejecución de los proyectos que se concreten en la satisfacción tanto de las personas que buscan mayor rentabilidad para sus inversiones como para las personas a las cuales están destinadas estas viviendas.

Es necesario realizar más estudios de este tipo para distintos materiales y tipos de construcción, para la construcción de edificaciones que buscan no sólo durabilidad o resistencia, sino también edificios cuya construcción no represente un fuerte impacto negativo para el medio ambiente. Es necesario tomar conciencia respecto a la importancia que posee el impacto ambiental producido en cualquier tipo de edificación. De esta manera, se abrirá la puerta a nuevas tecnologías sustentables que permitan edificaciones con menores emisiones de CO₂, logrando así contribuir en la disminución del efecto invernadero.

Referencias Bibliográficas

- Aceros Arequipa. (2010). *Manual del Maestro Constructor* [Archivo PDF].
<https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-del-maestro-constructor.pdf>
- Aceros Arequipa. (s.f.-a). *Catálogo de productos y servicios* [Archivo PDF].
<https://www.acerosarequipa.com/sites/default/files/catalogo/2020-02/Catalogoproductosacerosarequipa.pdf?fv=kn1R6n0g>
- Aceros Arequipa. (s.f.-b). *Fierro Corrugado ASTM A615-Grado 60/ NTP 341.031-Grado 60* [Archivo PDF].
<https://construproductos.com/archivos/Fierro%20Corrugado%20ASTM%20A615-GRADO%2060.pdf>
- Aceros Arequipa. (s.f.-c). *Manual de Construcción para Maestros de Obra* [Archivo PDF].
<https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-de-construccion-para-maestros-de-obra.pdf>
- Aceros Arequipa. (s.f.-d). *Nuestras Plantas*. Aceros Arequipa. Recuperado de
<https://www.acerosarequipa.com/procesos-de-produccion>
- Aceros Arequipa. (s.f.-e). *Utilizando el Winche con Seguridad. Aprende en línea Construcción de Viviendas*, Edición n° 27. Recuperado de
https://www.acerosarequipa.com/construccion-de-viviendas/boletin-construyendo/edicion_27/siempre-seguros-utilizando-el-winche-con-seguridad.html
- Aislamiento Acústico. (s.f.). *Aislamiento Acústico*. Aislamiento Acústico. Recuperado de
<http://www.ehu.eus/acustica/espanol/ruido/aiaces/aiaces.html>

- Aisla Perú. (2020). *Catálogo de aislamientos para la industria y la edificación* [Archivo PDF]. <https://aislaperu.com/Brochure/CATALOGO-AISLA-PERU.pdf>
- American Society for Testing and Materials A82 [ASTM A82]. Especificaciones standard para el alambre liso utilizado como refuerzo en el concreto. 16 de agosto de 2017 (Estados Unidos).
- American Society for Testing and Materials A496 [ASTM A496]. Especificaciones standard para el alambre corrugado utilizado como refuerzo en el concreto. 14 de noviembre de 2013 (Estados Unidos).
- Arapa Mamani, V.N. y Maldonado López, F. (2019). *Análisis de la eficiencia del empleo de encofrados metálicos y madera en la construcción de edificios de la ciudad del Cusco – 2017* [Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/3751/253T20190091_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arcus Global. (29 de noviembre de 2019). *Materiales más fáciles de reciclar en la construcción*. Arcus Global. Recuperado de <https://www.arcus-global.com/wp/materiales-mas-faciles-de-reciclar-en-la-construccion/>
- Arquitectura & Energía. (2015). *La transmisión del calor en edificios*. Arquitectura & Energía. Recuperado de <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/la-transmision-del-calor/>
- Ávila, B. (8 de junio de 2016). *Sistemas Constructivos*. Tecnología de la Construcción. Recuperado de <https://sites.google.com/site/bi2tdlc1arq5/sistemas-constructivos>

- Banco Mundial BIRF- AIF. (2014). *Emisiones de CO₂ originadas por la industria de la manufactura y la construcción (% de total de quema de combustibles)*. Banco Mundial BIRF- AIF. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.CO2.MANF.ZS>
- BBC New Mundo. (26 de agosto de 2016). *El revolucionario bio-concreto, el material que se repara a sí mismo*. BBC New Mundo. Recuperado de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37199563>
- Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). (2003). *Costos y presupuestos en edificación* [Archivo PDF]. https://civilyedaro.files.wordpress.com/2014/08/costos_y_presupuestos_en_edificacion_-_capeco_r.pdf
- Citemadera. (2008). *Compendio de información técnica de 32 Especies Forestales- tomoi* [Archivo PDF]. <https://docplayer.es/25870486-32-especies-forestales-tomo-i.html>
- Citemadera. (2008). *Compendio de información técnica de 32 Especies Forestales- tomoii* [Archivo PDF]. <http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/125.pdf>
- Concremax. (2019). *CONCRETips: Albañilería Confinada*. Concremax. Recuperado de <https://www.concremax.com.pe/concretips/albanileria-confinada/>
- Construmática. (s.f.). *Estación total*. Construmática Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción. Recuperado de https://www.construmatica.com/construpedia/Estaci%C3%B3n_Total
- Cordis. (16 de septiembre de 2013). *New old bricks' for the construction industry*. European commission - CORDIS EU research results. Recuperado de

<https://cordis.europa.eu/article/id/36066-new-old-bricks-for-the-construction-industry>

Cortés Portillo, O. (2008). *Análisis térmico de los sistemas constructivos comunes utilizados en techos y muros en vivienda versus la normatividad oficial en el tema, en los diversos bioclimas de México* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/2376/1/cortesportillo.pdf>

Corzo Remigio, S.A. (2016). *Análisis de ciclo de vida de una vivienda unifamiliar en Huancayo* [Tesis pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú].
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7402>

CurioSfera. (s.f.). *Cómo se obtiene la madera*. CurioSfera. Recuperado de <https://curiosfera-ciencia.com/que-es-la-madera/#:~:text=La%20madera%20se%20obtiene%20de,de%20una%20serie%20de%20operaciones.&text=Se%20trata%20de%20arrancar%20s%C3%B3lo,casi%20intacto%20el%20patrimonio%20forestal>

Cutecma. (2017). *La huella de CO2 de los materiales de construcción*. Cubiertas técnicas de madera 2010-2020. Recuperado de <https://cutecma.es/wordpress/la-huella-de-co2-de-los-materiales-de-construccion/>

Decreto Supremo N° 003-2013 [Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento]. Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición. 8 de febrero de 2013.

- Delgado Ehni, R. J. y Peña Rodríguez -Larraín, C. (2016). *Edificios peruanos con muros de concreto de ductilidad limitada* [Tesis pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/169>
- Dossier. (s.f.). *¿Cuáles son los materiales más fáciles de reciclar*. Dossier. Recuperado de <https://dossierdearquitectura.com/post/cuales-son-los-materiales-mas-faciles-de-reciclar-5d8ccaee552a9>
- EADIC (2013). *Arquitectura Bioclimática* [Archivo PDF].
<http://eadic.com/wp-content/uploads/2013/09/Tema-3-Confort-Ambiental.pdf>
- EcuRed. (2007). *Transferencia de calor*. EcuRed. Recuperado de https://www.ecured.cu/Transferencia_de_calor
- EPA Cartagena. (2015). *Factores de Emisión*. Observatorio Ambiental de Cartagena de Indias. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/gestion-ambiental/seguimiento-y-monitoreo/protocolo-monitoreo-calidad-del-aire-en-la-ciudad-de-cartagena/factores-de-emision/>
- Herrera Chávez, M. S. (2007). *Asegurando el valor en proyectos de Construcción: Una guía estratégica para la Clasificación, evaluación y selección de Sistemas de un proyecto de construcción* [Tesis pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6205>
- IMPLA. (s.f.). *Reglamentación PDM Arequipa* [Archivo PDF].
<https://www.muniarequipa.gob.pe/descargas/transparencia/pdm/memoria/MEMORIA%20PLAN%202016-2025%20CAPITULO%204.pdf>
- INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas* [Archivo PDF].

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf

INEI. (2017). *Encuesta Nacional de Programas Presupuestales* [Archivo PDF].
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1520/libro.pdf

Jara Ruiz, M. P. (2015). *Comparación de la Huella de Carbono en la Construcción de Edificaciones de Hormigón Armado y Madera Sólida Contra laminada* [Tesis pregrado, Universidad del Bio-Bio].
<http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/658>

Kahhat, R., Crittenden, J., Sharif, F., Fonseca, E., Li, K., Sawhney, A., y Zhang, P. (2009). *Environmental impacts over the Life Cycle of Residential Buildings Using Different Exterior Wall Systems*.

Keoleian, G., Blanchard, S., y Peppe, P. (2000). *Life-cycle energy, costs and strategies for improving a single-family house*.

Llanque Chana, J. (2000). *Arquitectura Bioclimática*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

Línea Verde Smart City. (s.f.). *Guías de buenas prácticas sobre medio ambiente Cambio climático*. Línea verde Ceuta. Recuperado de
<http://www.lineaverdeceutatrace.com/lv/guias-buenas-practicas-ambientales/cambio-climatico/que-es-el-efecto-invernadero.asp#>

Ministerio del Ambiente de Chile. (s.f.). *Huella de Carbono*. Ministerio del Ambiente.
Recurado de <https://mma.gob.cl/cambio-climatico/cc-02-7-huella-de-carbono/>

- Ministerio del Ambiente del Perú. (2012). *Inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) 2012* [Archivo PDF]. <https://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/2012.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2015a). *Inventario nacional de gases de efecto invernadero*. Ministerio del Ambiente del Perú Infocarbono. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/esda/6-1-1-emisiones-de-contaminantes-atmosfericos/>
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2015b). *Compromiso Perú climático-Huella de Carbono* [Archivo PDF]. <http://www.minam.gob.pe/semanaclimatica/wp-content/uploads/sites/104/2015/06/1La-Huella-de-Carbono-y-Neutralizaci%C3%B3n-como-instrumentos-de-sostenibilidad.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Perú. (s.f.). *Acuerdo Internacional N° S/N.- Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Ministerio del Ambiente del Perú y SINIA. Recurado de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/protocolo-kyoto-convencion-marco-las-naciones-unidas-cambio-climatico>
- Ministerio del Ambiente del Perú y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (s.f.). *Guía informativa Manejo de residuos de construcción y demolición en obras menores* [Archivo PDF]. <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/MANEJO-DE-RESIDUOS-DE-CONSTRUCCI%C3%93N-21-x-15-ok-2.pdf>
- Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2017). *Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, su reglamento y modificatorias* [Archivo PDF].

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/349382/LEY_DE_SEGURIDAD_Y_SALUD_EN_EL_TRABAJO.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). *Norma Técnica A.010 Condiciones generales de diseño* [Archivo PDF]. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/01_A/RNE2009_A_010.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). *Norma Técnica A.020 Vivienda* [Archivo PDF]. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/01_A/RNE2006_A_020.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). *Norma Técnica E.010 Madera* [Archivo PDF]. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_010.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente* [Archivo PDF]. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E030_RM-355-2018-VIVIENDA_Peruano.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2014). *Norma EM.110 Confort Térmico y Lumínico con eficiencia energética* [Archivo PDF]. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/04_EM/DS006-2014_EM.110.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma Técnica E.060*
Concreto Armado [Archivo PDF].

[https://cdn-
web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_0
60.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Norma Técnica E.070*
Albañilería [Archivo PDF]. [https://cdn-
web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_0
70.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2006_E_070.pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma Técnica G.050*
Seguridad durante la construcción [Archivo PDF].
https://drive.google.com/file/d/1cIb8Sxwl4_H7uVIruiyCG-rDswO1_nJa/view

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (s.f.). *Reglamento Nacional de*
Construcciones (RNC) [Archivo PDF].
[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/reglamento_nacional/TITULO%20III
%20REQUISITOS%20ARQUITECTONICOS%20Y%20DE%20OCUPACION.
pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/reglamento_nacional/TITULO%20III%20REQUISITOS%20ARQUITECTONICOS%20Y%20DE%20OCUPACION.pdf)

Norma Técnica Peruana 251.039. Tableros de madera contrachapada- dimensiones.
INDECOPI 251.039. 2010

Ordenanza Municipal N° 269 de 2004. [Municipalidad Provincial de Arequipa]. Norma
sobre ruidos molestos y nocivos. 5 de julio de 2004

Oribe Alva, Y. (2014). *Análisis de costos y eficiencia del empleo de encofrados metálicos*
y convencionales en la construcción de edificios en la ciudad de Lima [Tesis

pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].

http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/628/1/ORIBE_YOSEP_ENCOFRADOS_MET%C3%81LICOS_CONSTRUCCI%C3%93N.pdf

Osinerghmin. (2017). *Tecnologías de rer y nuevas tendencias energéticas características técnicas y económicas* [Archivo PDF].

https://www.osinerghmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinerghmin-Energia-Renovable-Peru-10anos.pdf

Pastor, R. (s.f.). *Cálculo de la transmitancia térmica de un muro de fachada* [Archivo PDF].

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/103422/Pastor%20-%20C%C3%81LCULO%20DE%20LA%20TRANSMITANCIA%20T%C3%89RMICA%20DE%20UN%20MURO%20DE%20FACHADA.pdf?sequence=1>

Pedreño Manresa, A. (2014). *Desarrollo de una aplicación para el cálculo de la huella de carbono en proyectos de construcción* [Tesis de maestría, Universidad politécnica de Cartagena].

<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4526/tfm446.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PRODAC. (s.f.). *Malla electrosoldada*. Prodac. Recuperado de <https://prodac.bekaert.com/es-MX/infraestructura/refuerzo-de-concreto/malla-electrosoldada>

RPP noticias (2013, 4 de noviembre). Arequipa es la segunda ciudad más contaminada del país. *RPP noticias*. <https://rpp.pe/peru/actualidad/arequipa-es-la-segunda-ciudad-mas-contaminada-del-pais-noticia->

644937#:~:text=Por%20la%20ciudad%20de%20Arequipa,segunda%20m%C3%A1s%20contaminada%20del%20pa%C3%ADs.

Sencico (2016). *Uso de madera para encofrados para la construcción en el Perú*.

Sencico. Recuperado de

https://issuu.com/catalogosencico/docs/libro_sencico_madera_encofrado_1

Significados. (2019). *Significado de Acústica*. Recuperado de

<https://www.significados.com/acustica/>

University of Bath. Sustainable Energy Research Team (s.f.). *Inventory of Carbon and*

Energy (ICE). University of Bath. Sustainable Energy Research Team. Recuperado

de <https://www.bath.ac.uk/teams/sustainable-energy-research-team/>

Victoria, F. (s.f.). *Huella de Carbono: Protocolo de Gases de Efecto Invernadero*. Geo

innova. Recuperado de:

<https://geoinnova.org/blog-territorio/protocolo-de-gases-de-efecto-invernadero/>

Vizconde, A. (8 de julio de 2015). *Muros de ductilidad limitada - Entrevista al Dr. Genner*

Villareal. Adalberto Vizconde Castro. Recuperado de:

<http://edificacionesdecalidad.com/muros-ductilidad-peru>

Zavaleta Chumbiauca, L. A. (2009). *Análisis y diseño estructural comparativo entre el*

sistema de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada de una vivienda

multifamiliar en la ciudad de Trujillo [Tesis pregrado, Universidad privada Antenor

Orrego]. <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2009/09/Z->

[TESIS-MDL-vs-AC.pdf](#)

ANEXOS

Anexo N° 1: Fotografías

Fotografía 1



Seguridad y Salud ante Covid-19
Fuente: Propia

Fotografía 2



Seguridad y Salud ante Covid-19
Fuente: Propia

Fotografía 3



Comedor del personal para prevenir Covid-19
Fuente: Propia

Fotografía 4



Prevención Covid-19
Fuente: Propia

Fotografía 5



Ingreso a Obra, prevención Covid-19
Fuente: Propia

Fotografía 6



Instalación Eléctrica
Fuente: Propia

Fotografía 7



Tarrajeo de Muro
Fuente: Propia

Fotografía 8



Tarrajeo de Muro
Fuente: Propia

Fotografía 9



Losa Aligerada
Fuente: Propia

Fotografía 10



Losa Aligerada
Fuente: Propia

Fotografía 11



Tarrajeo de Losa Aligerada
Fuente: Propia

Fotografía 12



Muros de Albañilería Confinada
Fuente: Propia

Fotografía 13



Pintado de Muro
Fuente: Propia

Fotografía 14



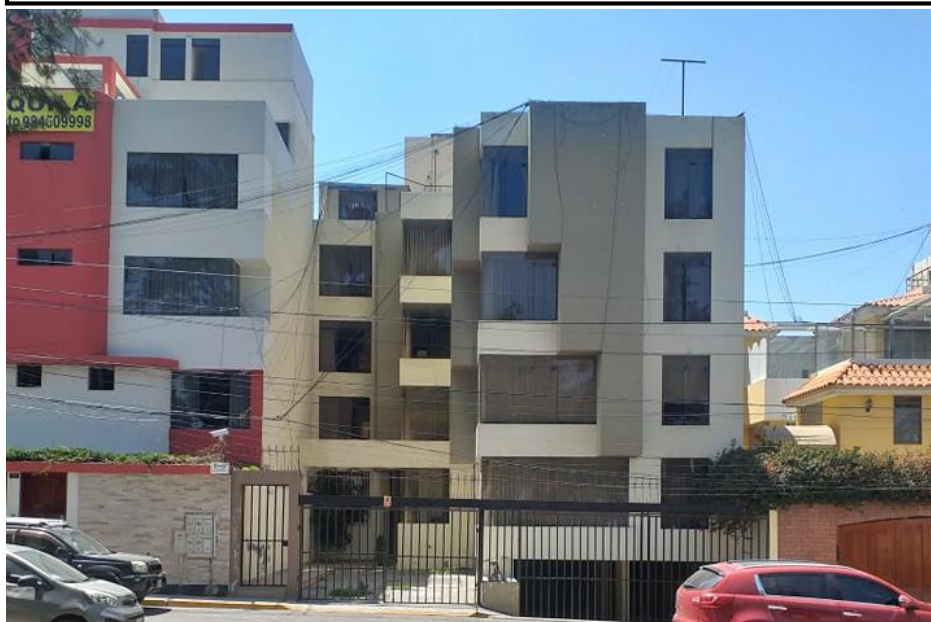
Vaciado de Vigas
Fuente: Propia

Fotografía 15



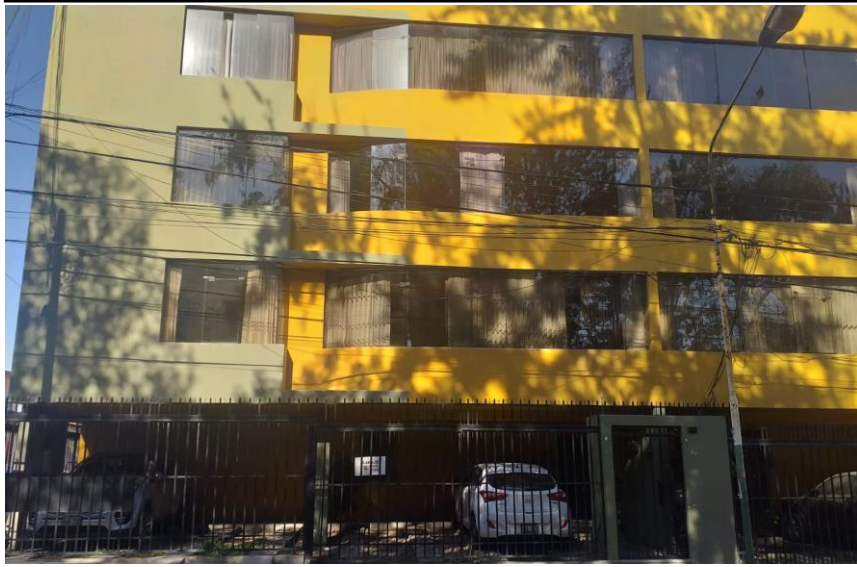
Fachada de Albañilería Confinada
Fuente: Propia

Fotografía 16:



Diversidad de Imagen en el sistema de Albañilería Confinada
Fuente: Propia

Fotografía 17:



Estacionamiento primer nivel
Fuente: Propia

Fotografía 18:



Dimisiones de espacios dentro de la vivienda, relación
con economía del usuario
Fuente: Propia

Fotografía 19:



Dimisiones de espacios dentro de la vivienda, relación
con economía del usuario
Fuente: Propia

Fotografía 20



Armado de Platea de Cimentación
Fuente: Propia

Fotografía 21



Armado de Platea de Cimentación
Fuente: Propia

Fotografía 22



Armado de Platea de Cimentación

Fuente: Propia

Fotografía 23



Platea de Cimentación y malla electro soldada

Fuente: Propia

Fotografía 24



Armado de Muros de Ductilidad Limitada

Fuente: Propia

Fotografía 25



Encofrado de Muros de Ductilidad Limitada

Fuente: Propia

Fotografía 26



Encofrado de Muros de Ductilidad Limitada

Fuente: Propia

Fotografía 27



Encofrado de Muros de Ductilidad Limitada

Fuente: Propia

Fotografía 28



Losa Maciza Fuente:
Propia

Fotografía 29



Acabado Cara Vista
Fuente: Propia

Fotografía 30



Acabado Cara Vista
Fuente: Propia

Fotografía 31



Fachada Principal-Muros de Ductilidad
Limitada Fuente: Propia

Fotografía 32



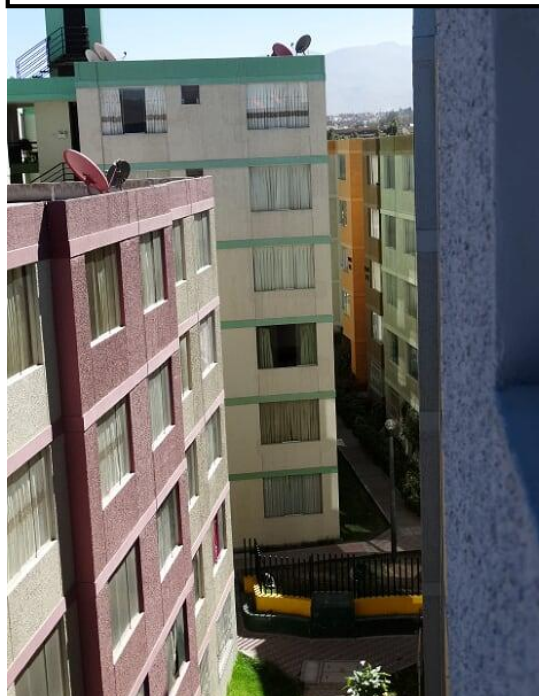
Fachada Lateral
Fuente: Propia

Fotografía 33



Perspectiva Fachada Principal
Fuente: Propia

Fotografía 34



Fachada Conjunto Habitacional
Huaranguillo Repetitiva
Fuente: Propia

Fotografía 35



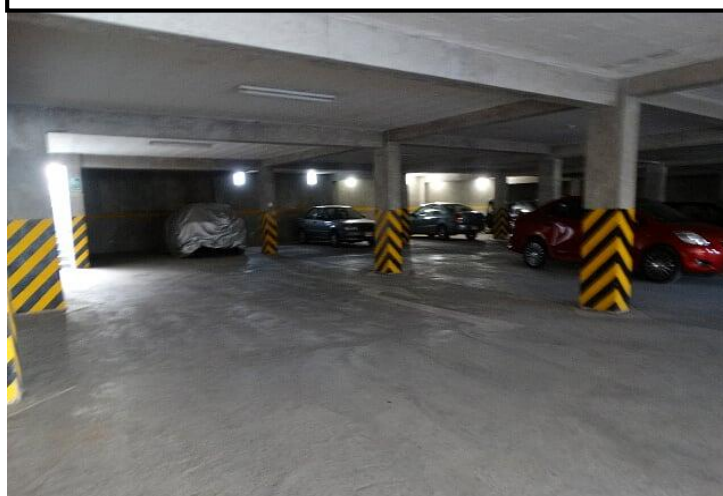
Fachada Conjunto Habitacional Huaranguillo Repetitiva
Fuente: Propia

Fotografía 36



Estacionamiento en área libre- Huaranguillo
Fuente: Propia

Fotografía 37



Estacionamiento Sótano- Huaranguillo
Fuente: Propia

Fotografía 38



Bloque para Estacionamiento – Valle Blanco
Fuente: Propia

Fotografía 39



Ultimo nivel del bloque Estacionamientos– Valle Blanco
Fuente: Propia

Fotografía 40



Fachada Conjunto Habitacional Valle Blanco
Fuente: Propia

Fotografía 41



Valle Blanco, presencia de vehículos en la calle.

Fuente: Propia

Fotografía 42



Valle Blanco, presencia de vehículos en la calle.

Fuente: Propia

Fotografía 43



Dimisiones mínimas de habitabilidad , sin experiencia arquitectónica- Huaranguillo
Fuente: Propia

Fotografía 44



Dimisiones mínimas de habitabilidad , sin experiencia arquitectónica- Huaranguillo
Fuente: Propia

Fotografía 45



Dimisiones mínimas de habitabilidad dentro de la vivienda, relación con economía del usuario-Huaranguillo
Fuente: Propia

Fotografía 46



Dimisiones mínimas de habitabilidad dentro de la vivienda, relación con economía del usuario
Huaranguillo
Fuente: Propia

Anexo N° 2 : Entrevista

Arquitecto: Siwar Sánchez

CAP N°: 9347

Fecha: 10 de agosto de 2020

- **¿Cuál es la apreciación que usted tiene de las instalaciones (eléctricas y sanitarias) en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada**

Comúnmente van empotradas dentro de un muro que tiene poco espesor por su naturaleza estructural.

- **¿Cuál considera que son las ventajas de las instalaciones (eléctricas y sanitarias) en el sistema de Albañilería Confinada en comparación con el sistema de Muros de Ductilidad Limitada.**

Facilita su ubicación y no resta mucho espacio al elemento estructural sea piso o pared y eventualmente su reparación o inclusive una reinstalación.

- **¿Cuál considera que son las desventajas de las instalaciones (eléctricas y sanitarias) en el sistema de Albañilería Confinada en comparación con el sistema de Muros de Ductilidad Limitada.**

Durante el proceso constructivo generalmente van dentro de un espacio muy reducido (losa o pared) y esto ocasiona que, ante un mal proceso de vaciado del concreto, generen las llamadas "cangrejeras" afectando de manera seria el comportamiento estructural natural del sistema de ductilidad limitada.

- **¿Qué alternativas existe para solucionar instalaciones en el sistema de Muros de Ductilidad Limitada?**

Que estas redes vayan por ductos independientes y en el caso de los pisos (losas) se habiliten espacios con mayor espesor; nuclearizar los espacios que requieren estas redes también ayuda a encontrar mejores soluciones de tendido de red.

- **¿Qué problemas ocasiona en los usuarios tener ductos para instalaciones?**

Estos ductos demandan espacio, es necesario su diseño y si son con accesibilidad por mantenimiento aún más.

Anexo N° 3: Encuestas

Resultado Albañilería Confinada

AC	Fecha: Marzo 2020	RESULTADOS				
P1	¿Cuántas personas habitan en su departamento?	De 2 a 4 habitantes	De 5 a 7 habitantes			
		90%	10%			
P2	Su departamento es:	Propio	Alquilado	Anticresados		
		70%	25%	5%		
P3	Área de su departamento:	De 50 m2 a 65m2	De 65 m2 a 90 m2,	De 90 m2 a 110 m2,	110 m2 a 130 m2	De 130 a mas
		5%	45%	40%	5%	5%
P4	En términos generales, ¿Cuál es el grado de satisfacción con su departamento?	Alto	Bajo	Regular	Muy Alto	
		45%	5%	35%	15%	
P5	¿Cómo considera las dimensiones de su departamento?	Suficiente	Insuficiente			
		50%	50%			
P6	Si usted contestó (Insuficiente) en la anterior pregunta, ¿En qué ambiente su vivienda necesita mayores dimensiones? Se puede responder más de 1 alternativa.	Cocina-Lavandería	Sala Comedor	Dormitorios	NO precisa	
		35%	30%	40%	45%	
P7	¿Cuál es el estado de la construcción de su departamento?	Aceptable	Bueno			
		40%	60%			
P8	¿Cómo se siente en este momento?	Neutro	Con frio	Con calor		
		55%	40%	5%		
P9	Según su percepción su departamento es:	Algo húmedo	Algo Seco	Seco	Muy seco	
		30%	35%	30%	5%	
P10	Según su percepción este ambiente tiene cambios de temperaturas :	Bruscos	Leves	No cambia		
		10%	80%	10%		
P11	Según el ruido percibido en su departamento	Es molesto para vivir	No me genera incomodidad			
		50%	50%			
P12	En qué grado me molesta el ruido:	No me molesta absolutamente nada	Me molesta ligeramente	Me molesta medianamente	Muy molesto	
		30%	35%	25%	10%	
P13	¿Cuál es la fuente de ruido que mayor incomodidad le genera?	Ruidos exteriores	Automóvil	Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc.)	
		30%	10%	40%	25%	
P14	Según su percepción, ¿cuáles son las horas que se genera más ruido?	De 5 a.m. – 9 a.m.	De 10 am - 12 pm	De 1 p.m. – 4 p.m.	De 5 p.m. – 8 p.m.	De 8 pm - 11 pm
		40%	20%	5%	25%	20%
P15	Usted considera los olores en su departamento como:	Agradable	Regular	Desagradables		
		45%	50%	5%		
P16	Menciones usted con qué frecuencia ventila su departamento abriendo puertas y ventanas	Siempre	Casi siempre	Regularmente	Casi nunca	
		45%	30%	20%	5%	

Resultado por Usuario Albañilería Confinada

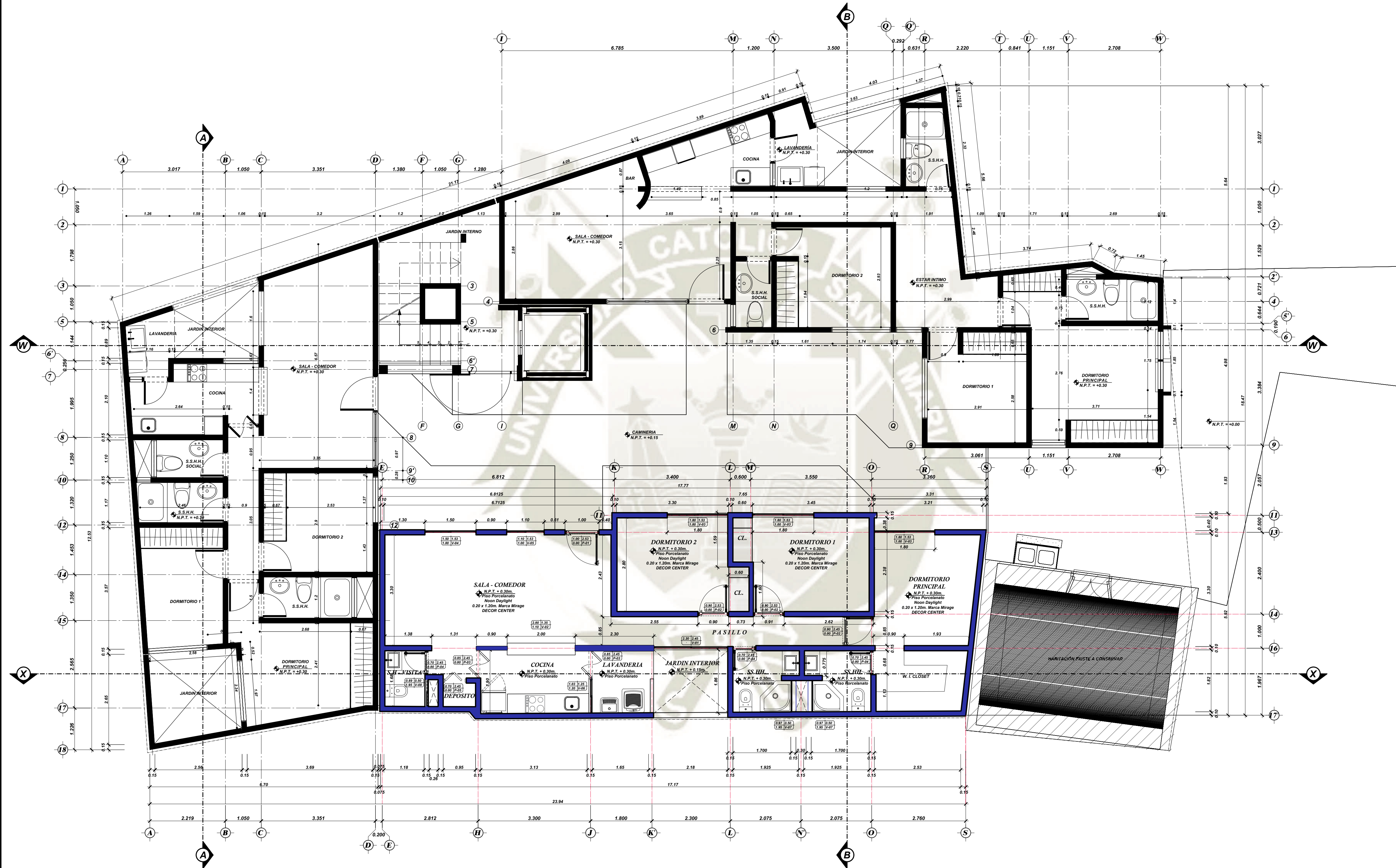
AC	Fecha: Marzo 2020	Jimena Martínez	Mario Álvarez	Marco Chineaos	Yusara Morante	María Nayhua	Brenda Bolaños	Conrado Luza	Nataly Hurtado	José Chávez	Dilan Valdivia	Jhon Arizaca	Rocio Cori	Andrea Villaviciencio	María Almanza	Sally Ocampo	Ingrid Bueno	Patrick Josheph	Sharon Ocampo	Jose Gutiérrez	Marilía Pando
P1	¿Cuántas personas habitan en su departamento?	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	b) De 5 a 7 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	b) De 5 a 7 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes
P2	Su departamento es:	c) Anticresados	b) Alquilado	b) Alquilado	b) Alquilado	a) Propio	a) Propio	a) Propio	a) Propio	a) Propio	a) Propio	b) Alquilado	a) Propio	a) Propio	b) Alquilado	a) Propio	a) Propio	a) Propio	a) Propio	a) Propio	a) Propio
P3	Área de su departamento:	b) De 65 m2 a 90 m2	a) De 50 m2 a 65m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	c) De 90 m2 a 110 m2	c) De 90 m2 a 110 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	c) De 90 m2 a 110 m2	c) De 90 m2 a 110 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	d) 110 m2 a 130 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	c) De 90 m2 a 110 m2	c) De 90 m2 a 110 m2	c) De 90 m2 a 110 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	e) De 130 a mas	c) De 90 m2 a 110 m2
P4	En términos generales, ¿Cuál es el grado de satisfacción con su departamento?	a) Alto	d) Bajo	c) Regular	c) Regular	a) Alto	a) Alto	a) Alto	b) Muy alto	c) Regular	a) Alto	c) Regular	a) Alto	a) Alto	c) Regular	d) Muy Alto	a) Alto	d) Muy Alto	c) Regular	a) Alto	c) Regular
P5	¿Cómo considera las dimensiones de su departamento?	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	a) Suficiente	a) Suficiente	a) Suficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	a) Suficiente	a) Suficiente	b) Insuficiente	a) Suficiente	a) Suficiente	a) Suficiente	a) Suficiente	a) Suficiente	b) Insuficiente
P6	Si usted contestó (Insuficiente) en la anterior pregunta, ¿En qué ambiente su vivienda necesita mayores dimensiones? Se puede responder más de 1 alternativa.	a) Cocina-Lavandería	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor	a) Cocina-Lavandería c) Dormitorios	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor c) Dormitorios	NO precisa	NO precisa	c) Dormitorios	c) Dormitorios	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor c) Dormitorios	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor c) Dormitorios	NO precisa	NO precisa	c) Dormitorios	NO precisa	NO precisa	NO precisa	NO precisa	NO precisa	b) Sala Comedor c) Dormitorios
P7	¿Cuál es el estado de la construcción de su departamento?	b) Aceptable	b) Aceptable	a) Bueno	b) Aceptable	b) Aceptable	a) Bueno	a) Bueno	a) Bueno	a) Bueno	a) Bueno	b) Aceptable	a) Bueno	a) Bueno	a) Bueno	a) Bueno	b) Aceptable	a) Bueno	b) Aceptable	a) Bueno	b) Aceptable
P8	¿Cómo se siente en este momento?	c) Neutro	b) Con frio	c) Neutro	b) Con frio	c) Neutro	b) Con frio	c) Neutro	c) Neutro	b) Con frio	c) Neutro	c) Neutro	c) Neutro	b) Con frio	d) Con calor	c) Neutro	b) Con frio	c) Neutro	b) Con frio	c) Neutro	b) Con frio
P9	Según su percepción su departamento es:	e. Muy seco	d. Seco	b. Algo húmedo	d. Seco	d. Seco	b. Algo húmedo	c. Algo Seco	b. Algo húmedo	b. Algo húmedo	c. Algo Seco	c. Algo Seco	d. Seco	d. Seco	d. Seco	c. Algo Seco	c. Algo Seco	b. Algo húmedo	c. Algo Seco	c. Algo Seco	b. Algo húmedo
P10	Según su percepción este ambiente tiene cambios de temperaturas :	a) Bruscos	b) Leves	b) Leves	b) Leves	b) Leves	b) Leves	b) Leves	b) Leves	b) Leves	b) Leves	b) Leves	b) Leves	c) No cambia	b) Leves	b) Leves	a) Bruscos	b) Leves	b) Leves	b) Leves	c) No cambia
P11	Según el ruido percibido en su departamento	a) Es molesto para vivir	a) Es molesto para vivir	b) No me genera incomodidad	a) Es molesto para vivir	a) Es molesto para vivir	b) No me genera incomodidad	b) No me genera incomodidad	b) No me genera incomodidad	b) No me genera incomodidad	b) No me genera incomodidad	a) Es molesto para vivir	b) No me genera incomodidad	b) No me genera incomodidad	b) No me genera incomodidad	a) Es molesto para vivir	a) Es molesto para vivir	a) Es molesto para vivir	a) Es molesto para vivir	b) No me genera incomodidad	a) Es molesto para vivir
P12	En qué grado me molesta el ruido:	b) Me molesta ligeramente	b) Me molesta ligeramente	b) Me molesta ligeramente	b) Me molesta ligeramente	c) Me molesta medianamente	a) No me molesta absolutamente nada	b) Me molesta ligeramente	c) Me molesta medianamente	a) No me molesta absolutamente nada	a) No me molesta absolutamente nada	d) Muy molesto	a) No me molesta absolutamente nada	b) Me molesta ligeramente	a) No me molesta absolutamente nada	c) Me molesta medianamente	c) Me molesta medianamente	d) Muy molesto	b) Me molesta ligeramente	a) No me molesta absolutamente nada	c) Me molesta medianamente
P13	¿Cuál es la fuente de ruido que mayor incomodidad le genera?	b) Automóvil	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	a) Ruidos exteriores	a) Ruidos exteriores	a) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc.)	a) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc.)	b) Automóvil	a) Ruidos exteriores	a) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc.)	a) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc.)	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	a) Ruidos exteriores	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	a) Ruidos exteriores	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	a) Ruidos exteriores	a) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc.)	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio
P14	Según su percepción, ¿cuáles son las horas que se genera más ruido?	a) De 10 a.m. – 12 p.m.	a) De 5 a.m. – 9 a.m.	c) De 1 p.m. – 4 p.m.	d) De 5 p.m. – 8 p.m.	a) De 5 a.m. – 9 a.m.	a) De 5 a.m. – 9 a.m.	a) De 10 a.m. – 12 p.m.	a) De 5 a.m. – 9 a.m. d)De 5 p.m. – 8 p.m.	a) De 5 a.m. – 9 a.m.	d) De 5 p.m. – 8 p.m.	e) De 8 pm - 11 pm	a) De 5 a.m. – 9 a.m. e) De 8 pm - 11 p.m.	a) De 5 a.m. – 9 a.m. e) De 8 pm - 11 p.m.	d) De 5 p.m. – 8 p.m.	e) De 8 pm - 11 pm	b) De 10 am - 12 pm	e) De 8 pm - 11 pm	b) De 10 am - 12 pm	d) De 5 p.m. – 8 p.m.	a) De 5 a.m. – 9 a.m.
P15	Usted considera los olores en su departamento como:	d) Agradable	c) Regular	d) Agradable	d) Agradable	c) Regular	d) Agradable	d) Agradable	d) Agradable	d) Agradable	d) Agradable	c) Regular	c) Regular	c) Regular	d) Agradable	c) Regular	c) Regular	c) Regular	b) Desagradables	c) Regular	c) Regular
P16	Menciones usted con qué frecuencia ventila su departamento abriendo puertas y ventanas	e) Siempre	e) Siempre	e) Siempre	d) Casi siempre	e) Siempre	d) Casi siempre	d) Casi siempre	e) Siempre	c) Regularmente	e) Siempre	c) Regularmente	e) Siempre	e) Siempre	d) Casi siempre	c) Regularmente	d) Casi siempre	c) Regularmente	b) Casi nunca	d) Casi siempre	e) Siempre

Resultado Muros de Ductilidad Limitada

MDL	Fecha: Marzo 2020	RESULTADOS			
P1	¿Cuántas personas habitan en su departamento?	De 2 a 4	De 5 a 7		
		90%	10%		
P2	Su departamento es:	Propio	Alquilado		
		30%	70%		
P3	Área de su departamento:	De 65 m2 a 90 m2	De 50 m2 a 65 m2		
		90%	10%		
P4	En términos generales, ¿Cuál es el grado de satisfacción con su departamento?	Alto	Regular	Bajo	
		30%	65%	5%	
P5	¿Cómo considera las dimensiones de su departamento?	a) Suficiente	b) Insuficiente,		
		10%	90%		
P6	Si usted contestó (Insuficiente) en la anterior pregunta, ¿En qué ambiente su vivienda necesita mayores dimensiones? Se puede responder más de 1 alternativa.	a) Cocina-Lavandería	b) Sala Comedor	c) Dormitorios	NO precisa
		80%	80%	50%	10%
P7	¿Cuál es el estado de la construcción de su departamento?	Bueno	Aceptable		
		40%	60%		
P8	¿Cómo se siente en este momento?	Neutro	Con frío		
		55%	45%		
P9	Según su percepción su departamento es:	Seco	Algo Seco	Algo húmedo	
		50%	45%	5%	
P10	Según su percepción este ambiente tiene cambios de temperaturas :	Leves	No cambia	Bruscos	
		65%	20%	15%	
P11	Según el ruido percibido en su departamento	Es molesto para vivir	No me genera incomodidad		
		65%	35%		
P12	En qué grado me molesta el ruido:	Me molesta ligeramente	Me molesta medianamente		
		55%	45%		
P13	¿Cuál es la fuente de ruido que mayor incomodidad le genera?	Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc.)	Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	Ruidos exteriores	
		55%	45%	25%	
P14	Según su percepción, ¿cuáles son las horas que se genera más ruido?	De 8 p.m. – 11 p.m.	De 5 a.m. – 9 a.m.	De 1 p.m. – 4 p.m.	De 5 p.m. – 8 p.m.
		40%	10%	10%	60%
P15	Usted considera los olores en su departamento como:	Agradable	Desagradable	Regular	
		50%	10%	40%	
P16	Menciones usted con qué frecuencia ventila su departamento abriendo puertas y ventanas	Siempre	Regularmente	Casi siempre	
		60%	15%	25%	

Resultado por Usuarios en Muros de Ductilidad Limitada

MDL	Fecha: Marzo 2020	Percy Rucano	Ariana Laura	Alejandra Paz	Julio Barriga	Maira Paredes	Mirla Luza	Karen Arevalo	Yoselin Puma	Juliana Zerpa	Gonzalo Zea	Nancy Yana	Yoselin Puma	Isabel Amesquita	Andre Echevarria	Angelica Salazar	Tatiana Zegarra	Teresa Montesinos	Ysabel Lopez	York Yañez	Pamela Salas
P1	¿Cuántas personas habitan en su departamento?	a) De 2 a 4 habitantes	b) De 5 a 7 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	b) De 5 a 7 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes	a) De 2 a 4 habitantes
P2	Su departamento es:	a) Propio	b) Alquilado	b) Alquilado	b) Alquilado	b) Alquilado	a) Propio	b) Alquilado	b) Alquilado	b) Alquilado	b) Alquilado	b) Alquilado	b) Alquilado	a) Propio	a) Propio	a) Propio	a) Propio	b) Alquilado	b) Alquilado	b) Alquilado	b) Alquilado
P3	Área de su departamento:	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	a) De 50 m2 a 65m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	a) De 50 m2 a 65 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2	b) De 65 m2 a 90 m2
P4	En términos generales, ¿Cuál es el grado de satisfacción con su departamento?	a) Alto	c) Regular	c) Regular	c) Regular	d) Bajo	a) Alto	c) Regular	c) Regular	a) Alto	a) Alto	c) Regular	c) Regular	c) Regular	c) Regular	c) Regular	a) Alto	c) Regular	c) Regular	c) Regular	a) Alto
P5	¿Cómo considera las dimensiones de su departamento?	b) Insuficiente	a) Suficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	a) Suficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente	b) Insuficiente
P6	Si usted contestó (Insuficiente) en la anterior pregunta, ¿En qué ambiente su vivienda necesita mayores dimensiones? Se puede responder más de 1 alternativa.	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor	NO precisa	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor	a) Cocina-Lavandería c) Dormitorios	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor c) Dormitorios	NO precisa	a) Cocina-Lavandería	a) Cocina-Lavandería c) Dormitorios	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor c) Dormitorios	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor c) Dormitorios	b) Sala Comedor c) Dormitorios	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor c) Dormitorios	b) Sala Comedor c) Dormitorios	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor	a) Cocina-Lavandería b) Sala Comedor	b) Sala Comedor	a) Cocina-Lavandería c) Dormitorios
P7	¿Cuál es el estado de la construcción de su departamento?	a) Bueno	a) Bueno	a) Bueno	b) Aceptable	b) Aceptable	a) Bueno	a) Bueno	b) Aceptable	a) Bueno	b) Aceptable	b) Aceptable	b) Aceptable	b) Aceptable	b) Aceptable	b) Aceptable	a) Bueno	a) Bueno	b) Aceptable	b) Aceptable	b) Aceptable
P8	¿Cómo se siente en este momento?	c) Neutro	c) Neutro	c) Neutro	b) Con frio	b) Con frio	c) Neutro	c) Neutro	b) Con frio	c) Neutro	c) Neutro	c) Neutro	b) Con frio	b) Con frio	c) Neutro	b) Con frio	c) Neutro	b) Con frio	b) Con frio	c) Neutro	b) Con frio
P9	Según su percepción su departamento es:	d. Seco	c. Algo Seco	c. Algo Seco	d. Seco	d. Seco	d. Seco	c. Algo Seco	d. Seco	d. Seco	c. Algo Seco	c. Algo Seco	d. Seco	d. Seco	c. Algo Seco	d. Seco	d. Seco	c. Algo Seco	b) Algo humedo	c. Algo Seco	c. Algo Seco
P10	Según su percepción este ambiente tiene cambios de temperaturas :	b) Leves	b) Leves	b) Leves	b) Leves	b) Leves	b) Leves	a) bruscos	b) Leves	b) Leves	c) No cambia	a) bruscos	b) Leves	a) bruscos	b) Leves	b) Leves	b) Leves	b) Leves	c) No cambia	c) No cambia	c) No cambia
P11	Según el ruido percibido en su departamento	a) Es molesto para vivir	b.No me genera incomodidad	a) Es molesto para vivir	a) Es molesto para vivir	a) Es molesto para vivir	a) Es molesto para vivir	b.No me genera incomodidad	a) Es molesto para vivir	b) No me genera incomodidad	a) Es molesto para vivir	a) Es molesto para vivir	a) Es molesto para vivir	a) Es molesto para vivir	b) No me genera incomodidad	a) Es molesto para vivir	b) No me genera incomodidad	b) No me genera incomodidad	a) Es molesto para vivir	b) No me genera incomodidad	a) Es molesto para vivir
P12	En qué grado me molesta el ruido:	c) Me molesta medianamente	b) Me molesta ligeramente	c) Me molesta medianamente	c) Me molesta medianamente	b) Me molesta ligeramente	c) Me molesta medianamente	b) Me molesta ligeramente	c) Me molesta medianamente	b) Me molesta ligeramente	b) Me molesta ligeramente	b) Me molesta ligeramente	c) Me molesta medianamente	c) Me molesta medianamente	b) Me molesta ligeramente	b) Me molesta ligeramente	b) Me molesta ligeramente	b) Me molesta ligeramente	c) Me molesta medianamente	b) Me molesta ligeramente	b) Me molesta ligeramente
P13	¿Cuál es la fuente de ruido que mayor incomodidad le genera?	d) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc)	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	a) Ruidos exteriores	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	d) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc)	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	a) Ruidos exteriores	a) Ruidos exteriores	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio d) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc)	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio d) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc)	a) Ruidos exteriores	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio d) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc)	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio d) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc)	d) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc)	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio d) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc)	a) Ruidos exteriores	c).Ruidos de sus vecinos del mismo edificio d) Ruido de la estructura (bajar la bomba de otro departamento, golpes en los muros, etc)
P14	Según su percepción, ¿cuáles son las horas que se genera más ruido?	c) De 1 p.m – 4 p.m	d).De 5 p.m – 8 p.m	d).De 5 p.m – 8 p.m	e) De 8 p.m – 11 p.m	a) De 5 a.m – 9 a.m	c) De 1 p.m – 4 p.m	d).De 5 p.m – 8 p.m	e) De 8 p.m – 11 p.m a) De 5 a.m – 9 a.m	e) De 8 p.m – 11 p.m	a) De 5 a.m – 9 a.m	e) De 8 p.m – 11 p.m	e) De 8 p.m – 11 p.m a) De 5 a.m – 9 a.m	d).De 5 p.m – 8 p.m	e) De 8 p.m – 11 p.m	d).De 5 p.m – 8 p.m	e) De 8 p.m – 11 p.m	d).De 5 p.m – 8 p.m	d).De 5 p.m – 8 p.m	d).De 5 p.m – 8 p.m	d).De 5 p.m – 8 p.m
P15	Usted considera los olores en su departamento como:	d) Agradable	e) Desagradable	d) Agradable	c) Regular	c) Regular	d) Agradable	e) Desagradable	c) Regular	c) Regular	d) Agradable	c) Regular	c) Regular	c) Regular	c) Regular	d) Agradable	d) Agradable	d) Agradable	d) Agradable	d) Agradable	d) Agradable
P16	Menciones usted con qué frecuencia ventila su departamento abriendo puertas y ventanas	c) Regularmente	d) Casi siempre	c) Regularmente	e) Siempre	e) Siempre	c) Regularmente	d) Casi siempre	e) Siempre	e) Siempre	e) Siempre	d) Casi siempre	e) Siempre	e) Siempre	e) Siempre	e) Siempre	d) Casi siempre	d) Casi siempre	e) Siempre	e) Siempre	d) Casi siempre



DISTRIBUCION ARQUITECTONICA 1° y 2° NIVEL
ESCALA 1/50

PROYECTO:
VIVIENDA MULTIFAMILIAR

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO : AREQUIPA
PROYECTO : ARQUITECTURA
CALLE : BEATIFICADO
NÚMERO : 128

ALBAÑILERIA
CONFINADA

PROPIETARIO:
**SR. JOSÉ ANTONIO
PAREDES
TELLEZ**

ENCARGADO RESPONSABLE:
CUMPA GUTIERREZ,
MARILIA LLERENA LUNA,
ANVELA

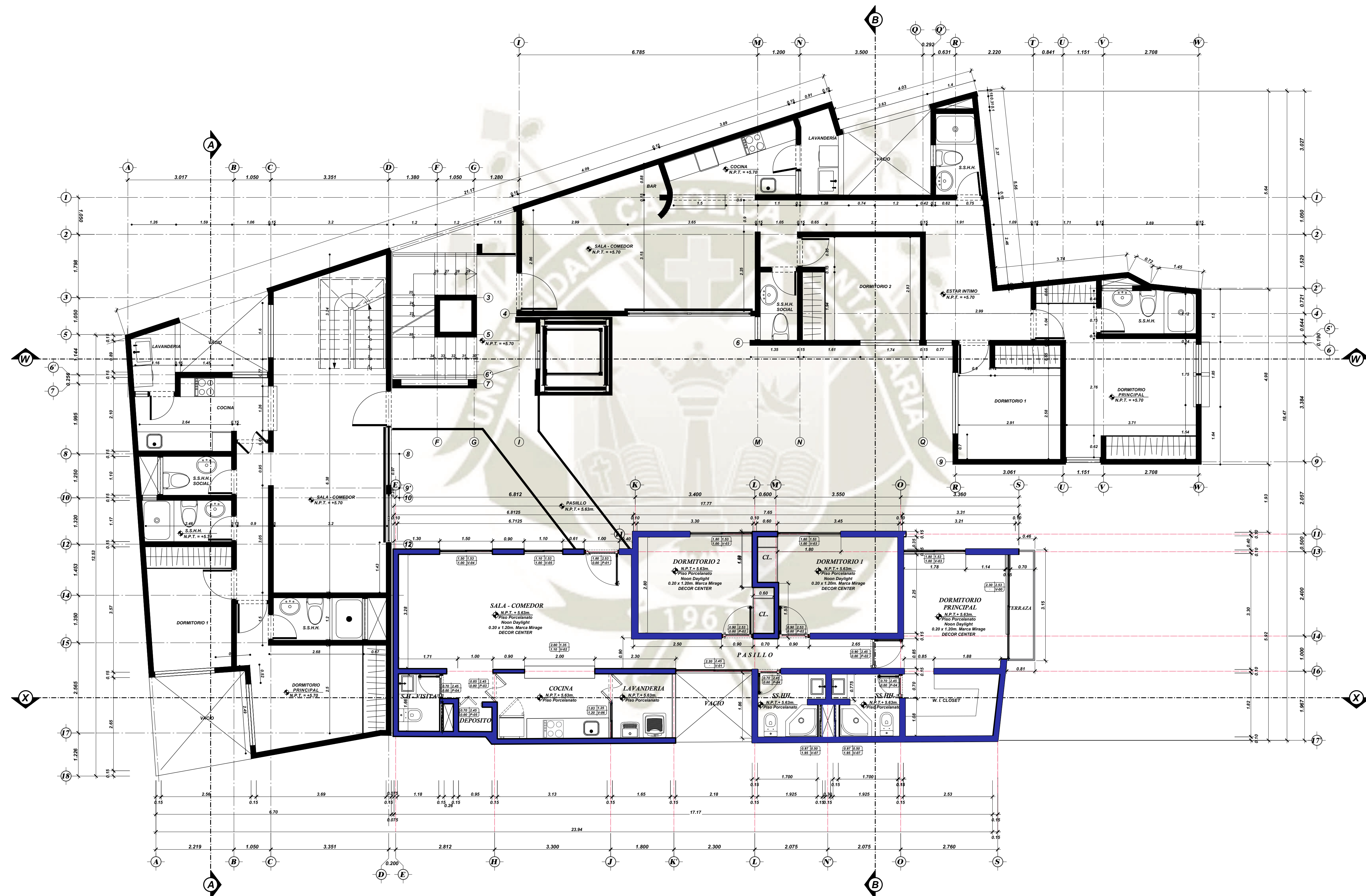
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA
**DISTRIBUCION
DE
ARQUITECTURA
1° y 2° NIVEL**

ESCALA:
INDICADA

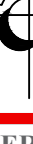
FECHA:
ABRIL
2020

DEPARTAMENTO:
AREQUIPA- PERÚ

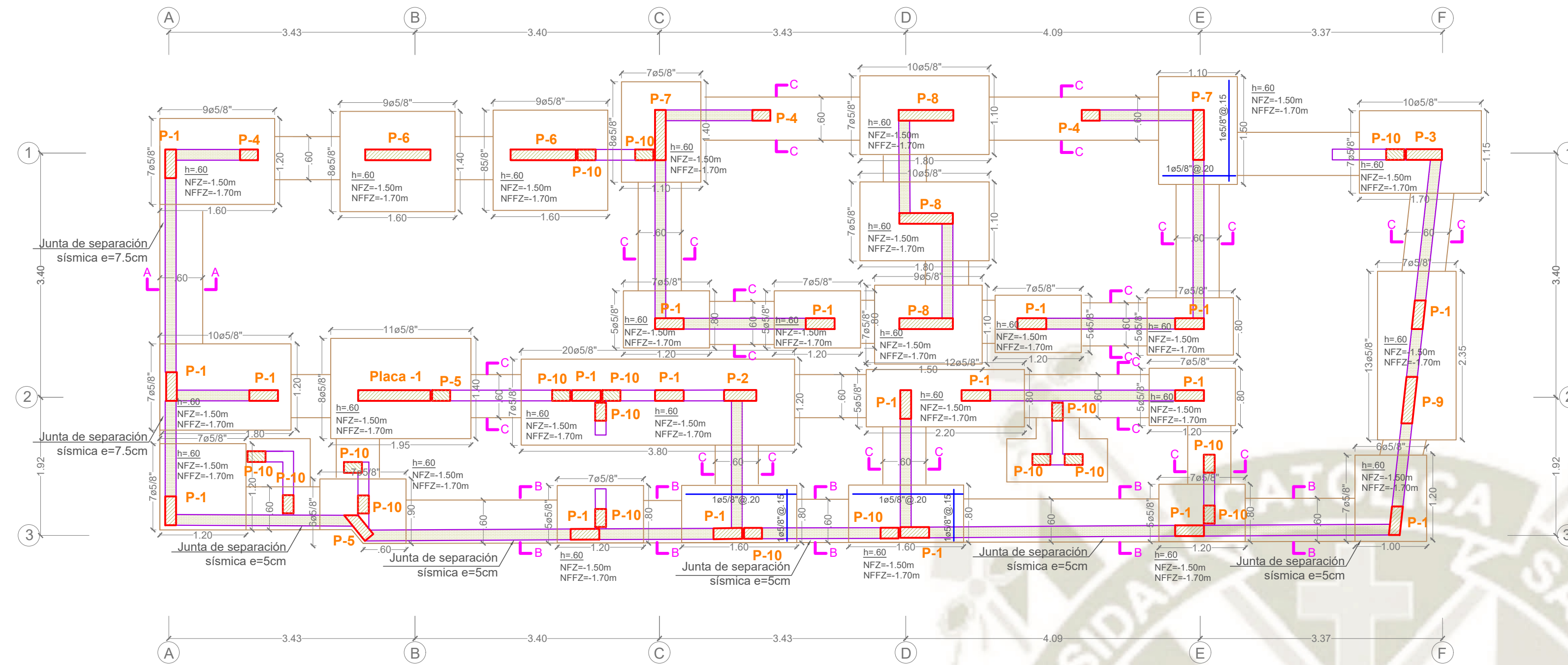
PLANTA:
**A
01**



DISTRIBUCION ARQUITECTONICA 3º, 4º y 5º NIVEL
ESCALA 1/50

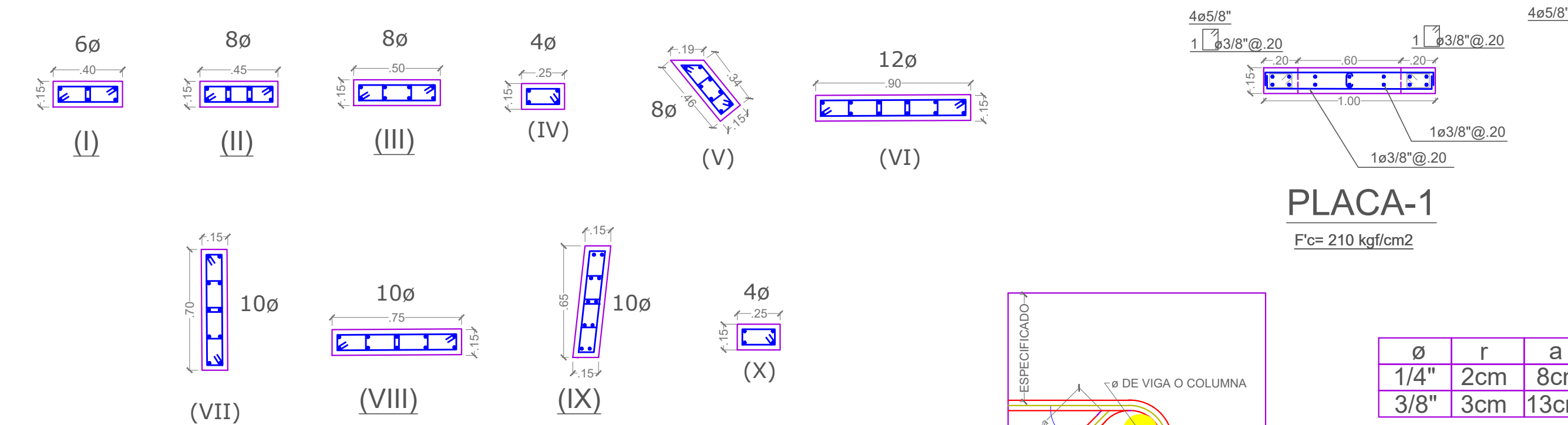
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR
NORTE: 
UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA

UBICACION: DEPARTAMENTO - AREQUIPA PROVINCIA - AREQUIPA DISTRITO - AREQUIPA CALLE - DEATERO N° 120
ACTIVIDAD CONSTRUCTIVA: ALBAÑILERIA CONFINADA
PROYECTADO: SR. JOSÉ ANTONIO PAREDES TELLEZ
ACERQUE RESPONSABLE: CUMPA GUTIERREZ, MARILIA LIERENA LUNA, ANYELA
ESPECIALIDAD / PROFESION: DISTRIBUCION DE ARQUITECTURA 3º, 4º y 5º NIVEL
ESCALA: INDICADA
FECHA: ABRIL 2020
DEPARTAMENTO: AREQUIPA - PERÚ
CARPET:  A 02



CIMENTACION

CUADRO DE COLUMNAS										
NIVEL	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10
1°	.15x.40 6ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (I)	.15x.45 8ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (II)	.15x.50 8ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (III)	.15x.25 4ø1/2" 1[]ø3/8"@.20 (IV)	VER DETALLE 8ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (V)	.15x.90 12ø1/2" 4[]ø3/8"@.20 (VI)	.15x.70 10ø1/2" 3[]ø3/8"@.20 (VII)	.15x.75 10ø1/2" 3[]ø3/8"@.20 (VIII)	.15x.65 10ø1/2" 3[]ø3/8"@.20 (IX)	.15x.25 4ø1/2" 1[]ø3/8"@.20 (X)
2°	.15x.40 6ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (I)	.15x.45 8ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (II)	.15x.50 8ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (III)	.15x.25 4ø1/2" 1[]ø3/8"@.20 (IV)	VER DETALLE 8ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (V)	.15x.90 12ø1/2" 4[]ø3/8"@.20 (VI)	.15x.70 10ø1/2" 3[]ø3/8"@.20 (VII)	.15x.75 10ø1/2" 3[]ø3/8"@.20 (VIII)	.15x.65 10ø1/2" 3[]ø3/8"@.20 (IX)	
3°	.15x.40 6ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (I)	.15x.45 8ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (II)	.15x.50 8ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (III)	.15x.25 4ø1/2" 1[]ø3/8"@.20 (IV)	VER DETALLE 8ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (V)	.15x.90 12ø1/2" 4[]ø3/8"@.20 (VI)	.15x.70 10ø1/2" 3[]ø3/8"@.20 (VII)	.15x.75 10ø1/2" 3[]ø3/8"@.20 (VIII)	.15x.65 10ø1/2" 3[]ø3/8"@.20 (IX)	
4°	.15x.40 6ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (I)	.15x.45 8ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (II)	.15x.50 8ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (III)	.15x.25 4ø1/2" 1[]ø3/8"@.20 (IV)	VER DETALLE 8ø1/2" 2[]ø3/8"@.20 (V)	.15x.90 12ø1/2" 4[]ø3/8"@.20 (VI)	.15x.70 10ø1/2" 3[]ø3/8"@.20 (VII)	.15x.75 10ø1/2" 3[]ø3/8"@.20 (VIII)	.15x.65 10ø1/2" 3[]ø3/8"@.20 (IX)	



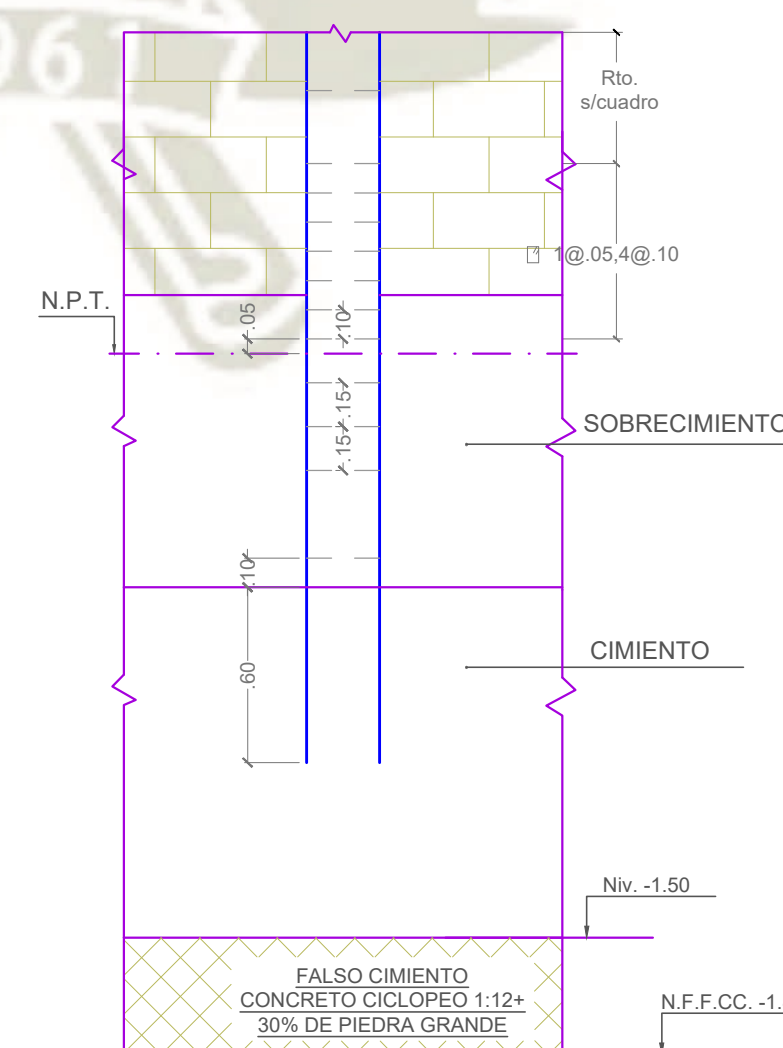
PLACA-1

Fc= 210 kgf/cm²

Ø	r	a
1/4"	2cm	8cm
3/8"	3cm	13cm

DETALLE DOBLADO
ESTRIBOS EN
COLUMNAS O VIGAS

DETALLE DE ZAPATAS



ANCLAJE DE COLUMNAS EN CIMENTO CORRIDO

ESPECIFICACIONES GENERALES

f'c=210 kg/cm² a los 28 Días

f'y=4200 kg/cm²

S/C= indicadas

RECUBRIMIENTOS

Columnas - Vigas =4.0cm

Aligerado- Losas - Vigas chatas =2.0cm

Zapatas =8.0cm

ESPECIFICACIONES PARA MUROS DE LADRILLO

f'm=65 kg/cm²

Unidad de albañilería: Tipo Mecanizado

Tipo de mortero =1:4 (Cemento:Arena)

NORMAS UTILIZADAS

E.020 CARGAS

E.030 DISEÑO SISMORESISTENTE

E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES

E.060 CONCRETO ARMADO

E.070 ALBAÑILERIA

E.090 ESTRUCTURAS METALICAS

ESTUDIO DE SUELOS

σ(Z. Aisladas) =2.79 kg/cm²

σ(Z. Corridas) =2.79 kg/cm²

σ(C. Corridos) =2.32 kg/cm²

Profundidad de Desplante

Df (Zapatas) =1.50 m

Df (C. Corridos) =1.50 m

Asentamiento Maximo Permitido =1.9 cm

C1-Relleno de color marron,grava esporadica.

C2-Relleno de color gris, boloneria.

TIPO DE CIMENTACIONES

- Cimientos Corridos

- Zapatas Aisladas

- Zapatas Corridas

ESTRATO DE APOYO

C1-Relleno de color marron,grava esporadica.

C2-Relleno de color gris, boloneria, sin presencia

de nivel freatico.

SISMO X-X

Z=0.35 U=1.50

S=1.15 Tp=0.6s TI=2.0s

Sistema Estructural

Sismorresistente :

Muros Estructurales

C =2.5

Hn =11.3 m

Ct =60

T =0.188 s

R =6.0

Δúltimo nivel=0.397cm

δrelativo =0.0019

SISMO Y-Y

Z=0.35 U=1.50

S=1.15 Tp=0.6s TI=2.0s

Sistema Estructural

Sismorresistente :

Muros Estructurales

C =2.5

Hn =11.3 m

Ct =60

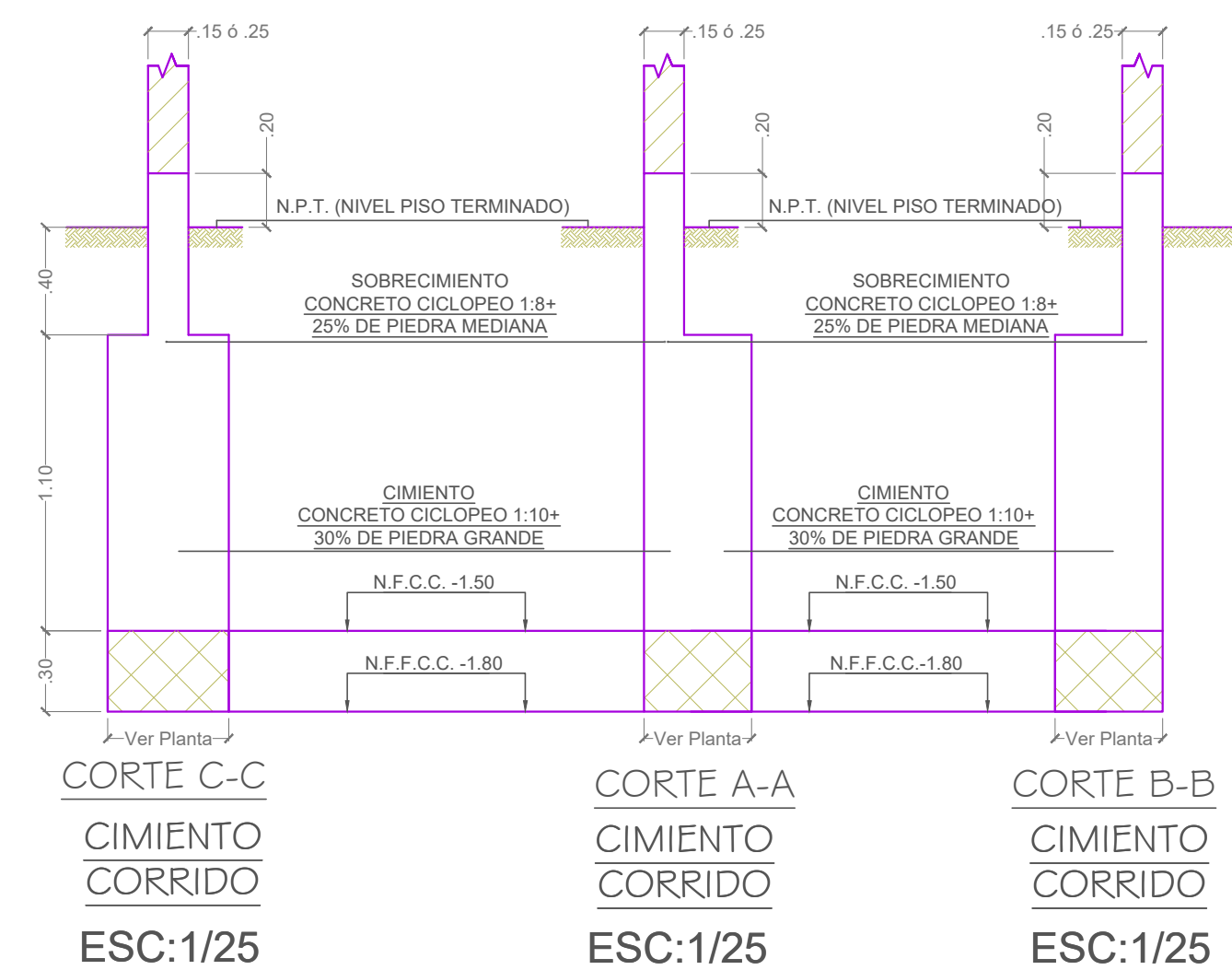
T =0.188 s

R =6.0

Δúltimo nivel=0.43cm

δrelativo =0.0022

DETALLES DE CIMENTACION CORRIDA



CORTE C-C

CIMENTO

CORRIDO

ESC:1/25

CORTE A-A

CIMENTO

CORRIDO

ESC:1/25

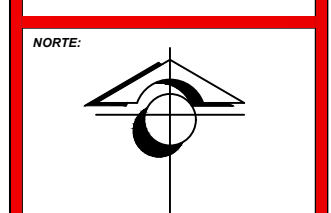
CORTE B-B

CIMENTO

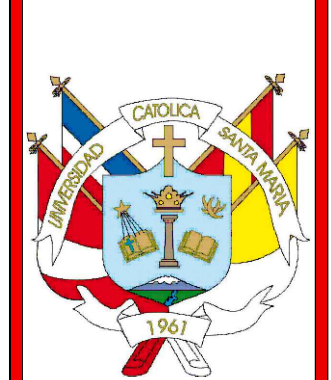
CORRIDO

ESC:1/25

PROYECTO:
VIVIENDA
MULTIFAMILIAR



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
SANTA MARÍA



UBICACIÓN:
DEPARTAMENTO : AREQUIPA
PROVINCIA : AREQUIPA
DISTRITO : AREQUIPA
CALLE : BEATERIO
NÚMERO : 220

SISTEMA CONSTRUCTIVO:

ALBAÑILERIA
CONFINADA

PROPIETARIO:

SR. JOSÉ
ANTONIO
PAREDES
TELLEZ

BACHILLER RESPONSABLE:

CUMPA GUTIERREZ,
MARILIA
LLERENA LUNA,
ANYELA

ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS

CIMENTO

INDICADA

FECHA:

ABRIL
2020

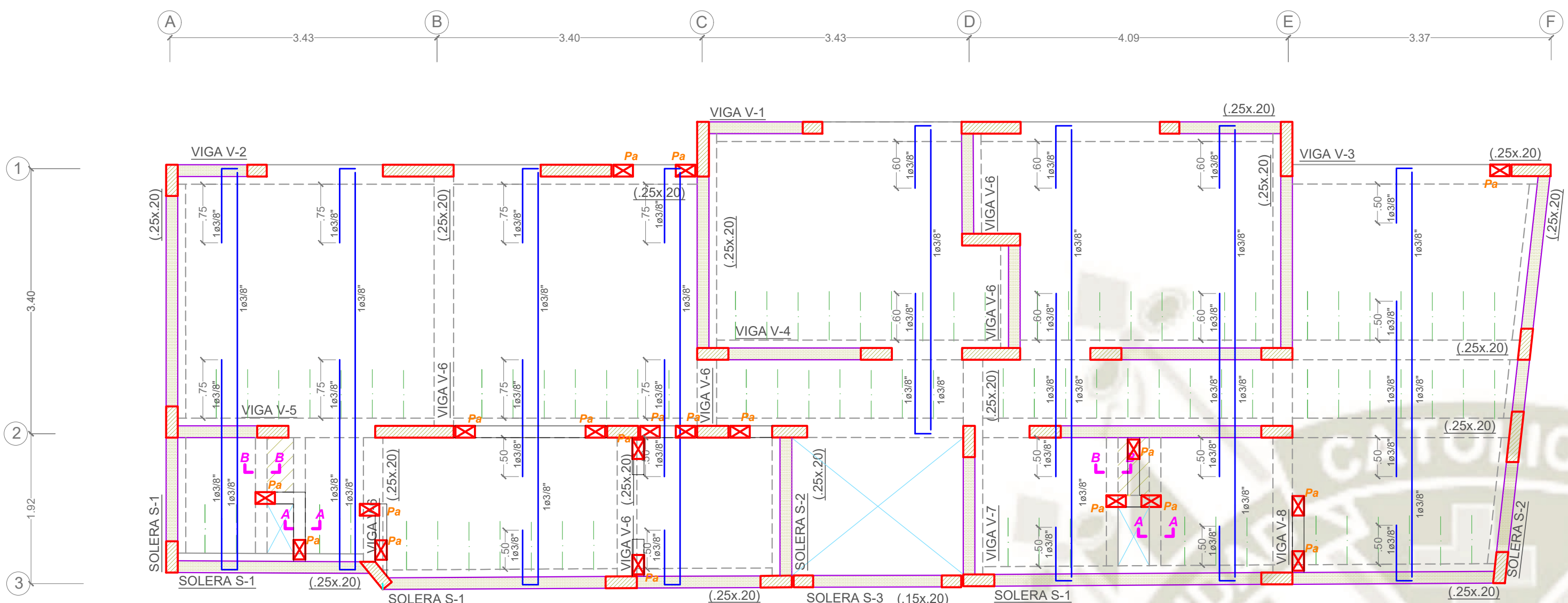
DEPARTAMENTO:

AREQUIPA- PERÚ

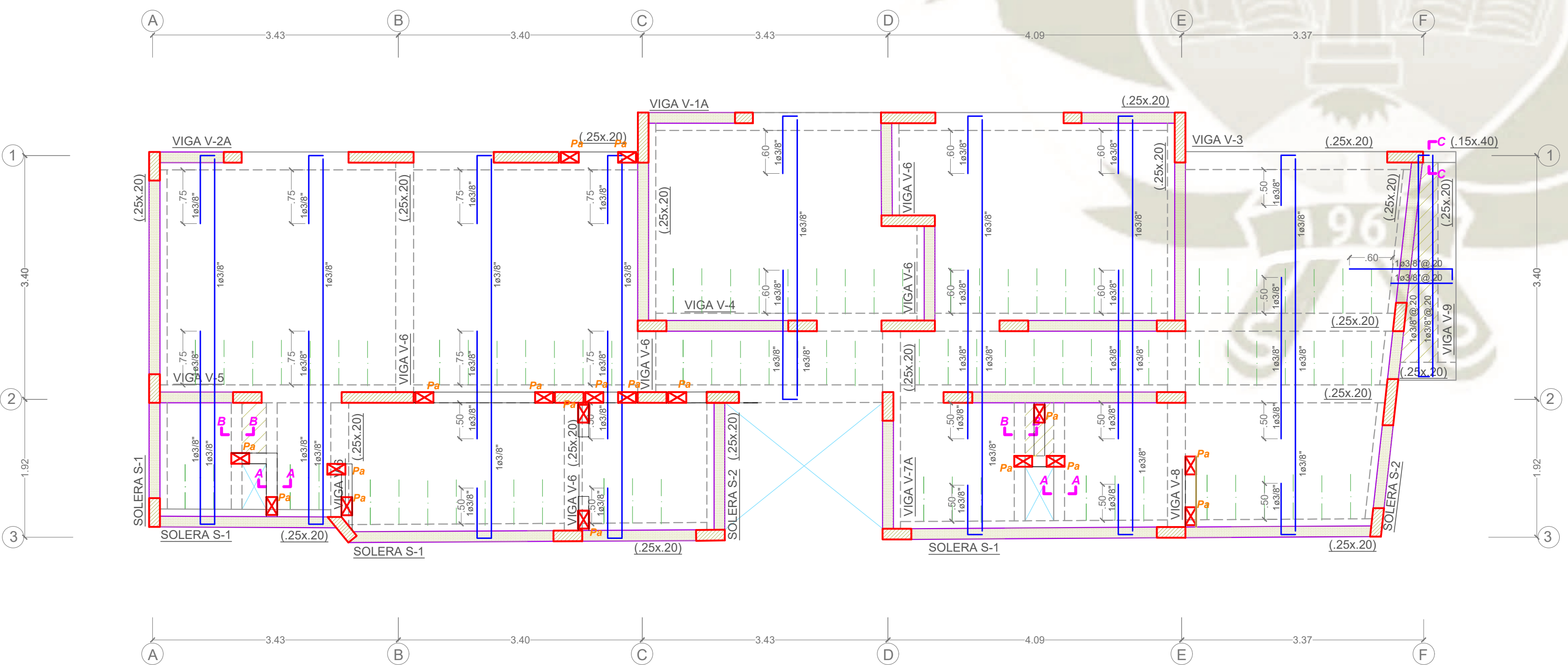
PLANTA:

E

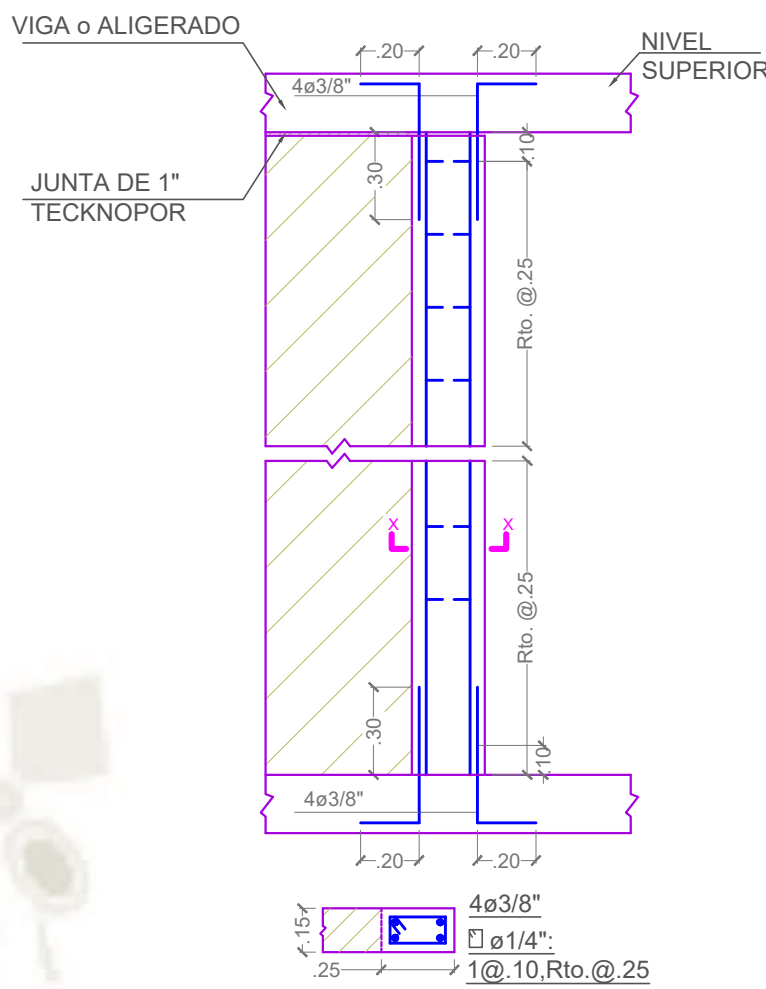
01



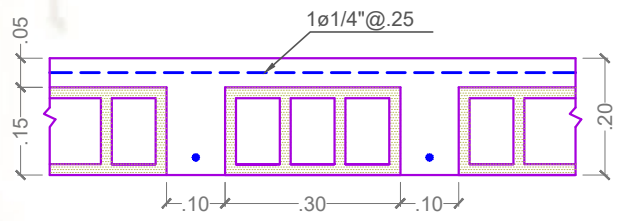
ENCOFRADO PRIMER NIVEL
s/c = 200 kg/m².



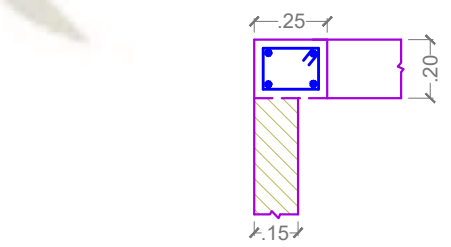
ENCOFRADO SEGUNDO NIVEL
s/c = 200 kg/m².



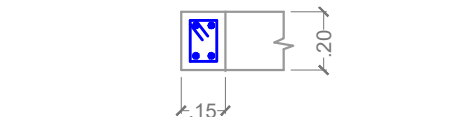
CORTE X-X
COLUMNETAS Pa



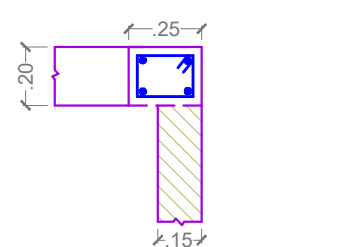
DETALLE ALIGERADO



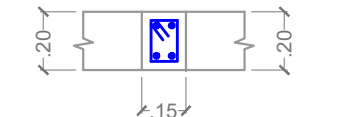
SOLERA S-1
(.25x.20)



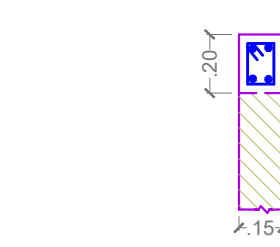
CORTE A-A
(.15x.20)



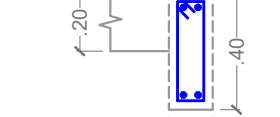
SOLERA S-2
(.25x.20)



CORTE B-B
(.15x.20)



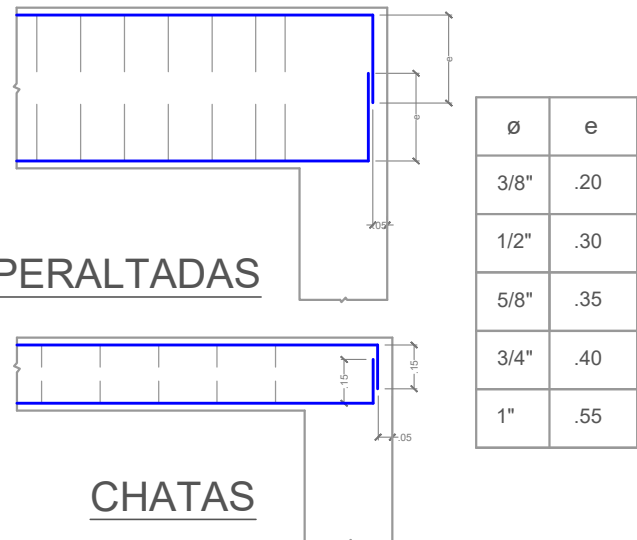
SOLERA S-3
(.15x.20)



CORTE C-C
(.15x.40)

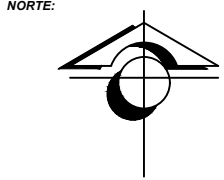
LONGITUD DE EMPALME (l)	
ø3/4"	.70
ø5/8"	.60
ø1/2"	.50
ø1"	1.00

DETALLE DE EMPALME DE
COLUMNAS



ANCLAJE DE VIGAS

PROYECTO:
VIVIENDA
MULTIFAMILIAR



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
SANTA MARÍA



UBICACIÓN:
DEPARTAMENTO - AREQUIPA
PROVINCIA - AREQUIPA
DISTRITO - AREQUIPA
CALLE - BEATERIO
NÚMERO - 220

SISTEMA CONSTRUCTIVO:
ALBAÑILERÍA
CONFINADA

PROPIETARIO:
SR. JOSÉ
ANTONIO
PAREDES
TELLEZ

BACHILLER RESPONSABLE:
CUMPA GUTIERREZ,
MARILIA
LLERENA LUNA,
ANYELA

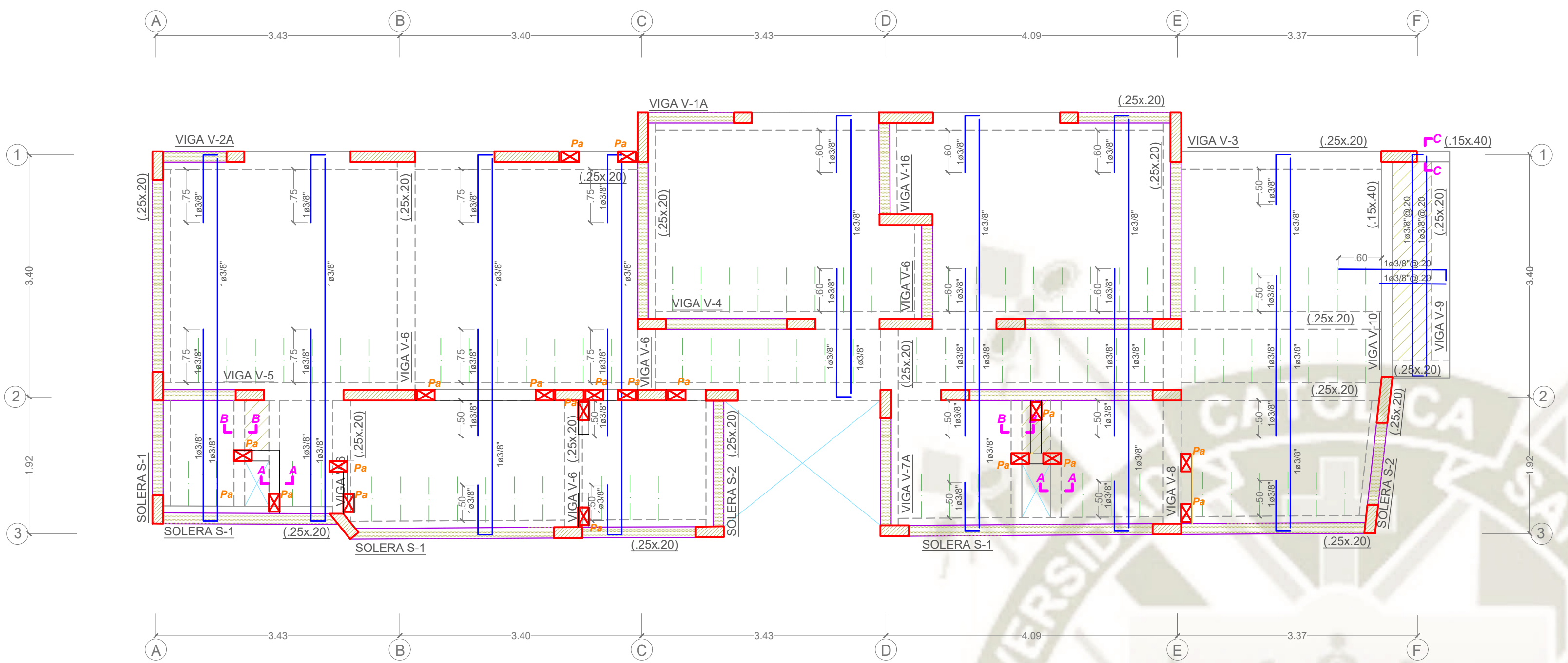
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
ENCOFRADO 1°
Y 2° NIVEL

ESCALA:
INDICADA

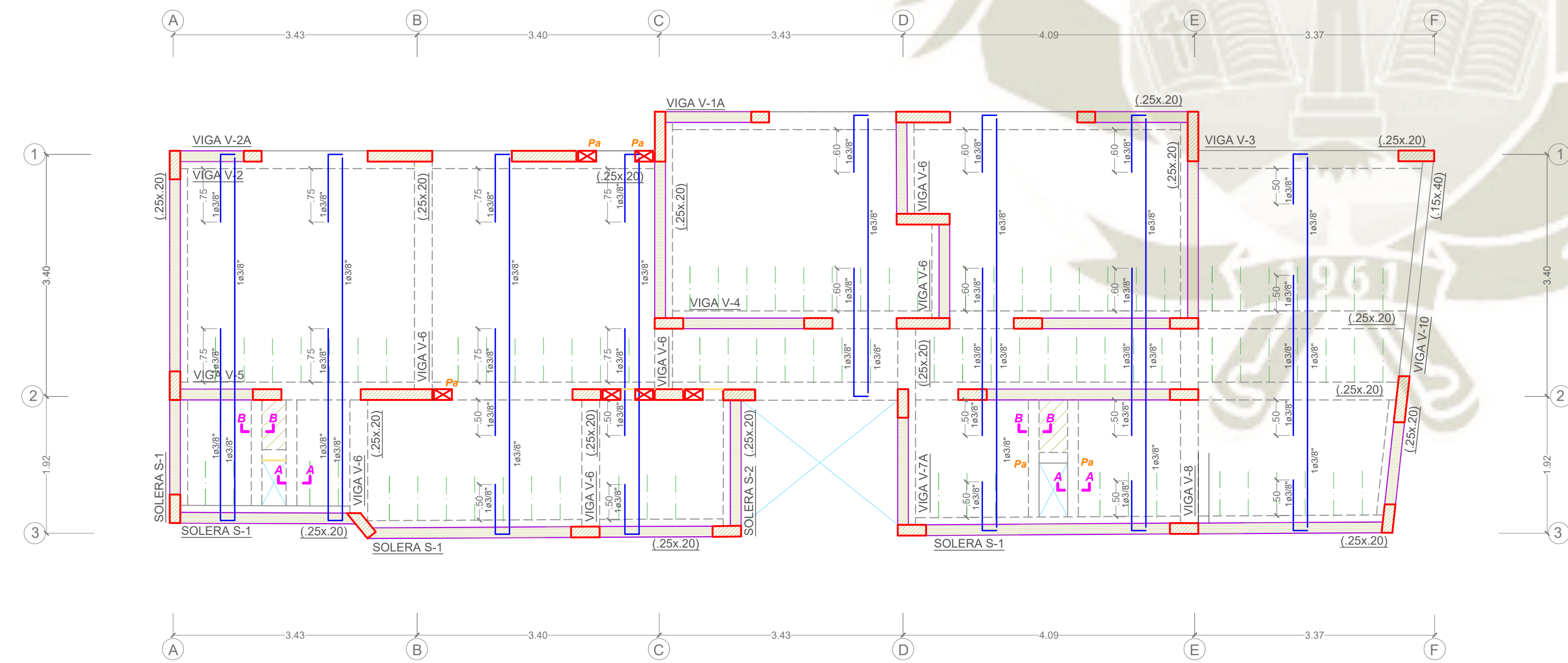
FECHA:
ABRIL
2020

DEPARTAMENTO:
AREQUIPA- PERÚ

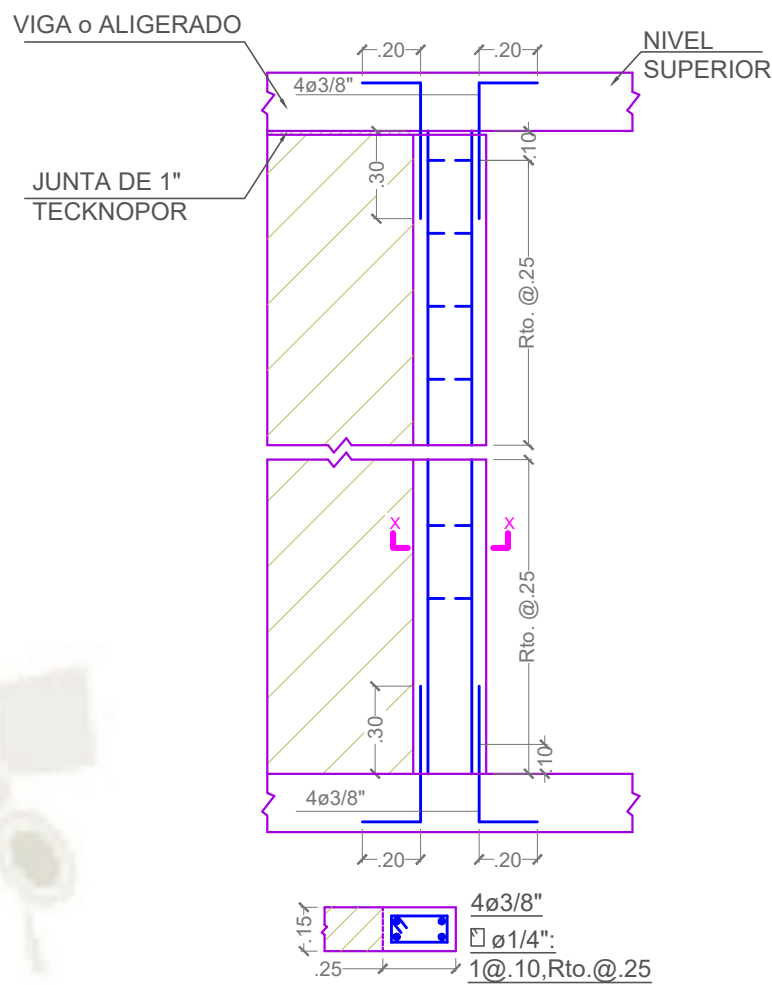
PLAN:
E
02



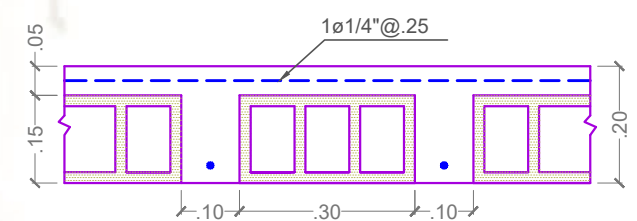
ENCOFRADO TERCER NIVEL
s/c = 200 kg/m².



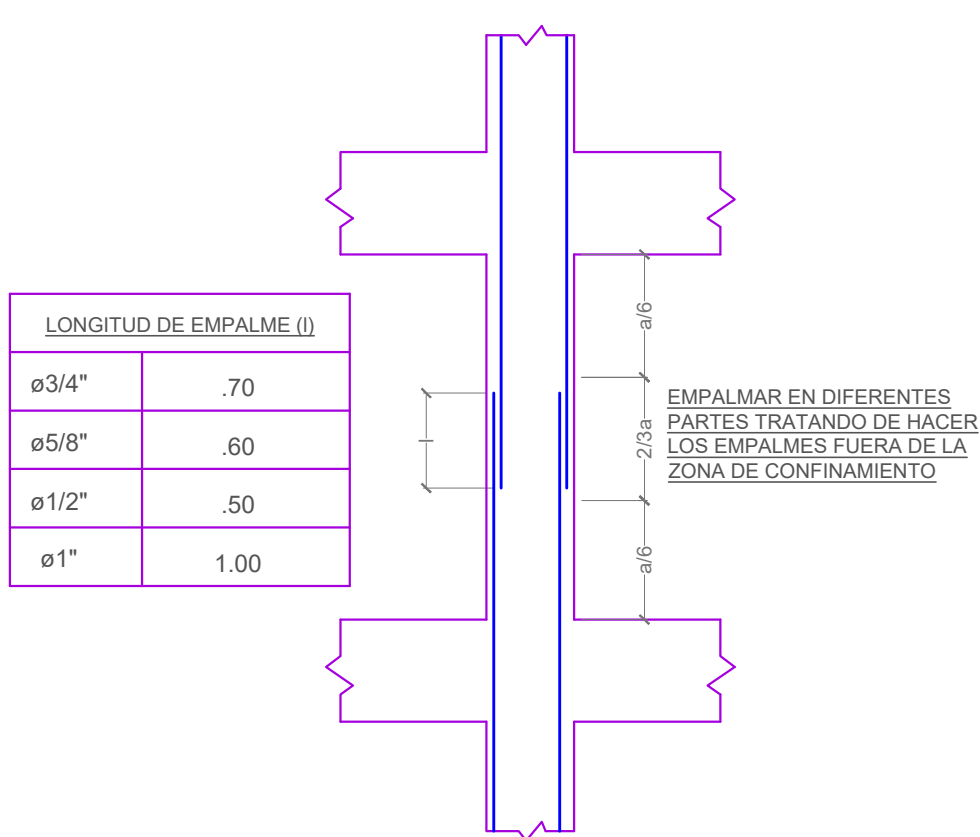
ENCOFRADO CUARTO NIVEL
s/c = 200 kg/m².



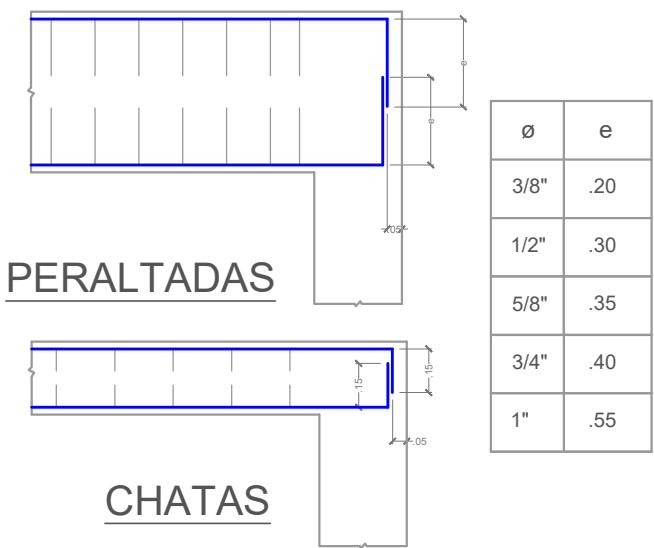
CORTA X-X
COLUMNETAS Pa



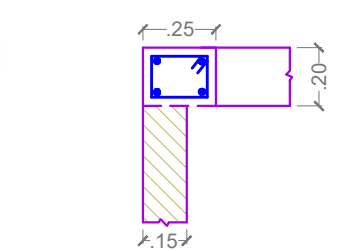
DETALLE ALIGERADO



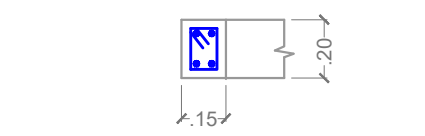
DETALLE DE EMPALME DE
COLUMNAS



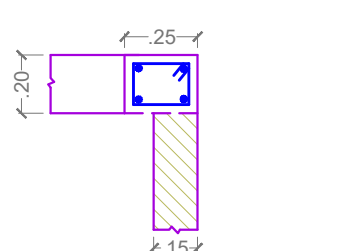
ANCLAJE DE VIGAS



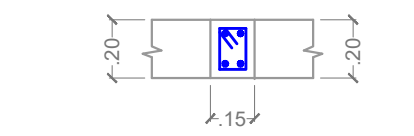
SOLERA S-1
(.25x.20)



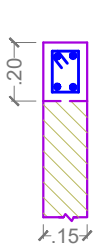
CORTA A-A
(.15x.20)



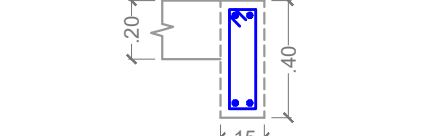
SOLERA S-2
(.25x.20)



CORTA B-B
(.15x.20)



SOLERA S-3
(.15x.20)

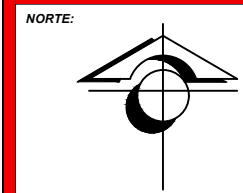


CORTA C-C
(.15x.40)

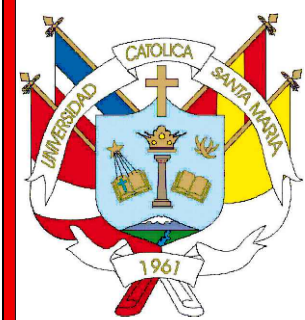
LONGITUD DE EMPALME (l)	
ø3/4"	.70
ø5/8"	.60
ø1/2"	.50
ø1"	1.00

EMPALMAR EN DIFERENTES
PARTES TRATANDO DE HACER
LOS EMPALMES FUERA DE LA
ZONA DE CONFINAMIENTO

PROYECTO:
VIVIENDA
MULTIFAMILIAR



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
SANTA MARÍA



UBICACIÓN:
DEPARTAMENTO - AREQUIPA
PROVINCIA - AREQUIPA
DISTRITO - AREQUIPA
CALLE - BEATERIO
NÚMERO - 220

SISTEMA CONSTRUCTIVO:

ALBAÑILERÍA
CONFINADA

PROPIETARIO:
SR. JOSÉ
ANTONIO
PAREDES
TELLEZ

BAJERES RESPONSABLE:
CUMPA GUTIERREZ,
MARILIA
LLERENA LUNA,
ANYELA

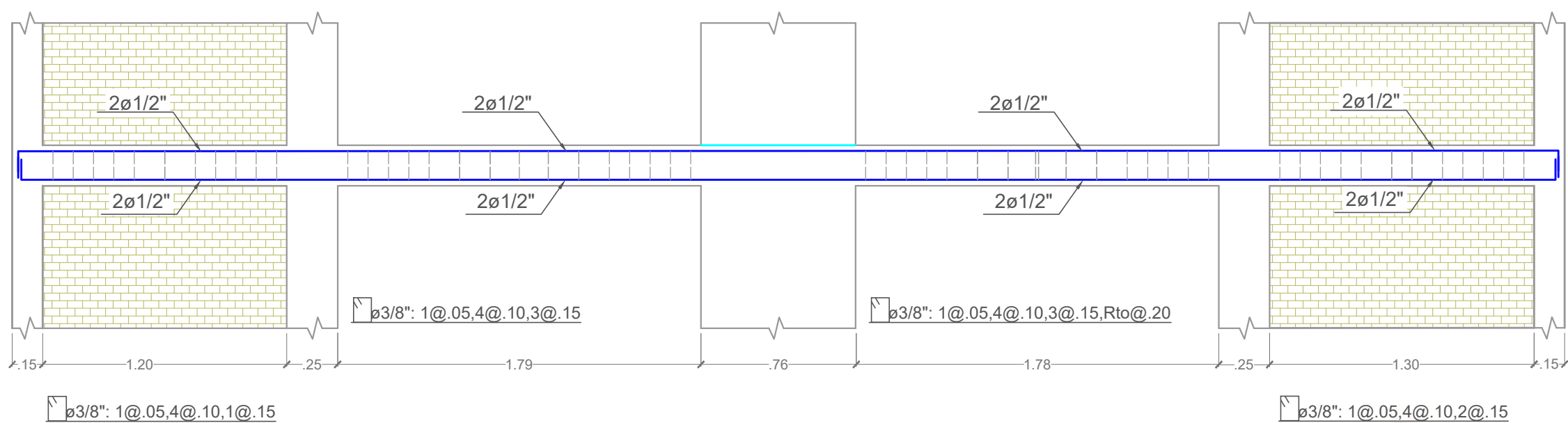
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
ENCOFRADO 3º
Y 4º NIVEL

ESCALA:
INDICADA

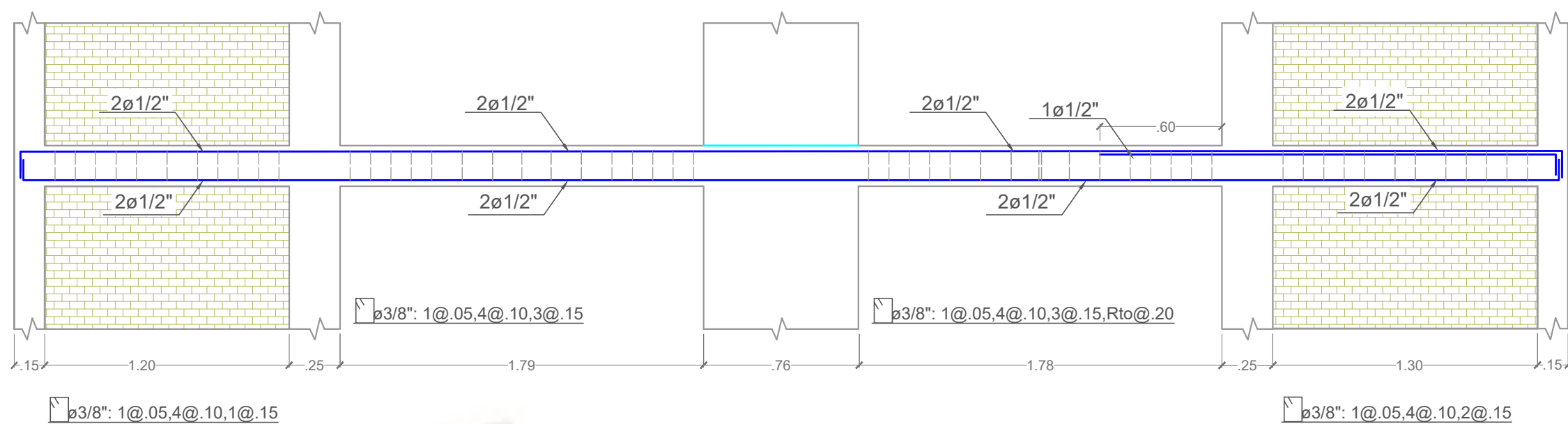
FECHA:
ABRIL
2020

DEPARTAMENTO:
AREQUIPA- PERÚ

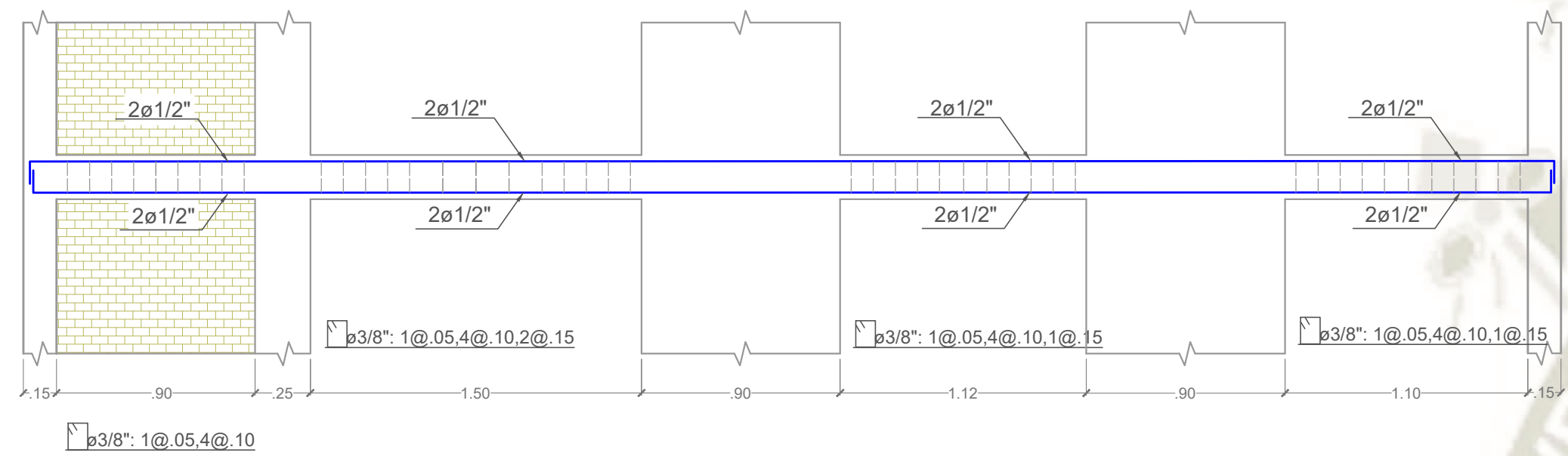
PLANTA:
E
03



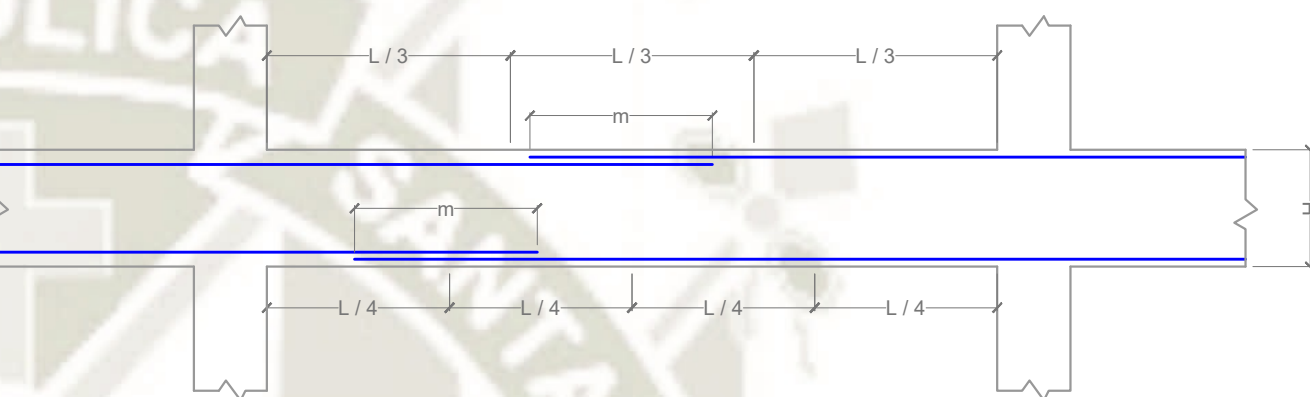
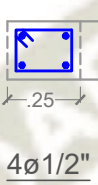
VIGA V-1 (.25x.20)



VIGA V-1A (.25x.20)

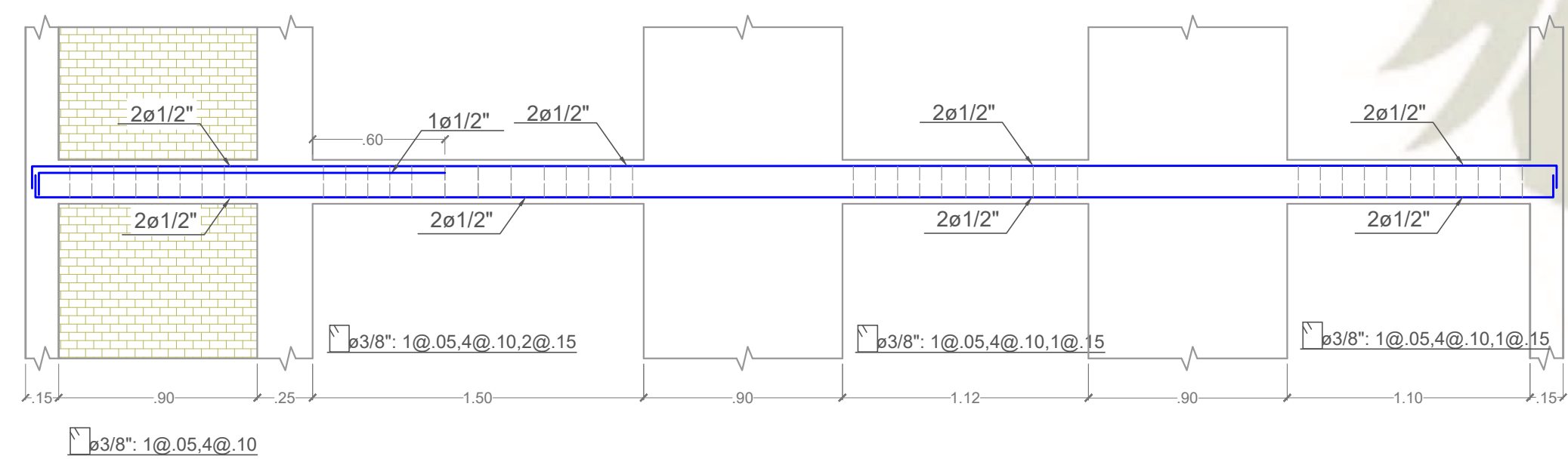


VIGA V-2 (.25x.20)

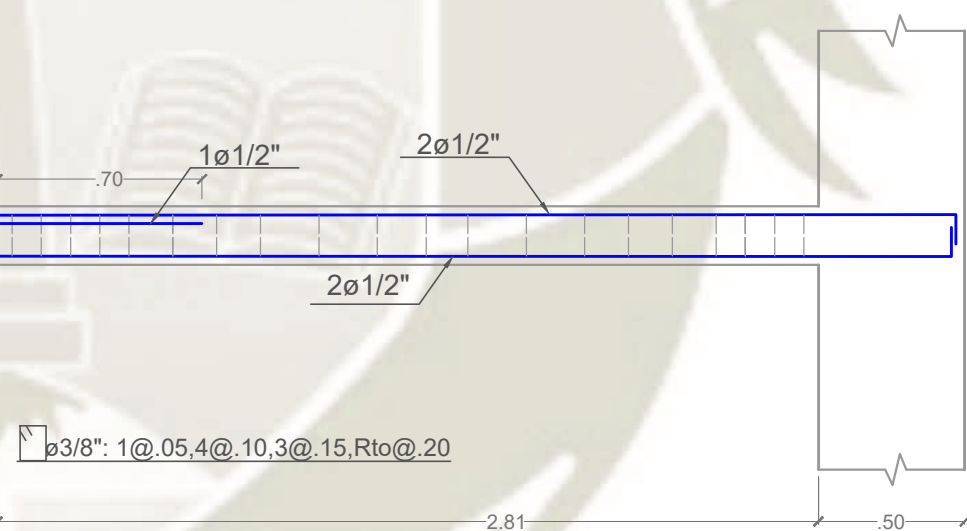
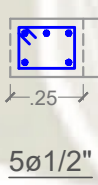


EMPALMES TRASLAPADOS PARA
VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS

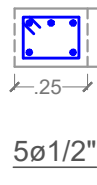
VALORES DE m			
ø	Refuerzo inferior	Refuerzo superior	
3/8"	H cualquiera	H<30	45
1/2"			45
5/8"			60
3/4"			70
1"			125



VIGA V-2A (.25x.20)



VIGA V-3 (.25x.20)

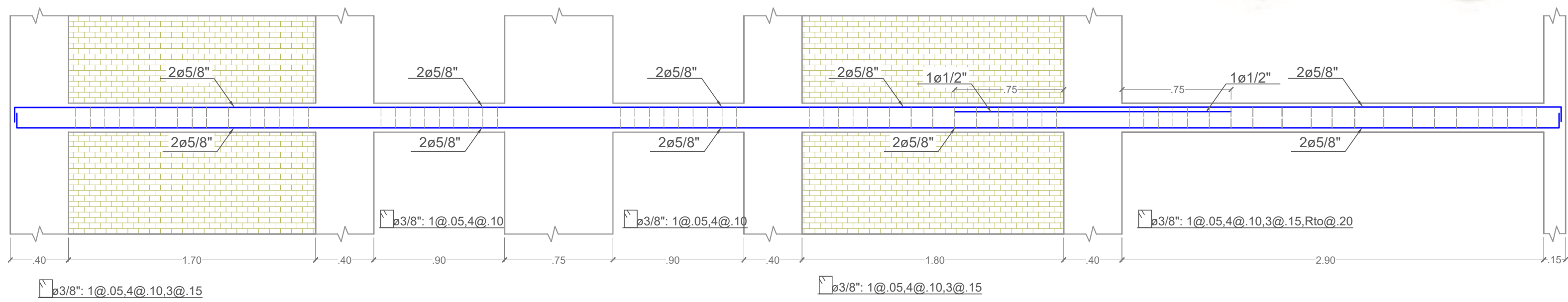


ø	e
3/8"	.20
1/2"	.30
5/8"	.35
3/4"	.40
1"	.55

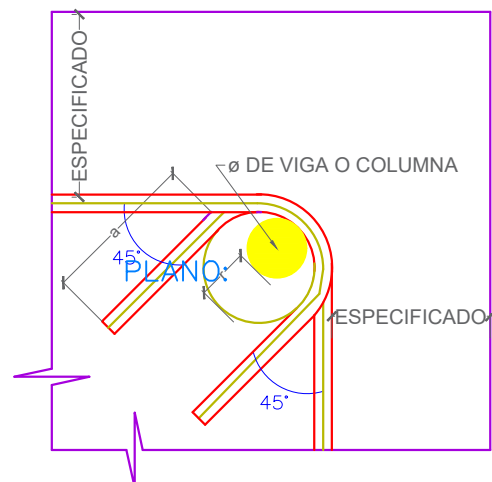
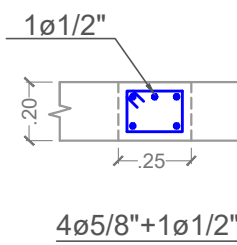
PERALTADAS

CHATAS

ANCLAJE DE VIGAS



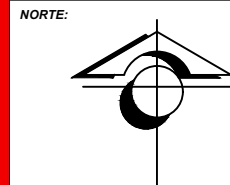
VIGA V-4 (.25x.20)



ø	r	a
1/4"	2cm	8cm
3/8"	3cm	13cm

DETALLE DOBLADO
ESTRIBOS EN
COLUMNAS O
VIGAS

PROYECTO:
VIVIENDA
MULTIFAMILIAR



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
SANTA MARÍA



UBICACIÓN:
DEPARTAMENTO : AREQUIPA
PROVINCIA : AREQUIPA
DISTRITO : AREQUIPA
CALLE : BEATERO
NÚMERO : 220

SISTEMA CONSTRUCTIVO:
ALBAÑILERIA
CONFINADA

PROPIETARIO:
SR. JOSÉ
ANTONIO
PAREDES
TELLEZ

BACHILLER RESPONSABLE:
CUMPA GUTIERREZ,
MARILIA
LLERENA LUNA,
ANYELA

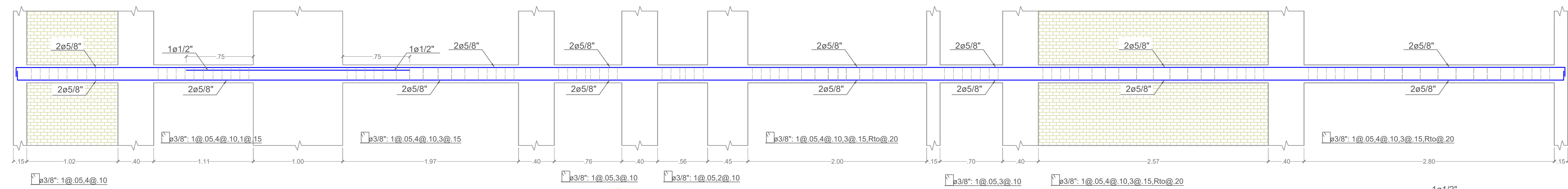
ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS
VIGAS

ESCALA:
INDICADA

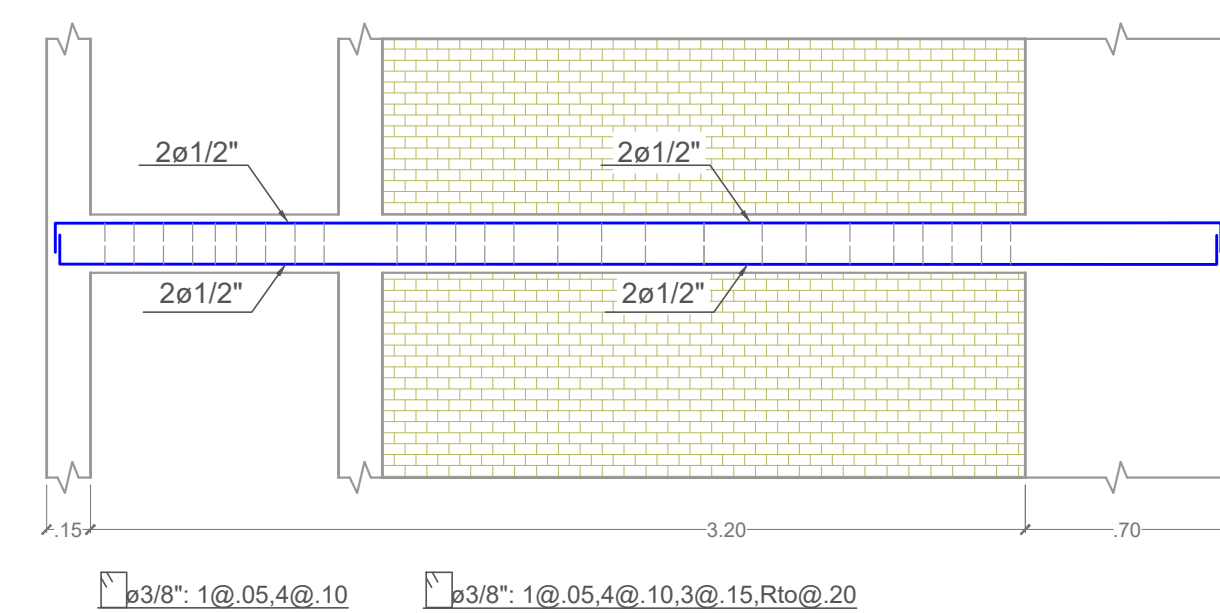
FECHA:
ABRIL
2020

DEPARTAMENTO:
AREQUIPA- PERÚ

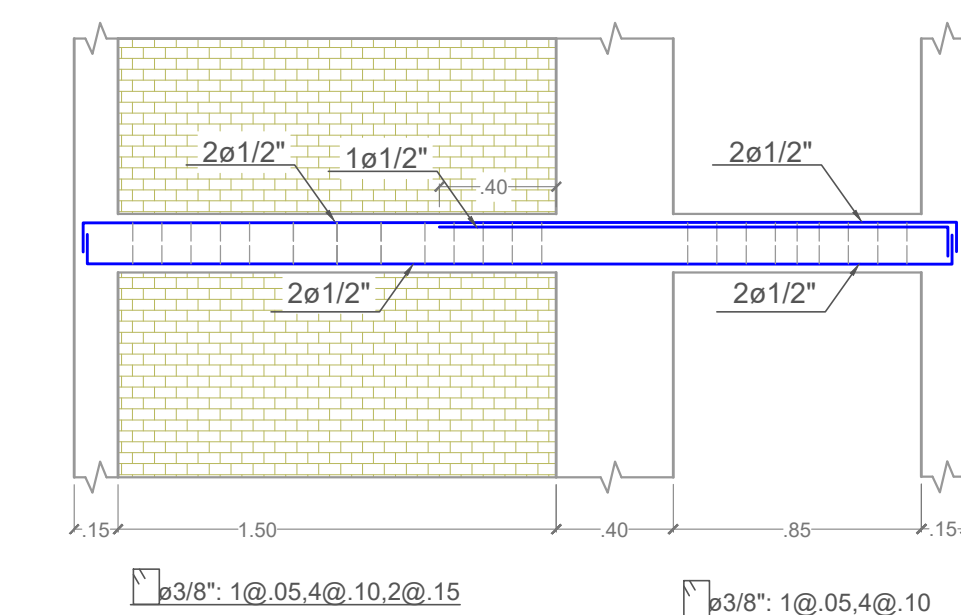
LÁMINA:
E
04



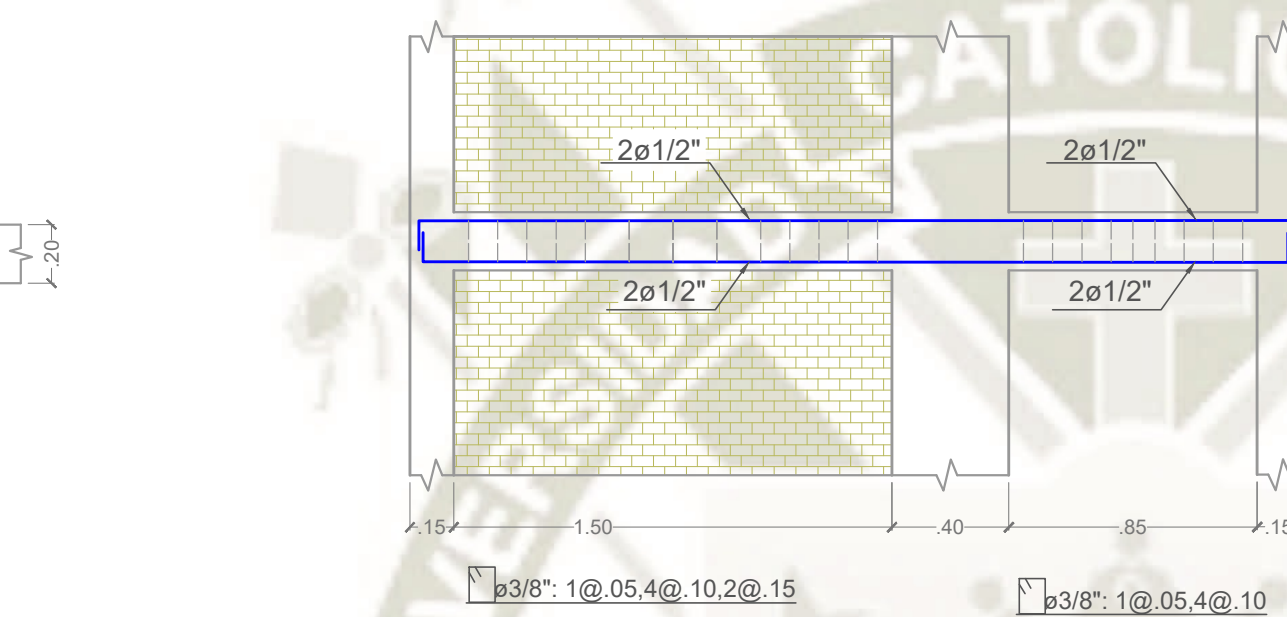
VIGA V-5 (.25x.20)



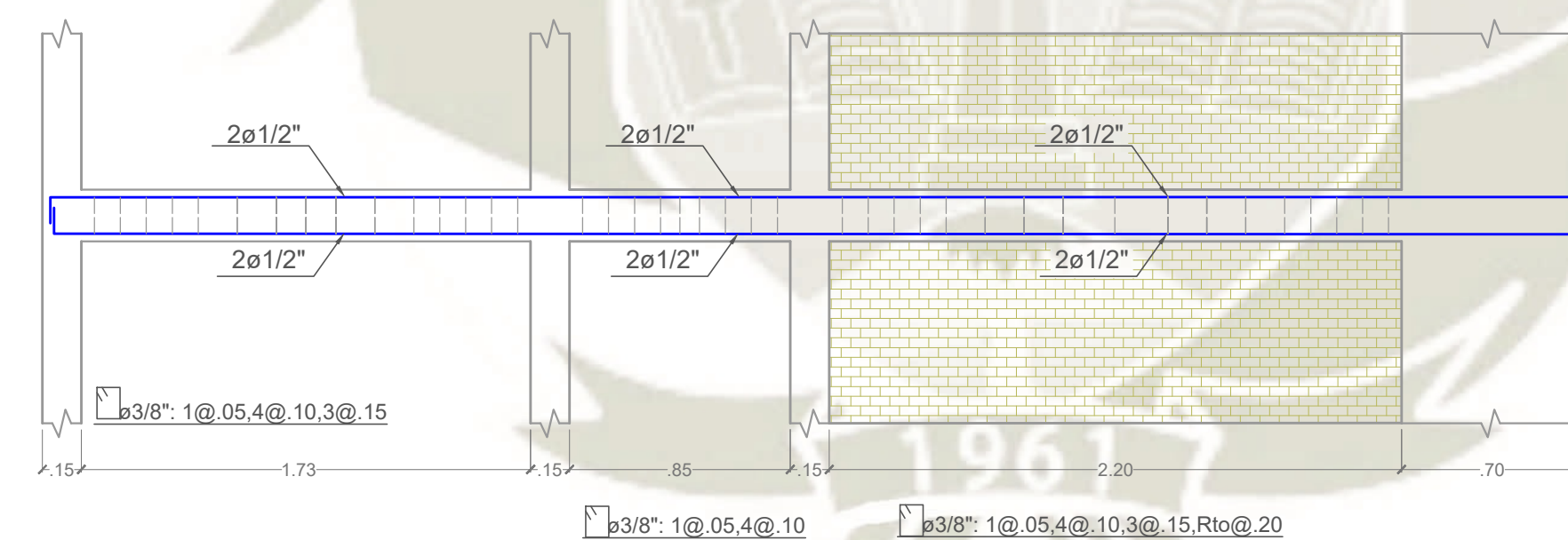
VIGA V-6 (.25x.20)



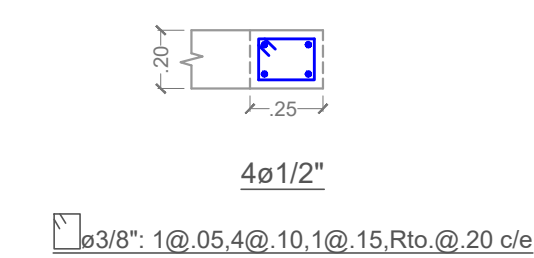
VIGA V-7A (.25x.20)



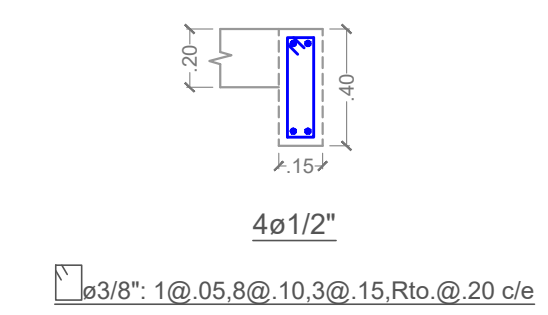
VIGA V-7 (.25x.20)



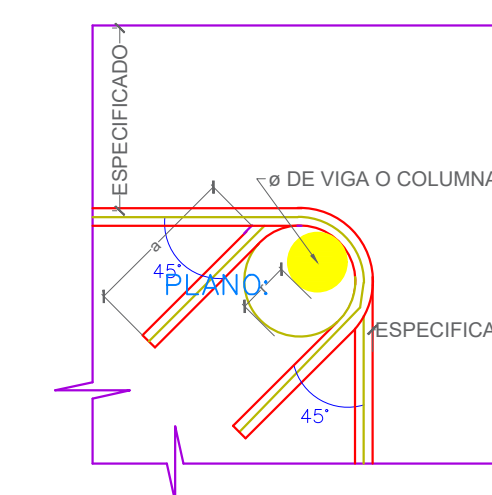
VIGA V-8 (.25x.20)



VIGA V-9
(.25x.20)

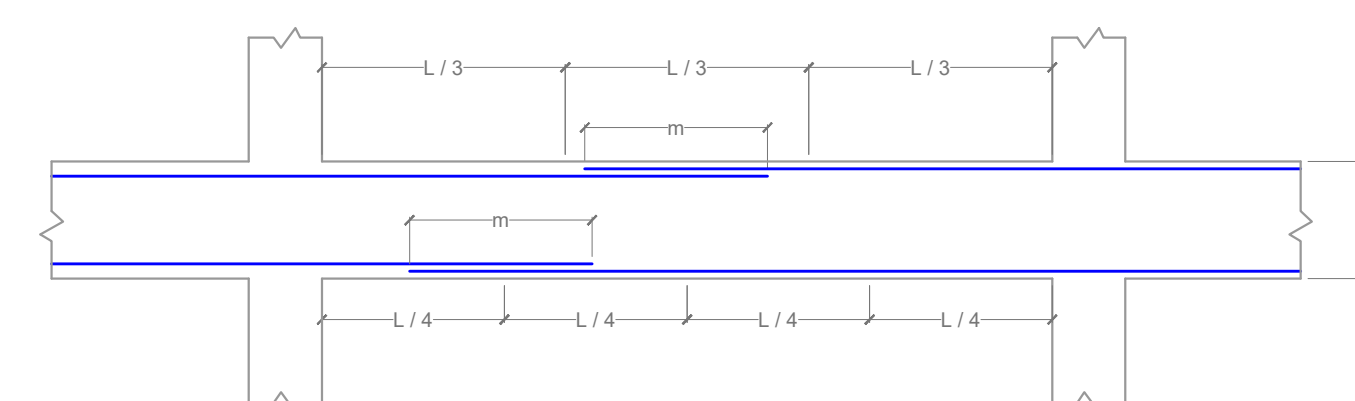


VIGA V-10
(.15x.40)



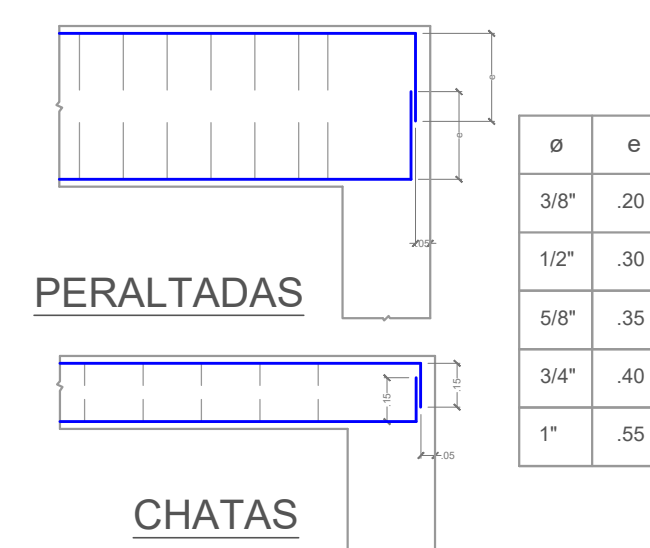
Ø	r	a
1/4"	2cm	8cm
3/8"	3cm	13cm

DETALLE DOBLADO
ESTRIBOS EN
COLUMNAS O
VIGAS



EMPALMES TRASLAPADOS PARA
VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS

VALORES DE m			
Ø	Refuerzo inferior H cualquiera	Refuerzo superior H<30	
3/8"	40	40	45
1/2"	40	40	45
5/8"	50	45	60
3/4"	65	50	70
1"	115	90	125



ANCLAJE DE VIGAS

PROYECTO:
**VIVIENDA
MULTIFAMILIAR**

NORTE

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
SANTA MARIA

UBICACIÓN:
DEPARTAMENTO - AREQUIPA
PROVINCIA - AREQUIPA
DISTRITO - AREQUIPA
CALLE - BEATERIO
NÚMERO - 220

ESTRUC. CONSTRUCTIVO:
**ALBAÑILERIA
CONFINADA**

PROPIETARIO:
**SR. JOSÉ
ANTONIO
PAREDES
TELLEZ**

BACHILLER RESPONSABLE:
CUMPA GUTIERREZ,
MARILIA
LLERENA LUNA,
ANYELA

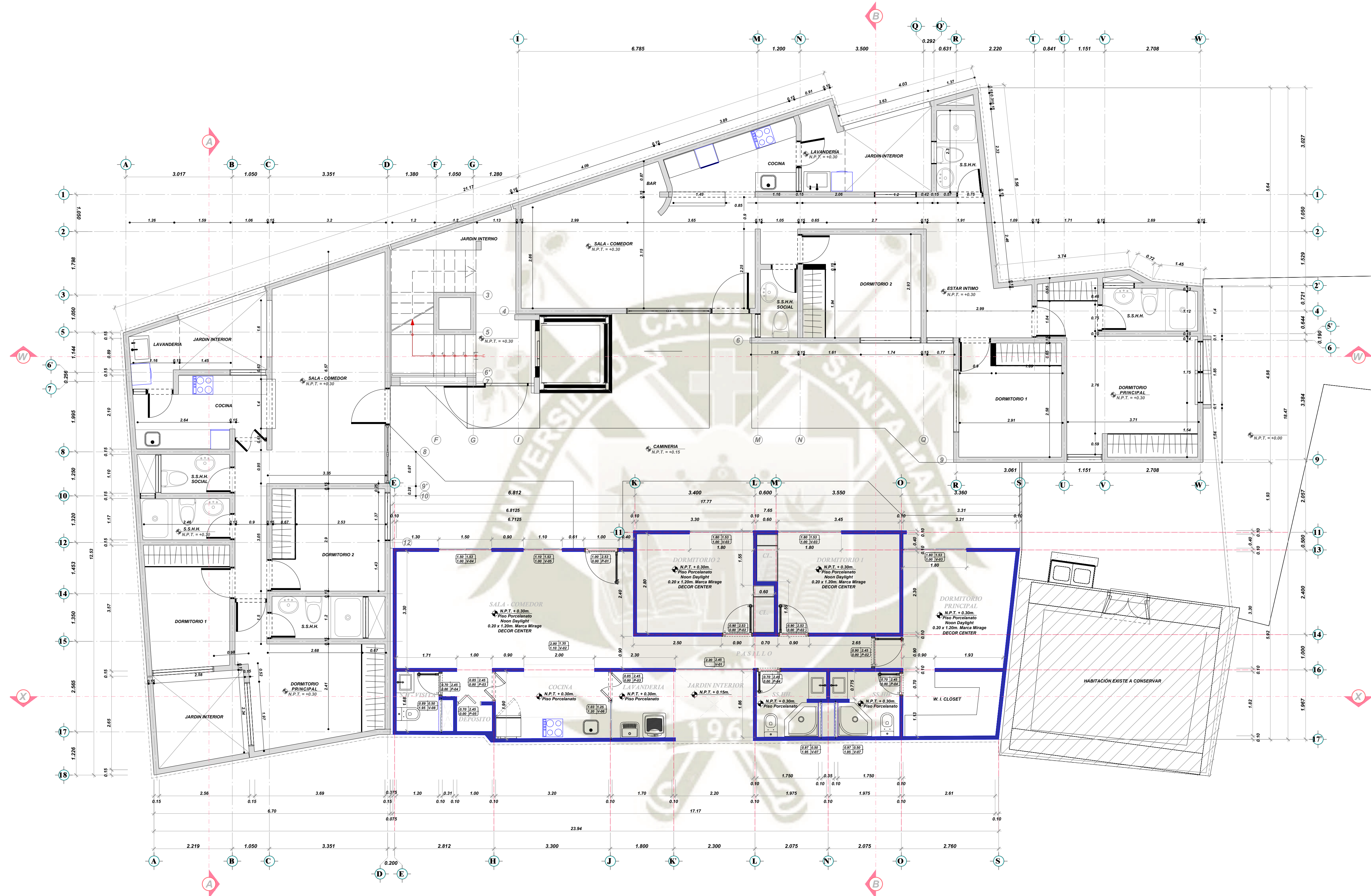
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS
VIGAS

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
**ABRIL
2020**

DEPARTAMENTO:
AREQUIPA- PERÚ

PLANTA:
**E
05**



DISTRIBUCION ARQUITECTONICA 1º y 2º NIVEL
ESCALA 1:50

PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR

NORTE:

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA

UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: AREQUIPA, PROVINCIA: AREQUIPA, DISTRITO: AREQUIPA, CALLE: BATEIRO, NUMERO: 230

SISTEMA CONSTRUCTIVO: MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA

PROYECTADO: SR. JOSÉ ANTONIO PAREDES TELLEZ

DISEÑADOR RESPONSABLE: CUMPA GUTIERREZ, MARILIA, LLERENA LUNA, ANYELA

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURA

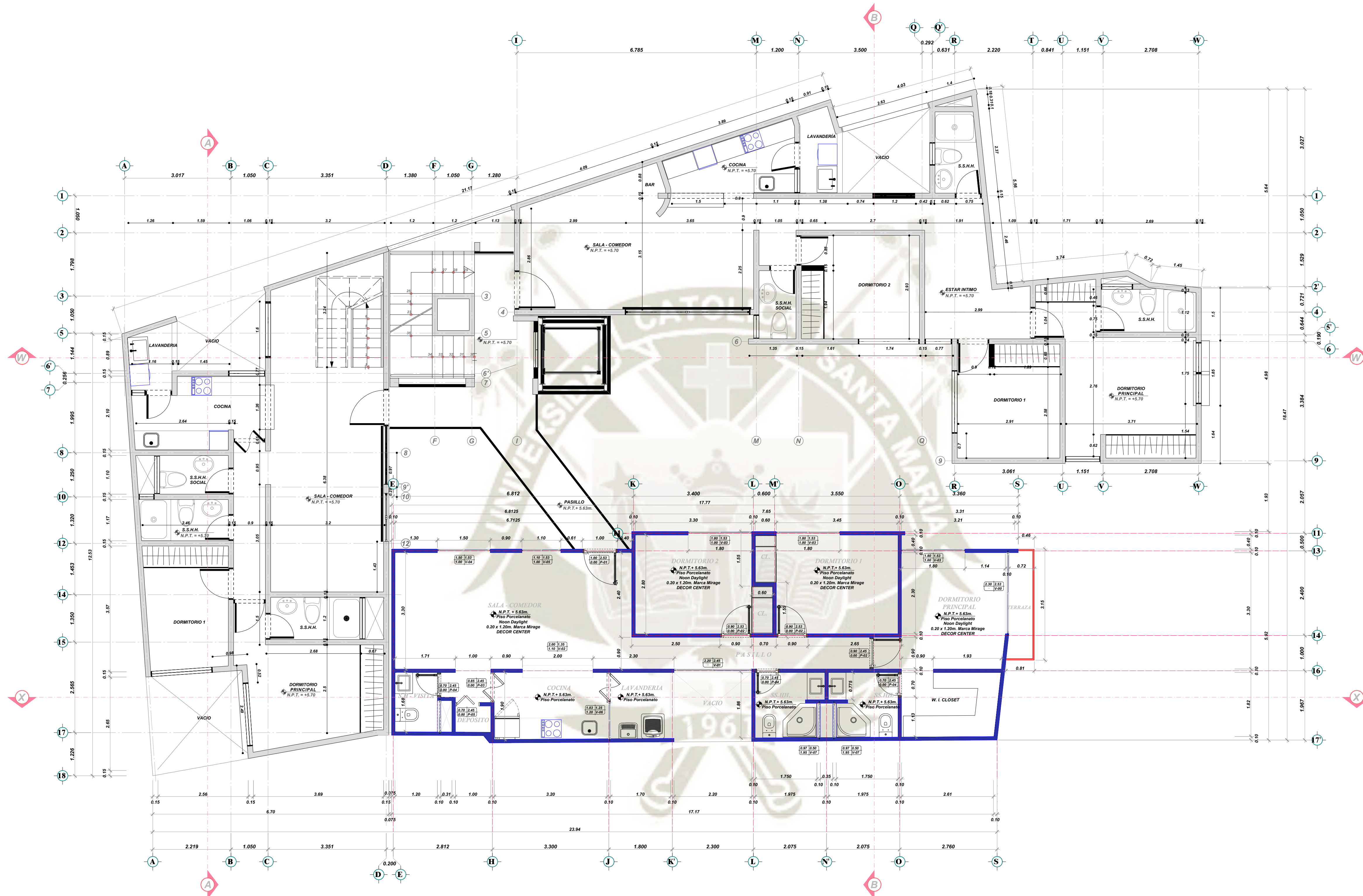
DISTRIBUCION DE ARQUITECTURA 1º y 2º NIVEL

ESCALA: INDICADA

FECHA: ABRIL 2020

DEPARTAMENTO: AREQUIPA - PERÚ

LÁMINA: A 01



DISTRIBUCION ARQUITECTONICA 3º, 4º y 5º NIVEL
ESCALA 1/50

PROYECTO:
VIVIENDA
MULTIFAMILIAR

NOTA:



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
SANTA MARÍA



UBICACION:

DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: AREQUIPA
CALLE: BAYBORDO
NÚMERO: 120

INTERVENIENDO:

MURO DE
DUCTILIDAD
LIMITADA

PROYECTADO:

SR. JOSÉ
ANTONIO
PAREDES
TELLEZ

RESPONSABLE:

CUMPA GUTIERREZ,
MARILIA
LLERENA LUNA,
ANYELA

ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA

DISTRIBUCION
DE
ARQUITECTURA
3º NIVEL

ESCALA:

INDICADA

FECHA:

ABRIL
2020

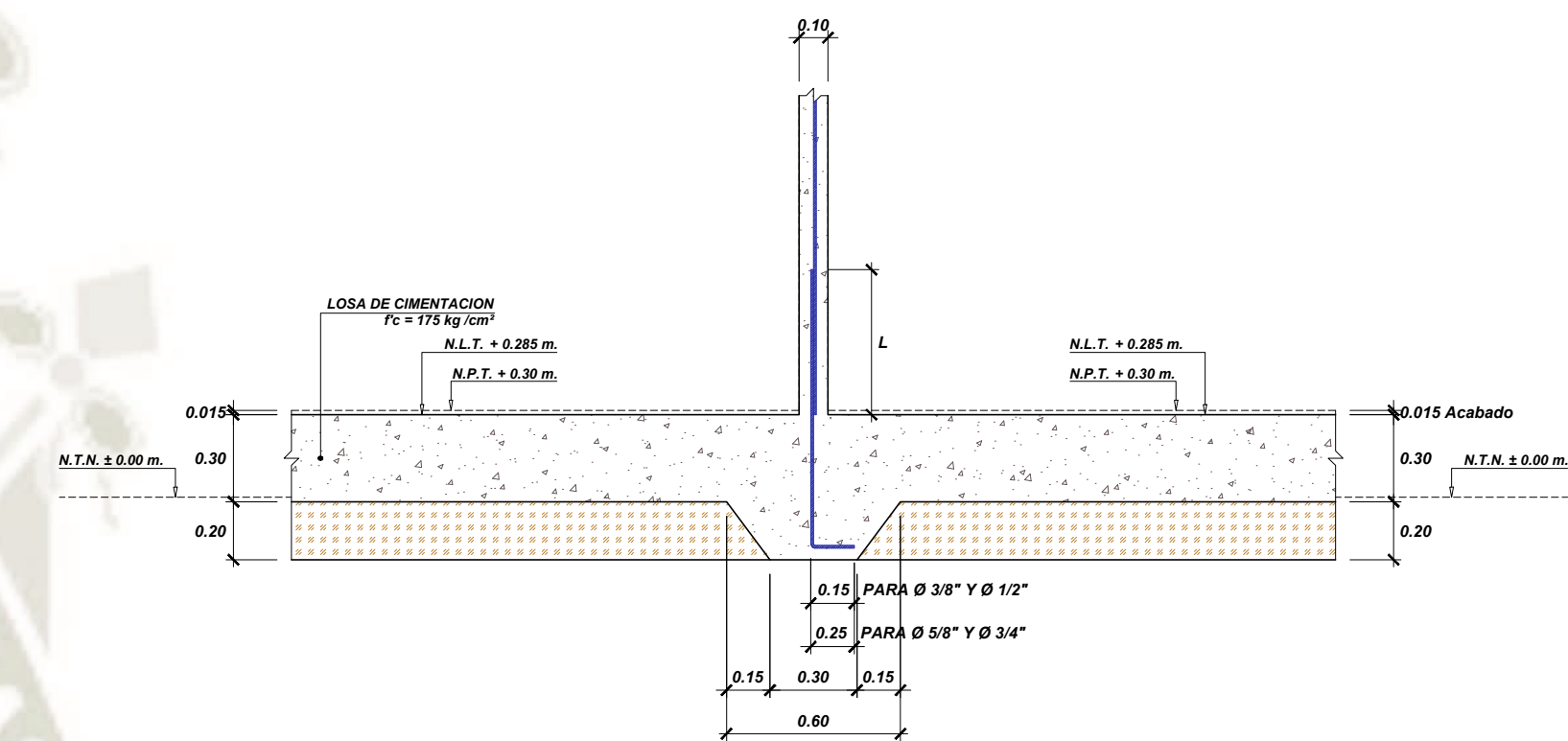
DEPARTAMENTO:

AREQUIPA- PERÚ

PLAN:

A
02

ESCALA 1/20

[illegible]

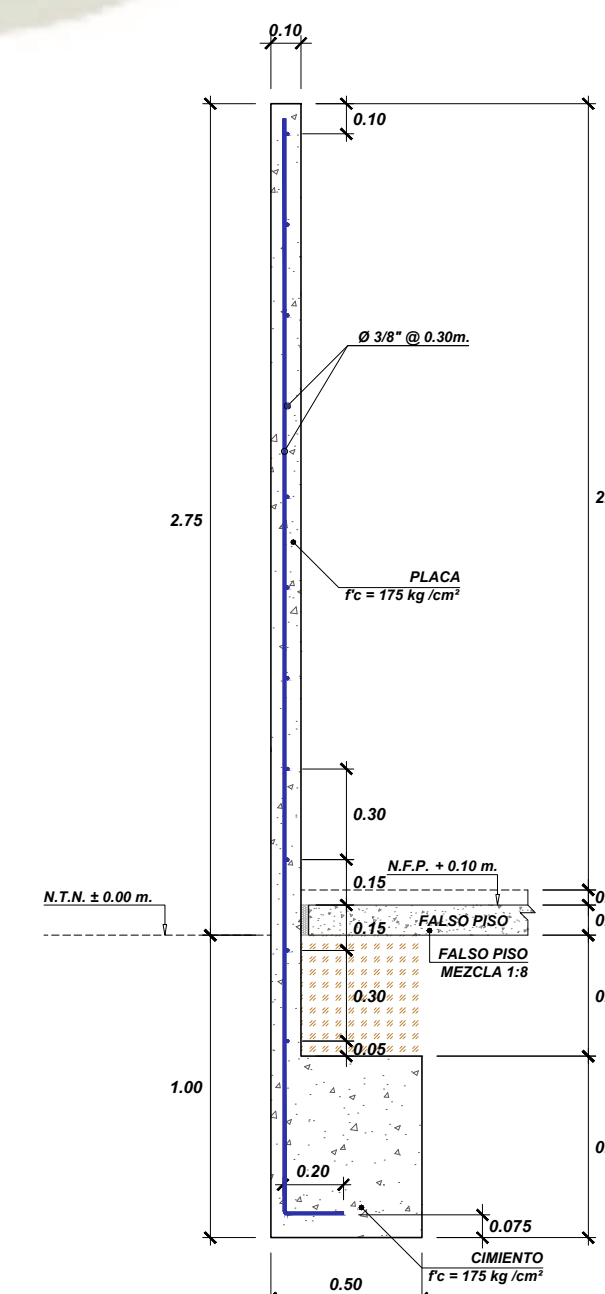
ϕ	L1 (m)	
1/4"	30	
3/8"	40	
1/2"	50	
5/8"	60	
3/4"	70	
1"	1.20	

NO SE PERMITIRAN EMPALMES
DE REFUERZO SUPERIOR (NEGATIVO)
EN UNA LONGITUD DE 1/4 DE LA
LUZ DE LA VIGA A C/LADO
DE LA COLUMNA

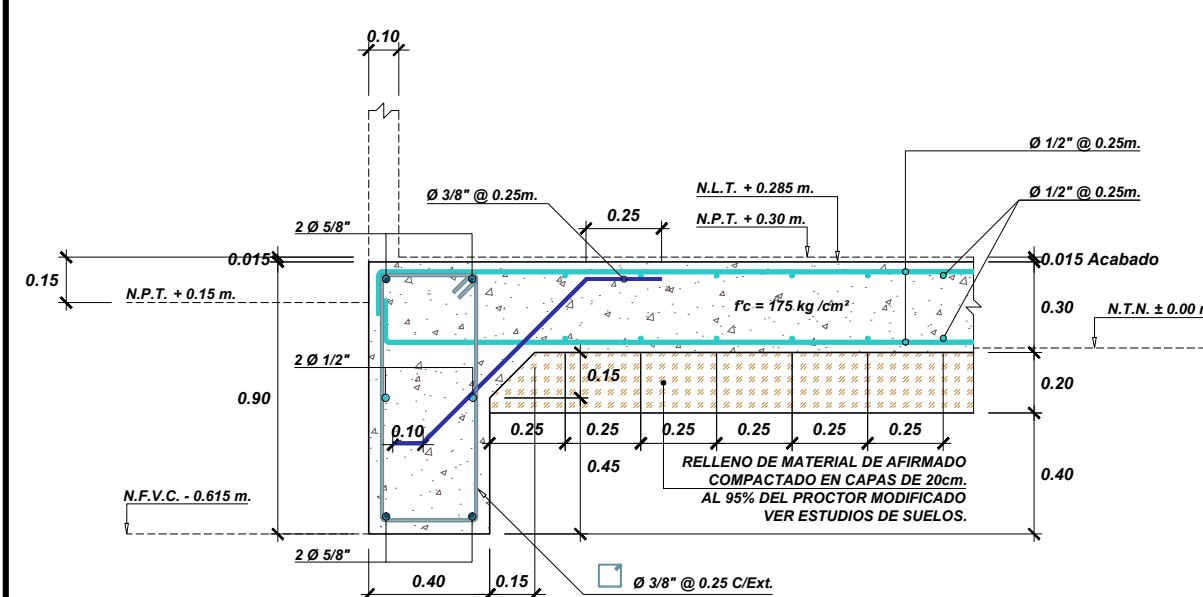




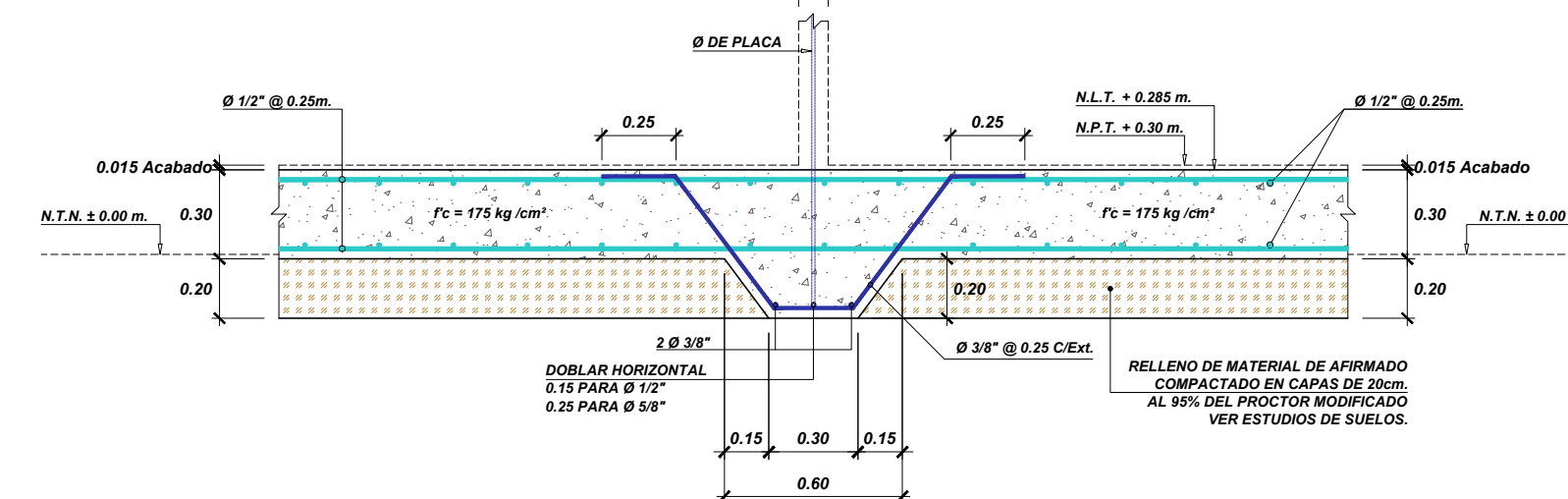
VIGAS Y LOSAS



ESCALA 1/20

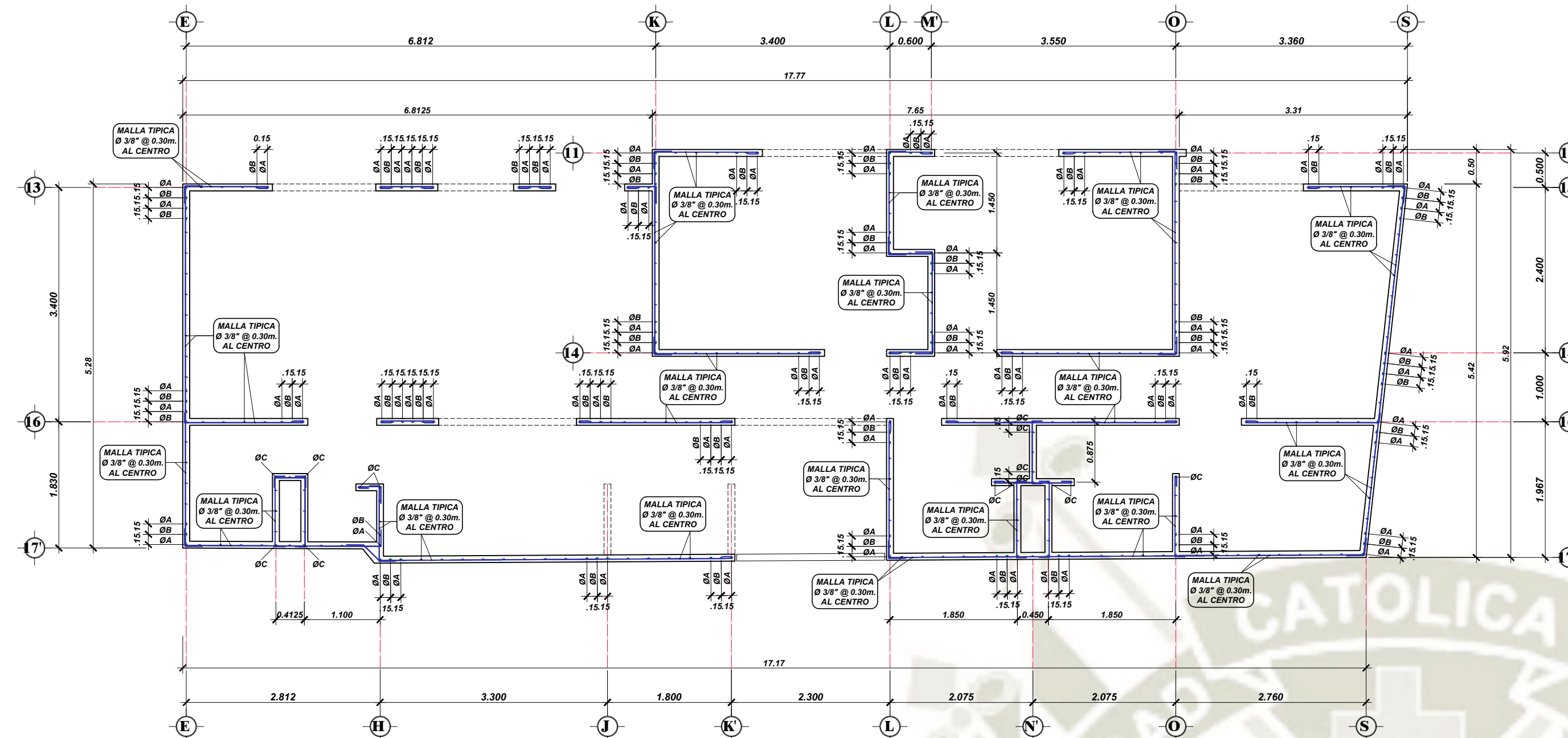


ESCALA 1/20

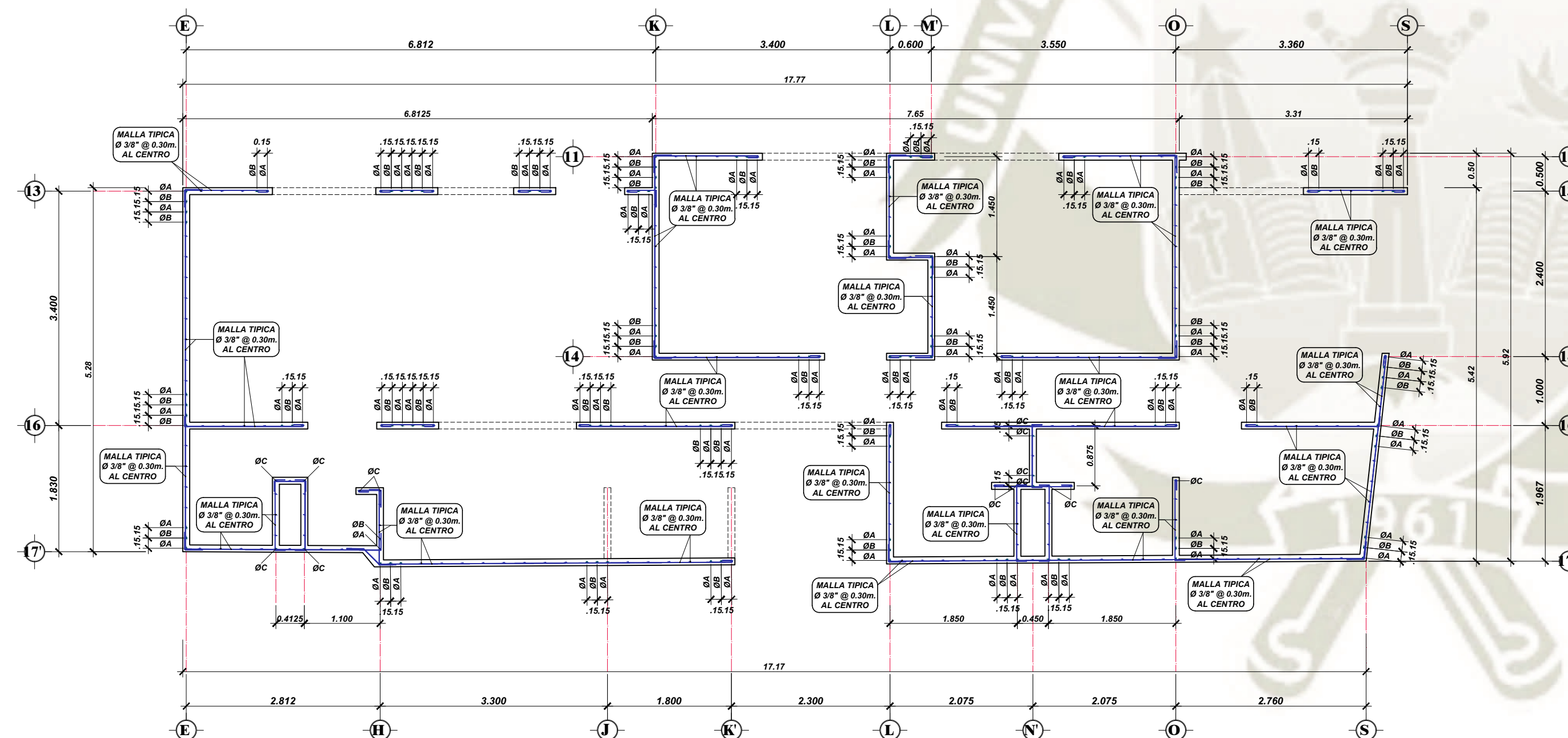


ESCALA 1/20

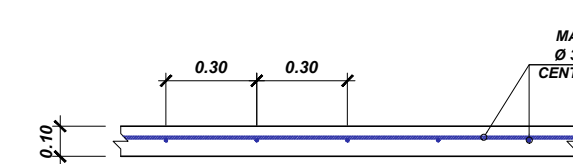




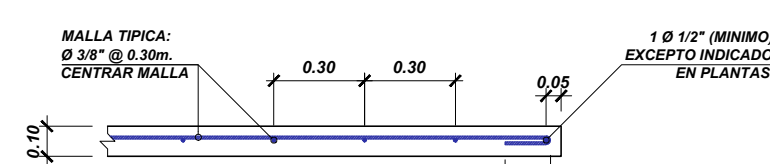
PLANTA DE MUROS 1° Y 2° NIVEL
(VERIFICAR DIMENSIONES CON ARQUITECTURA Y EN SITIO)
ESCALA 1/20



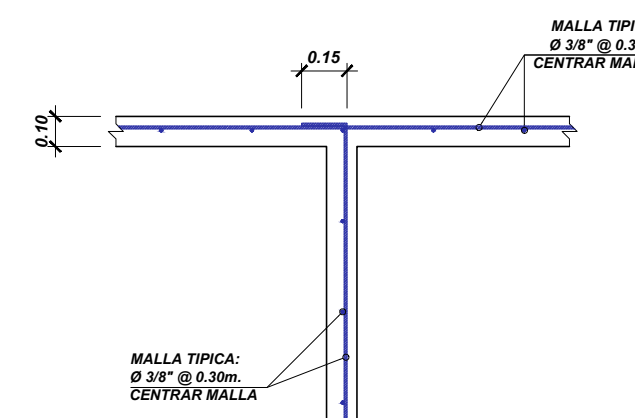
PLANTA DE MUROS 3° AL 5° NIVEL
(VERIFICAR DIMENSIONES CON ARQUITECTURA Y EN SITIO)
ESCALA 1/20



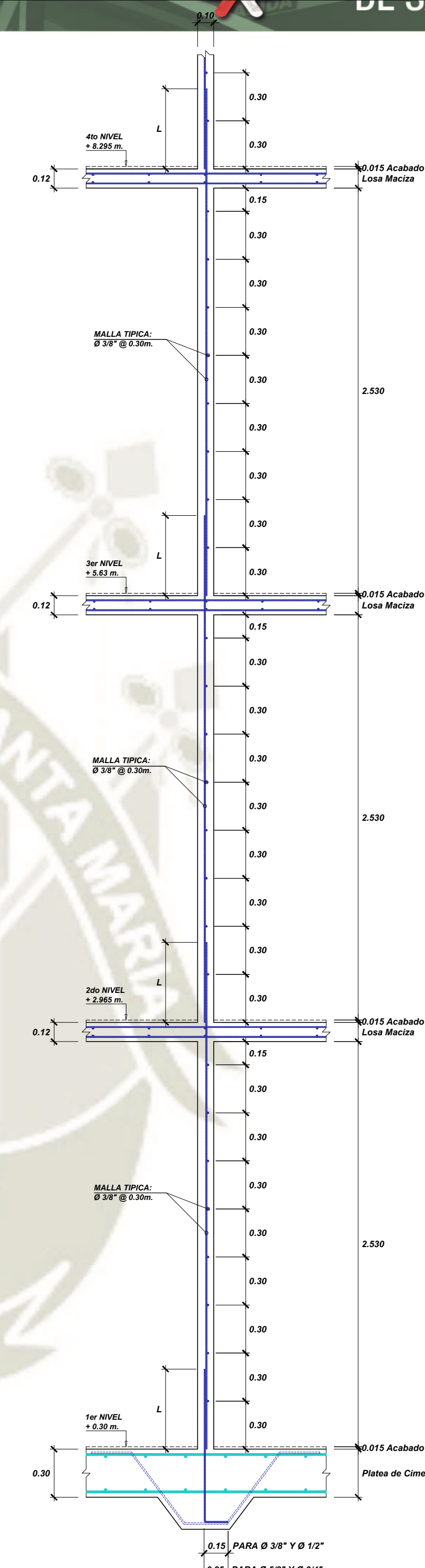
SECCION TÍPICA DE MUROS DE CONCRETO
ESCALA 1/20



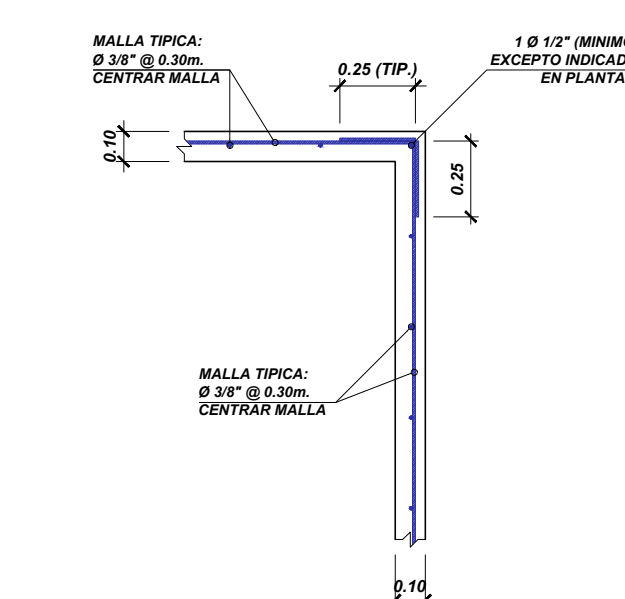
DETALLE EXTREMO TÍPICO
ESCALA 1/20



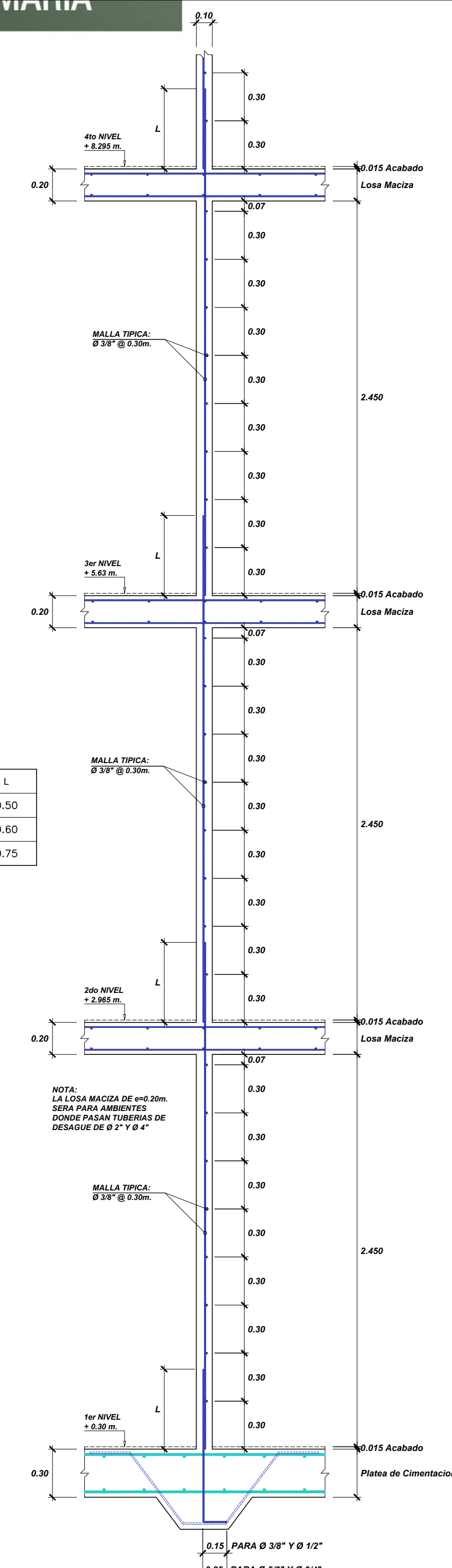
**DETALLE DE ENCUENTRO TÍPICO
EN CENTROS**
ESCALA 1/20



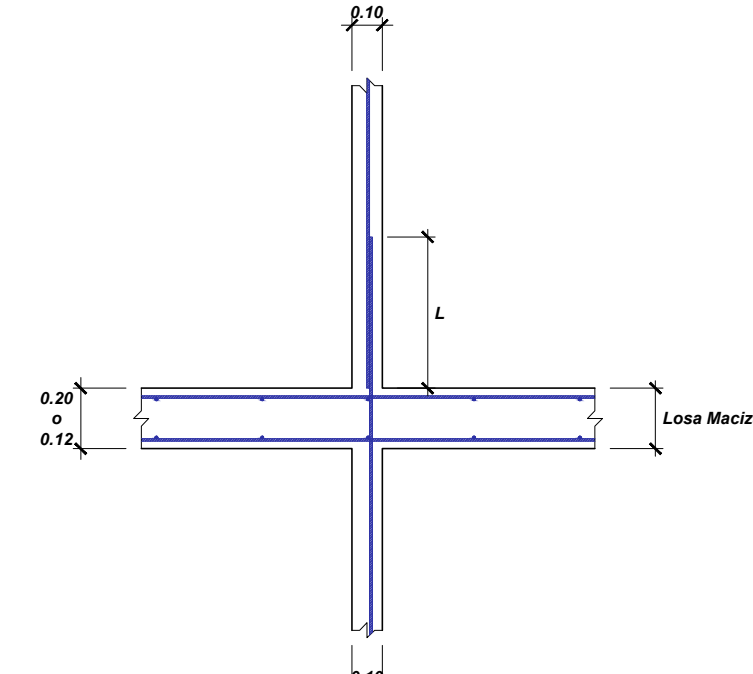
**DETALLE DE ARRANQUE DE MUROS
DESDE LOSA MACIZA h=0.12m.**
ESCALA 1/20



**DETALLE DE ENCUENTRO TÍPICO
EN ESQUINAS**
ESCALA 1/20



**DETALLE DE ARRANQUE DE MUROS
DESDE LOSA MACIZA h=0.20m.**
ESCALA 1/20



**DETALLE DE EMPALMES EN MUROS
DE ARMADURA VERTICAL**
ESCALA 1/20

Ø	L
3/8"	0.50
1/2"	0.60
5/8"	0.75

PROYECTO: **VIVIENDA MULTIFAMILIAR**

NOTA:

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: AREQUIPA
CALLE: EL CENTRO
NÚMERO: 120

PROYECTO: **MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA**

PROYECTADO: **SR. JOSÉ ANTONIO PAREDES TELLEZ**

ELABORADO POR: **CUMPA GUTIERREZ, MARIELA LLERENA LUNA, ANYELA**

ESPECIALIDAD: **ESTRUCTURA**

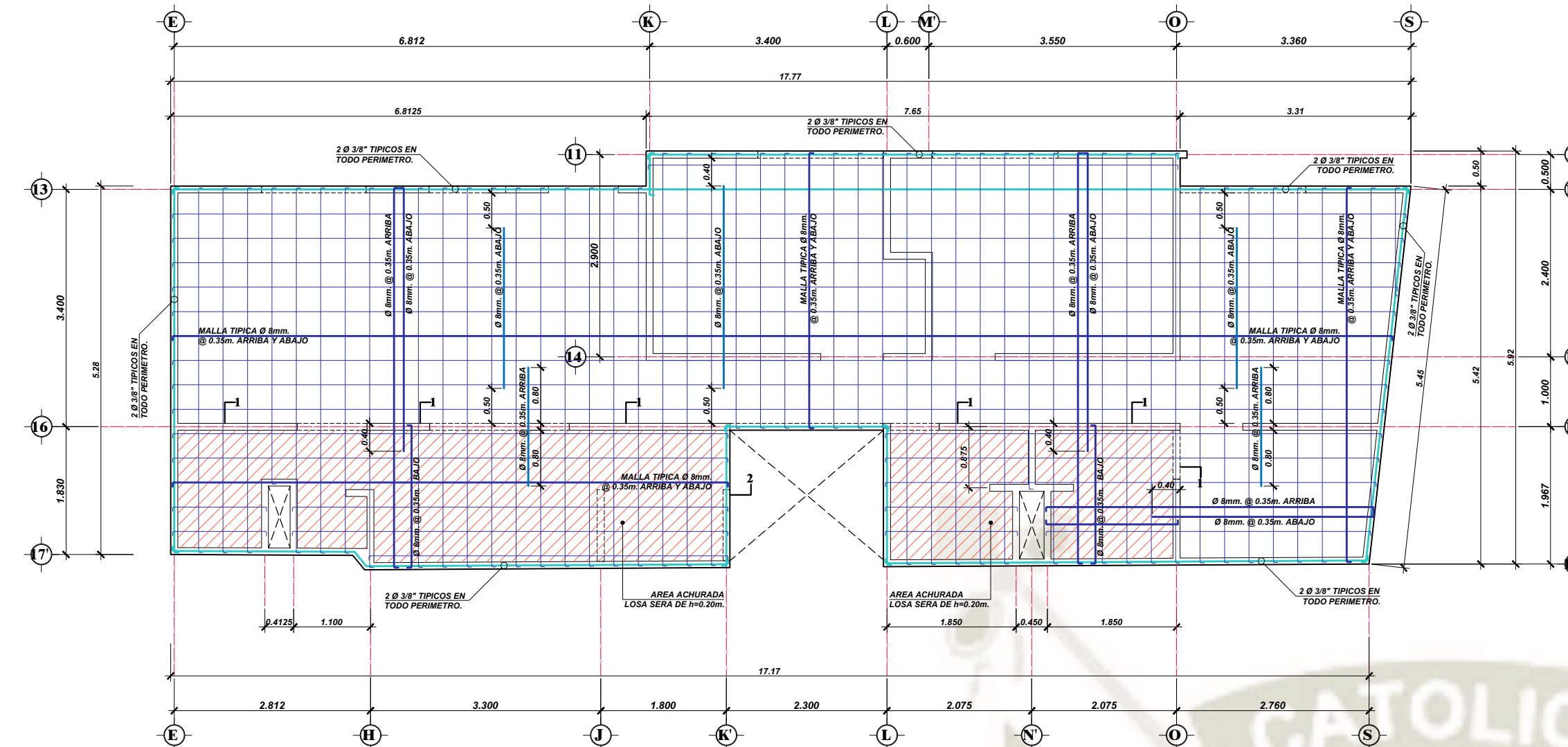
PLANTA DE MUROS DE 1° AL 5° NIVEL

ESCALA: **INDICADA**

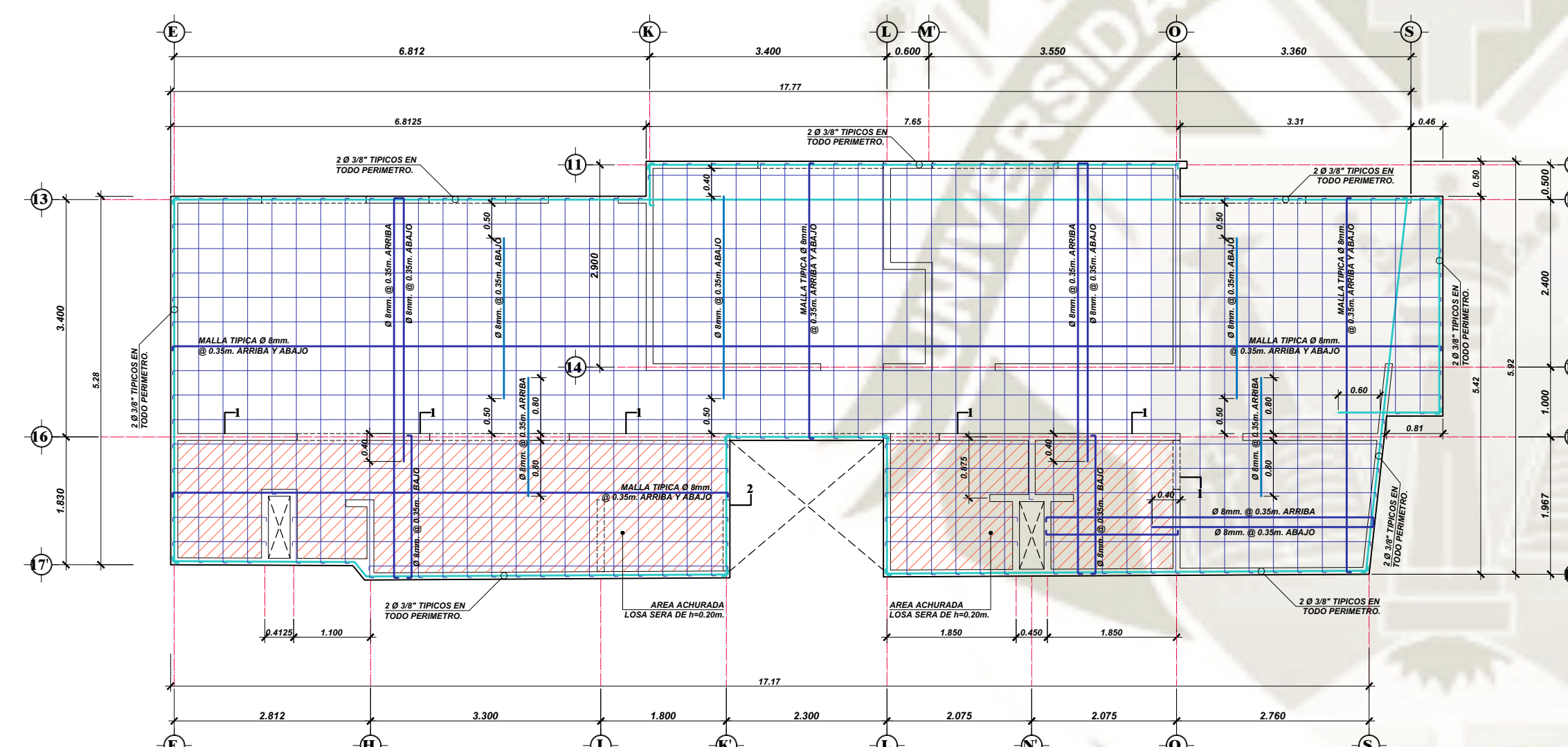
FECHA: **ABRIL 2020**

DEPARTAMENTO: **AREQUIPA - PERÚ**

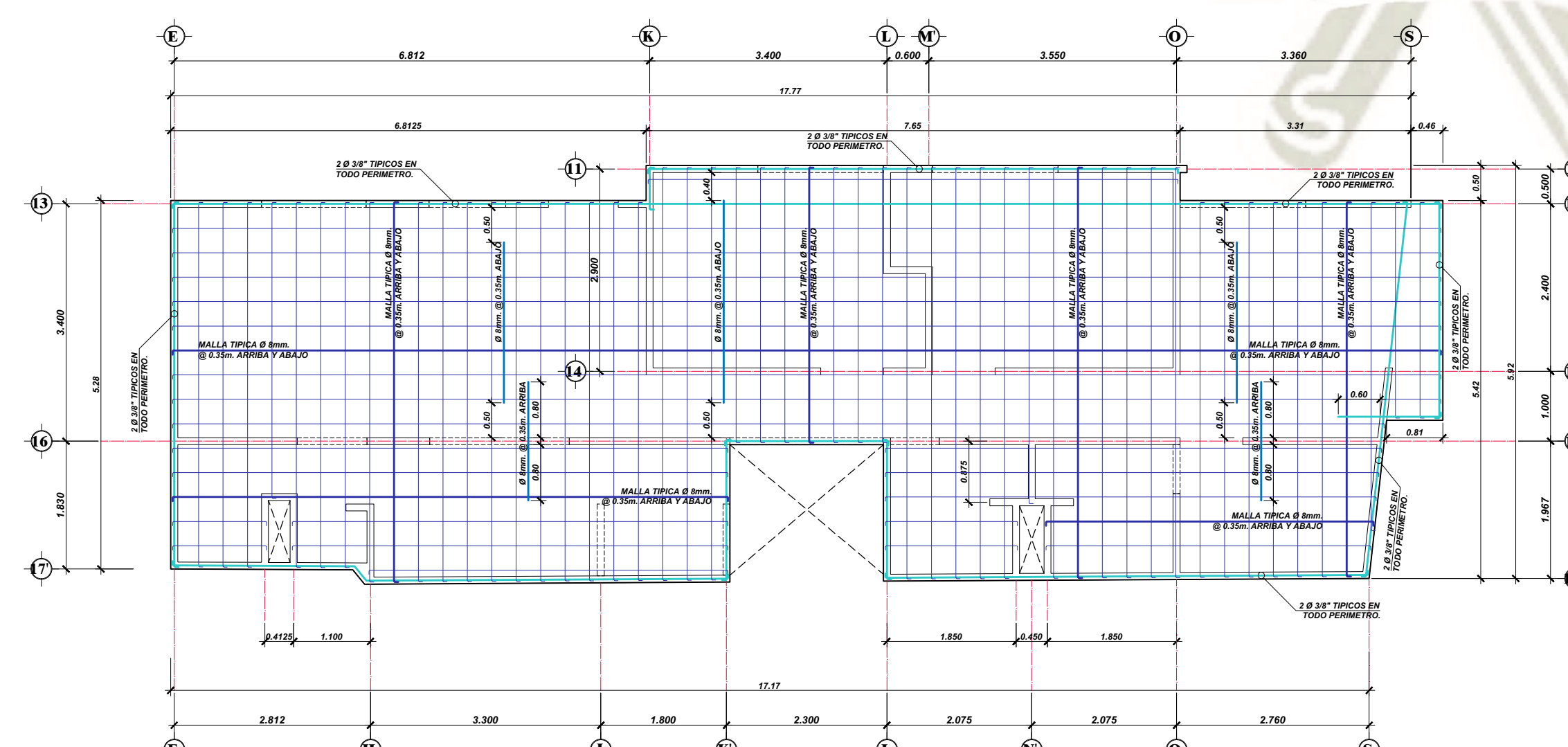
Plan: **E 02**



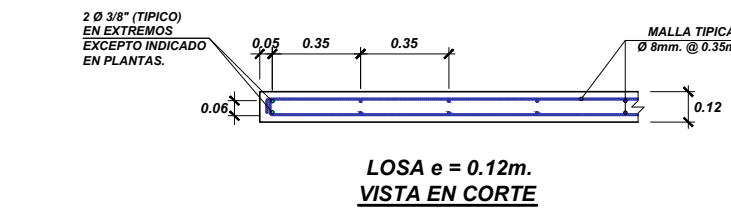
PLANTA DE ENCOFRADO DE TECHO 1° NIVEL
(LOSA MACIZA $e=0.12m$, $S/C=200kg/cm^2$)
ESCALA 1/50



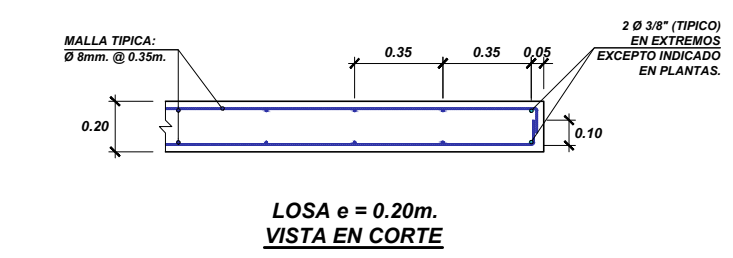
PLANTA DE ENCOFRADO DE TECHO 2° AL 4° NIVEL
(LOSA MACIZA $e=0.12m$, $S/C=200kg/cm^2$)
ESCALA 1/50



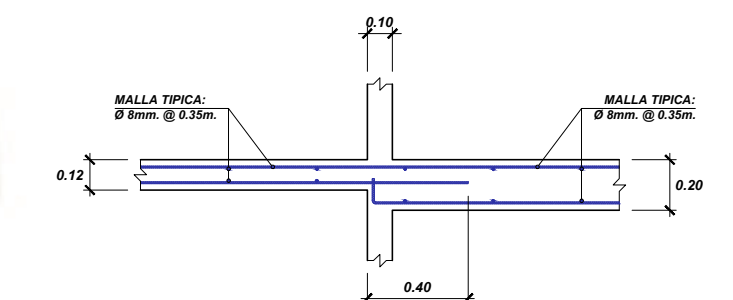
PLANTA DE ENCOFRADO DE TECHO 5° NIVEL
(LOSA MACIZA $e=0.12m$, $S/C=100kg/cm^2$)
ESCALA 1/50



CORTE TÍPICO EN LOSA MACIZA
ESCALA 1/20

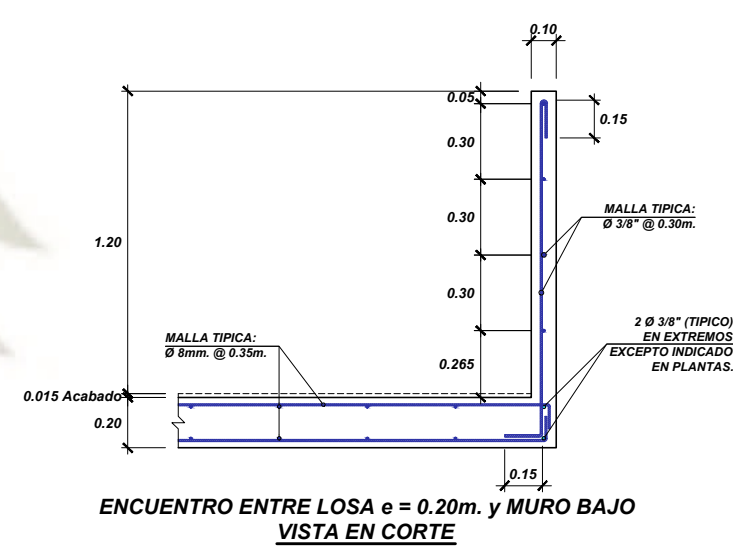


CORTE TÍPICO EN LOSA MACIZA
ESCALA 1/20

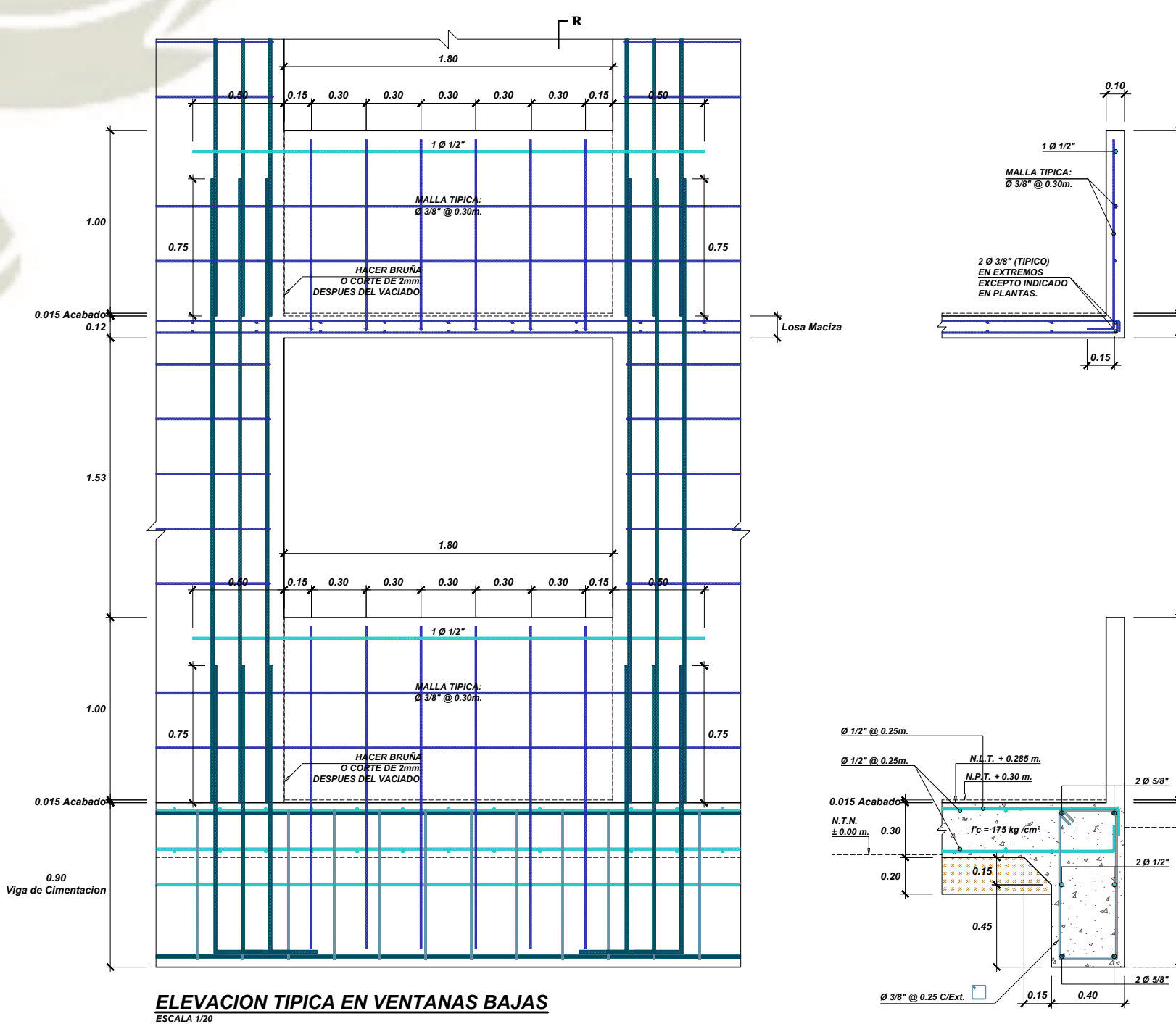


ENCUENTRO ENTRE LOSAS DE $e=0.12$ y $0.20m$.
VISTA EN CORTE

SECCION 1
ESCALA 1/20



SECCION 2
ESCALA 1/20



ELEVACION TÍPICA EN VENTANAS BAJAS
ESCALA 1/20

PROYECTO: **VIVIENDA MULTIFAMILIAR**

UBICACIÓN:

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO: AREQUIPA
PROVINCIA: AREQUIPA
DISTRITO: AREQUIPA
CALLE: BELVARDERO
NÚMERO: 128

CLIENTE: **MURO DE DUCTILIDAD LIMITADA**

PROYECTISTA: **SR. JOSÉ ANTONIO PAREDES TELLEZ**

ELABORADOR: **CUMPA GUTIERREZ, MARIELA LLERENA LUNA, ANIELA**

TÍTULO: **PLANTA DE ENCOFRADOS DEL 1° AL 5° NIVEL**

FECHA: **INDICADA**

FECHA: **ABRIL 2020**

LOCALIZACIÓN: **AREQUIPA - PERÚ**

E 03