

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



**PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDA
“VILLA SOL” - LOS OLIVOS
ESTIMACION DE LA PRESION LATERAL DE CONCRETO
SOBRE ENCOFRADOS VERTICALES**

INFORME DE SUFICIENCIA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

OMAR IVAN RAMOS MUNAYCO

Lima- Perú

2010

INDICE	
RESUMEN	1
LISTA DE CUADROS	2
LISTA DE FIGURAS	3
LISTA DE SIMBOLOS Y DE SIGLAS	4
INTRODUCCION	6
CAPITULO I: RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO	8
1.1. UBICACIÓN	8
1.2. DESCRIPCION DEL PROYECTO	9
1.2.1 Sistema Estructural	9
1.2.2 Instalaciones	9
1.3. MEMORIA DESCRIPTIVA	10
1.3.1 Estudio de Mercado	10
1.3.2 Estudio Topográfico	11
1.3.3 Estudio de Suelos	12
1.3.4 Arquitectura	14
1.3.5 Estructuras	16
1.3.6 Instalaciones Sanitarias	18
1.3.7 Instalaciones Eléctricas	19
1.4. ESPECIFICACIONES TECNICAS	20
1.4.1 Arquitectura	20
1.4.2 Estructuras	21
1.4.3 Instalaciones Sanitarias	22
1.4.4 Instalaciones Eléctricas	23
CAPITULO II: GENERALIDADES	25
2.1. PANORAMA ACTUAL DE LA CONSTRUCCION EN EL PAIS	25
2.1.1 Indicadores Económicos	27

2.1.2 La Industria de la Construcción	28
2.1.3 Edificaciones	29
2.1.4 Vivienda Social	29
2.2. EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE ENCOFRADO EN EL MUNDO	
2.2.1 Encofrados de Madera	29
2.2.2 Encofrados Metálicos	31
2.3. LOS ENCOFRADOS EN EL PAIS Y DOCUMENTACION NACIONAL PARA LA ESTIMACION DE LAS SOLICITACIONES EXTERNAS GENERADAS POR EL CONCRETO	31
2.3.1 Los Encofrados en Perú	31
2.3.2 Documentación Nacional requerida	32
CAPITULO III: ASPECTOS GENERALES DE LA PRESION LATERAL DEL CONCRETO	34
3.1. DEFINICION	34
3.2. FACTORES CONDICIONANTES	34
3.2.1 La velocidad de ascenso del concreto	34
3.2.2 La temperatura de fraguado	34
3.2.3 La consistencia del concreto	35
3.2.4 La inclinación de la superficie encofrante	35
3.2.5 La profundidad de vibrado	35
3.2.6 Otros	35
3.3. NORMAS AFINES	36
3.3.1 Norma ACI 347-04 - Guide to Formwork for Concrete	36
3.3.2 Norma DIN 18218 – Presión del Hormigón fresco	38
3.3.3 Recomendaciones del IET, J. Martín Palanca – Presiones del Hormigón Fresco	39

CAPITULO IV: ANALISIS Y DISEÑO	42
4.1. ESTIMACION DE LA PRESION LATERAL DE CONCRETO DE LAS COLUMNAS Y PLACAS DEL PROYECTO VILLA SOL	42
4.1.1. Determinación de la presión lateral máxima del concreto	42
4.1.2. Diagrama de la Presión Lateral	45
4.2. DISEÑO PRELIMINAR DEL ENCOFRADO	46
4.2.1 Consideraciones del diseño Preliminar	46
4.2.2 Esquemas del Encofrado Preliminar	48
4.2.3 Características de los materiales usados	48
4.3. ANALISIS Y VERIFICACION ESTRUCTURAL DEL DISEÑO	49
4.3.1 Verificación del Encofrado de Columnas	50
4.3.2 Verificación del Encofrado de Placas	56
4.4. OPTIMIZACION DEL DISEÑO	62
4.4.1 Elementos Alternativos	62
4.4.2 Optimización del Diseño de Encofrado de Columnas	64
4.4.3 Optimización del Diseño de Encofrado de Placas	69
CAPITULO V: COMPARACION DE RESULTADOS ENTRE NORMAS	75
5.1. METRADOS Y COSTOS	75
5.1.1 Costo de Elementos de otra nacionalidad	75
5.1.2 Costo de Elementos Nacionales	76
5.1.3 Metrado de encofrados de la columna C01-40x90	76
5.1.4 Metrado de encofrados de la Placa PL03-25x375	76
5.2. COMPARACION ECONOMICA	76
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFIA	79
ANEXOS	80

RESUMEN

La industrialización de la construcción es un término que se maneja mucho hoy en día, y sobre todo en la construcción de proyectos inmobiliarios de viviendas, ya que se construyen varias unidades de vivienda por proyecto. En general este concepto está referido al establecimiento de mecanismos de ejecución que consideren el empleo de recursos de manera organizada y optimizada, que al final permitan elevar los rendimientos y por ende reducir los costos de proyecto.

Sin embargo para lograr lo anteriormente expuesto es necesario identificar las partidas que mayor influencia tienen sobre el presupuesto para la ejecución del mismo. Asimismo se sabe que la partida de encofrados es uno de los rubros más representativos del presupuesto de proyectos de edificaciones y en general de cualquier proyecto a base de concreto. Es por eso que el presente trabajo busca reducir el costo de esta partida, a través de la optimización del diseño de los encofrados, para lo cual es de gran importancia una acertada estimación de las sollicitaciones externas a las cuales estarán sometidos, siendo la más importante de estas el peso del concreto, para estructuras de concreto horizontal y la presión lateral para las estructuras de concreto vertical.

En la estimación de las sollicitaciones externas que actúan sobre los encofrados horizontales, no hay mayor problema, sólo basta con considerar el peso propio del concreto, sobrecargas de trabajo, y peso de encofrado; sin embargo en los encofrados verticales actúa la presión lateral del concreto, cuyo valor es más difícil de determinar. Tal es así que hoy en día en el país no existen normas ni metodología única para determinar la presión lateral del concreto sobre los encofrados que se dan en proyectos de edificaciones y obras civiles. Esta carencia constituye un factor de riesgo y sobre todo limita la optimización de los recursos empleados para esta partida en el proceso de ejecución.

Por lo anteriormente expuesto es que el presente trabajo busca describir una metodología para realizar el diseño de encofrados de elementos verticales de concreto, contrastando investigaciones y normas internacionales empleadas localmente en los países de los cuales provienen. Asimismo se proveerá al ingeniero de la especialidad, las herramientas necesarias para obtener una adecuada distribución de presiones; y se analizarán de forma general las variables que condicionan dicha distribución.

LISTA DE CUADROS

CUADRO 1.01: Distribución de los distritos de preferencia para compra	10
CUADRO 1.02: Relación de áreas techadas de un bloque de edificio	14
CUADRO 3.01: Factores de corrección por uso de aditivos	38
CUADRO 4.01: Presión Lateral en Encofrado para Columnas según ACI-347	42
CUADRO 4.02: Presión Lateral en Encofrado para Columnas según DIN-18218	43
CUADRO 4.03: Presión Lateral en Encofrado para Columnas según IET	43
CUADRO 4.04: Presión Lateral en Encofrado para Placas según ACI-347	44
CUADRO 4.05: Presión Lateral en Encofrado para Placas según DIN-18218	44
CUADRO 4.06: Presión Lateral en Encofrado para Placas según IET	45
CUADRO 4.07: Propiedades Físicas de los Elementos de Encofrado	50
CUADRO 4.08: Valores de Resistencia Admisible de los Elementos de Encofrado	50
CUADRO 4.09: Resultados de análisis del tablón	52
CUADRO 4.10: Resultados de análisis del Larguero Horizontal	53
CUADRO 4.11: Resultados de análisis del Larguero Vertical	55
CUADRO 4.12: Resultados de análisis del Tablón	58
CUADRO 4.13: Resultados de análisis del Larguero Vertical	59
CUADRO 4.14: Resultados de análisis del Larguero Horizontal	61
CUADRO 4.15: Propiedades mecánicas de los elementos alternativos	63
CUADRO 4.16: Valores de Resistencia Admisible de los Elementos de Encofrado alternativos	63
CUADRO 4.17: Resultados del Análisis del Tablero	65
CUADRO 4.18: Resultados del Análisis del Larguero Horizontal de acero	66
CUADRO 4.19: Resultados del Análisis del Larguero Vertical de acero	68

CUADRO 4.20: Resultados del Análisis del Tablero contrachapado	70
CUADRO 4.21: Resultados del Análisis del Larguero Vertical	72
CUADRO 4.22: Resultados del Análisis del Larguero Horizontal	73
CUADRO 5.01: Comparación costo de los sistemas de encofrado	76

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.01: Imagen satelital del entorno de ubicación del Proyecto "Villa Sol"	8
FIGURA 1.02: Plano levantamiento topográfico del terreno para el Proyecto "Villa Sol"	12
FIGURA 1.03 Vista en planta del proyecto "Villa Sol"	15
FIGURA 3.01: Diagrama de distribución de presiones según IET	40
FIGURA 4.01: Diagrama de Distribución de Presiones	46
FIGURA 4.02: Modelo Estructural del Tablero	51
FIGURA 4.03: Modelo Estructural del Larguero Horizontal	52
FIGURA 4.04: Modelo Estructural del Larguero Vertical	54
FIGURA 4.05: Diagrama de Presiones sobre el Tablón	56
FIGURA 4.06: Geometría del Tablón	57
FIGURA 4.07: Geometría del Larguero Vertical	58
FIGURA 4.08: Carga aplicada sobre el Larguero Horizontal (Kg)	60
FIGURA 4.09: Sección del Larguero de Acero (cm)	63
FIGURA 4.10: Modelo Estructural del Tablero	64
FIGURA 4.11: Modelo Estructural del Larguero Horizontal	65
FIGURA 4.12: Modelo Estructural del Larguero Vertical	67
FIGURA 4.13: Modelo Estructural del Tablero	69
FIGURA 4.14: Modelo Estructural del Larguero Vertical	71
FIGURA 4.15: Modelo Estructural del Larguero Horizontal	72

LISTA DE SÍMBOLOS Y DE SIGLAS

a	Inclinación del paramento encofrante
A	Área de la sección
ACI	American Concrete Institute
ASTM	Sociedad Americana de ensayos de materiales
b	Talud natural del hormigón
B	Ancho de Cimiento
C	Distancia del eje neutro a la fibra extrema
Df	Profundidad de desplante
DFC	Diagrama de Fuerzas Cortantes
DIN	Deutsches Institut für Normung
DMF	Diagrama de Momentos Flectores
f _c	Resistencia a Compresión del Concreto
f _m	Resistencia Característica de los muros de albañilería
FS	Factor de Seguridad
F _y	Esfuerzo de fluencia del acero
H	Profundidad desde la superficie
I	Momento de Inercia
IET	Instituto Eduardo Torroja
ITINTEC	Instituto de Investigación Tecnológica, Industrial y de Normas Técnicas
K _a	Coefficiente de empuje activo
M _{máx}	Momento Flector máximo
N'q, N' y	Factores de Capacidad de Carga Modificados de Terzaghi
P	Presión normal al encofrado
PBI	Producto Bruto Interno
P _c	Presión de tolerancia en el concreto

P_{mc}	Presión máxima del concreto
q_{ad}	Capacidad portante admisible del suelo
s	Slump
SUCS	Sistema Unificado de clasificación de suelos
T	Temperatura de Fraguado del Concreto
V	Velocidad de Ascenso del concreto
V_{máx}	Fuerza cortante máxima
σ_f	Esfuerzo de flexión
τ	Esfuerzo cortante
γ	Peso específico del suelo

INTRODUCCION

Es innegable el crecimiento en el sector construcción que se ha dado y se viene dando hoy en día en nuestro país. Tal es así que se han ejecutado y se vienen ejecutando proyectos tanto de edificaciones, como de obras civiles, en Lima como en provincias, a base de concreto simple o concreto armado de distintas características. En el caso de las edificaciones se ha centrado más en la construcción de inmuebles con fines de vivienda, orientado principalmente a las familias jóvenes que desean adquirir una vivienda propia, y están dispuestos a compartir un mismo espacio geográfico a través de viviendas multifamiliares y conjuntos residenciales. En este contexto se desarrolla el Proyecto Inmobiliario de Vivienda "Villa Sol", ubicado en la Av. Universitaria s/n parcela nro. 01, en el distrito de los Olivos, provincia y departamento de Lima.

El desarrollo del presente trabajo se subdivide en 5 capítulos. El Capítulo I busca dar a conocer las características del proyecto inmobiliario a través de la presentación de un resumen de las memorias descriptivas y especificaciones técnicas de cada una de las especialidades desarrolladas.

El Capítulo II, se centra en la presentación del panorama actual del sector construcción en el país y su relación con los proyectos inmobiliarios de vivienda, y la evolución de los encofrados que este tipo de proyectos requieren. Asimismo se comenta la documentación nacional que existe para el desarrollo de este trabajo.

En el Capítulo III se describe la presión lateral del concreto, se detallan los factores que condicionan su determinación y se comentan las investigaciones y normas referentes al tema en estudio, desarrollados por instituciones internacionales especializadas en concreto.

En el Capítulo IV, se realiza la estimación de la presión lateral del concreto considerando los procedimientos establecidos por las instituciones citadas en el capítulo anterior. Luego se desarrollan los modelos estructurales de los diseños de encofrados establecidos para las placas y columnas representativas del Proyecto Inmobiliario de Vivienda "Villa Sol", a los cuales se les realizará el análisis estructural y verificación estructural de sus componentes. Dependiendo de los resultados que se tengan se realizará la optimización del diseño inicial

planteado para el proyecto; considerando de manera independiente cada una de las metodologías internacionales citadas.

Finalmente en el Capítulo V, se realizará una comparación a nivel económico y estructural de los nuevos diseños planteados en el capítulo anterior.

CAPITULO I: RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

1.1 UBICACIÓN

La inversión inmobiliaria debe estar acompañada de proyectos que busquen aprovechar y preservar la naturaleza de su entorno. Es muy importante un estudio minucioso de las distintas posibilidades arquitectónicas, acompañado de las soluciones técnicas y constructivas más adecuadas para concebir una edificación que se integre plenamente al equilibrio existente en el lugar.

En este caso particular, el terreno está ubicado en la av. Universitaria s/n parcela nro. 01, en el distrito de los Olivos, provincia y departamento de Lima. Es un terreno propiedad de la empresa Western Construcción S.A.C. donde se proyecta realizar un proyecto inmobiliario, denominado "Villa Sol", en un área total de 2253,70m².

El terreno está dentro de la zonificación correspondiente a comercio zonal, compatible con RDM (Residencial densidad media) para uso residencial.

FIGURA 1.01: Imagen satelital del entorno de ubicación del Proyecto "Villa Sol"



Fuente: Google Earth

1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El Proyecto Inmobiliario comprende un conjunto residencial, formado por 3 bloques de edificaciones. Cada bloque de edificación con 1 nivel se semisótano y 12 niveles superiores, en la que se desarrollarán 33 departamentos, a razón de 3 departamentos por nivel. El área total construida es de 4467.47 m² por cada bloque con una altura total de 33.30 m lineales.

Cada bloque de edificación cuenta con las siguientes instalaciones y servicios:

En el sótano; se cuenta con 5 estacionamientos, cuartos de bombas, cisterna, ingreso al ascensor, y 2 depósitos.

En el primer nivel se tiene el hall de ingreso de propietarios, zona de recepción, un elevador para discapacitados, un salón social, una cocina, 2 baños, 4 depósitos y 5 estacionamientos.

Desde el segundo al doceavo nivel, se distribuyen 99 departamentos, con 3 departamentos por nivel. Cada departamento son sala-comedor, 2 dormitorios, cuarto de estudio, cuarto de uso múltiple, cocina, patio-lavandería y 3 baños. Además se cuenta con un área de vestíbulo por nivel con ascensor y escalera.

Para la comunicación vertical y evacuación tendremos 1 escalera de evacuación, 1 ascensor de servicio de 8 personas. La escalera va desde el semisótano hasta el 12° nivel.

La solución de parqueos considera 2 zonas de estacionamientos, ubicada en el semisótano y primer piso.

Toda la edificación ha sido diseñada respetando las normas del RNE. El diseño ha previsto la ventilación natural de los espacios interiores, combinando materiales ligeros que permitan tener grandes luces y alturas, muy apropiadas para este tipo de edificaciones.

1.2.1 Sistema Estructural

Los bloques de edificios se han diseñado con un sistema de pórticos y placas de concreto armado, las losas de techo son losas aligeradas. Esta solución mixta permite generar un ambiente interior ventilado y apropiado para sus ocupantes.

1.2.2 Instalaciones

Las instalaciones de agua se resolverán por una toma del servicio de agua potable y alcantarillado de Lima. Los desagües se canalizarán por gravedad hacia la red de desagüe de SEDAPAL.

Todos los departamentos contarán con aire acondicionado, agua caliente y cable TV. El sistema de seguridad del conjunto estará garantizado por una red de agua contra incendio, así como la señalización de rutas de escape respectiva.

1.3 MEMORIA DESCRIPTIVA

A continuación se brinda un resumen de las memorias descriptivas de cada especialidad:

1.3.1 Estudio de Mercado

El cuadro 1.01 presenta los quince distritos más representativos, donde los hogares demandantes efectivos de vivienda desearían comprar su inmueble.

CUADRO 1.01: Distribución de los distritos de preferencia para compra

PRECIO DE LA VIVIENDA EN US\$	DISTRITOS																TOTAL	
	N.I.	LOS OLIVOS	SANTAGO DE SURCO	SAN BORJA	SAN JUAN DE LURIGAN	SAN JUAN DE MIRAFLO	SAN MIGUEL	CALLAO	SAN MARTÍN DE PORRES	JESÚS MARÍA	LA VICTORIA	SANTA ANITA	COMAS	PUEBLO LIBRE	LA MOLINA	OTROS		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
HASTA 4 000	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	12.50	0.00	31.25	6.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	37.50	100.00
4 001 - 8 000	2.17	17.39	6.52	0.00	8.70	10.87	0.00	2.17	8.70	0.00	0.00	2.17	6.52	0.00	0.00	0.00	34.78	100.00
8 001 - 10 000	6.98	11.63	2.33	2.33	2.33	4.65	0.00	4.65	4.65	2.33	2.33	4.65	4.65	0.00	2.33	44.19	100.00	
10 001 - 15 000	6.25	27.08	6.25	0.00	4.17	4.17	4.17	6.25	6.25	2.08	4.17	0.00	4.17	2.08	4.17	18.75	100.00	
15 001 - 20 000	5.00	25.00	6.67	3.33	5.00	6.67	0.00	5.00	1.67	1.67	6.67	6.67	6.67	0.00	6.67	13.33	100.00	
20 001 - 25 000	2.50	17.50	2.50	7.50	10.00	5.00	0.00	0.00	2.50	2.50	5.00	2.50	0.00	0.00	5.00	37.50	100.00	
25 001 - 30 000	0.00	7.02	12.28	8.77	3.51	1.75	8.77	3.51	3.51	7.02	5.26	5.26	5.26	0.00	5.26	22.81	100.00	
30 001 - 40 000	2.90	11.59	11.59	8.70	2.90	0.00	13.04	2.90	1.45	7.25	2.90	2.90	0.00	7.25	2.90	21.74	100.00	
40 001 - 50 000	0.00	5.88	17.65	8.82	8.82	2.94	8.82	0.00	0.00	5.88	0.00	5.88	0.00	14.71	0.00	20.59	100.00	
50 001 - 60 000	0.00	9.09	18.18	9.09	0.00	13.64	0.00	0.00	9.09	0.00	4.55	0.00	0.00	4.55	4.55	27.27	100.00	
60 001 - 70 000	0.00	15.38	15.38	23.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.38	7.69	0.00	0.00	7.69	7.69	7.69	100.00	
70 001 - 80 000	0.00	9.09	27.27	9.09	0.00	0.00	9.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.45	100.00	
80 001 - 100 000	0.00	40.00	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	100.00	
100 001 - 120 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	100.00	
120 001 - 150 000	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
150 001 - 200 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
200 001 - 250 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
250 001 - 300 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
300 001 - 500 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MAS DE 500 000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TOTAL	3.14	15.28	8.44	4.61	5.25	5.37	3.57	4.52	4.06	3.14	3.47	3.36	3.53	2.37	3.47	26.42	100.00	

FUENTE: CAPECO, Julio 2009. Encuesta de Hogares

Los resultados del año 2009 permiten apreciar una preferencia por el distrito de Los Olivos con 15,28% (Año 2008: 11,86%). Le sigue en preferencia el distrito de Santiago de Surco con 8,44% (Año 2008: 7,94%). La distribución de preferencia por otros distritos se manifestó como sigue: San Juan de Miraflores con 5,37%; San Juan de Lurigancho con 5,25%; San Borja con 4,61%; Callao con 4,52%; San Martín de Porres con 4,06%; San Miguel con 3,57%; Cómas con 3,53%; La Victoria con 3,47%; La Molina con 3,47%; Santa Anita con 3,36%; Jesús María con 3,14% y Pueblo Libre con 2,37%.

1.3.2 Estudio Topográfico

El objetivo del levantamiento topográfico es detallar en un plano, las dimensiones, las curvas de nivel, los predios colindantes del terreno, con la finalidad de proyectar la construcción de tres edificios, con un total de 99 departamentos.

El punto de control se ubico dentro del terreno, aproximadamente en el centro geométrico y de este se tomaron los cuatro vértices del terreno.

Se marcaron en la parte exterior tres puntos de referencia.

Para la altimetría se ha tomado como referencia la cota de buzón cercana al terreno, para lo cual debió solicitarse ante la entidad correspondiente dicha información.

A partir de la cota conocida de buzón y utilizando un GPS para determinar sus coordenadas UTM se determinó las coordenadas y cotas de los vértices del terreno y de los puntos referenciales.

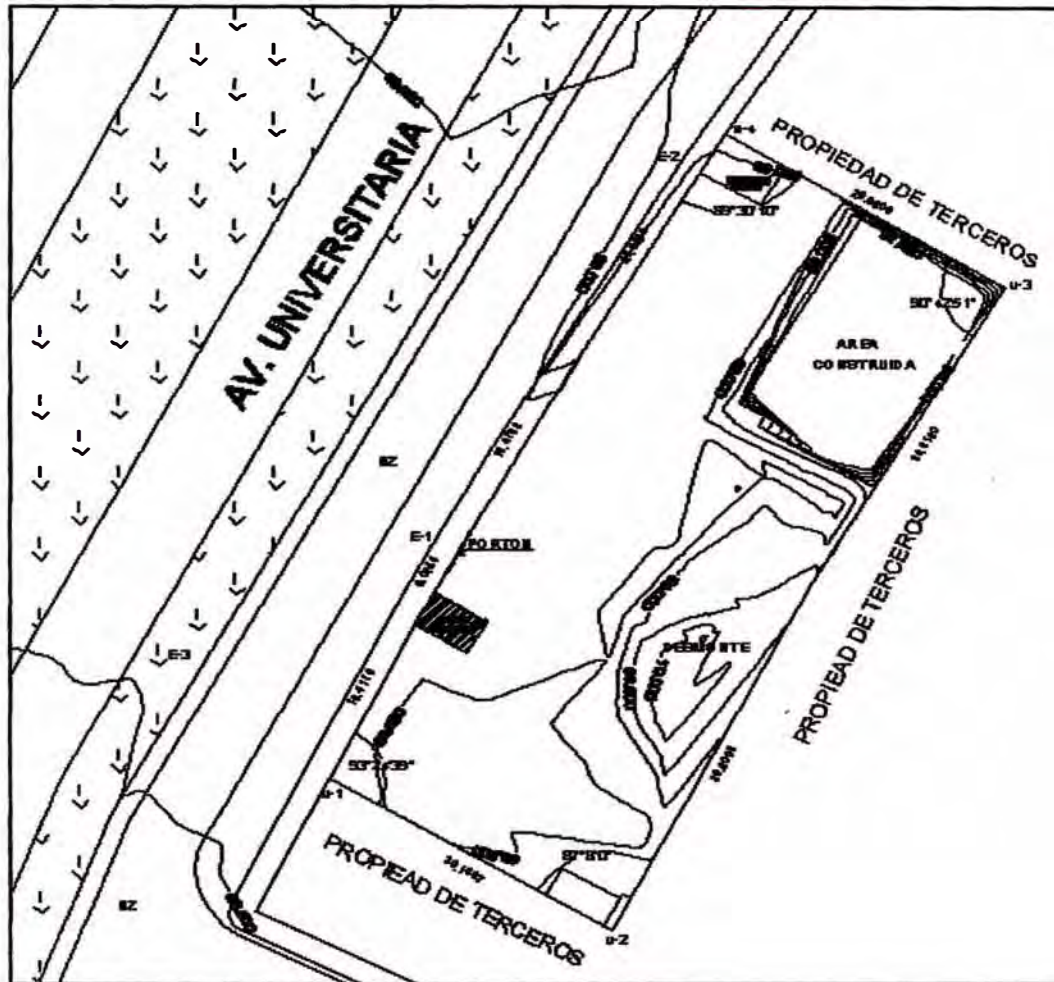
Se utilizó la estación total que fue ubicada en un punto dentro del terreno, desde el cual se realizó el levantamiento de los cuatro vértices del terreno, utilizando su respectivo prisma.

Utilizando el prisma se tomaron datos de las principales características del terreno, como son la ubicación de una estructura construida, caseta de vigilancia, posición de desmonte.

Desde el punto de control interior se tomó como referencia del punto E1, situado sobre la vereda, y desde este se ubico a los puntos E2 y E3. Estos puntos

servirán de replanteo en la etapa de construcción, dado que el punto de control interno no es factible utilizarlo como referencia.

FIGURA 1.02: Plano levantamiento topográfico del terreno para el Proyecto "Villa Sol"



Fuente: Elaboración propia.

1.3.3 Estudio de Suelos

El presente Informe Técnico tiene por objeto realizar un Estudio de Suelos con fines de Cimentación para el proyecto: Villa Sol, el mismo que se ha efectuado por medio de trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio, necesarios para definir el perfil estratigráfico del área en estudio, así como sus propiedades de esfuerzo y deformación, proporcionándose las condiciones mínimas de cimentación, indicándose tipo y profundidad de los cimientos, capacidad portante admisible.

Ensayos de Laboratorio

- Clasificación unificada de SUCS (ASTM D2487)
- Corte Directo (ASTM D3080)
- Límite líquido y Plástico (ASTM 4318)
- Contenido de sulfatos, cloruros y sales solubles (BS 1377 – Parte3)

En base a los trabajos de campo y ensayos de laboratorio realizados, se presenta la siguiente conformación:

En las calicatas C-1, C-2 y C-3 entre la profundidad 0.00 – 1.50mts se presenta arcilla limosa (CL) color gris claro con baja plasticidad y entre la profundidad 1.50 – 3.00mts se presenta arena limosa (SM) de color amarillento con lentes de caliche. En la calicata C-4 entre la profundidad 0.00 – 3.20 se presenta arcilla limosa (CL), color gris claro con baja plasticidad y entre la profundidad 3.20 – 5.30 se presenta grava mal graduada (GP) gravas subredondeadas de tamaño máximo 2" y de 5.30 – 6.00 se presentó arena limosa (SM) de color gris claro.

Considerando los datos del ensayo de Corte realizado con especímenes de arena limosa (SM), se presenta los siguientes parámetros $\phi = 30.4^\circ$ y $C=0.00\text{kg/cm}^2$.

Aplicando la teoría de Karl Terzaghi, la capacidad Portante admisible se puede calcular mediante la siguiente relación:

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} \left[\gamma D_f N'_q + 0.4 \gamma B N'_\gamma \right]$$

Donde:

Peso Volumétrico del suelo	$\gamma = 1.90 \text{ gr/cm}^3$
Profundidad de Cimentación	$D_f = 1.00 \text{ m.}$
Ancho del cimiento	$B = 1.50 \text{ m.}$
Factor de Seguridad	$FS = 3.00$
Factores Adimensionales, función de ϕ	N'_q, N'_γ

Reemplazando valores, se obtiene: $q_{ad} = 2.17\text{Kg/cm}^2$

1.3.4 Arquitectura

El proyecto inmobiliario "Villa Sol" se encuentra ubicado en la Av. Universitaria s/n parcela nro. 01 en el distrito de Los Olivos.

El área del terreno es de 2253,70 m².

Las áreas destinadas a los tres bloques de edificio son las siguientes:

Área ocupada: 1027.80 m²

Área libre: 1225.90 m²

En el cuadro siguiente se indica la relación de áreas techadas de un bloque de edificio.

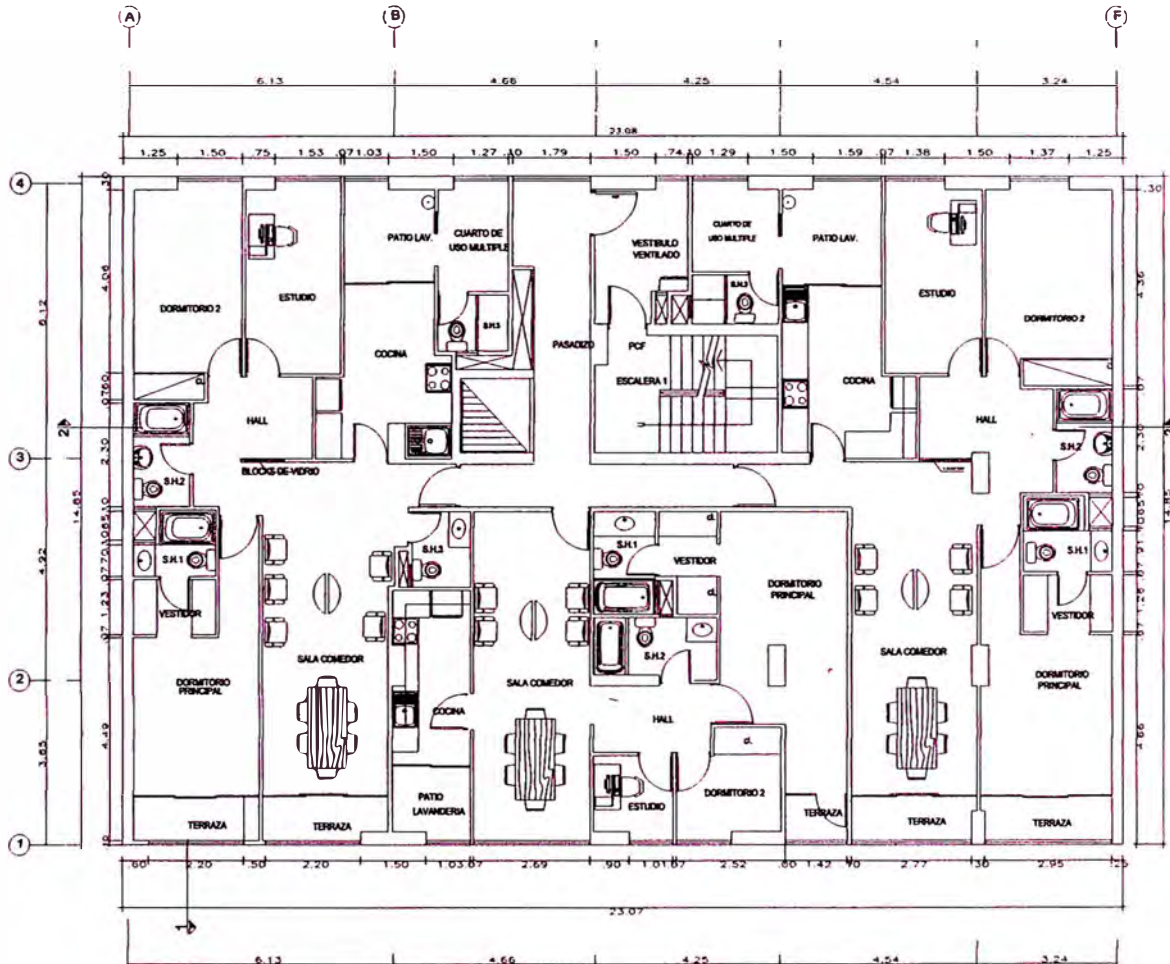
CUADRO 1.02: Relación de áreas techadas de un bloque de edificio

PISOS	AREA M2
SEMISOTANO	342.6
PRIMER PISO	342.6
SEGUNDO PISO	342.6
TERCER PISO	342.6
CUARTO PISO	342.6
QUINTO PISO	342.6
SEXTO PISO	342.6
SETIMO PISO	342.6
OCTAVO PISO	342.6
NOVENO PISO	342.6
DECIMO PISO	342.6
ONCEAVO PISO	342.6
DOCEAVO PISO	342.6
AZOTEA	13.67
TOTAL	4467.47

Fuente: Elaboración propia

La edificación ha sido planteada como un conjunto compacto de doce niveles. En el semisótano se encuentran los diversos servicios que necesita el edificio para su funcionamiento como el cuarto de bombas, dos depósitos, un ascensor y cinco estacionamientos.

Figura N° 1.03 Vista en planta del proyecto "Villa Sol"



Fuente: Elaboración propia.

En el primer piso se ubican cinco estacionamientos, un salón social, una cocina, dos baños, un hall, un elevador para discapacitados y cuatro depósitos.

La planta típica que comprende desde el segundo piso hasta el doceavo piso cuenta con tres departamentos; el primer y segundo departamento cuenta con una sala - comedor, un dormitorio principal, un dormitorio secundario, un estudio, una cocina, un ambiente para uso múltiple, un patio lavandería y tres baños. El tercer departamento cuentan con una sala - comedor, un dormitorio principal, un dormitorio secundario, un estudio, una cocina un ambiente para uso múltiple, un patio lavandería y dos baños

Los elementos funcionales, así como los accesos al conjunto, orientación, iluminación y ventilación han tenido preponderancia al diseñar el conjunto, sin dejar de lado claro está, la concepción estética.

La altura de edificación es de doce pisos.

La edificación refleja la tipología de uso para vivienda multifamiliar, dadas las características expresivas que tienen las funciones que se dan en el edificio. Esto se refleja en las alturas de los pisos, el tipo de ventanas. Los accesos son por la Av. Universitaria.

El tránsito peatonal dentro del conjunto es longitudinal y vertical, dado el planteamiento arquitectónico adoptado.

Desde el ingreso principal se accede a los demás servicios. Cada uno de ellos tiene una identificación clara, tanto arquitectónica como de señalización y se accede primero a un hall general o de espera.

Las circulaciones verticales son para uso público. Los anchos y capacidades son los que fijan las normas y reglamentos.

1.3.5 Estructuras

Generalidades

La presente Memoria descriptiva forma parte del Proyecto estructural para la ejecución del "PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDA VILLA SOL".

El objeto de esta Memoria es brindar una breve descripción de la estructuración adoptada, así como de los criterios considerados para el diseño de los elementos estructurales.

El planteamiento Estructural comprende la construcción de un proyecto de edificios multifamiliares ubicados dentro de la propiedad designada para la construcción. Cada edificio consta de 12 niveles y un semisótano delimitado por un muro de contención en todo el perímetro.

Consideraciones de Carga

a) Cargas Muertas

NIVEL TIPICO

Peso propio de la losa (Aligerado e=0.20m)	: 300	kg/ m ²
Peso muerto por piso y cielo raso	: 100	kg/ m ²
<u>Peso por tabiquería</u>	<u>: 100</u>	<u>kg/ m²</u>
Peso Total	500	kg/ m ²

NIVEL DE AZOTEA

Peso propio de la losa (Aligerado e=0.20m)	: 300	kg/ m ²
<u>Peso muerto por piso y cielo raso</u>	<u>: 100</u>	<u>kg/ m²</u>
Peso Total	400	kg/ m ²

b) Cargas Vivas (Sobrecargas)

NIVEL TIPICO → S/C= 200 Kg/m²

NIVEL DE AZOTEA → S/C= 100 Kg/m²

c) Combinación de Cargas

Las combinaciones de carga para la verificación estructural han sido tomadas del RNE E.060 mayo 2009 para su empleo en el diseño. Estas combinaciones son las siguientes:

- 1.40D + 1.70L
- 1.25D + 1.25L ± 1.00S_x
- 1.25D + 1.25L ± 1.00S_y
- 0.90D ± 1.00S_x
- 0.90D ± 1.00S_y

Donde:

- D: Carga muerta
- L: Carga viva
- S_x, S_y : Cargas de sismo en dirección x e y , respectivamente.

Reglamentación y Normas de Diseño

Para el análisis y posterior verificación del diseño se ha tenido en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones:

- Cargas E-020
- Diseño Sismo-resistente E-030
- Suelos y Cimentaciones E-050
- Concreto Armado E-060

1.3.6 Instalaciones Sanitarias

Abastecimiento de Agua Fría

El proyecto contará con una cisterna ubicada en el semisótano y un tanque hidroneumático ubicado en la sala de bombas de la edificación.

Contará con 1 conexión domiciliaria que abastecerá con una tubería de 1 ½" a la cisterna de agua de consumo doméstico, dicha cisterna tendrá un volumen útil de 40.00 m³.

Agua contra incendios

Contará con 1 conexión domiciliaria que abastecerá con una tubería de 1 ½" a la cisterna de agua contra incendios, dicha cisterna tendrá un volumen útil de 45.00 m³.

Agua de agua caliente

Contará con un equipo de producción de agua caliente de 150 lts para los departamentos que tienen 3 dormitorios y uno de 90 lts para los departamentos con 2 dormitorios.

Desagüe y Ventilación

La disposición del desagüe de cada uno de los aparatos sanitarios, se llevará a cabo mediante tuberías de PVC ISO 4435, las cuales bajarán de los pisos superiores por montantes de diámetro 4", los cuales a su vez llegarán a una caja de registro o al ramal que une a estas, ubicadas en el 1er piso de dimensión 12" x 24". Las redes de ventilación, han sido diseñadas de acuerdo a los requerimientos de los aparatos sanitarios.

1.3.7 Instalaciones Eléctricas

El proyecto se ha desarrollado teniendo en cuenta los criterios de funcionalidad, seguridad, mantenimiento y operatividad de las instalaciones eléctricas. Cada departamento tendrá un suministro independiente (un medidor) y un suministro de servicios generales para todo el edificio, uno por bloque.

También se han considerado las instalaciones de comunicaciones y alarmas. Esto es: Instalaciones de teléfono, TV-cable, intercomunicadores y alarmas contra-incendio, sus componentes son:

a) *Redes alimentadores a los Tableros de Distribución*

Los alimentadores de los tableros de Distribución de cada departamento se inician desde los dos bancos de Medidores (Suministros Eléctricos), ubicado en el 1er piso y van generalmente colgados en el techo, por medio de bandejas metálicas.

b) Alimentador de Electro-bomba

Este alimentador va desde el Tablero de Servicios Generales en forma subterránea con conductores del tipo THW en tubos de PVC-P, y llega al Tablero de control mando de la Electro-bomba y desde el tablero van circuitos de conexión para el control automático de la electro-bomba hasta los controles de nivel de la cisterna.

c) Sistema de Comunicaciones

Dentro del sistema de comunicaciones se ha considerado Redes de teléfonos, intercomunicadores y TV-cable. En este proyecto se han considerado ductos más no los equipos.

d) Sistema de alumbrado de emergencia

Se ha previsto un sistema de iluminación. Esto en las escaleras, hall y pasadizos. Estas luminarias se encenderán cuando el suministro de energía se corte en el local. Estas luminarias suministran energía desde un acumulador. Estos equipos están compuestos por un cargador de batería, un acumulador, equipo de transferencia electrónico y 2 lámparas de 50W.

1.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS

A continuación se brinda un resumen de las especificaciones técnicas de las diferentes especialidades:

1.4.1 Arquitectura

Muros de Albañilería y Tabiques

La albañilería es el proceso constructivo determinado por el uso de unidades de ladrillo, los que se unen entre sí por medio del mortero, para formar los muros.

Mortero

La función principal del mortero en la albañilería es adherir las unidades corrigiendo las irregularidades que la misma tiene, así como sellar las juntas contra la penetración de aire y humedad.

Mano de Obra

1. Se deberá utilizar únicamente mano de obra calificada.
2. Es importante vigilar los siguientes puntos:
 - a) El humedecimiento y/o limpieza de la unidad de albañilería.
 - b) La alineación y aplomado.
 - c) El menor espesor posible de juntas horizontales del mortero.
 - d) El procedimiento de asentado, particularmente la presión sobre las unidades de albañilería durante la colocación.
 - e) El llenado total de juntas verticales del mortero.

La calidad de la albañilería mejora con la mano de obra y la vigilancia del Residente y Supervisor de la obra.

Tarrajeo Primario y Rayado con mezcla Cemento:Arena 1:5

Comprende todos aquellos revoques (tarrajeos) constituidos por una primera capa de mortero, pudiéndose presentar su superficie en forma rugosa o bruta y también plana, pero rayada, o solamente áspera. (Comprende los "pañeteos").

Vestidura de Derrames, puertas y ventanas

Se refiere a los trabajos de enlucido con mortero de cemento y arena de todos los derrames de los vanos de la obra.

Cielos Rasos

Se entiende por cielo raso, la vestidura de la cara inferior de techos, sea aplicada directamente en el mismo o sobre una superficie independiente especialmente construida.

Piso Porcelanato 40x40cm

El Porcelanato es por definición una masa de gres cerámico aporcelanado homogéneo y uniforme en todo su espesor, cuya característica distintiva es su casi nula absorción de agua y la ausencia de esmaltado superficial, que puede suplantarse con un pulido y abrillantado del mismo material.

Contrazócalos

Se refiere al remate inferior de un paramento ó muro y el piso.

Consistirá en un revoque pulido, efectuado con mortero de cemento: arena en proporción 1:4.

Carpintería madera

Este capítulo se refiere a la ejecución de puertas, muebles, divisiones y otros elementos de carpintería de madera que en los planos se indica.

1.4.2 Estructuras

Concreto Armado

- Resistencia $f'c$: 210 Kg/cm²
- Módulo de Elasticidad : 217,370 Kg/cm²
- Módulo de Polisión : 0.20
- Peso específico : 2,400 Kg/m³

Concreto Simple

- Cimiento Corrido : Cemento – Hormigón 1:10+30% P.G. 6"
- Sobrecimiento : Cemento – Hormigón 1:8+25% P.G. 3"
- Solado : $f'c = 100$ Kg/cm²

Acero corrugado

- Limite de fluencia : 4200 Kg/cm²
- Módulo de Elasticidad : 2'100,000 Kg/cm²

Muro

Ladrillo KING-KONG artesanal.

- Resistencia : $f_m = 35 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad : $E = 500 f_m$
- Peso específico : 1,900 Kg/m³

Recubrimientos libres

- Cimientos : 7.0 cm
- Zapatas : 7.0 cm
- Muros y columnas : 4.0 cm
- Vigas peraltadas : 4.0 cm
- Vigas chatas : 2.5 cm
- Losa Aligerada : 2.5 cm
- Escaleras : 2.5 cm

Suelo (según estudio de Mecánica de Suelos)

- Capacidad Portante : 2.17 kg/cm²

1.4.3 Instalaciones Sanitarias

Salida de Agua Fría Tub. PVC- SAP.

Constituye el punto de agua, la instalación de tuberías y accesorios (tees, codos, uniones universales, reducciones, etc.), desde la conexión del aparato hasta su encuentro con la tubería de alimentación principal o ramal a alimentación secundario según sea el caso.

Sistema Agua Fría, Agua Contra incendio

Para las redes de Agua Fría se emplearán tuberías y accesorios de Poli Cloruro de Vinilo (PVC) rígido, de clase 10 (150 lbs/ pulg²), roscada, con un límite de seguridad entre presión de trabajo y presión de rotura no superior a 1/5 a una temperatura de 20° C.

Válvulas de bronce

Las válvulas de interrupción, compuerta, globo, retenciones, flotadores, etc.; serán de bronce con uniones roscadas para una presión de trabajo de 150 lbs/pulg² Serán de primera calidad.

Tubería de Fierro Galvanizado

La tubería de fierro galvanizado a emplearse será de calidad garantizada y probada, debiendo cumplir con todas las normas establecidas. El Supervisor de Obra podrá exigir la presentación de certificados de calidad, otorgados por laboratorios de reconocida trayectoria, si existieran dudas sobre la calidad de la tubería.

Tubería PVC SAL

Descripción

Las tuberías y accesorios para el sistema de desagüe y ventilación serán de PVC, clase liviana.

Deberán cumplir con las Normas ITINTEC No. 399 -003.

Registro roscado de Bronce

Los registros serán de bronce con tapa hermética roscada, su instalación se hará al ras del piso. Las roscas serán engrasadas para su fácil remoción.

Caja de Registro de 0.30 x 0.60

Las cajas de registro serán de albañilería, de dimensiones interiores indicadas en los planos, las paredes serán de ladrillo K.K., asentados de canto con mezcla 1: 4 sobre suelo bien compactado.

1.4.4 Instalaciones Eléctricas

Conductores tipo TV

Los conductores para las instalaciones de interiores serán de cobre electrolítico blando de 99.9% de conductividad, aislamiento de Cloruro de polivinilo (PVC), siendo el de mínima sección de 2.5 mm² para los circuitos de alumbrado.

Conductores tipo THW

Estos conductores serán de cobre electrolítico de 99.9% de conductividad, aislamiento de cloruro de polivinilo (PVC), flexible; siendo la mínima sección de 2.5mm².

Tableros de distribución

Estarán formados de dos partes:

Gabinete: Consta de caja, marco y tapa con chapa, barras verticales para interruptores normales y riel horizontal (BT-DIN) para los interruptores diferenciales y demás accesorios.

Interruptores.

Será del tipo para empotrar en la pared, construida de fierro galvanizado de 1.58 mm de espesor, como mínimo, debiendo traer huecos ciegos en sus cuatro costados, de diámetro variado: 20, 25, 35, 50 mm, etc. de acuerdo a los alimentadores

Interruptores

Los interruptores serán del tipo automático del tipo termo magnético, deberán ser hechos para trabajar en duras condiciones climáticas y de servicio, permitiendo una segura protección y buen aprovechamiento de la sección de la línea.

Tuberías

Estarán constituidas por tuberías de PVC pesados (P) para todos los circuitos. El diámetro mínimo a utilizarse será de 20 mm.

Tomacorrientes

Los Tomacorrientes en general serán bipolares dobles, con línea de tierra, del tipo de alta seguridad, con placa de acero inoxidable, de 15A, 250V. Los Tomacorrientes de emergencia llevarán una marca de color rojo.

Interruptores de cuchilla

Estas serán del tipo para empotrar con fusible de alambre, base de porcelana, placa de baquelita, similar a TICINO 642.

Interruptores unipolares y bipolares

Los interruptores serán del tipo para empotrar, con placa de aluminio anodizado, color dorado, con dados de baquelita, de 15 A, 250V.

CAPITULO II: GENERALIDADES

2.1. PANORAMA ACTUAL DE LA CONSTRUCCION EN EL PAIS

La industria de la construcción en el Perú es una de las actividades económicas más importantes del país. A lo largo de los años ha sido un medio de medición del bienestar económico nacional. El sector construcción tiene un efecto multiplicador; se generan 6 puestos de trabajo en otros sectores por cada puesto en la construcción; se pagan tres dólares en sueldos a otros sectores por cada dólar gastado en remuneraciones para la construcción.

El Sector Construcción además de generar empleo por ser intensivo en mano de obra, su evolución se encuentra estrechamente ligado al desempeño de diversas industrias. A ello se debe su relevancia en la evolución de otros sectores y de las principales variables macroeconómicas.

A mayor capacidad económica del Estado, mayor inversión en infraestructura. El crecimiento en este sector se ve impulsado por los programas gubernamentales de vivienda, la reactivación de la autoconstrucción motivada por mayores facilidades de financiamiento, un entorno de tasas de interés competitivas y la mejora en las expectativas económicas. Por su parte, la inversión pública en infraestructura también contribuye a su crecimiento, lo cual logra activar la industria de la construcción y muchas otras actividades económicas relacionadas con ella.

La principal diferencia con otras actividades es la dimensión y el costo del producto y además que éste es único cada vez. Si habláramos de una fábrica de automóviles, el cliente puede elegir cambios en el color y en los accesorios, pero el modelo en sí del auto no puede modificarse o rediseñarse.

El producto que se requiere en un contrato de construcción es también un producto que se fabrica en respuesta a las necesidades de unos clientes, de acuerdo a unos planos y especificaciones que se ajustan a las expectativas de un determinado cliente. Por esta especial diferencia con otras industrias la actividad de la construcción involucra ingenieros y arquitectos que hacen el diseño, fabricantes y distribuidores de los materiales y equipos usados, personal técnico que dirige el trabajo en el campo, el personal técnico que realiza el trabajo, los supervisores que revisan los planos y hacen cumplir los reglamentos, y muchos más.

Entonces, como industria de la construcción se entiende no sólo la actividad de los constructores, sino también desde los profesionales proyectistas hasta los productores de insumos para la construcción. Es decir, que ya sea de manera directa o indirecta, la industria de la construcción genera miles de puestos de trabajo.

El mercado de la industria de la construcción en la actualidad está en una etapa de mayor desarrollo de nuestra historia, gracias al crecimiento económico de nuestro país y a las políticas del gobierno, por disminuir el déficit de vivienda. Hay una gran cantidad de peruanos que requieren, buscan y están dispuestos a endeudarse para adquirir una vivienda propia. Asimismo el mercado inmobiliario se ha hecho más competitivo, la construcción de edificios para departamentos ha aumentado considerablemente. "Estadísticamente se dice que nunca se ha construido como se está construyendo ahora".

Como argumento que ratifica lo comentado líneas arriba se muestra a continuación un artículo publicado por el Diario Gestión el día 17/06/10:

"Construir en Perú es más negocio que en toda la región.

Bajos precios de los terrenos ofrecen rendimientos altos a inversionistas. Perú superó a Singapur y Brasil en ritmo de inversiones en el sector, según The Royal Institution of Chartered Surveyors.

VICTOR MELGAREJO M.

El despegue que ha tenido el crecimiento de la economía en abril (de 9.26%), de la mano con el dinamismo de la construcción (21.09% de incremento), hace que se vea con buenos ojos a este sector, no solo en el panorama local, sino internacional.

Y es que grandes consultoras inmobiliarias del exterior analizan las oportunidades que ofrece el mercado peruano, por los bajos precios de los terrenos, y el potencial de demanda, aunado a la estabilidad económica.

Así, el informe de Global Property Guide considera que en Perú se ofrecen las más altas tasas de rendimiento en el negocio inmobiliario de la región, y recomienda realizar inversiones en el país. Aunque considera que las tasas impositivas son muy altas.

Esta posición supera a Panamá, que tiene precios de inmuebles razonables, pero no sorprendentes; a Chile, que es considerado de bajos rendimientos, con precios de sus predios y tasas impositivas muy altas; y a Brasil, con precios muy altos de los terrenos, que hacen que los rendimientos sean muy bajos.

LÍDERES GLOBALES

Un análisis más acucioso es el que presenta The Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), organización inmobiliaria inglesa que agrupa a unos 140,000 miembros de todo el planeta, e indica que en el Perú las expectativas por los desarrollos inmobiliarios son alentadoras.

Así, al mes de marzo, Perú lideró a nivel global el ritmo de crecimiento de las inversiones inmobiliarias, con cifras muy cercanas al 60%, respecto al último trimestre del 2009, superando a las operaciones en Singapur, Brasil, Escandinavia y Polonia.

Asimismo, nuestro país encabezó los niveles de colocación en el primer trimestre en más del 60%, superando a Hong Kong, Ghana, Brasil, Rusia y China.

Pero además mantiene tasas de confianza muy altas sobre los niveles de alquileres, sobre los recursos invertidos, comenta el representante de RICS en Perú, Eric Rey de Castro.

Parte de este buen desempeño es que los proyectos en desarrollo se ubican entre los más altos de la región, dejando atrás a Chile y Brasil.

Pero además, añade que en el país, cada vez se requiere de menos o casi nada, de incentivos para las transacciones inmobiliarias, como sí se presenta en Estados Unidos, México y Colombia.

GESTIÓN – 17/06/10”

2.1.1 Indicadores Económicos

Crecimiento Poblacional Intercensal

Este indicador muestra el crecimiento del número de personas que habitan nuestro territorio desde el 1940 hasta 2008. En el Anexo A.1, se muestra un cuadro que muestra lo indicado.

Evolución del Producto Bruto Interno Global

Este indicador muestra cómo ha evolucionado la producción de bienes y servicios en nuestra economía, entre los años 2005-2008, lo cual se refleja en el Anexo A.2.

Evolución del Sector Construcción

En el cuadro que se presenta en el Anexo A.3, se visualiza el crecimiento del Sector construcción entre los años 2005-2008.

Gráfico de la Evolución del PBI y del Sector Construcción

En el gráfico que se muestra en el Anexo A.4, se puede ver cómo influye el crecimiento del sector construcción sobre el crecimiento de la economía global, relacionando el PBI del sector construcción con el PBI global.

Comportamiento de la Inversión Pública y Privada

En el gráfico del Anexo A.5, se muestra como las inversiones públicas y privadas han aumentado desde el 2003-2008. Sobre todo las inversiones privadas que representan un mayor porcentaje de la inversión total.

Brecha de Infraestructura en el Perú

Este indicador mide el déficit de inversión en infraestructura de servicios públicos. En el cuadro que se muestra en el Anexo A.6, se puede apreciar un resumen de este déficit expresado en millones de dólares.

2.1.2 La Industria de la Construcción

Precios Promedio de Principales Insumos de la Construcción

El cuadro del Anexo A.7, muestra la variación de precios de los materiales que se emplean en la construcción, los cuales tienen una relación directa con la variación de la demanda.

Evolución de Precios del Fierro Corrugado

El cuadro del Anexo A.8, muestra el incremento del precio de las barras de construcción entre los años 2006-2008.

De igual manera en el anexo A.9, se muestra un gráfico donde se puede observar de manera más clara lo indicado anteriormente.

Créditos Directos para la construcción, Actividad Inmobiliaria y la Vivienda

Este indicador muestra cómo se han incrementado los créditos para la actividad inmobiliaria y los créditos hipotecarios de vivienda entre los años 2001-2008

El cuadro y el gráfico que se muestran en los Anexos A.10 y A.11 respectivamente, dan un panorama más claro de lo indicado.

2.1.3 Edificaciones

Oferta Inmobiliaria de Casas y Departamentos

La figura del Anexo A.12, muestra como se han incrementado el número de departamentos ofertados en el mercado, estableciéndose un nuevo estilo de vida en edificios multifamiliares.

Demanda Insatisfecha según precio de la Vivienda

EL cuadro del Anexo A.13, muestra el valor de las viviendas que la población limeña está en condiciones de pagar.

2.1.4 Vivienda Social

Programas Habitacionales

El cuadro del anexo A.14, muestra las características de los programas de financiamiento para la adquisición de la vivienda propia:

Créditos Hipotecarios del Fondo Mi Vivienda

El cuadro del Anexo A.15, muestra el comportamiento del número de créditos hipotecarios otorgados entre los años 1999-2008.

Créditos Otorgados por el Banco de Materiales

El gráfico del Anexo A.16, muestra como los créditos de este tipo han disminuido. Lo cual se explica por la creación de programas de vivienda impulsadas por el gobierno.

2.2. EVOLUCION DE LOS SISTEMAS DE ENCOFRADO EN EL MUNDO

2.2.1 Encofrados de Madera

Se puede decir que hasta terminada la última Guerra Mundial, los encofrados que se usaban en su mayoría estaban hechos con madera, de muy diversas clases, calidades y escuadrías.

Todas las ciencias que tenían algo que ver con los encofrados para moldear los elementos de concreto vaciados in situ, no tenían la menor intención para evolucionar las técnicas de encofrado empleadas comúnmente. Pero las necesidades estimulan el ingenio, provocando en el hombre la búsqueda de nuevas soluciones, que implican el empleo de productos nuevos, nuevas técnicas, mayor precisión en los métodos de cálculo y nuevos sistemas constructivos; etc.

Así, por ejemplo, durante la citada Guerra Mundial, entre los años 1939 y 1945, en Alemania, cada vez más avivada por sus enemigos, se fueron agotando sus reservas de materias primas inexorablemente, generado por el mayor consumo que en época normal, debido al consumo de los recursos que la guerra ocasionaba. En este contexto el profesor Karl Egnér desarrolló una técnica de empalme longitudinal de madera para la construcción de puentes. Diez años después se ejecutaron ensayos sobre las piezas unidas, que sirvieron en la construcción de esos puentes, obteniéndose resultados excelentes, puesto que las piezas unidas ofrecieron tensiones de rotura a tracción de 246 kg/cm² y 309 kg/cm² a flexión. En los ensayos realizados a posteriori, las roturas se presentaron en los nudos o zonas donde se habían colocado clavos.

Esta técnica de unión de piezas de madera, también se utilizó en USA durante la Guerra Mundial, especialmente para la fabricación de hélices para aviones. Posteriormente esta técnica se fue extendiendo por otros países, y concretamente en Alemania el Instituto Otto Grui redactó, en 1950, la norma DIN 68 HO, que dio el espaldarazo al procedimiento lo que trajo consigo que ese sistema de empalme longitudinal de piezas de madera, fuera adoptado por muchos más países de los iniciales, como Suecia que publicó su norma SIS OM-401, Inglaterra, Noruega, Finlandia, Australia, Nueva Zelanda, Canadá, África del Sur.

En la década de los años 50 se inició el empleo del acero como material para construir encofrados, y como por entonces comenzó la técnica del hormigón pretensado, empezando por las vigas para losas, se notaba la falta de un encofrado de madera resistente y sobre todo duradero. Así, poco a poco, se introdujo en la industria de la Construcción el empleo de los encofrados metálicos que, naturalmente, en muchas aplicaciones, obras, o usos concretos, desplazaron a los encofrados de madera, pues hay que reconocer que para ciertos casos son los más aptos.

Como siempre pasa con las novedades tecnológicas, los encofrados metálicos “se pusieron de moda”, a tal punto que los proveedores de madera vieron descender sus pedidos, pues el metal no sólo invadía su tradicional campo de los encofrados sino otros más tradicionales aún, como son los cercos de puertas y ventanas, la carpintería de viviendas, los muebles sobre todo los de oficina, etc.

Solo viendo el negro panorama que se avecinaba, los fabricantes de encofrados de madera y en general, fabricantes de carpintería de madera, reaccionaron inteligentemente mejorando sus productos, y así pudieron coger cierto sector del mercado, actuando muchas veces de manera exclusiva pero en la mayoría de veces de manera combinada con los elementos de acero.

2.2.2 Encofrados Metálicos

En un principio, la madera fue el material predominante en los moldes estructurales, pero el desarrollo en el uso de otro tipo de materiales, junto con el aumento de uso de accesorios especializados han cambiado poco a poco la historia de los encofrados. Actualmente el aumento de prefabricados, el ordenamiento y el aseo en las obras han obligado a que se construyan encofrados de mayor durabilidad, como lo son los encofrados metálicos.

Estos son más costosos pero puede ser utilizado muchas veces. Se utiliza cuando los elementos conservan las mismas dimensiones. Es muy rápido y fácil de montar. El acabado de la superficie es liso y a diferencia del encofrado de madera, no se pueden reproducir cualquier forma excepto la forma predefinida para el molde.

2.3. LOS ENCOFRADOS EN EL PAIS Y DOCUMENTACION NACIONAL PARA LA ESTIMACION DE LAS SOLICITACIONES EXTERNAS GENERADAS POR EL CONCRETO

2.3.1 Los Encofrados en Perú

Los encofrados en el Perú han sido hasta hace unos pocos años en mayor proporción a base de madera. Sin embargo ya desde hace muchos años existen en el mundo sistemas de encofrado, estudiados y ensayados, para cada tipo de estructura de concreto, desarrollados por compañías extranjeras.

La inversión extranjera promovida por los últimos gobiernos ha permitido que dichas compañías puedan ingresar al mercado peruano trayendo esa tecnología,

que se entiende fue desarrollada según la realidad de su país, y que poco a poco están tratando de adaptar a la realidad de cada uno de los países en los cuales piensan invertir, logrando su objetivo pero a un costo demasiado elevado, lo cual ocasiona altos precios de venta y de renta; que los contratistas peruanos están obligados a pagar gracias a la calidad de dicha tecnología, que les permite incrementar el rendimiento en el proceso de encofrado y desencontrado, además de una mayor durabilidad (número de usos) de estos encofrados que son constituidos a base de acero y madera trabajada, constituyendo lo que se denominaría un Sistema de Encofrado Mixto.

Esto hace pensar muchas veces que el país se está dando un desarrollo de la ingeniería en la definición de estos sistemas de encofrado. Sin embargo esto no es totalmente cierto, ya que si bien es cierto que los ingenieros peruanos están adquiriendo los conceptos técnicos que requiere el diseño de un buen sistema de encofrados, no existe aún una empresa totalmente peruana que pueda realizar toda la ingeniería de productos de encofrados empleando materias primas locales; lo cual generaría mayores márgenes de ganancia para sus empleados; y sobre todo el fomento de otros sectores económicos como la metalmecánica y la industria de la madera.

2.3.2 Documentación Nacional requerida

Para poder realizar el diseño, verificación estructural y luego la optimización del mismo se requiere emplear las condiciones de diseño que plantea la normativa peruana. Entre otros tenemos:

- Para los elementos de madera se empleará la norma "E-010: Madera" del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Para los elementos de acero se empleará la norma "E-090: Estructuras Metálicas" del Reglamento Nacional de Edificaciones
- Entre las consideraciones de diseño se tienen que:
- El diseño se realizará por Esfuerzos Admisibles tanto para elementos de madera como acero.
- Teniendo en consideración lo estipulado el ítem anterior, queda claro que se diseña con las cargas de servicio; lo cual hace necesario la consideración de un factor de seguridad razonable para una estructura de carácter temporal,

reduciendo la resistencia del elemento a través de un factor de seguridad, que por recomendación del ACI-347 tomaría el valor de 2.0.

Las tolerancias de deformación del concreto serán las que resulten más exigentes entre la norma "E-060: concreto Armado", la norma "ACI-117: Standard Specifications for Tolerances for Concret Construction and Materials), y alguna normativa europea si las dos primeras no fueran lo suficientemente exigentes.

La documentación peruana referente a los encofrados se limita a lo indicado en el artículo 6.1 de la norma "E-060: Concreto Armado" del Reglamento Nacional de Edificaciones, que lleva por título "Diseño de Encofrados", y dice textualmente:

"Este documento da nociones de la filosofía de diseño de los encofrados, más no da un procedimiento; textualmente indica lo siguiente:

- *Los encofrados deberán permitir obtener una estructura que cumpla con los perfiles, niveles, alineamientos y dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos de diseño y en las especificaciones.*
- *Los encofrados deberán ser suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero.*
- *Los encofrados deben estar adecuadamente arriostrados o amarrados entre si, de tal manera que conserven su posición y forma.*
- *Los encofrados y sus apoyos deben diseñarse de tal manera que no dañen a las estructuras previamente construidas.*
- *El diseño de los encofrados debe 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;*
- *Los encofrados para elementos de concreto preesforzado deben estar diseñados y construidos de tal manera que permitan los movimientos del elemento sin causarle daños durante la aplicación de la fuerza de preesforzado."*

CAPITULO III : ASPECTOS GENERALES DE LA PRESION LATERAL DEL CONCRETO

3.1. DEFINICION

El concreto es un material que tiene dos etapas bien remarcadas, la primera es la de “estado fresco”, donde el concreto es capaz de soportarse a sí mismo y requiere de un encofrado para mantener su forma proyectada. Conforme avanza el tiempo el concreto se va endureciendo y fraguando, lo cual le permite aumentar su resistencia, hasta que es capaz de soportarse por sí mismo y el encofrado puede ser retirado.

Las investigaciones realizadas sobre el comportamiento del concreto durante su estado son muchas y variadas en resultados, sin embargo casi todas coinciden en que al inicio del vaciado la presión aumenta proporcionalmente con la altura que va alcanzando el concreto dentro del encofrado. Conforme progresa el llenado, el concreto comienza a endurecer y al llegar a una determinada altura, la presión ya no incrementa, permaneciendo su valor constante aún cuando prosiga el vaciado.

3.2. FACTORES CONDICIONANTES

3.2.1 La velocidad de ascenso del concreto

Cuanto más rápido ascienda el hormigón mayor será el espesor de éste que aún no ha fraguado. Esta zona no fraguada presenta un estado semilíquido con una ley creciente de presiones proporcionales al peso específico y a la profundidad, ley creciente hasta que no alcance la zona fraguada (zona de presión más o menos constante).

Esta zona ya fraguada se presenta a una profundidad proporcional a la velocidad ascendente del hormigón. Por lo tanto a mayor velocidad ascendente del hormigón, mayor presión ejercida, y viceversa.

3.2.2 La temperatura de fraguado

Los procesos químicos de fraguado del hormigón disminuyen su velocidad de reacción al descender la temperatura, o lo que es lo mismo, se prolonga el tiempo de fraguado, y en consecuencia, mayor es la profundidad a la que el hormigón comienza a fraguar y a adquirir presión constante por lo que se produce el mismo fenómeno que en el apartado anterior. Al descender la temperatura de fraguado aumenta la presión del hormigón.

3.2.3 La consistencia del concreto

A mayor docilidad, menor será el talud natural; esto se traduce en un mayor coeficiente de empuje activo (relación entre el empuje horizontal y el peso de un volumen considerado), y por lo tanto mayor presión.

Por lo tanto al aumentar el cono de Abrams, mayor presión.

3.2.4 La inclinación de la superficie encofrante

Teniendo en cuenta la formulación del coeficiente de empuje activo:

$$K_a = \frac{1 + \operatorname{sen}(a - b)}{1 + \operatorname{sen}(a + b)}$$

Donde:

Ka: coeficiente de empuje activo.

a: inclinación del paramento encofrante:

a>0 si el paramento tiene hormigón gravitando sobre él.

a<0 si el paramento encofrante gravita sobre el encofrado.

b: talud natural del hormigón.

Analizando la variación de Ka en función de "a", se comprueba que el coeficiente de empuje activo es mayor en superficies encofrantes con hormigón gravitando sobre ellas que en caso contrario (por ejemplo, el encofrado exterior de una bóveda a cielo abierto).

3.2.5 La profundidad de vibrado

Parece lógico pensar que en las zonas vibradas al carecer prácticamente de cohesión el hormigón, la ley de presiones existente en dicha zona es la hidrostática; por lo que se deduce que a mayor profundidad de vibrado, mayor empuje y viceversa.

3.2.6 Otros

Existen un conjunto de factores que influyen sobre la determinación de la presión lateral del concreto. Los cuales se listan describen y comentan brevemente a continuación:

- Frecuencia del vibrador.

La estructura encofrante como tal, tiene una frecuencia natural base. Se intuye que cuanto más se aproximen entre sí dicha frecuencia y la de los vibradores

utilizados, mayor será el riesgo de mayores deformaciones por efectos de resonancia. Lo que se corresponde desde el punto de vista de un análisis estático con mayores presiones.

- Potencia del vibrador.

A pie de obra se percibe claramente en la fase de compactación del hormigón el efecto del vibrador sobre el encofrado a través de la vibración de éste. Esto es como consecuencia de la energía transmitida a través de un frente de ondas que queda amortiguado en parte por el hormigón, transmitiéndose el resto por el encofrado hasta los puntos de sustentación del mismo. En función de los vibradores utilizados este efecto será de mayor o menor cuantía.

- Dosificación de Cemento.

Según los estudios experimentales de Ritchie se deduce que a mayor dosificación de cemento, mayor empuje horizontal del hormigón.

- Los Aditivos.

Producen efectos varios. Por ejemplo, un aireante no tiene efecto alguno sobre el empuje, mientras que un Plastificante produce una acción retardadora sobre el cemento y provoca claros aumentos de presión.

- Los Áridos.

Una granulometría discontinua presenta un claro aumento de la presión.

3.3. NORMAS AFINES

Como ya se ha mencionado antes existen un conjunto de normas y formulaciones a nivel internacional, las cuales describen una metodología para la determinación de las presiones laterales del concreto fresco. Entre ellas se encuentran las siguientes:

- Norma ACI-347-04.
- Norma DIN 18 218.
- Recomendaciones del IET, J. Martín Palanca.

3.3.1 Norma ACI 347-04 - Guide to Formwork for Concrete

Dentro de las hipótesis o consideraciones que contempla este estudio se listan las siguientes:

- Conglomerante: Cemento Pórtland.
- Ausencia de retardadores de fraguado.
- Cono de Abrams 120 mm.
- Encofrados sin vibración externa.
- Peso específico del concreto: 2.4 t/m³

Respecto al modelo matemático esta norma considera inicialmente una ley de empujes hidrostática hasta un valor de presión máxima "P_{mc}", en cuyo momento la ley es constante con dicha presión (P_{mc}). El valor de P_{mc} se obtiene según la formulación que se expone a continuación. Tener presente que se hace una distinción entre pilares y muros:

- Columnas

$$P_m = 0,73 + \frac{80 \times V}{T + 17,7}$$

Sin exceder al mínimo de:

$$P_c = 15 \text{ T/m}^2$$

$$P_c = 2.4 \times H \text{ (T/m}^2\text{)}$$

- Muros

V < 2.1 m/h:

$$P_m = 0,73 + \frac{80 \times V}{T + 17,7}$$

2.1 < V < 3 m/h:

$$P_m = 0,73 + \frac{117 + 25 \times V}{T + 17,7}$$

Sin exceder al mínimo de:

$$P_c = 10 \text{ T/m}^2$$

$$P_c = 2.4 \times H \text{ (T/m}^2\text{)}$$

V > 3 m/h

$$P_m = 2,4 \times h$$

Siendo:

P_m: Presión máxima del concreto en T/m².

V : Velocidad ascendente de Vaciado en m/h.

T : Temperatura de fraguado del concreto en °C.

H : Profundidad desde la superficie en m.

P_c: Presión de tolerancia en el concreto en T/m².

3.3.2 Norma DIN 18218 – Presión del Hormigón fresco

Esta norma se publicó en 1980. Se aplica para encofrados verticales y con inclinaciones que no difieran de la vertical en 5° y vibración normal. Las fórmulas que indica son para los distintos grados de docilidad que aparecen en las normas DIN, las presiones que indica para una temperatura de hormigonado de 15° son las siguientes:

- Consistencia seca K1, asemejable a un cono de Abrams de 20mm.

$$P_{\max} = 0,5 \cdot V + 2,1 \text{ (tn/m}^2\text{)}.$$

- Consistencia plástica K2, asemejable a un cono de Abrams de 40 mm

$$P_{\max} = V + 1,9 \text{ (tn/m}^2\text{)}.$$

- Consistencia blanda K3, asemejable a un cono de Abrams de 80 mm.

$$P_{\max} = 1,4 \cdot V + 1,8 \text{ (tn/m}^2\text{)}.$$

- Consistencia fluida, asemejable a un cono de Abrams de 130 mm.

$$P_{\max} = 1,7 \cdot V + 1,7 \text{ (tn/m}^2\text{)}.$$

A estas presiones máximas se les aplica unos factores de corrección por la temperatura según los siguientes valores:

Por cada grado por encima de 15° se reduce la presión un 3 % hasta un máximo del 30%. Por cada grado por debajo de 15° se aumenta la presión un 3%.

Si se aplican vibradores hay que tener en cuenta que en la zona de vibrado la presión es hidrostática ($2,5 \cdot h$). En algunos casos esta presión es mayor que las presiones de las fórmulas.

Si al hormigón se le ponen aditivos que retardan la solidificación se aplicarán unos factores de corrección según la siguiente tabla:

CUADRO 3.01: Factores de corrección por uso de aditivos

Gama de Consistencia	Coeficientes para el retardo de la solidificación	
	5 h	15 h
K ₁	1,15	1,45
K ₂	1,25	1,80
K ₃	1,40	2,15

Fuente: Norma DIN 18218

Se aplica otro factor de corrección para hormigones con densidades distintas

a $2,5 \text{ tn/m}^3$, siendo este coeficiente $\alpha = \frac{\gamma}{2,5}$

3.3.3 Recomendaciones del IET, J. Martín Palanca – Presiones del Hormigón Fresco

Un estudio muy completo sobre la distribución de presiones del hormigón sobre el encofrado es la monografía: “Presiones del Hormigón Fresco” publicada por el “Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y el Cemento” y cuyo autor es el Dr. Ingeniero de Caminos J. Martín Palanca.

Los parámetros de entrada más importantes son: la velocidad ascendente de hormigonado, la temperatura de fraguado del hormigón, la docilidad expresada en el cono de Abrams, la sección media (relación superficie/perímetro: efecto silo) y la inclinación del paramento encofrante.

La mayoría de las teorías existentes hasta entonces expresaban, en una primera fase, la ley de empujes del hormigón con una ley hidrostática de presiones, desde la superficie, lo cual nos parece lógico pues al ser una zona afectada por la vibración del hormigón trae consigo un aumento considerable de la docilidad y en consecuencia puede asimilarse el comportamiento del hormigón, sobre las paredes del encofrado, a un fluido.

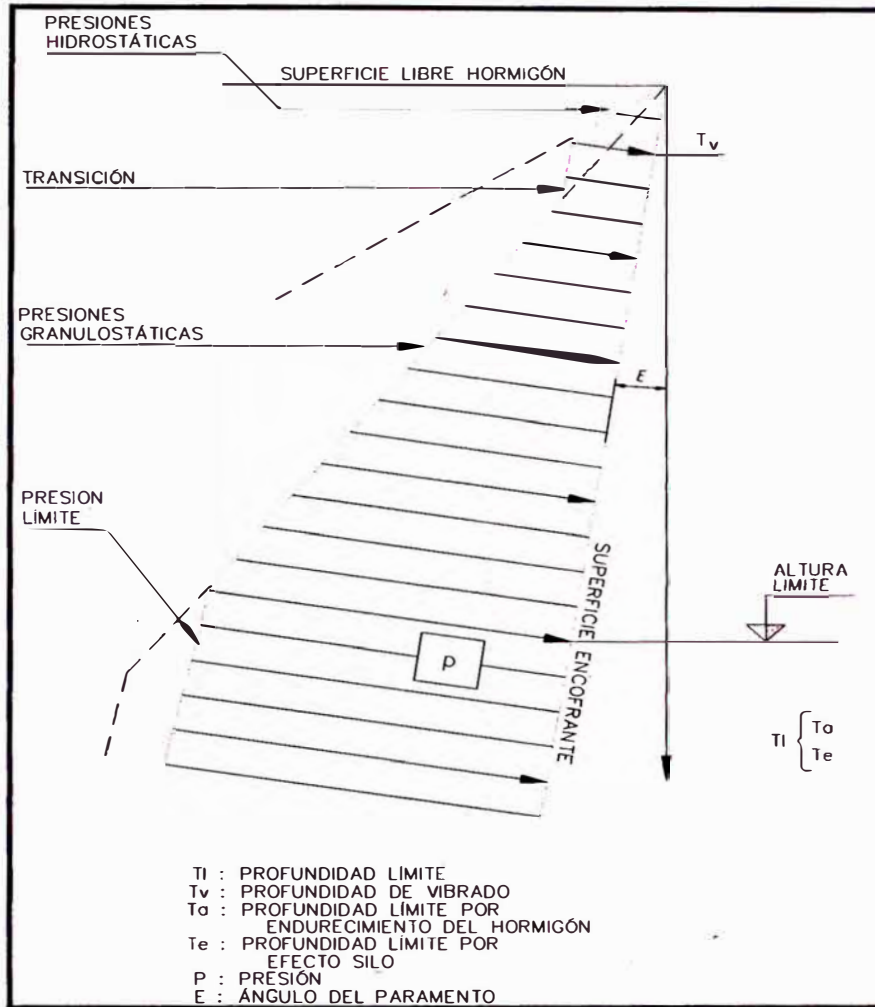
La segunda fase de estas teorías se basan en que la ley hidrostática crece hasta una determinada presión límite a partir de la cual permanece constante.

Parece evidente que existe un punto de discontinuidad importante en admitir al principio una ley hidrostática para pasar de repente a una ley de presiones constante. El autor de esta teoría, J. Martín Palanca, resuelve esta situación introduciendo una ley de presiones granulostática entre la ley hidrostática y la ley de presión máxima constante, suavizando considerablemente esa discontinuidad a la que aludíamos anteriormente.

La ley de presiones que propone J. Martín Palanca presenta cuatro zonas bien diferenciadas:

- a) Zona de presiones hidrostáticas.
- b) Zona de transición.
- c) Zona de presiones granulostáticas.
- d) Zona de presión límite constante.

FIGURA 3.01: Diagrama de distribución de presiones según IET



Fuente: Texto, Sostenimiento del Hormigón - TMC

Para comprender la zona de transición será preciso analizar previamente las zonas de presiones Hidrostáticas y Granulostáticas

- Zona de Presiones Hidrostáticas.

$$P = \gamma \times h$$

Siendo: P: presión normal al encofrado en t/m^2 .

γ : peso específico del hormigón:

$\gamma = 2,3 t/m^3$ en paramentos con inclinación respecto a la vertical menor de 45° .

$\gamma = 2,5 t/m^3$ para el resto de los casos.

H: profundidad desde la superficie.

- Zona de Presiones Granulostáticas

El hormigón que no está dentro de la zona afectada por la vibración del mismo recupera un talud natural perdido momentáneamente durante la vibración, por lo que deja de comportarse como un fluido y presenta un coeficiente de empuje activo inferior a la unidad ($k_a=1$ en ley hidrostática): Consecuentemente la ley de presiones del hormigón se reduce. La formulación adoptada será:

$$P = K_a \times \gamma \times h$$

Siendo: P, H, γ : mismo significado que en la zona de presiones hidrostática.

K_a : Coeficiente de empuje activo:

$$K_a = \frac{1 + \operatorname{sen}(a - b)}{1 + \operatorname{sen}(a + b)}$$

Donde:

“a” es la inclinación del paramento encofrante respecto a la vertical y sus valores son:

$a > 0$: si el hormigón gravita sobre el paramento.

$a = 0$: paramento vertical.

$a < 0$: si el paramento encofrante gravita sobre el hormigón.

y “b” es el talud natural del hormigón.

Basándose en datos experimentales, el autor propone la siguiente formulación en función del cono de Abrams (s) en mm.

$$\operatorname{tg}(b) = \frac{260 - s}{1400}$$

- Zona de Transición.

La ley de presiones hidrostáticas y granulostáticas no se cortan en ningún punto por lo que propone una zona de transición de presión constante, cuyo valor es el adoptado por la ley de presiones hidrostáticas a la profundidad de vibrado. La línea que representa esta zona de transición sí corta a la línea de ley de presiones granulostáticas, a partir de la cual la presión será la granulostática hasta alcanzar la zona de presión límite constante.

- Zona de Presión Máxima Constante.

Siguiendo la ley de presiones granulostáticas existe una profundidad en que la presión se estabiliza en una presión límite constante.

CAPITULO IV: ANALISIS Y DISEÑO

4.1. ESTIMACION DE LA PRESION LATERAL DE CONCRETO DE LAS COLUMNAS Y PLACAS DEL PROYECTO VILLA SOL

En esta etapa se determina la presión lateral, con la intención de conocer las sollicitaciones externas que actúan sobre el diseño de encofrado preliminar que se realizó durante el desarrollo del Proyecto Inmobiliario de Vivienda "Villa Sol".

4.1.1. Determinación de la presión lateral máxima del concreto

En los siguientes cuadros se muestran los valores de los factores y la presión lateral máxima del concreto sobre los encofrados verticales, empleando las metodologías establecidas por las instituciones anteriormente citadas.

Los datos que aquí se muestran como factores que influyen en la determinación de la presión del concreto, han sido recogidos de la experiencia de profesionales de empresas contratistas como Cosapi y Camargo Correa Perú:

Caso A: Columna C40X90

Se ha elegido de manera particular la columna C-01 (0.40x0.90) de altura H=2.45m, del Proyecto Inmobiliario de Vivienda "Villa Sol". Ésta representa a las demás columnas cuyos datos, presión y diseño serían similares:

CUADRO 4.01: Presión Lateral en Encofrado para Columnas según ACI-347

DESCRIPCION	SLUMP		UNIDADES
	SIN BOMBA	CON BOMBA	
Peso Específico del concreto	2.40	2.40	T/m ³
Velocidad de Ascenso del concreto	6.00	6.00	m/h
Temperatura de Fraguado	28.00	28.00	°C
Slump	3 - 4	6 - 8	Pulgadas
Inclinación de la superficie encofrante	0.00	0.00	Grados
Profundidad de vibrado	0.50	0.50	m
Altura Total de la Columna	2.45	2.45	m
PRESION CONCRETO ACI	11.23	11.23	T/m²
PRESION HIDROSTATICA	5.88	5.88	T/m²
PRESION MAXIMA DE DISEÑO	5.88	5.88	T/m²
Altura de Presión Variable	2.45	2.45	m
Altura de Presión Constante	0.00	0.00	m

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 4.02: Presión Lateral en Encofrado para Columnas según DIN-18218

DESCRIPCION	SLUMP		UNIDADES
	SIN BOMBA	CON BOMBA	
Peso Específico del concreto	2.40	2.40	T/m ³
Velocidad de Ascenso del concreto	6.00	6.00	m/h
Temperatura de Fraguado	28.00	28.00	°C
Slump	3 - 4	6 - 8	Pulgadas
Inclinación de la superficie encofrante	0.00	0.00	Grados
Profundidad de vibrado	0.50	0.50	m
Altura Total de la Columna	2.45	2.45	m
PRESION CONCRETO DIN	6.85	8.00	T/m²
PRESION HIDROSTATICA	5.88	5.88	T/m²
PRESION MAXIMA DE DISEÑO	5.88	5.88	T/m²
Altura de Presión Variable	2.45	2.45	m
Altura de Presión Constante	0.00	0.00	m

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 4.03: Presión Lateral en Encofrado para Columnas según IET

DESCRIPCION	SLUMP		UNIDADES
	SIN BOMBA	CON BOMBA	
Peso Específico del concreto	2.40	2.40	T/m ³
Altura Total de la Columna	2.45	2.45	m
Slump	3 - 4	6 - 8	Pulgadas
Angulo de Desplome (ξ)	0.00	0.00	Grados
Angulo de Talud Natural (ψ)	6.46	2.32	Grados
Coefficiente de Empuje Activo	0.80	0.92	
Profundidad de vibrado	0.50	0.50	m
Velocidad de Ascenso del concreto	6.00	6.00	m/h
Plazo de endurecimiento del concreto	0.84	1.41	h
Temperatura de Fraguado	28.00	28.00	°C
Altura Límite	5.54	8.99	m
PRESION CONCRETO IET	10.60	19.89	T/m²
PRESION HIDROSTATICA	5.88	5.88	T/m²
PRESION MAXIMA DE DISEÑO	5.88	5.88	T/m²
Altura de Presión Variable	2.45	2.45	m
Altura de Presión Constante	0.00	0.00	m

Fuente: Elaboración propia

Caso B: Placa PL25X375

De igual manera que con la columna, la placa PL-03 (0.25X3.75) de altura H=2.45m se ha elegido de manera representativa:

CUADRO 4.04: Presión Lateral en Encofrado para Placas según ACI-347

DESCRIPCION	SLUMP		UNIDADES
	SIN BOMBA	CON BOMBA	
Peso Específico del concreto	2.40	2.40	T/m ³
Velocidad de Ascenso del concreto	3.00	3.00	m/h
Temperatura de Fraguado	28.00	28.00	°C
Slump	3 - 4	6 - 8	Pulgadas
Profundidad de vibrado	0.50	0.50	m
Altura Total de la Columna	2.45	2.45	m
PRESION CONCRETO ACI	5.98	5.98	T/m²
PRESION HIDROSTATICA	5.88	5.88	T/m²
PRESION MAXIMA DE DISEÑO	5.88	5.88	T/m²
Altura de Presión Variable	2.45	2.45	m
Altura de Presión Constante	0.00	0.00	m

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 4.05: Presión Lateral en Encofrado para Placas según DIN-18218

DESCRIPCION	SLUMP		UNIDADES
	SIN BOMBA	CON BOMBA	
Peso Específico del concreto	2.40	2.40	T/m ³
Velocidad de Ascenso del concreto	3.00	3.00	m/h
Temperatura de Fraguado	28.00	28.00	°C
Slump	3 - 4	6 - 8	Pulgadas
Profundidad de vibrado	0.50	0.50	m
Altura Total de la Columna	2.45	2.45	m
PRESION CONCRETO DIN	4.03	4.57	T/m²
PRESION HIDROSTATICA	5.88	5.88	T/m²
PRESION MAXIMA DE DISEÑO	4.03	4.57	T/m²
Altura de Presión Variable	1.68	1.90	m
Altura de Presión Constante	0.77	0.55	m

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 4.06: Presión Lateral en Encofrado para Placas según IET

DESCRIPCION	SLUMP		UNIDADES
	SIN BOMBA	CON BOMBA	
Peso Específico del concreto	2.40	2.40	T/m ³
Altura Total de la Columna	2.45	2.45	m
Slump	3 - 4	6 - 8	Pulgadas
Angulo de Desplome (ξ)	0.00	0.00	Grados
Angulo de Talud Natural (ψ)	6.46	2.32	Grados
Coefficiente de Empuje Activo	0.80	0.92	
Profundidad de vibrado	0.50	0.50	m
Velocidad de Ascenso del concreto	3.00	3.00	m/h
Plazo de endurecimiento del concreto	0.84	1.41	h
Temperatura de Fraguado	28.00	28.00	°C
Altura Límite	3.02	4.74	m
PRESION CONCRETO IET	5.78	10.50	T/m²
PRESION HIDROSTATICA	5.88	5.88	T/m²
PRESION MAXIMA DE DISEÑO	5.78	5.88	T/m²
Altura de Presión Variable	2.41	2.45	m
Altura de Presión Constante	0.04	0.00	m

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Diagrama de la Presión Lateral

Luego de evaluar los datos en el ítem anterior queda claro que la presión lateral sobre los encofrados de columnas y placas de edificaciones típicas como viviendas multifamiliares, sigue un comportamiento que se puede modelar como lineal, obteniendo una presión nula en la superficie que aumenta de manera proporcional conforme aumenta la profundidad hasta llegar a un valor máximo en la parte inferior equivalente al producto del peso específico del concreto y la altura de la columna o placa.

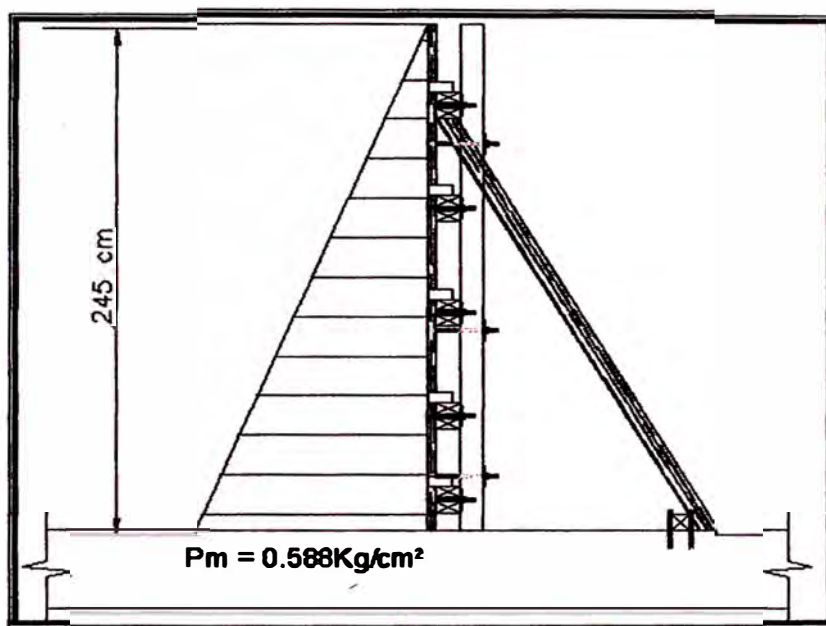
Esto se debe a las altas velocidades de vaciado que se presentan en este tipo de elementos de concreto. Lo cual no le da tiempo para fraguar a las capas inferiores de la columna o placa, impidiendo que se pueda generar las dos zonas de presión establecidas por las metodologías desarrolladas por las instituciones extranjeras señaladas.

Todo esto ocasiona que se emplee un solo diagrama de presiones, dada por la presión hidrostática, independiente de las metodologías mostradas; la cual se considerará para la verificación estructural de los encofrados planteados de

manera preliminar en el desarrollo del Proyecto Inmobiliario de Vivienda "Villa Sol".

Solo en caso de las placas analizadas con la norma DIN18218, arroja una zona de presión constante, pero es de corta magnitud; lo cual se puede deber a que se ha utilizado la fórmula para un slump menor, ya que DIN18218 no establece formulas de presión para valores mayores a 6". Por lo cual se considerará presión hidrostática para las columnas y placas.

FIGURA 4.01: Diagrama de Distribución de Presiones



Fuente: Elaboración propia

4.2. DISEÑO PRELIMINAR DEL ENCOFRADO

Este diseño es el realizado para el proyecto inmobiliario de vivienda Villa Sol, el cual se pretende optimizar realizando una verificación estructural de los elementos que constituyen el sistema de encofrado para las columnas, a través de la aplicación de metodologías internacionales para la determinación de la presión lateral, conjuntamente con la normativa peruana de diseño en madera.

4.2.1 Consideraciones del diseño Preliminar

- El encofrado planteado emplea elementos de madera, como tradicionalmente se realiza en las obras de edificaciones aún en la actualidad. Estos elementos de madera son principalmente barrotes o cuarterones y tablonés, los cuales en ciertos casos se complementan con elementos de acero como platinas, espárragos y tuercas.

Estos encofrados deben concebirse de tal manera que cumplan los siguientes requisitos:

- Seguridad
- Precisión en las medidas del elemento de concreto encofrado
- Economía
- Las placas y columnas del proyecto se han clasificado según su forma y dimensiones en planta, con la finalidad de establecer un tipo de diseño específico para cada caso:

a) Rectangular, con relación de dimensiones en planta $B/L < 3$.

Estos encofrados tendrán una configuración que contempla el uso de los siguientes materiales:

- Tablones de madera como superficie encofrante, colocados en forma vertical.
- Largueros horizontales, que dan soporte a estos tablones.
- Larguero vertical, colocado al centro que da soporte a los largueros horizontales con la finalidad de disminuir su deformación
- Espárragos, platinas y tuercas, los cuales van de lado a lado y constituyen el sistema de soporte de los largueros horizontales y verticales.

b) Rectangular, con relación de dimensiones en planta $3 < B/L < 6$.

Estos encofrados tendrán una configuración que contempla el uso de los siguientes materiales:

- Tablones de madera como superficie encofrante, colocados en forma vertical.
- Largueros horizontales, que dan soporte a estos tablones.
- Largueros verticales, en número de dos colocados de forma simétrica en el lado de mayor ancho, que da soporte a los largueros horizontales con la finalidad de disminuir su deformación.
- Espárragos, platinas y tuercas, los cuales van de lado a lado y constituyen el sistema de soporte de los largueros horizontales y verticales.

c) Rectangular, con relación de dimensiones en planta $B/L > 6$

Estos encofrados tendrán una configuración que contempla el uso de los siguientes materiales:

- Tablones de madera como superficie encofrante, colocados en forma horizontal.
- Largueros verticales, que dan soporte a los tablones.
- Largueros horizontales, que dan soporte a los largueros verticales y ayudan a disminuir las deformaciones.
- Espárragos, platinas y tuercas, los cuales van de lado a lado y constituyen el sistema de soporte de los largueros horizontales.

El presente informe analizará las columnas, representada por el ítem a), y asimismo se analizará las placas representadas por el ítem c). De ambos casos se elegirá un espécimen para hacer las verificaciones y diseño de encofrados.

4.2.2 Esquemas del Encofrado Preliminar

Para el Caso A, del diseño de encofrado de las columnas C40x90, ver los planos EC-01 y EC-03 del Anexo E.

Para el Caso B, del diseño de encofrado de las placas PL25x375, ver los planos EC-02 y EC-03 del Anexo E.

4.2.3 Características de los materiales usados

a) Madera

La madera especificada para los encofrados de las columnas y placas es el TORNILLO, la cual según el anexo N°3(Lista de Especies agrupadas) de la Norma E.010-Madera del RNE, pertenece al Grupo C, de acuerdo a lo estipulado en el capítulo 1(Agrupamiento de madera para uso estructural) de la misma norma.

Asimismo se sabe que las maderas que son clasificadas dentro de ese grupo tienen las siguientes características:

- o Densidad Básica : 0,40-0,55 gr/cm³
- o Módulo de Elasticidad : 55000 - 90000 kg/cm²
- o Esfuerzo Flexión : 100 kg/cm²

b) Elementos de Acero

Entre los elementos de acero que se emplean en el diseño del encofrado de columnas y placas tenemos:

- Platinas : 3"x3"x1/4" o 4"x4" x1/4" de acero A36
- Espárragos : Barras de acero 1/2" o 5/8" de acero Gr60
- Tuercas : 1/2" ó 5/8" de acero A36.

c) Calidad de los materiales

Los elementos de acero y principalmente los de madera deben estar en buen estado, garantizando la integridad de sus dimensiones, y que este dentro del número de usos permisibles, de tal manera que se pueda garantizar las propiedades mecánicas consideradas.

4.3. ANALISIS Y VERIFICACION ESTRUCTURAL DEL DISEÑO

En este ítem se realizará la verificación estructural de cada uno de los componentes del sistema de encofrado planteado para las columnas y placas, con la intención de determinar que tan esforzados se encuentran los elementos, estableciendo ratios de uso para poder saber el grado de optimización que se podría realizar.

Los elementos que forman parte del sistema de encofrado tanto de las columnas como las placas, son las siguientes:

Tablones de madera, que tienen un espesor de 38.1mm (1 1/2"), y un ancho de 254mm (10").

Cuartones de 76.2mm (3") de base y 76.2mm (3") de peralte

Cuartones de 50.8mm (2") de base y 101.6mm (4") de peralte

Esparrago 5/8"

Tuerca 5/8"

Platina 4"x4"x1/4"

Luego dependiendo si el encofrado es para una columna o para una placa, se recomienda una determinada configuración, la cual se puede apreciar en los planos del Anexo E.

Propiedades de los Componentes

CUADRO 4.07: Propiedades Físicas de los Elementos de Encofrado

MATERIAL	DESCRIPCION	MOMENTO DE INERCIA	MODULO DE ELASTICIDAD	RIGIDEZ EI
		cm ⁴	Kg/cm ²	Kg-cm ²
Madera Tornillo	Tablón	117.07	55000	6438579.86
	Larguero Horizontal	887.96	55000	48837820.60
	Larguero Vertical	887.96	55000	48837820.60
Acero A36	Espárragos	—	21000000	—
	Tuercas	—	21000000	—
	Platinas	—	21000000	—

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 4.08: Valores de Resistencia Admisible de los Elementos de Encofrado

MATERIAL	DESCRIPCION	ESFUERZO ADMISIBLE	ESFUERZO CORTANTE	RESISTENCIA TRACCION
		Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg
Madera Tornillo	Tablón	100.00	8.00	—
	Larguero Horizontal	100.00	8.00	—
	Larguero Vertical	100.00	8.00	—
Acero A36	Espárragos	1265.53	—	2518.39
	Tuercas	1265.53	—	2518.39
	Platinas	1265.53	—	—

Fuente: Elaboración propia

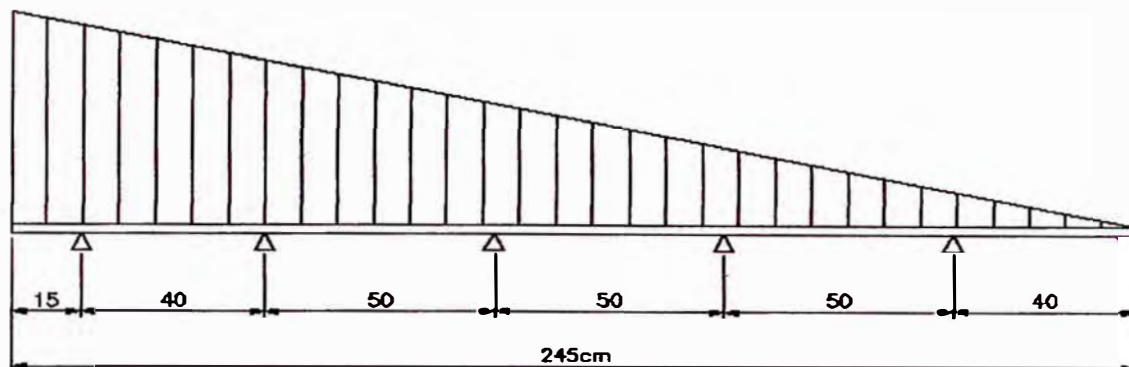
4.3.1 Verificación del Encofrado de Columnas

Análisis del Tablón

Los resultados del análisis del tablero, se realizan asumiendo que se comporta como una viga con una base equivalente al ancho del tablón (25.4cm), con lo cual se linealiza la carga, obteniéndose el siguiente modelo estructural:

FIGURA 4.02: Modelo Estructural del Tablero

$W = 14.93 \text{Kg/cm}$



Fuente: Elaboración propia

De los diagramas mostrados en el Anexo B.1, se tienen los esfuerzos y deformaciones máximas:

$$V_{\text{máx}} = 265.0 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{máx}} = -2001.1 \text{ Kg-cm}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = -0.324 \text{ mm}$$

A partir de los valores obtenidos, a continuación se calcularán los esfuerzos en las secciones donde se producen las máximas sollicitaciones de fuerza cortante y momento.

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}} \cdot c}{I} = \frac{2001.1 \times 1.905}{117.07} = 32.56 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot V_{\text{máx}}}{2 \cdot A} = \frac{3 \times 265}{2 \times 25.4 \times 3.81} = 4.11 \text{ Kg/cm}^2$$

En el cuadro 4.09 se muestra un resumen de los resultados y el porcentaje de uso que representan las sollicitaciones analizadas, tanto las de resistencia como las de deformación:

CUADRO 4.09: Resultados de análisis del tablon

	DESCRIPCION	DISTANCIA ENTRE APOYOS	UNIDADES
DATOS	BASE	25.40	cm
	ALTURA	3.81	cm
	INERCIA	117.07	cm ⁴
CORTANTE	FUERZA CORTE	265.00	Kg
	ESFUERZO ACTUANTE	4.11	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	8.00	kg/cm ²
	% USO	51.34	%
FLEXION	MOMENTO	2001.1	Kg-cm
	ESFUERZO ACTUANTE	32.56	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	100.00	kg/cm ²
	% USO	32.56	%
DEFORMACION	FLECHA MAXIMA	0.324	mm
	FLECHA LIMITE	1.667	mm
	% USO	19.44	%

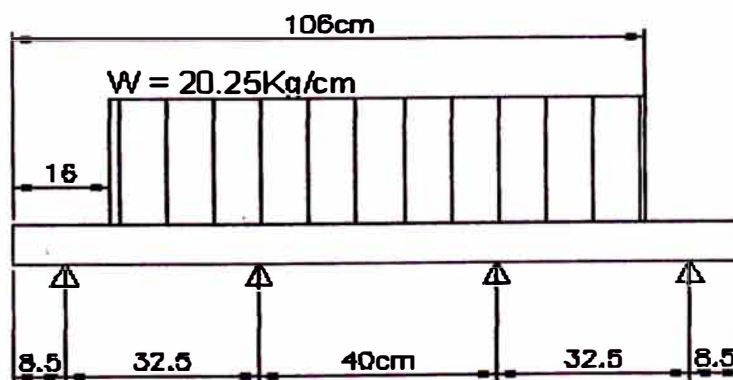
Fuente: Elaboración propia

Los resultados mostrados indican que el tablero se encuentra medianamente esforzado, casi a la mitad de su resistencia admisible, lo cual probablemente nos permita reducir el espesor a 1/2".

Análisis del Larguero Horizontal

Este elemento está constituido por dos cuarterones de 2"x4". Para el análisis asumiremos que se trata de un solo elemento, considerando para ello un momento de inercia equivalente.

FIGURA 4.03: Modelo Estructural del Larguero Horizontal



Fuente: Elaboración propia

De los diagramas mostrados en el Anexo B.2, se tienen los esfuerzos y deformaciones máximas:

$$V_{\text{máx}} = 404.9 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{máx}} = -2593.3 \text{ Kg-cm}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = -0.032 \text{ mm}$$

A partir de los valores obtenidos, a continuación se calcularán los esfuerzos en las secciones donde se producen las máximas sollicitaciones de fuerza cortante y momento.

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}} \cdot c}{I} = \frac{2593.3 \times 5.08}{887.96} = 14.84 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot V_{\text{máx}}}{2 \cdot A} = \frac{3 \times 404.9}{2 \times 2 \times 5.08 \times 10.16} = 5.88 \text{ Kg/cm}^2$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados y el porcentaje de uso que representan las sollicitaciones analizadas, tanto las de resistencia como las de deformación:

CUADRO 4.10: Resultados de análisis del Larguero Horizontal

	DESCRIPCION	DISTANCIA ENTRE APOYOS	UNIDADES
DATOS	BASE	10.16	cm
	ALTURA	10.16	cm
	INERCIA	887.96	cm ⁴
CORTANTE	FUERZA CORTE	404.90	Kg
	ESFUERZO ACTUANTE	5.88	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	8.00	kg/cm ²
	% USO	73.55	%
FLEXION	MOMENTO	2593.3	Kg-cm
	ESFUERZO ACTUANTE	14.84	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	100.00	kg/cm ²
	% USO	14.84	%
DEFORMACION	FLECHA MAXIMA	0.032	mm
	FLECHA LIMITE	1.333	mm
	% USO	2.40	%

Fuente: Elaboración propia

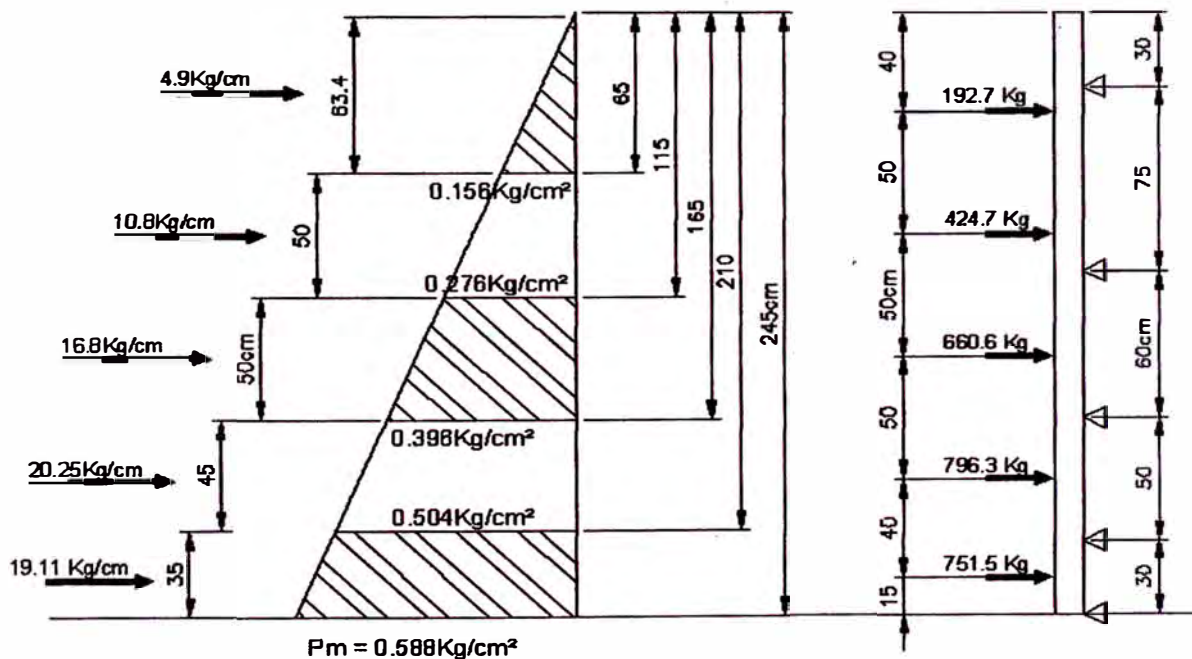
De los resultados mostrados en la tabla anterior se puede distinguir que por resistencia el larguero horizontal se encuentra medianamente esforzado por cortante. Esto se debe a que se trata del larguero más exigido por carga que está ubicado después de la riostra inferior.

Eso quiere decir que los largueros superiores se encuentran menos esforzados y posiblemente toleren mayores espaciamientos. Esto se evaluará más adelante.

Análisis del Larguero Vertical

Este elemento está constituido por dos cuarterones de 2"x4". Para el análisis se asume que se trata de un solo elemento, considerando para ello un momento de inercia equivalente. Asimismo se carga al larguero vertical con las reacciones que se produjeron en los apoyos del larguero horizontal durante su análisis.

FIGURA 4.04: Modelo Estructural del Larguero Vertical



Fuente: Elaboración propia

Los valores de reacciones que generan los largueros horizontales que se encuentran arriba del larguero inferior, fueron obtenidos proporcionalmente a los resultados obtenidos del análisis del larguero inferior; gracias a que el diseño está en rango elástico, y por ende existe una relación proporcional directa entre las fuerzas aplicadas y los esfuerzos y deflexiones producidas en los elementos de madera utilizados.

De los diagramas mostrados en el Anexo B.3, se tienen los esfuerzos y deformaciones máximas:

$$V_{\text{máx}} = -530.5 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{máx}} = -5144.3 \text{ Kg-cm}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = -0.212 \text{ mm}$$

A partir de los valores obtenidos, a continuación se calcularán los esfuerzos en las secciones donde se producen las máximas sollicitaciones de fuerza cortante y momento.

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}} \cdot c}{I} = \frac{5144.3 \times 5.08}{887.96} = 29.43 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot V_{\text{máx}}}{2 \cdot A} = \frac{3 \times 530.5}{2 \times 2 \times 5.08 \times 10.16} = 7.71 \text{ Kg/cm}^2$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados y el porcentaje de uso que representan las sollicitaciones analizadas, tanto las de resistencia como las de deformación:

CUADRO 4.11: Resultados de análisis del Larguero Vertical

	DESCRIPCION	DISTANCIA ENTRE APOYOS	UNIDADES
DATOS	BASE	10.16	cm
	ALTURA	10.16	cm
	INERCIA	887.96	cm ⁴
CORTANTE	FUERZA CORTE	530.50	Kg
	ESFUERZO ACTUANTE	7.71	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	8.00	kg/cm ²
	% USO	96.36	%
FLEXION	MOMENTO	5144.3	Kg-cm
	ESFUERZO ACTUANTE	29.43	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	100.00	kg/cm ²
	% USO	29.43	%
DEFORMACION	FLECHA MAXIMA	0.212	mm
	FLECHA LIMITE	2.500	mm
	% USO	8.48	%

Fuente: Elaboración propia

Análisis del Espárrago y la Tuerca

En esta parte se realiza la verificación de resistencia del espárrago, se entiende que la tuerca ha sido diseñada en función de la capacidad del espárrago. Por lo cual sólo se verificará la tracción que se produce en el espárrago.

Del análisis anterior se tienen las reacciones que se producen en los espárragos, tanto los que dan soporte a los largueros horizontales, como los que dan soporte a los largueros verticales:

Tracción Máx Espárrago (Larguero Horizontal) → 114.9 Kg <<<< 2518.39 Kg

Tracción Máx Espárrago (Larguero Vertical) → 918.7 Kg < 2518.39 Kg

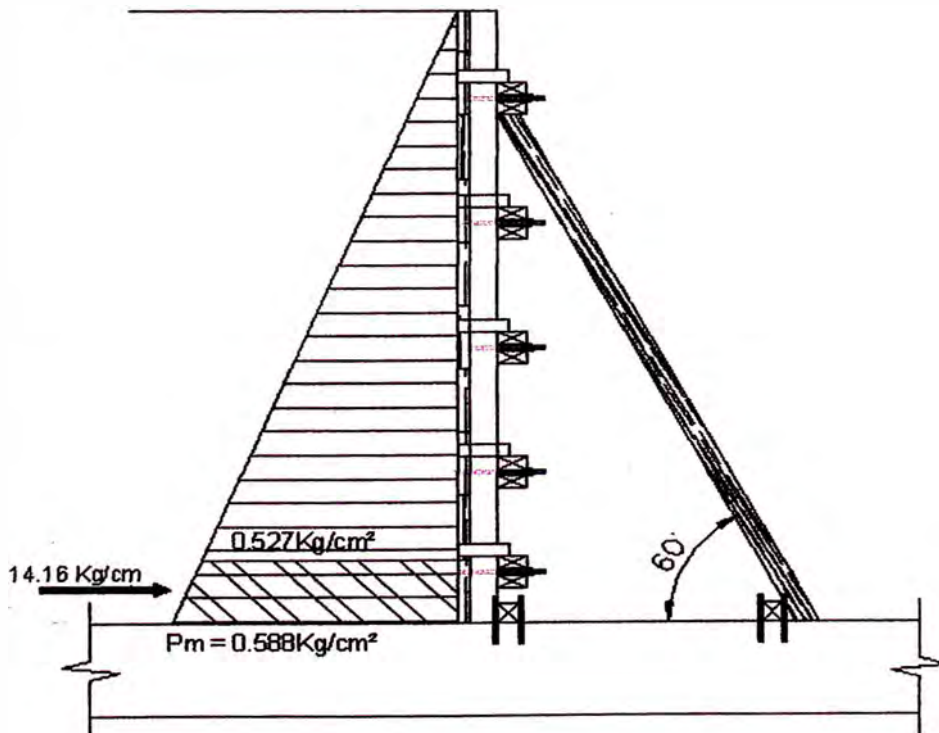
Se puede apreciar claramente que las barras verifican ampliamente las sollicitaciones a las cuales están exigidas, pudiéndose optimizar empleando espárragos de menor diámetro.

4.3.2 Verificación del Encofrado de Placas

Análisis del Tablón

Se analiza el tablón inferior, y la carga uniformemente repartida a la cual estará sometida, como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 4.05: Diagrama de Presiones sobre el Tablón

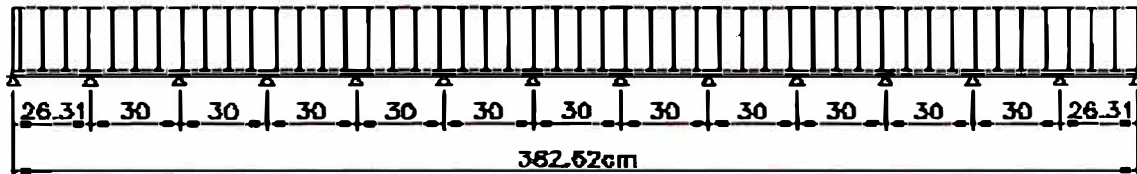


Fuente: Elaboración propia

Los resultados del análisis del tablón, se realizan asumiendo que se comporta como una viga con una base equivalente al ancho del tablón (25.4cm), con lo cual se linealiza la carga; obteniéndose el siguiente modelo estructural:

FIGURA 4.06: Geometría del Tablón

$$W = 14.16 \text{ Kg/cm}$$



GEOMETRIA (cm)

Fuente: Elaboración propia

De los diagramas mostrados en el Anexo B.4, se tienen los esfuerzos y deformaciones máximas:

$$V_{\text{máx}} = -229.8 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{máx}} = -1144.1 \text{ Kg-cm}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = -0.062 \text{ mm}$$

A partir de los valores obtenidos, a continuación se calcularán los esfuerzos en las secciones donde se producen las máximas sollicitaciones de fuerza cortante y momento.

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}} \cdot c}{I} = \frac{1144.1 \times 1.905}{117.07} = 18.62 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot V_{\text{máx}}}{2 \cdot A} = \frac{3 \times 229.8}{2 \times 25.4 \times 3.81} = 3.56 \text{ Kg/cm}^2$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados y el porcentaje de uso que representan las sollicitaciones analizadas, tanto las de resistencia como las de deformación:

CUADRO 4.12: Resultados de análisis del Tablón

	DESCRIPCION	DISTANCIA ENTRE APOYOS	UNIDADES
DATOS	BASE	25.40	cm
	ALTURA	3.81	cm
	INERCIA	117.07	cm ⁴
CORTANTE	FUERZA CORTE	229.80	Kg
	ESFUERZO ACTUANTE	3.56	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	8.00	kg/cm ²
	% USO	44.52	%
FLEXION	MOMENTO	1144.1	Kg-cm
	ESFUERZO ACTUANTE	18.62	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	100.00	kg/cm ²
	% USO	18.62	%
DEFORMACION	FLECHA MAXIMA	0.324	mm
	FLECHA LIMITE	0.877	mm
	% USO	36.94	%

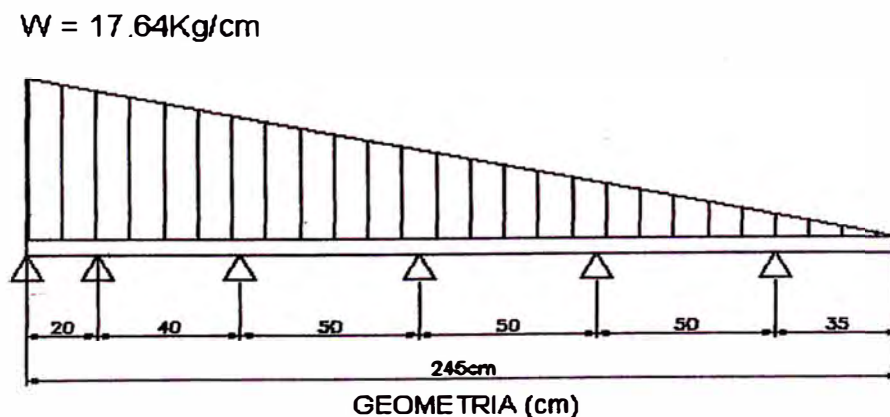
Fuente: Elaboración propia

Los resultados mostrados indican que el tablero se encuentra medianamente esforzado, casi a la mitad de su resistencia admisible, lo cual probablemente permita reducir el espesor a 1/2".

Análisis del Larguero Vertical

Este elemento está constituido por un cuartón de 2"x4", y sirve de apoyo a los tabloncillos de madera.

FIGURA 4.07: Geometría del Larguero Vertical



Fuente: Elaboración propia

De los diagramas mostrados en el Anexo B.5, se tienen los esfuerzos y deformaciones máximas:

$$V_{\text{máx}} = -309.4 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{máx}} = -2410.9 \text{ Kg-cm}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = -0.094 \text{ mm}$$

A partir de los valores obtenidos, a continuación se calcularán los esfuerzos en las secciones donde se producen las máximas sollicitaciones de fuerza cortante y momento.

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}} \cdot c}{I} = \frac{2410.9 \times 5.08}{443.98} = 27.59 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot V_{\text{máx}}}{2 \cdot A} = \frac{3 \times 309.4}{2 \times 5.08 \times 10.16} = 8.99 \text{ Kg/cm}^2$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados y el porcentaje de uso que representan las sollicitaciones analizadas, tanto las de resistencia como las de deformación:

CUADRO 4.13: Resultados de análisis del Larguero Vertical

	DESCRIPCION	DISTANCIA ENTRE APOYOS	UNIDADES
DATOS	BASE	5.08	cm
	ALTURA	10.16	cm
	INERCIA	443.98	cm ⁴
CORTANTE	FUERZA CORTE	309.40	Kg
	ESFUERZO ACTUANTE	8.99	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	8x1.25 = 10.0	kg/cm ²
	% USO	89.92	%
FLEXION	MOMENTO	2410.9	Kg-cm
	ESFUERZO ACTUANTE	27.59	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	100.00	kg/cm ²
	% USO	27.59	%
DEFORMACION	FLECHA MAXIMA	0.212	mm
	FLECHA LIMITE	1.667	mm
	% USO	12.72	%

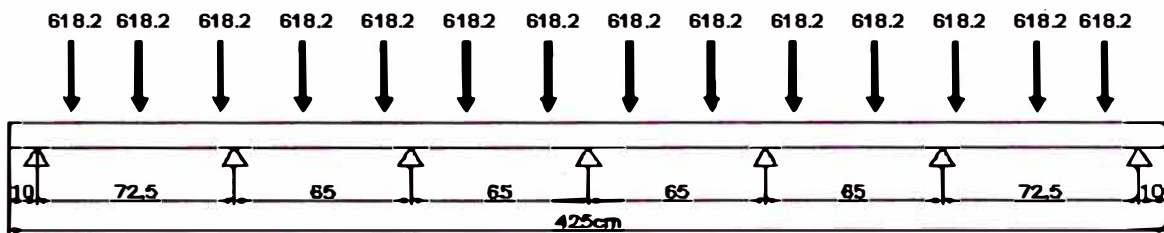
Fuente: Elaboración propia

De los resultados mostrados en la tabla anterior se puede distinguir que por resistencia el larguero vertical analizado se encuentra algo más que medianamente esforzado por cortante. Asimismo se observa que el valor de resistencia a cortante usado no es 8Kg/cm², sino 10Kg/cm², esto debido a que la norma ACI-347, permite realizar un incremento de sus esfuerzos admisibles en un 25% siempre y cuando se verifique la corta duración de la carga (menor a 7 días), y el uso limitado de la madera (menor a 10 usos), lo cual se verifica para los encofrados verticales que vamos a emplear.

Análisis del Larguero Horizontal

Este elemento está constituido por dos cuartones de 2"x4". Para el análisis se asume que se trata de un solo elemento, considerando para ello un momento de inercia equivalente.

FIGURA 4.08: Carga aplicada sobre el Larguero Horizontal (Kg)



Fuente: Elaboración propia

De los diagramas mostrados en el Anexo B.6, se tienen los esfuerzos y deformaciones máximas:

$$V_{\text{máx}} = -1161.5 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{máx}} = -11573.4 \text{ Kg-cm}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = -1.000 \text{ mm}$$

A partir de los valores obtenidos, a continuación se calcularán los esfuerzos en las secciones donde se producen las máximas sollicitaciones de fuerza cortante y momento.

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}} \cdot c}{I} = \frac{11573.4 \times 5.08}{887.96} = 66.21 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot V_{\text{máx}}}{2 \cdot A} = \frac{3 \times 1161.5}{2 \times 2 \times 5.08 \times 10.16} = 16.88 \text{ Kg/cm}^2$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados y el porcentaje de uso que representan las solicitaciones analizadas, tanto las de resistencia como las de deformación:

CUADRO 4.14: Resultados de análisis del Larguero Horizontal

	DESCRIPCION	DISTANCIA ENTRE APOYOS	UNIDADES
DATOS	BASE	10.16	cm
	ALTURA	10.16	cm
	INERCIA	887.96	cm ⁴
CORTANTE	FUERZA CORTE	1161.50	Kg
	ESFUERZO ACTUANTE	16.88	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	8.00	kg/cm ²
	% USO	210.98	%
FLEXION	MOMENTO	11573.4	Kg-cm
	ESFUERZO ACTUANTE	66.21	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	100.00	kg/cm ²
	% USO	66.21	%
DEFORMACION	FLECHA MAXIMA	0.032	mm
	FLECHA LIMITE	2.417	mm
	% USO	1.32	%

Fuente: Elaboración propia

De los resultados mostrados en la tabla anterior se puede distinguir que la sollicitación por cortante no verifica. Lo cual obliga a reducir la luz libre entre apoyos del larguero horizontal. En general como hemos visto con los demás elementos tanto en la verificación del encofrado de las columnas como el de las placas se puede ver que el efecto de cortante es muchas veces quien limita el diseño, lo cual nos hace pensar que se requiere un elemento de otro material, como el acero. Esto se evaluará en la etapa de optimización del diseño.

Análisis del Espárrago y la Tuerca

En esta parte se realiza la verificación de resistencia del espárrago, se entiende que la tuerca ha sido diseñada en función de la capacidad del espárrago. Por lo cual sólo se verificará la tracción que se produce en el espárrago.

Del análisis anterior se tienen las reacciones que se producen en los espárragos, que dan soporte a los largueros horizontales:

Tracción Máx → 1723.8 Kg <<<< 2518.39 Kg

Se puede apreciar claramente que las barras verifican medianamente las solicitaciones a las cuales están exigidas, pudiéndose optimizar empleando espárragos de menor diámetro.

4.4. OPTIMIZACION DEL DISEÑO

En el análisis desarrollado líneas arriba, se pudo distinguir que muchos elementos están sobredimensionados con los espaciamientos asumidos inicialmente. Asimismo se tiene que el efecto del cortante muchas veces limita el diseño. A continuación se van a presentar una alternativas que tenga un % de uso más óptimo, tanto para el diseño de los elementos del encofrado de columnas como el de placas, empleando para ello elementos de materiales industrializados y en otros de acero.

4.4.1 Elementos Alternativos

Luego de apreciar los requerimientos de los encofrados planteados de manera preliminar, y de reconocer que los elementos de madera tienen en muchas ocasiones deficiencia en capacidad resistente a cortante; se plantean la posibilidad de usar elementos alternativos como los que se describen a continuación:

Tableros contrachapados

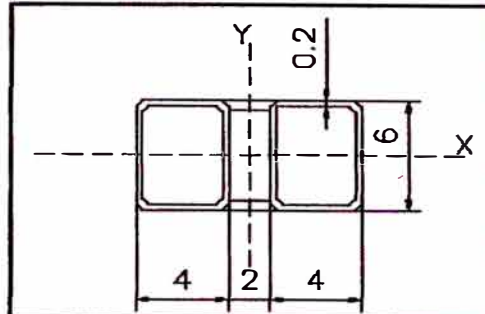
De procedencia europea, que se comercializan en el mercado finlandés, esto tableros ofrecen una superficie lisa resistente, mayor número de uso y una tecnología en su desarrollo que le otorga grandes capacidades resistentes, así como gran rigidez a deformación, en comparación con los tabloncillos empleados en el mercado nacional. Esto al final nos permitirá tener luces más grandes entre sus apoyos. Estos elementos podrían ser adquiridos por una empresa peruana a través de la importación.

Largueros de Acero

Estos elementos pueden ser fabricados por alguna empresa nacional (metal mecánica). Estos largueros se constituyen a base de tubos de acero 4x6x0.2cm que reemplaza a los cuartones de 2"x4", y son unidos entre sí mediante soldadura y el empleo de unos tubos entre ellos a manera de separadores.

El acero que se usará es el A36. Estos elementos al ser de acero poseen una mayor capacidad al corte, lo cual exigen los encofrados analizados en la etapa preliminar. La sección de este elemento alternativo sería la siguiente:

FIGURA 4.09: Sección del Larguero de Acero (cm)



Fuente: Elaboración propia

CUADRO 4.15: Propiedades mecánicas de los elementos alternativos

DESCRIPCION	ESFUERZO DE FLUENCIA	MOMENTO INERCIA	MODULO DE ELASTICIDAD	RIGIDEZ EI
	Kg/cm ²	cm ⁴	Kg/cm ²	Kg-cm ²
Contrachapado 21mm		19.60	77686.03	1522646.2
Larguero acero		38.63	2100000	81123000.0
Espárragos y tuerca 5/8"	2531.05	---	2100000	----
Espárragos y tuerca 1/2"	2531.05	---	2100000	----

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 4.16: Valores de Resistencia Admisible de los Elementos de Encofrado alternativos

DESCRIPCION	ESFUERZO FLEXION	ESFUERZO CORTANTE	RESISTENCIA TRACCION
	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg
Contrachapado 21mm	310.91	17.33	----
Larguero acero	1669.80	1012.00	----
Espárragos y tuerca 5/8"	1265.53	---	2518.39
Espárragos y tuerca 1/2"	1265.53	----	1632.53

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Optimización del Diseño de Encofrado de Columnas

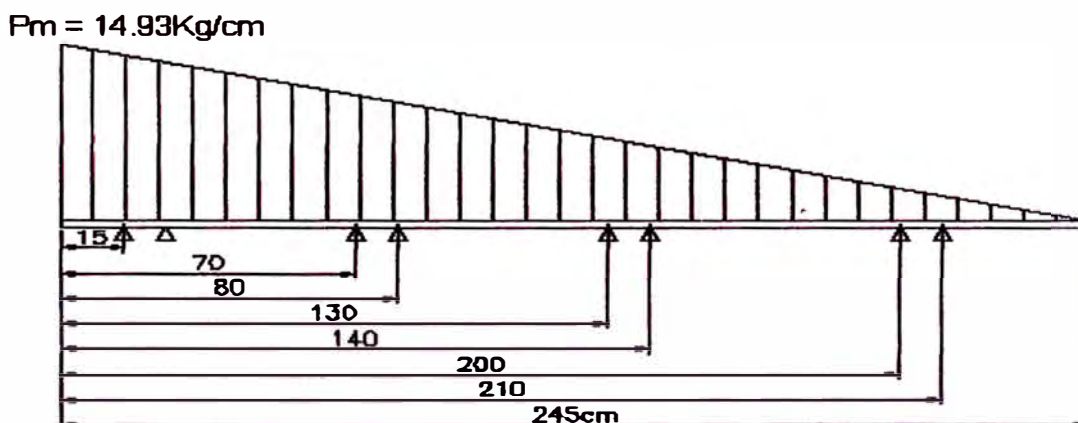
En esta etapa se realiza la optimización del diseño para lo cual se reemplazan algunos de los elementos del diseño inicial:

- Tablero contrachapado 21mm por tablón de madera tornillo de 1 ½" de espesor.
- Largueros de Acero, que reemplazan a los largueros de madera empleados horizontal y verticalmente en los diseños preliminares.

Análisis del Tablero Contrachapado

Los resultados del análisis del tablero, se realizan asumiendo que se comporta como una viga con una base equivalente al ancho del tablón (25.4cm), con lo cual se linealiza la carga; obteniéndose los siguientes resultados:

FIGURA 4.10: Modelo Estructural del Tablero



Fuente: Elaboración propia

De los diagramas mostrados en el Anexo C.1, se tienen los esfuerzos y deformaciones máximas:

$$V_{\text{máx}} = 282.3 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{máx}} = -1714.8 \text{ Kg-cm}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = -1.54 \text{ mm}$$

A partir de los valores obtenidos, a continuación se calcularán los esfuerzos en las secciones donde se producen las máximas sollicitaciones de fuerza cortante y momento.

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}} \cdot c}{I} = \frac{1714.8 \times 1.05}{19.6} = 91.86 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot V_{\text{máx}}}{2 \cdot A} = \frac{3 \times 282.3}{2 \times 25.4 \times 2.1} = 7.94 \text{ Kg/cm}^2$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados y el porcentaje de uso que representan las solicitaciones analizadas, tanto las de resistencia como las de deformación:

CUADRO 4.17: Resultados del Análisis del Tablero

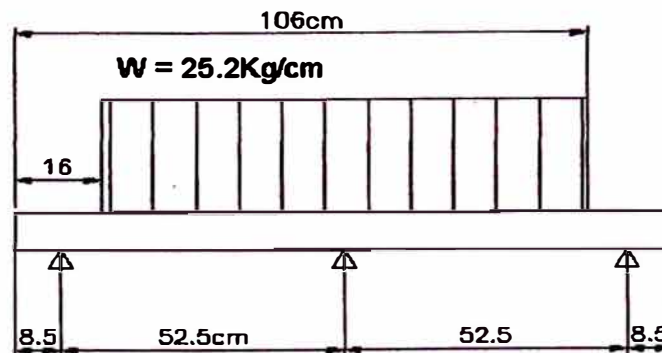
	DESCRIPCION	DISTANCIA ENTRE APOYOS	UNIDADES
DATOS	BASE	25.40	cm
	ALTURA	2.10	cm
	INERCIA	19.60	cm ⁴
CORTANTE	FUERZA CORTE	282.30	Kg
	ESFUERZO ACTUANTE	7.94	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	17.33	kg/cm ²
	% USO	45.81	%
FLEXION	MOMENTO	1714.8	Kg-cm
	ESFUERZO ACTUANTE	91.85	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	310.91	kg/cm ²
	% USO	29.54	%
DEFORMACION	FLECHA MAXIMA	1.54	mm
	FLECHA LIMITE	1.833	mm
	% USO	84.00	%

Fuente: Elaboración propia

Análisis del Larguero Horizontal de Acero

Se emplea un larguero de acero y reduce a 3 el número de apoyos, respecto del diseño preliminar.

FIGURA 4.11: Modelo Estructural del Larguero Horizontal



Fuente: Elaboración propia

De los diagramas mostrados en el Anexo C.2, se tienen los esfuerzos y deformaciones máximas:

$$V_{\text{máx}} = 806.7 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{máx}} = -8331.4 \text{ Kg-cm}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = -0.119 \text{ mm}$$

A partir de los valores obtenidos, a continuación se calcularán los esfuerzos en las secciones donde se producen las máximas sollicitaciones de fuerza cortante y momento.

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}} \cdot c}{I} = \frac{8331.4 \times 3.0}{38.63} = 647.02 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot V_{\text{máx}}}{2 \cdot A} = \frac{3 \times 806.7}{2 \times 7.68} = 157.56 \text{ Kg/cm}^2$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados y el porcentaje de uso que representan las sollicitaciones analizadas, tanto las de resistencia como las de deformación:

CUADRO 4.18: Resultados del Análisis del Larguero Horizontal de acero

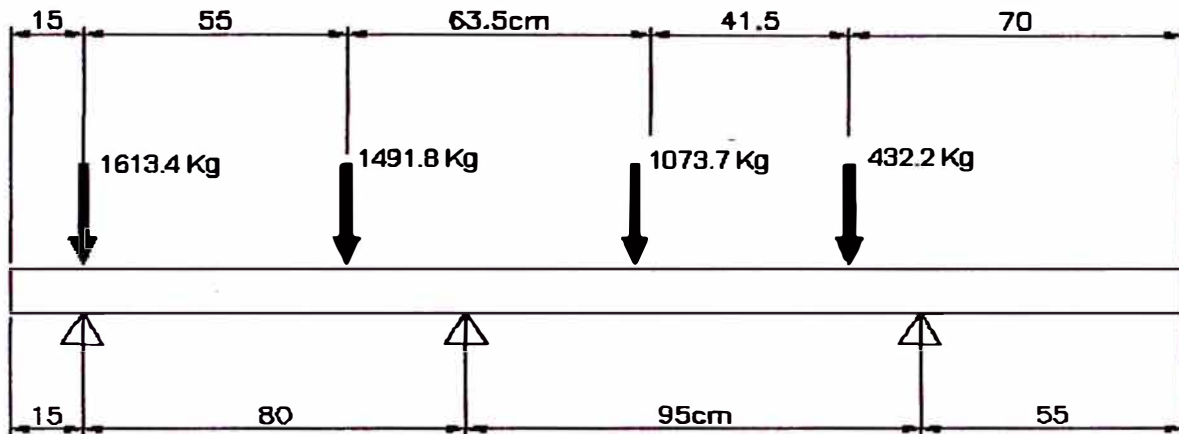
	DESCRIPCION	DISTANCIA ENTRE APOYOS	UNIDADES
DATOS	BASE	1.28	cm
	ALTURA	6.00	cm
	INERCIA	38.63	cm ⁴
CORTANTE	FUERZA CORTE	806.70	Kg
	ESFUERZO ACTUANTE	157.56	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	1012.00	kg/cm ²
	% USO	15.57	%
FLEXION	MOMENTO	8331.4	Kg-cm
	ESFUERZO ACTUANTE	647.02	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	1669.80	kg/cm ²
	% USO	38.75	%
DEFORMACION	FLECHA MAXIMA	0.119	mm
	FLECHA LIMITE	1.750	mm
	% USO	6.80	%

Fuente: Elaboración propia

Análisis del Larguero Vertical de Acero

Se emplea un larguero de acero y reduce a 3 el número de apoyos, respecto del diseño preliminar.

FIGURA 4.12: Modelo Estructural del Larguero Vertical



Fuente: Elaboración propia

De los diagramas mostrados en el Anexo C.3, se tienen los esfuerzos y deformaciones máximas:

$$V_{\text{máx}} = -1289.4 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{máx}} = -21104.6 \text{ Kg-cm}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = -0.829 \text{ mm}$$

A partir de los valores obtenidos, a continuación se calcularán los esfuerzos en las secciones donde se producen las máximas sollicitaciones de fuerza cortante y momento.

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}} \cdot c}{I} = \frac{21104.6 \times 3.0}{38.63} = 1638.98 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot V_{\text{máx}}}{2 \cdot A} = \frac{3 \times 1289.4}{2 \times 7.68} = 251.84 \text{ Kg/cm}^2$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados y el porcentaje de uso que representan las sollicitaciones analizadas, tanto las de resistencia como las de deformación:

CUADRO 4.19: Resultados del Análisis del Larguero Vertical de acero

	DESCRIPCION	DISTANCIA ENTRE APOYOS	UNIDADES
DATOS	BASE	1.28	cm
	ALTURA	6.00	cm
	INERCIA	38.63	cm ⁴
CORTANTE	FUERZA CORTE	1289.40	Kg
	ESFUERZO ACTUANTE	251.84	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	1012.00	kg/cm ²
	% USO	24.88	%
FLEXION	MOMENTO	21104.6	Kg-cm
	ESFUERZO ACTUANTE	1638.98	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	1669.80	kg/cm ²
	% USO	98.15	%
DEFORMACION	FLECHA MAXIMA	0.829	mm
	FLECHA LIMITE	3.167	mm
	% USO	26.18	%

Fuente: Elaboración propia

Análisis del Espárrago y la Tuerca

En esta parte se realiza la verificación de resistencia del espárrago, se entiende que la tuerca ha sido diseñada en función de la capacidad del espárrago. Por lo cual sólo se verificará la tracción que se produce en el espárrago.

Del análisis anterior se tienen las reacciones que se producen en los espárragos, tanto los que dan soporte a los largueros horizontales, como los que dan soporte a los largueros verticales, veamos:

Larguero Horizontal (Espárrago de 1/2")

Tracción máxima → 327.3 Kg <<<< 1632.53 Kg CONFORME!!!

Larguero Vertical (Espárrago de 5/8")

Tracción máxima → 2228.1 Kg < 2518.39 Kg CONFORME!!!

Se puede apreciar claramente que las barras que dan soporte a los largueros horizontales verifican ampliamente las solicitudes a las cuales están exigidas, por lo cual se ha hecho el cambio al uso de un espárrago de 1/2". Para el caso de los apoyos de larguero vertical las barras de 5/8" si son las adecuadas.

Esquema del Diseño de Encofrado de columnas Optimizado

En los planos de encofrado EC-04, se puede apreciar el diseño optimizado del encofrado de la columna C01-40x90cm.

4.4.3 Optimización del Diseño de Encofrado de Placas

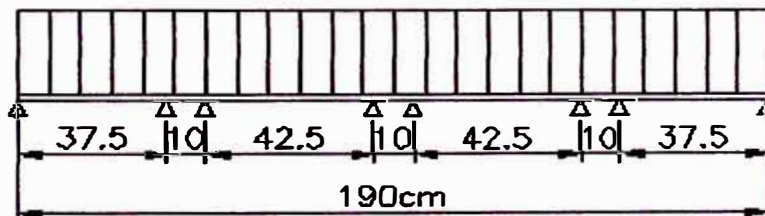
Al igual que en el diseño de encofrado de las columnas, en esta etapa se realiza la optimización del diseño de encofrado de las placas, siendo necesario realizar el reemplazo de algunos elementos del diseño inicial, tales como:

- Tablero contrachapado 21mm por tablón de madera tornillo de 1 ½" de espesor.
- Largueros de Acero, que reemplazan a los largueros de madera empleados horizontal y verticalmente en los diseños preliminares.

Análisis del Tablero Contrachapado

FIGURA 4.13: Modelo Estructural del Tablero

$$W = 14.16 \text{ Kg/cm}$$



Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se puede apreciar que se está modelando solo la mitad del encofrado, debido a que se trata de una estructura simétrica.

De los diagramas mostrados en el Anexo C.4, se tienen los esfuerzos y deformaciones máximas:

$$V_{\text{máx}} = 314.01 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{máx}} = -1819.17 \text{ Kg-cm}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = -1.362 \text{ mm}$$

A partir de los valores obtenidos, a continuación se calcularán los esfuerzos en las secciones donde se producen las máximas solicitaciones de fuerza cortante y momento.

$$\sigma_f = \frac{M_{m\acute{a}x} \cdot c}{I} = \frac{1819.17 \times 1.05}{19.6} = 97.45 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot V_{m\acute{a}x}}{2 \cdot A} = \frac{3 \times 314.01}{2 \times 25.4 \times 2.1} = 8.83 \text{ Kg/cm}^2$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados y el porcentaje de uso que representan las solicitaciones analizadas, tanto las de resistencia como las de deformación:

CUADRO 4.20: Resultados del Análisis del Tablero contrachapado

	DESCRIPCION	DISTANCIA ENTRE APOYOS	UNIDADES
DATOS	BASE	25.40	cm
	ALTURA	2.10	cm
	INERCIA	19.60	cm ⁴
CORTANTE	FUERZA CORTE	314.01	Kg
	ESFUERZO ACTUANTE	8.83	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	17.33	kg/cm ²
	% USO	50.95	%
FLEXION	MOMENTO	1819.17	Kg-cm
	ESFUERZO ACTUANTE	97.44	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	310.91	kg/cm ²
	% USO	31.34	%
DEFORMACION	FLECHA MAXIMA	1.362	mm
	FLECHA LIMITE	1.417	mm
	% USO	96.14	%

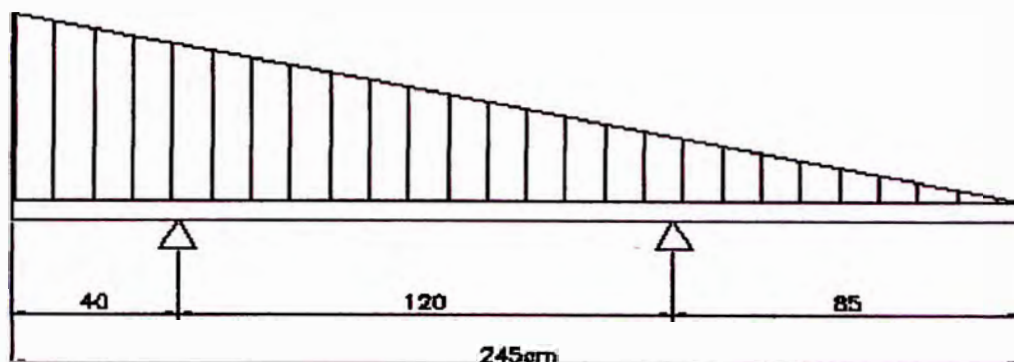
Fuente: Elaboración propia

Análisis del Larguero Vertical

Se emplea un larguero de acero y se reduce a 3 el número de apoyos, respecto del diseño preliminar. Asimismo la carga distribuida sobre el larguero se determina considerando un ancho tributario de 52.5cm que le corresponde al larguero vertical central, obteniéndose el siguiente diagrama de cargas:

FIGURA 4.14: Modelo Estructural del Larguero Vertical

$$W = 24.99 \text{ Kg/cm}$$



Fuente: Elaboración propia

De los diagramas mostrados en el anexo C.5, se tienen los esfuerzos y deformaciones máximas:

$$V_{\text{máx}} = 1080.33 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{máx}} = -18904.0 \text{ Kg-cm}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = -1.668 \text{ mm}$$

A partir de los valores obtenidos, a continuación se calcularán los esfuerzos en las secciones donde se producen las máximas sollicitaciones de fuerza cortante y momento.

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}} \cdot c}{I} = \frac{18904.0 \times 3.0}{38.63} = 1468.08 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot V_{\text{máx}}}{2 \cdot A} = \frac{3 \times 1080.33}{2 \times 7.68} = 211.0 \text{ Kg/cm}^2$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados y el porcentaje de uso que representan las sollicitaciones analizadas, tanto las de resistencia como las de deformación:

CUADRO 4.21: Resultados del Análisis del Larguero Vertical

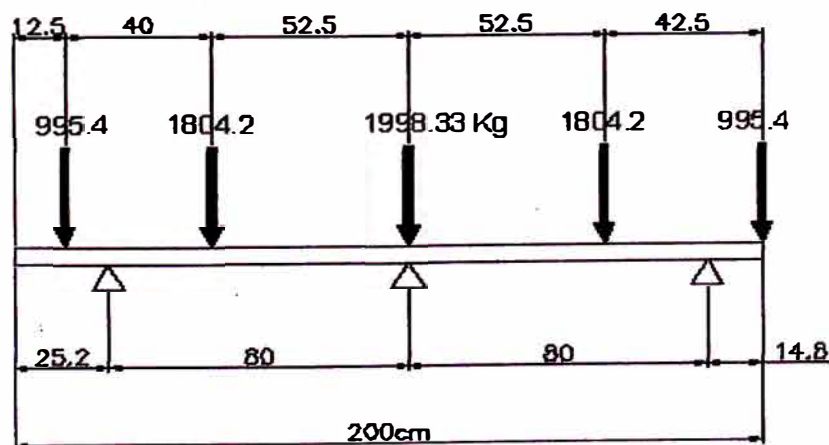
	DESCRIPCION	DISTANCIA ENTRE APOYOS	UNIDADES
DATOS	BASE	1.28	cm
	ALTURA	6.00	cm
	INERCIA	38.63	cm ⁴
CORTANTE	FUERZA CORTE	1080.33	Kg
	ESFUERZO ACTUANTE	211.00	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	1012.00	kg/cm ²
	% USO	20.85	%
FLEXION	MOMENTO	18904	Kg-cm
	ESFUERZO ACTUANTE	1468.08	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	1669.80	kg/cm ²
	% USO	87.92	%
DEFORMACION	FLECHA MAXIMA	1.668	mm
	FLECHA LIMITE	4.000	mm
	% USO	41.70	%

Fuente: Elaboración propia

Análisis del Larguero Horizontal

De los dos largueros horizontales empleados, el más exigido es el de la parte inferior, por lo cual lo analizaremos considerando las reacciones en los apoyos del análisis del larguero vertical. El modelo que se muestra a continuación representa lo descrito:

FIGURA 4.15: Modelo Estructural del Larguero Horizontal



Fuente: Elaboración propia

De los diagramas mostrados en el Anexo C6, se tienen los esfuerzos y deformaciones máximas:

$$V_{\text{máx}} = -1173.3 \text{ Kg}$$

$$M_{\text{máx}} = -19057.5 \text{ Kg-cm}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = -0.741 \text{ mm}$$

A partir de los valores obtenidos, a continuación se calcularán los esfuerzos en las secciones donde se producen las máximas solicitaciones de fuerza cortante y momento.

$$\sigma_f = \frac{M_{\text{máx}} \cdot c}{I} = \frac{19057.5 \times 3.0}{38.63} = 1480.0 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{3 \cdot V_{\text{máx}}}{2 \cdot A} = \frac{3 \times 1173.3}{2 \times 7.68} = 229.16 \text{ Kg/cm}^2$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los resultados y el porcentaje de uso que representan las solicitaciones analizadas, tanto las de resistencia como las de deformación:

CUADRO 4.22: Resultados del Análisis del Larguero Horizontal

	DESCRIPCION	DISTANCIA ENTRE APOYOS	UNIDADES
DATOS	BASE	1.28	cm
	ALTURA	6.00	cm
	INERCIA	38.63	cm ⁴
CORTANTE	FUERZA CORTE	1173.3	Kg
	ESFUERZO ACTUANTE	229.16	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	1012.00	kg/cm ²
	% USO	22.64	%
FLEXION	MOMENTO	19057.5	Kg-cm
	ESFUERZO ACTUANTE	1480.00	kg/cm ²
	ESFUERZO ADMISIBLE	1669.80	kg/cm ²
	% USO	88.63	%
DEFORMACION	FLECHA MAXIMA	0.032	mm
	FLECHA LIMITE	2.667	mm
	% USO	1.20	%

Fuente: Elaboración propia

Análisis del Espárrago y la Tuerca

En esta parte se realiza la verificación de resistencia del espárrago, se entiende que la tuerca ha sido diseñada en función de la capacidad del espárrago. Por lo cual sólo se verificará la tracción que se produce en el espárrago.

Del análisis anterior se tienen las reacciones que se producen en los espárragos, que representan la tracción a la cual estarán sometidos, vemos:

Esparrago central del larguero de 200cm (Espárrago de 3/4")

Tracción máxima → 3272.3 Kg <<<< 3592.6 Kg CONFORME!!!

Espárragos laterales del larguero de 200cm (Espárrago de 5/8")

Tracción máxima → 2168.6 Kg < 2518.39 Kg CONFORME!!!

Se puede apreciar claramente que las barras que dan soporte a los largueros horizontales verifican de manera óptima las solicitaciones a las cuales están exigidas, considerando un número inferior de espárragos respecto del diseño preliminar. Sin embargo en el caso del espárrago central fue necesario emplear un espárrago de 3/4".

Esquema del Diseño de Encofrado de placas Optimizado

En los planos de encofrado EC-05, se puede apreciar el diseño optimizado del encofrado de la placa PL0325x375cm.

CAPITULO V: COMPARACION DE RESULTADOS ENTRE NORMAS

5.1. METRADOS Y COSTOS

En esta etapa se busca cuantificar los elementos empleados en el sistema de encofrados diseñado para las columnas y placas representativas del Proyecto Inmobiliario Villa Sol. Para ello se presentan más adelante unos cuadros de metrados de las soluciones, a los cuales se ha estimado un costo con la intención de comparar cual es la ventaja de usar un sistema de encofrado tradicional a base madera (diseño preliminar), y el sistema un encofrado mixto (diseño optimizado), que combina elementos de acero y madera.

5.1.1 Costo de Elementos de otra nacionalidad

El sistema de encofrado mixto emplea tableros contrachapados de alta tecnología, los cuales no son muy comercializados a nivel local. Son básicamente las grandes empresas de encofrado quienes las traen como parte de sus propios sistemas de encofrado. Claro está que le dan un margen adicional cuando proveen a los contratistas locales. Es por eso que el costo de este elemento que se presenta más adelante, representa aproximadamente lo que le costaría a una empresa peruana traerlo a Perú.

En general en el mercado internacional existen varios elementos que son usados por las grandes compañías de encofrados, tales como largueros de madera de alta tecnología, que no hemos empleado en este proyecto, pero que no se prohíbe su uso, así como los largueros existen tableros de alta resistencia, y otros elementos de buenas características mecánicas.

Por lo expuesto en el párrafo anterior, está claro que estos elementos pueden ser importados, lógicamente el costo puesto en nuestro país se incrementa por diversos aspectos, los cuales se bosquejan a continuación:

Costo del elemento en el mercado europeo (CL)

Costo en posición CIF puerto destino, Callao = 12%CL

Nacionalización = 18% CL

La suma de todos estos impuestos, da un total de 30% adicional respecto del precio puesto en el mercado europeo.

5.1.2 Costo de Elementos Nacionales

Para la estimación del costo de los elementos del mercado nacional se usa la revista Costos, como los que son a base de madera tornillo y los espárragos o barras de construcción. Mientras que los elementos de acero que tienen algo de mano de obra, se ha cotizado con empresas nacionales de metal mecánica. Entre estos últimos elementos figuran los largueros de acero de distintas longitudes, y los elementos de conexión entre estos, entre otros.

5.1.3 Metrado de encofrados de la columna C01-40x90cm

Los metrados del diseño preliminar y optimizado de la columna en mención se muestra en el Anexo A: Metrado de encofrado de Columnas.

5.1.4 Metrado de encofrados de la Placa PL03-25x375cm

Los metrados del diseño preliminar y optimizado de la placa en mención se muestra en el Anexo B: Metrado de encofrado de Placas.

5.2. COMPARACION ECONOMICA

En esta parte se realiza un cuadro que permite comparar de manera dinámica los precios de los diseños de encofrado de columnas y placas, con la intención de poder establecer las conclusiones de forma clara:

CUADRO 5.01: Comparación costo de los sistemas de encofrado

ESTRUCTURA ENCOFRADA	PESO (Kg)		COSTO (S/.)	
	DISEÑO PRELIMINAR	DISEÑO OPTIMIZADO	DISEÑO PRELIMINAR	DISEÑO OPTIMIZADO
COLUMNA 0.40X0.90	48.1	42.2	285.1	79.2
PLACA 0.25X3.75	136.66	130.6	822.8	290.4

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Las columnas y placas de edificaciones usan el diagrama de presiones triangulares debido a la gran velocidad con la que se realiza el vaciado. No siendo aplicable en este caso las normativas internacionales, las cuales se entiende son aplicables a vaciados de mayores volúmenes de concreto, lo cual permite que se distingan la zona variable y constante del diagrama de presiones laterales descrito por las normativas en mención.
- Los elementos de encofrados lineales tienen por lo general solicitaciones de cortante superiores a sus valores admisibles. Siendo necesario definir el empleo de otro material que posea mayor resistencia a cortante como el acero, constituyéndose así un sistema de encofrado mixto, como los que actualmente ofrecen las grandes compañías extranjeras de encofrado asentadas en Perú.
- Al emplear tableros de menor espesor la solicitación que limita el diseño ya no es el cortante como en los tableros de madera de 1 ½", sino la deflexión.
- La real ventaja económica del empleo de un sistema mixto de encofrados, que use el acero para la definición de algunos de sus elementos, se ve al contrastar rendimientos, número de usos. Ya que si se evalúa solo el precio del material, el empleo de acero puede dar una aparente desventaja económica respecto de los sistemas de encofrado a base de madera.
- El diseño de los elementos del sistema de encofrado se realiza en servicio debido a que las cargas son de carácter temporal y no se pueden emplear los coeficientes de factoración de carga establecidos para los distintos materiales que participan en el diseño.

RECOMENDACIONES

- **La industria de la madera en el Perú no se ha desarrollado en los últimos años, como si se ha desarrollado en otros países como los europeos. Esto obliga a muchas veces requerir el uso de esos elementos para optimizar nuestros diseños, lo cual encarece el precio del sistema de encofrado. Se podría lograr mejores costos de producción si se desarrollara una industria local de elementos de madera con propiedades mecánicas mucho más altas y fijas en magnitud.**
- **Se debe promover en el país las investigaciones relacionadas con la optimización del diseño de encofrados. Ya que permitirán desarrollar una tecnología propia con nuestros recursos. Del mismo modo se debe promover la creación de una normativa peruana para el diseño de encofrados considerando el empleo de los mismos como estructuras temporales; es decir una normativa que considere factores de amplificación de carga y coeficientes de reducción, lo cual debe estar sustentado en un proyecto de investigación que se base en ensayos reales.**

BIBLIOGRAFIA

1. American Concrete Institute (ACI), Guide to formwork for Concrete – ACI 347, EEUU, 2004.
2. Capeco, Reglamento Nacional de Edificaciones, Perú, 2006.
3. Deutsches Institut für Normung (DIN), Frischbetondruck auf lotrechte Schalungen - DIN 18218, Alemania, 1980.
4. Martín Palanca, Jacinto, Presiones del hormigón sobre el encofrado. Confrontación objetiva de los distintos procedimientos de cálculo, Revista de Obras Públicas, España, 1984.
5. Martín Palanca, Jacinto, Presiones del Hormigón Fresco, Instituto Eduardo Torroja de la construcción y el Cemento (IET), España, 1982.
6. Peña Torres, Pablo Jhoel, Análisis de presión en encofrados de elementos verticales de concreto armado cuando se emplea concreto de alta fluidez, Tesis UNI-FIC, Perú, 2009.
7. Santilli Almaraz, Adrián - Puente Urruzmendi, Iñigo, Presión Lateral del Hormigón Fresco en bloques de gran dimensión, Memoria de trabajos de difusión científica y técnica, num. 7 ISSN 1510-7450, Uruguay, 2009.
8. Valdivia Díaz, Franklin, Métodos y Planeamiento de los encofrados en la construcción de un edificio de 5 pisos, Tesis PUPC, Perú, 2003.

ANEXOS

- ANEXO A : INDICADORES ECONOMICOS**
- ANEXO B : DIAGRAMAS DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL DISEÑO
PRELIMINAR DE ENCOFRADO DE COLUMNAS Y PLACAS**
- ANEXO C : DIAGRAMAS DEL ANALISIS ESTRUCTURAL DEL DISEÑO
OPTIMIZADO DE ENCOFRADO DE COLUMNAS Y PLACAS**
- ANEXO D : METRADO Y COSTOS DEL ENCOFRADO DE COLUMNAS
Y PLACAS**
- ANEXO E : PLANOS DE ENCOFRADO**

ANEXO A

ANEXO A.1: CRECIMIENTO POBLACIONAL INTERCENSA

FECHA CENSO	PERÚ ⁽¹⁾						LIMA METROPOLITANA ⁽²⁾	
	TOTAL	%	URBANA	%	RURAL	%	TOTAL	%
1940	6 207 967		2 197 133		4 010 834		645 172	
1961	9 906 746	3.7	4 698 178	3.7	5 208 568	1.2	1 845 910	5.2
1972	13 538 208	2.8	8 058 495	5.1	5 479 713	0.5	3 302 523	5.5
1981	17 005 210	2.5	11 091 923	3.6	5 913 287	0.8	4 608 010	3.9
1993	22 048 356	1.8	15 458 599	2.8	6 589 757	0.9	6 345 856	2.4
2000	24 730 256	1.6	18 134 444	2.2	6 595 813	0.01	7 414 238	2.1
2001	25 113 385	1.5	18 516 707	2.1	6 596 678	0.01	7 566 863	2.1
2002	25 496 514	1.5	18 898 971	2.1	6 597 543	0.01	7 719 489	2.0
2003	25 879 642	1.5	19 281 234	2.0	6 598 408	0.01	7 872 115	2.0
2004	26 262 771	1.5	19 663 498	2.0	6 599 274	0.01	8 024 741	1.9
2005	26 645 900	1.5	20 045 761	1.9	6 600 139	0.01	8 177 367	1.9
2006	27 029 028	1.4	20 428 025	1.9	6 601 004	0.01	8 329 993	1.9
2007	27 412 157	1.4	20 810 288	1.9	6 601 869	0.01	8 482 619	1.8
2008(P)	27 795 286	1.4	21 192 552	1.8	6 602 734	0.01	8 635 245	1.8

(1) Población Censada

(2) Comprende la provincia de Lima y la provincia constitucional del Callao

(P) Preliminar

FUENTE: INEI

ANEXO A.2: INDICADOR MENSUAL DEL PRODUCTO INTERNO GLOBAL, 2005-2008 (AÑO BASE 1994 = 100.00)

Mes	Millones Nuevos S/. de 1994				Variación Porcentual											
					Mensual 1/				Acumulada 2/				Anualizada 3/			
	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
Enero07	11563.70	12090.17	13226.32	14619.84	5.70	5.86	9.94	10.54	5.70	5.86	9.94	10.54	5.20	6.84	8.06	8.91
Febrero	11433.33	12038.80	13077.31	14724.56	8.07	5.30	8.63	12.60	6.27	5.58	9.28	11.56	5.52	6.62	8.32	9.23
Marzo	11851.82	13236.04	14188.63	15074.59	4.47	11.68	7.20	6.28	6.04	7.67	8.54	9.70	5.43	7.22	7.96	9.14
Abril	12936.11	13464.63	14510.42	16301.83	6.61	4.09	7.77	13.72	6.19	6.09	8.34	10.76	5.71	6.98	8.27	9.65
Mayo	13594.88	14500.65	15858.12	17045.26	7.02	6.66	9.36	7.69	6.38	6.09	8.57	10.03	6.02	6.95	8.52	9.47
Junio	12841.58	13702.02	14686.16	16462.01	6.85	6.70	7.18	12.13	6.46	6.09	8.33	10.39	6.41	6.99	8.55	9.89
Julio	12388.48	13362.89	14635.43	15989.16	5.91	7.86	9.53	9.25	6.38	6.86	8.50	10.22	6.57	7.30	8.89	9.87
Agosto	13987.38	13254.18	14203.10	15313.31	7.42	10.57	7.16	9.22	6.51	7.31	8.33	10.10	6.73	7.26	8.41	10.03
Septiembre	13841.82	12756.28	14050.89	15444.92	6.96	7.72	10.15	9.92	6.55	7.35	8.53	10.06	6.85	7.42	8.61	10.01
Octubre	12160.00	13328.88	14823.28	16117.76	6.76	10.11	10.71	8.73	6.57	7.63	8.75	9.94	7.13	7.69	8.67	9.84
Noviembre	12774.73	13714.98	14891.75	15648.62	8.15	7.36	8.58	5.08	6.72	7.00	8.73	9.48	6.97	7.63	8.77	9.53
Diciembre07	13466.36	14696.44	16177.40		7.89	5.13	10.08		6.83	7.74	8.86		6.83	7.74	8.86	

1/ Respecto a similar mes del año anterior.

2/ Respecto a similar periodo del año anterior.

3/ Últimos 12 meses respecto a similar periodo de un año anterior.

FUENTE: INEI

ANEXO A.3: INDICADOR MENSUAL DE LA PRODUCCION DEL SECTOR CONSTRUCCION, 2005-2008 (AÑO BASE 1994 = 100.00)

Mes	Millones Nuevos S/. de 1994				Variación Porcentual											
					Mensual 1/				Acumulada 2/				Anualizada 3/			
	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
Enero	573.82	653.11	724.97	877.11	4.56	13.82	11.00	20.99	4.56	13.82	11.00	20.99	4.54	9.17	14.50	17.43
Febrero	563.87	645.96	681.10	834.10	3.69	14.56	5.44	22.48	4.13	14.18	8.24	21.70	4.39	10.06	13.71	18.75
Marzo	565.82	680.05	751.55	850.48	-0.69	20.19	10.51	13.16	2.48	16.18	9.02	18.73	3.60	11.82	12.94	18.92
Abril	576.78	600.66	683.69	915.11	10.53	4.14	13.82	33.85	4.40	13.13	10.14	22.37	4.17	11.27	13.68	20.46
Mayo	551.11	658.06	822.10	939.58	7.69	19.40	24.93	14.29	5.02	14.35	13.14	20.55	4.53	12.19	14.23	19.55
Junio	545.58	632.82	777.68	905.18	2.96	15.99	22.89	16.39	4.68	14.62	14.74	19.83	4.32	13.20	14.81	19.03
Julio	572.48	637.99	803.02	949.10	9.81	11.44	25.87	18.19	5.40	14.16	16.31	19.58	5.04	13.31	15.96	18.48
Agosto	641.32	780.97	891.39	983.16	10.42	21.78	14.14	10.29	6.07	15.22	15.99	18.23	5.54	14.33	15.31	18.05
Septiembre	659.26	755.79	865.05	1035.42	11.38	14.64	14.46	19.70	6.71	15.15	15.80	18.41	6.10	14.61	15.28	18.50
Octubre	643.51	762.91	912.44	1020.60	12.23	18.55	19.60	11.85	7.29	15.52	16.23	17.65	7.45	15.16	15.43	17.77
Noviembre	679.80	782.16	880.89	970.81	13.04	15.06	12.62	10.21	7.85	15.47	15.85	16.91	7.87	15.33	15.20	17.49
Diciembre	702.32	759.06	943.37		13.77	8.08	24.28		8.40	14.76	16.62		8.40	14.76	16.62	

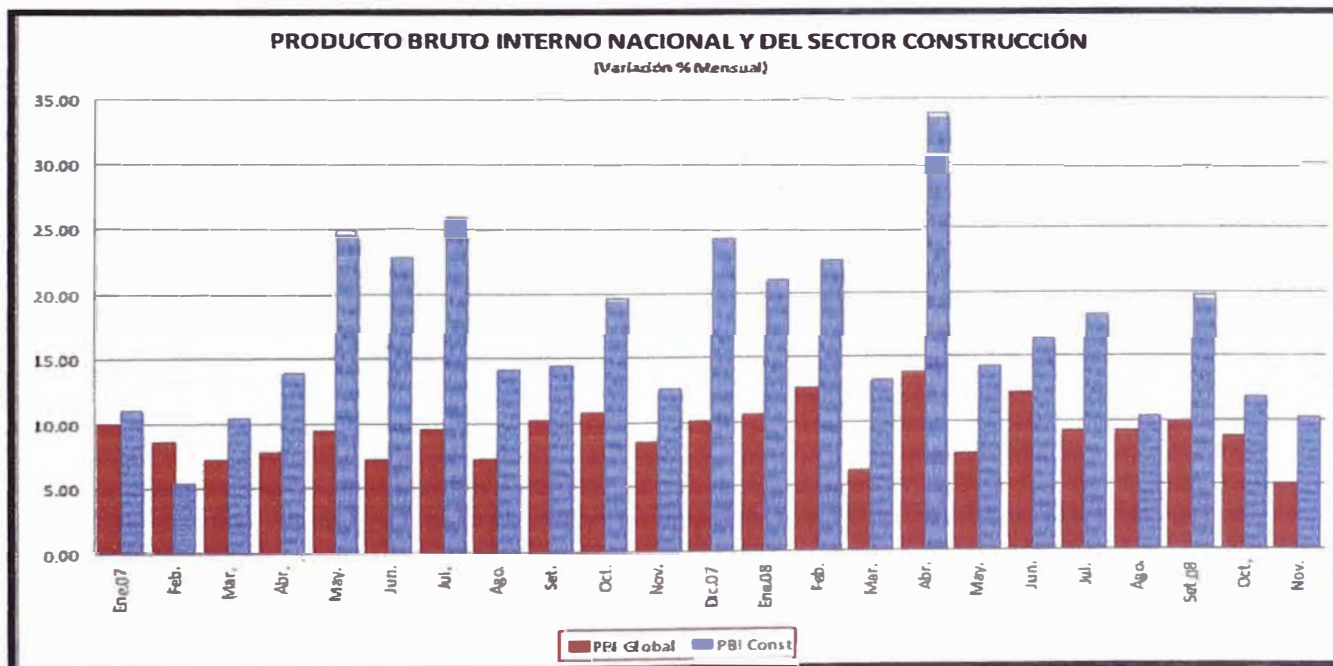
1/ Respecto a similar mes del año anterior.

2/ Respecto a similar periodo del año anterior.

3/ Últimos 12 meses respecto a similar período de un año anterior.

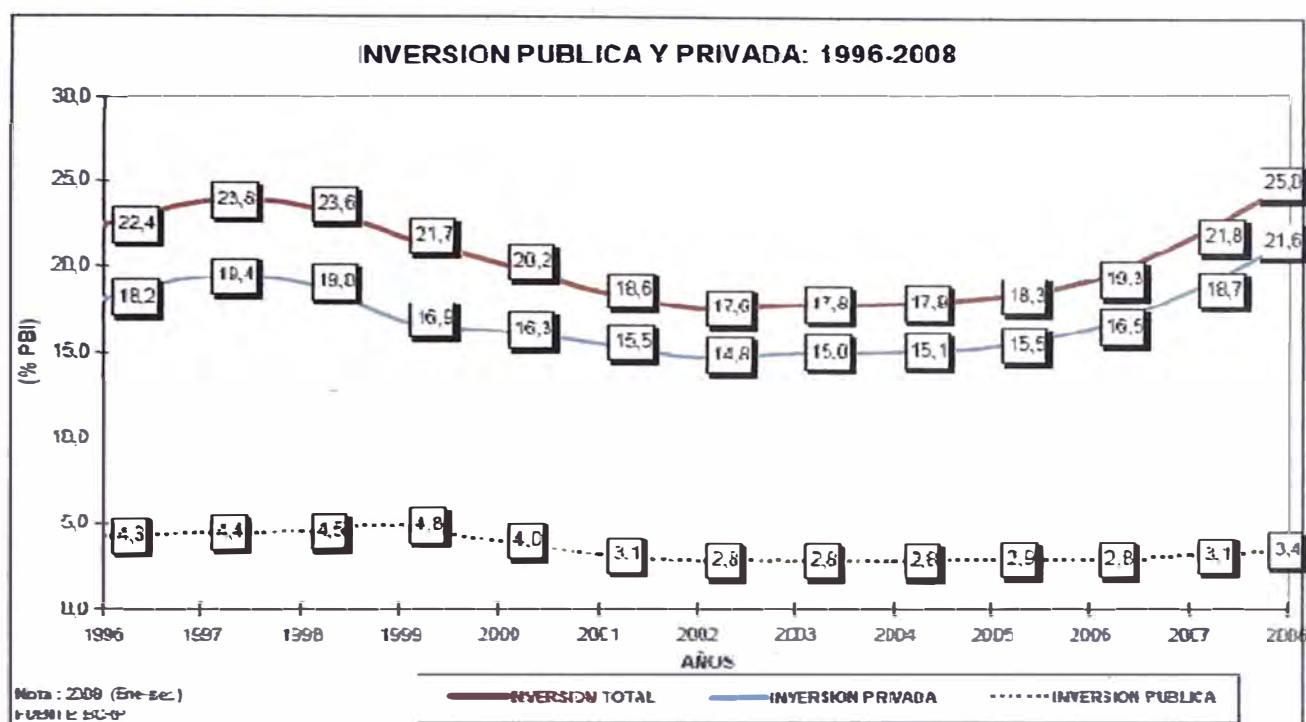
FUENTE: INEI

ANEXO A.4: PRODUCTO BRUTO INTERNO NACIONAL Y DEL SECTOR CONSTRUCCION



FUENTE: INEI

ANEXO A.5: INVERSION PUBLICA Y PRIVADA, 1996-2008



FUENTE: BCRP

ANEXO A.6: BRECHA DE INFRAESTRUCTURA EN EL PERU

(MILLONES DE DOLARES)

Sector	Lima		Total
	Metropolitana	Regiones	
Transportes	681	7 003	7 684
Red Vial	58	6 771	6 829
Puertos	560	135	695
Aeropuertos	63	80	143
Ferrocarriles	0	17	17
Saneariamiento	2 369	2 250	4 619
Agua potable	1 081	1 152	2 233
Alcantrillado	838	942	1 780
Tratamiento de aguas servidas	450	156	606
Electricidad	207	5 316	5 523
Ampliación de cobertura	207	1 109	1 316
Infraestructura de transmisión	0	228	228
Ampliación de capacidad instalada	0	3 979	3 979
Telecomunicaciones	2 746	1 888	4 633
Telefonía fija	595	589	1 184
Telefonía móvil	2 151	1 299	3 449
Gas natural	100	320	420
TOTAL	6 103	16 777	22 879
Distribución (%)	26,7	73,3	100,0

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE ECONOMIA (IPE)

**ANEXO A.7: LIMA METROPOLITANA: PRECIOS PROMEDIO MENSUAL DE PRINCIPALES MATERIALES DE CONSTRUCCION,
2007-2008 (NUEVOS SOLES)**

Principales Insumos	Unidad de Medida	2007						2008											
		Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Fierro de construcción 1/2 pulgada	Varilla	23.28	26.38	28.05	25.58	25.45	25.27	26.65	26.41	27.22	30.26	36.75	39.12	41.65	43.40	43.67	38.01	36.16	34.91
Fierro de construcción 3/8 pulgada	Varilla	13.00	14.63	14.50	14.25	14.25	14.08	14.85	14.77	15.23	16.79	20.61	21.98	23.41	24.50	24.68	21.55	20.52	19.92
Fierro de construcción 5/8 pulgada	Varilla	36.60	40.81	40.25	39.80	39.68	39.35	41.43	41.31	42.68	48.87	57.52	61.02	65.46	68.47	68.94	59.94	57.28	54.89
Alambre negro	Kilogramo	3.64	3.62	3.59	3.56	3.52	3.49	3.69	3.79	3.98	4.27	5.23	5.88	6.04	6.11	5.85	5.44	5.08	4.23
Clavos 2 a 4 pulgadas	Kilogramo	3.87	3.91	3.89	3.86	3.82	3.81	3.99	4.14	4.34	4.71	5.37	6.14	6.35	6.47	6.08	5.78	5.50	4.70
Cemento tipo I	Bolsa	17.29	17.27	17.22	17.20	17.17	17.18	17.13	17.11	17.14	17.13	17.11	17.22	17.18	17.29	17.29	17.28	17.31	17.27
Yeso	Bolsa	5.40	5.43	5.43	5.43	5.43	5.43	5.48	5.43	5.58	5.97	5.97	6.03	6.01	5.97	6.26	6.39	6.39	6.31
Cal	Bolsa	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.51	16.51	16.71	16.71
Madera tornillo	Pie cuadrado	3.75	3.88	3.91	3.95	4.04	4.18	4.35	4.53	4.59	4.57	4.71	4.69	4.69	4.71	4.58	4.67	4.67	4.69
Madera cedro	Pie cuadrado	9.17	9.22	9.24	9.13	9.16	9.27	9.64	9.86	9.85	9.97	9.96	9.98	9.98	9.77	9.98	9.92	9.87	9.74
Madera caoba	Pie cuadrado	15.25	15.10	15.13	15.61	15.68	15.68	15.49	15.46	15.46	15.40	15.37	15.28	15.28	15.16	15.14	15.14	15.16	15.30
Madera triplay (4pulg x 8pulg x 4mm)	Plancha	27.29	27.48	27.82	28.18	28.87	29.00	29.02	29.84	30.32	30.12	30.25	30.30	30.32	30.36	30.05	29.94	30.32	30.43
Piedra chancada 1/2 pulgada	Metro cúbico	45.23	44.72	45.59	45.59	45.59	45.40	45.89	47.26	48.91	54.61	57.56	58.48	58.57	59.80	58.16	58.71	58.70	58.83
Arena gruesa	Metro cúbico	28.75	28.50	28.54	28.54	29.17	29.08	29.65	30.43	31.44	34.73	36.12	36.50	36.81	37.17	37.25	37.64	37.76	39.19
Hormigón	Metro cúbico	31.60	31.60	31.00	31.00	31.60	31.00	32.37	33.65	34.69	37.85	37.00	37.00	37.83	38.22	38.00	39.00	39.45	40.00
Mayólica (20cm x 20cm)	Metro cuadrado	19.58	19.69	19.81	19.76	19.73	19.71	19.70	19.67	19.62	19.49	19.23	20.18	20.20	20.19	20.26	20.32	20.43	20.44
Ladrillo king kong	Millar	547.58	627.24	626.79	618.73	611.51	604.20	603.97	603.09	605.17	624.34	630.33	648.81	657.64	681.32	691.89	698.32	695.93	702.28
Ladrillo pandereta	Millar	435.44	501.03	504.34	499.74	494.74	490.21	478.32	479.43	481.33	494.30	504.65	523.12	531.79	552.07	557.32	560.25	553.55	548.09
Ladrillo techo hueco 15	Millar	1526.70	1724.11	1777.84	1762.73	1769.45	1742.69	1740.47	1738.25	1746.93	1807.98	1826.38	1884.08	1923.26	2007.53	2027.68	2057.47	2039.79	2049.67
Ladrillo corriente	Millar	591.07	591.07	598.74	598.74	598.74	598.74	598.74	598.74	598.74	598.74	601.96	615.40	615.40	628.74	628.74	628.74	628.74	628.74
Tubo PVC (desague) 2 pulg x 3 metros	Tubo	2.83	2.97	2.97	2.97	3.01	3.01	3.01	3.00	3.03	3.03	3.01	3.09	3.08	3.03	3.06	3.13	3.09	3.14
Tubo PVC (desague) 2 pulg x 3 metros	Tubo	9.88	9.88	9.91	9.91	9.91	9.95	10.10	10.10	10.05	10.05	10.02	10.28	10.23	10.05	10.08	10.20	10.25	10.41
Alambre Tw	Metro lineal	1.39	1.39	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.44	1.43	1.44	1.45	1.51	1.53	1.57	1.53	1.47
Cable Wp	Metro lineal	5.20	5.14	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.08	5.05	5.05	5.05	4.99	5.00	5.07	4.93	4.85	4.81
Alambre telefónico	Metro lineal	1.12	1.15	1.15	1.14	1.16	1.16	1.16	1.15	1.16	1.14	1.09	1.09	1.11	1.11	1.11	1.10	1.07	1.08

FUENTE: INEI

ANEXO A.8: FIERRO CORRUGADO, 2006-2007

(PRECIO POR TONELADA EN DOLARES USA E INCLUYE IMPUESTO DE LEY)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2006	765,9	786,1	765,4	785,7	765,9	765,9	790,4	795,3	842,5	862,3	862,3	828,1
2007	826,3	826,3	826,3	826,3	826,3	821,8	834,9	916,6	916,3	916,3	916,6	916,5
2008	941,7	1 012,9	1 088,2	1 298,8	1 468,1	1 552,3	1 703,1	1 757,9	1 716,3	1 404,0	1 339,2	1 300,1

FUENTE: INEI-PROVEEDORES

ANEXO A.9: FIERRO CORRUGADO, 2006-2007



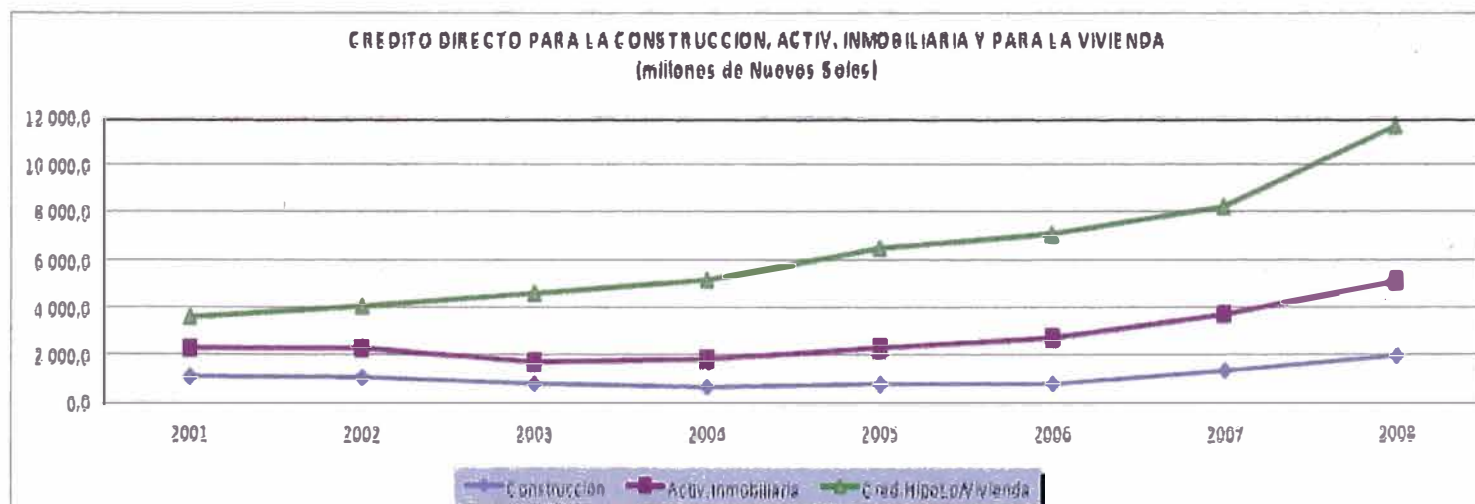
FUENTE: INEI-PROVEEDORES

ANEXO A.10: CUADRO, BANCA MULTIPLE- CREDITO DIRECTO PARA EL SECTOR CONTRUCCION, ACTIVIDAD INMOBILIARIA Y LA VIVIENDA, 2001-2008 (EN MILLONES DE NUEVOS SOLES)

AÑO	CONSTRUCCION				ACTIVIDAD INMOBILIARIA				CREDITO HIPOTECARIO PARA VIVIENDA			
	DEUDORES (Miles)	M/N	M/E	TOTAL	DEUDORES (Miles)	M/N	M/E	TOTAL	DEUDORES (Miles)	M/N	M/E	TOTAL
2001	2,42	216,50	866,92	1 083,42	19,08	314,36	1 964,27	2 278,63	33,28	185,91	3 390,33	3 576,24
2002	2,38	201,56	864,06	1 065,62	16,75	149,21	2 133,32	2 282,53	34,39	200,70	3 840,08	4 040,79
2003	2,18	71,94	719,67	785,61	13,00	173,19	1 529,78	1 702,97	43,94	200,90	4 376,15	4 577,05
2004	2,08	72,94	580,56	653,50	30,35	366,49	1 465,65	1 832,14	54,52	210,94	4 917,46	5 128,40
2005	2,16	116,99	678,28	795,27	27,77	536,54	1 767,43	2 303,97	66,56	274,73	6 196,41	6 471,14
2006	2,87	110,39	680,96	791,36	34,09	653,88	2 068,97	2 722,85	77,28	792,95	6 271,83	7 064,78
2007	4,62	188,56	1 137,99	1 326,55	40,42	981,53	2 716,70	3 698,24	90,98	1 626,70	6 588,64	8 215,34
2008 (NOV.)	7,61	508,46	1 440,12	1 948,59	47,86	1 866,83	3 240,80	5 107,63	113,88	3 673,17	7 936,01	11 609,17

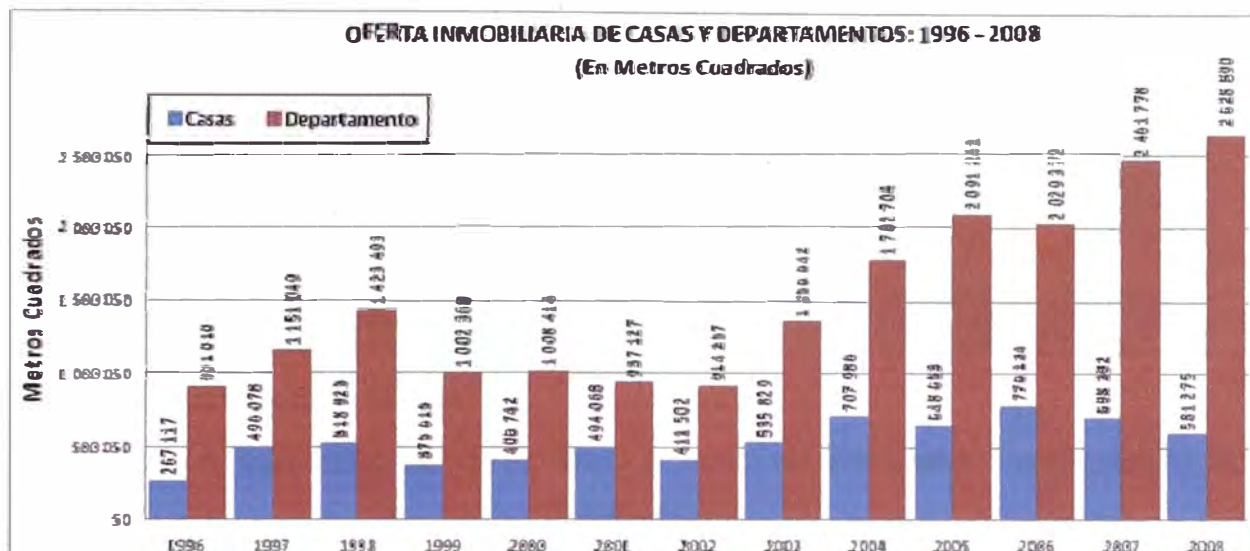
FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE BANCA Y SEGUROS

ANEXO A.11: FIGURA, BANCA MULTIPLE- CREDITO DIRECTO PARA EL SECTOR CONTRUCCION, ACTIVIDAD INMOBILIARIA Y LA VIVIENDA, 2001-2008 (EN MILLONES DE NUEVOS SOLES)



FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE BANCA Y SEGUROS

ANEXO A.12: OFERTA INMOBILIARIA DE CASAS Y DEPARTAMENTOS, 1996-2008



FUENTE: CAPECO-ENCUESTA DE HOGARES

ANEXO A.13: EL MERCADO DE EDIFICACIONES URBANAS EN LIMA METROPOLITANA Y EL CALLAO. DEMANDA INSATISFECHA SEGÚN PRECIO DE LA VIVIENDA, 2008

PRECIO DE LA VIVIENDA EN US\$	DEMANDA EFECTIVA HOGARES	OFERTA INMEDIATA VIVIENDAS	DEMANDA INSATISFECHA HOGARES	PARTICIP. POR RANGO %
Hasta 4 000	17 246	0	17 246	5.94
4 001 - 8 000	65 782	1 892	63 890	22.02
8 000 - 10 000	43 712	0	43 712	15.05
10 001 - 15 000	72 775	0	72 775	25.05
15 001 - 20 000	54 635	354	54 281	18.60
20 001 - 25 000	26 843	799	26 050	8.97
25 001 - 30 000	7 870	752	7 118	2.45
30 001 - 40 000	6 372	1 040	5 332	1.79
40 001 - 50 000	5 780	1 650	4 130	1.42
50 001 - 60 000	95	1 030	935	0.32
60 001 - 70 000	137	695	258	0.09
70 001 - 80 000	226	588	362	0.10
80 001 - 100 000	1 408	1 115	293	0.10
100 001 - 120 000	342	810	468	0.16
120 001 - 150 000	6	692	686	0.23
150 001 - 200 000	6	608	602	0.21
200 001 - 250 000	6	307	301	0.11
250 001 - 300 000	6	160	154	0.06
300 001 - 500 000	6	298	292	0.10
MÁS DE 500 000	6	94	88	0.03
TOTAL	303 283	12 782	290 501	100.00

FUENTE: CAPECO-ENCUESTA DE HOGARES

ANEXO A.14: PRODUCTOS DE CREDITO HIPOTECARIO

SOLUCION DE VIVIENDA	VIVIENDAS OBJETIVO		Bonos	
	En UITs	En Nuevos Soles		
Programa TECHO PROPIO	1) Desde 5.5 hasta 12	Desde hasta	19 250 42 000	S/. 17 500.00
	2) Desde 12 hasta 14	Desde hasta	42 000 49 000	S/. 10 500.00
Proyecto MIHOGAR	Desde 14 hasta 25	Desde hasta	49 000 87 500	S/. 10 000.00
Crédito MIVIVIENDA	Desde 25 * hasta 50	Mayor a hasta	87 500 175 000	15% Precio hasta S/15,000

(*): FINANCIAMIENTO HASTA 35 UITs

ANEXO A.15: CREDITO HIPOTECARIO FONDO MI VIVIENDA – DESEMBOLSO ANUAL

CREDITO HIPOTECARIO FONDO MIVIVIENDA			
DESEMBOLSO ANUAL			
Miles de Nuevos Soles y Miles de Dólares			
Período	Número de Préstamos	Desembolso Anual Miles de S/.	Desembolso Anual Miles de \$.
1999	143	9 043	2 675
2000	405	25 945	7 434
2001	1 409	81 988	23 358
2002	3 588	238 379	70 845
2003	6 832	443 932	134 262
2004	7 960	570 612	172 737
2005	9 205	716 051	216 955
2006	5 749	431 847	130 064
2007	3 389	197 640	62 820
2008	4 396	78 614	27 066
TOTAL	43 076	2 794 051	848 216

FUENTE: FONDO MI VIVIENDA S.A.

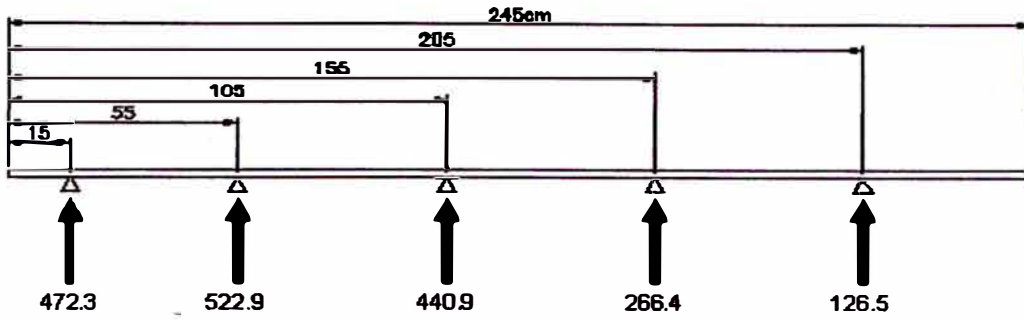
ANEXO A.16: CREDITOS OTORGADOS POR EL BANCO DE MATERIALES, 2000-2007

Año	Número de Préstamos	Población Beneficiada (Habitantes)	Monto Otorgado (Millones US dólares)	Monto Otorgado (Millones Nuevos soles)
2000	30 923	72 051	32.1	112.4
2001	28 146	65 580	52.8	182.6
2002	18 337	42 725	43.6	153.4
2003	19 233	44 813	51.3	178.8
2004	16 767	39 067	59.3	195.8
2005	7 061	16 452	35.8	119.3
2006	21 593	50 312	83.1	286.4
2007	14 794	34 470	66.5	212.8

FUENTE: BANCO DE MATERIALES

ANEXO B

**ANEXO B.1: DIAGRAMAS DE ANALISIS DEL TABLON
DISEÑO PRELIMINAR DE ENCOFRADO DE COLUMNA C01-40X90**



REACCIONES EN LOS APOYOS (Kg)

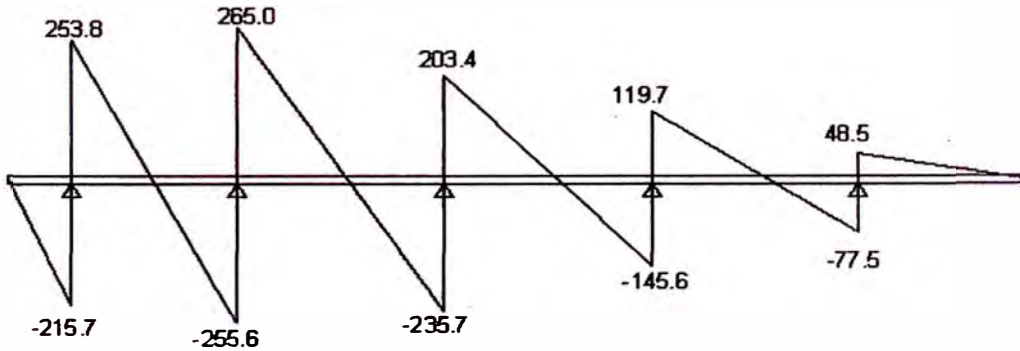


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES (Kg)

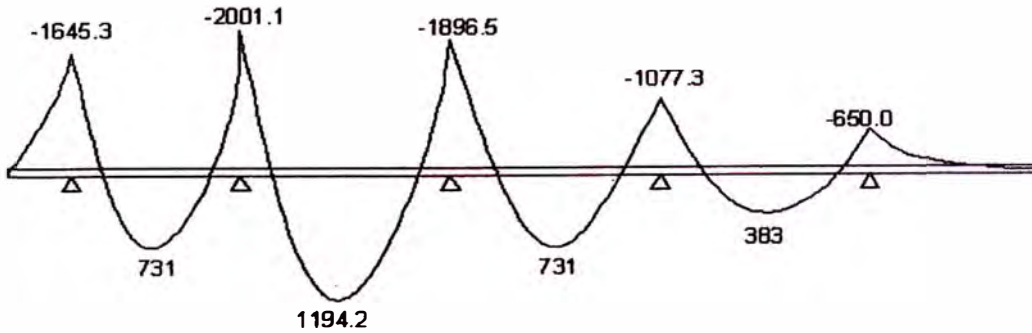
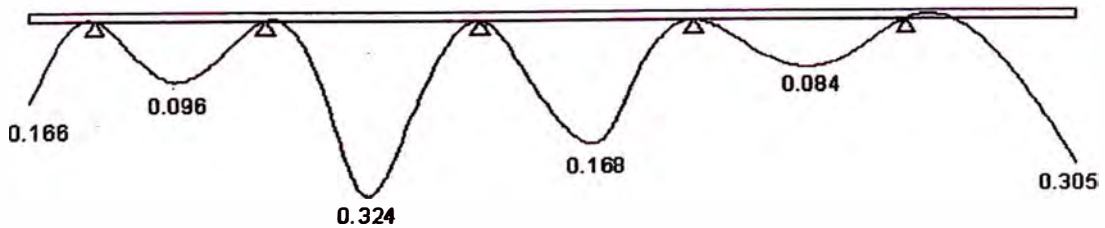
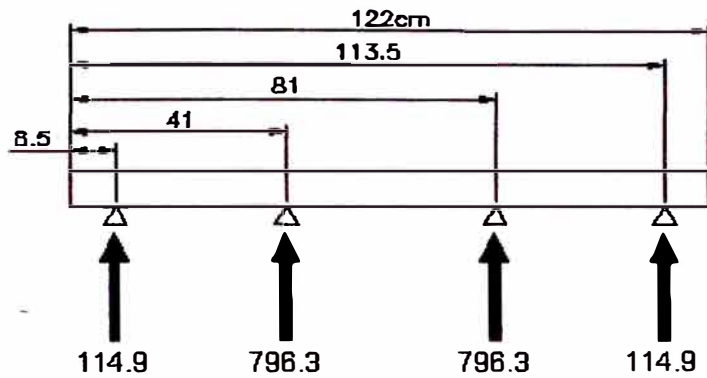


FIGURA 4.13: DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES (Kg-cm)



DEFORMADA DEL TABLON (mm)

**ANEXO B.2: DIAGRAMAS DE ANALISIS DEL LARGUERO HORIZONTAL
DISEÑO PRELIMINAR DE ENCOFRADO DE COLUMNA C01-40X90**



REACCIONES EN LOS APOYOS (Kg)

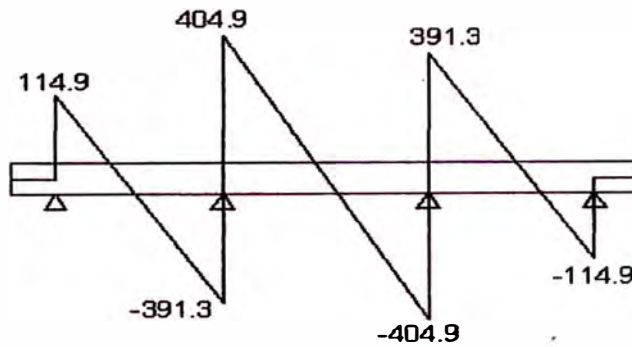


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES (Kg)

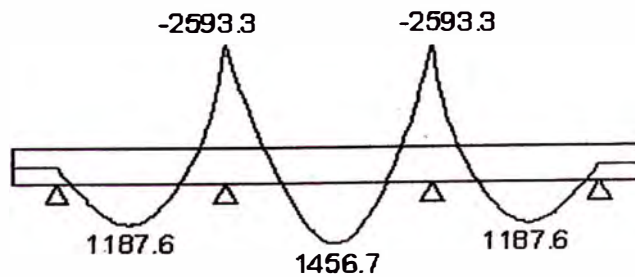
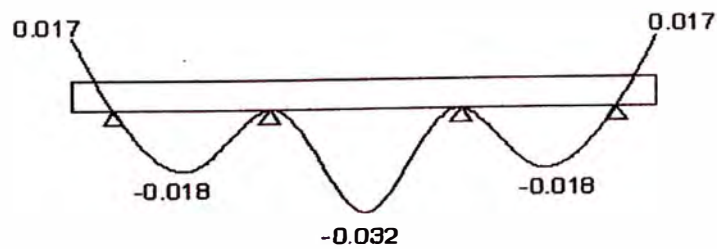
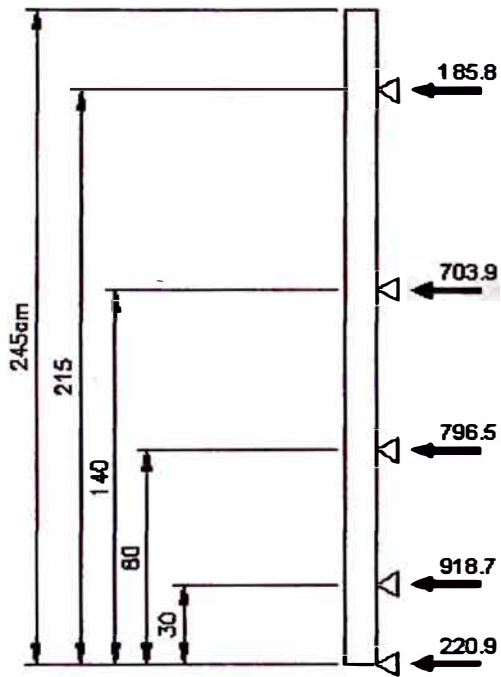


DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES (Kg-cm)

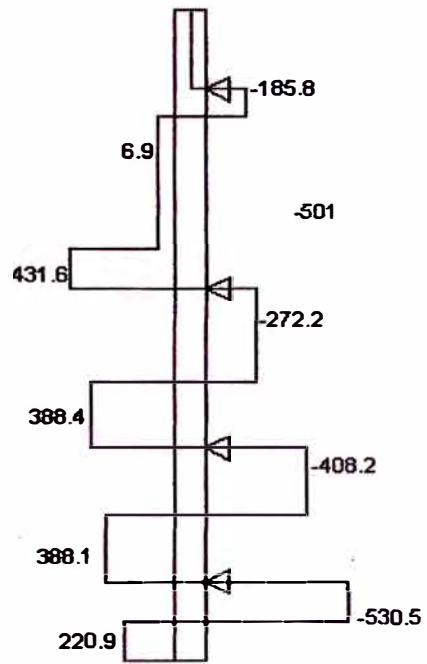


DEFORMADA DEL LARGUERO HORIZONTAL (mm)

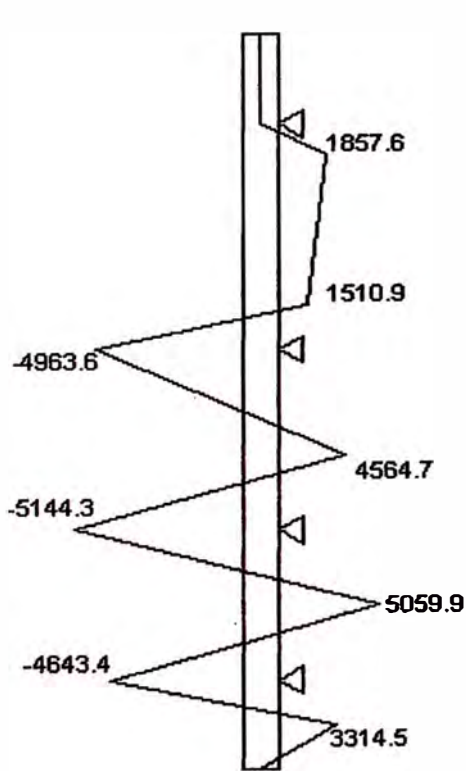
**ANEXO B.3: DIAGRAMAS DE ANALISIS DEL LARGUERO VERTICAL
DISEÑO PRELIMINAR DE ENCOFRADO DE COLUMNA C01-40X90**



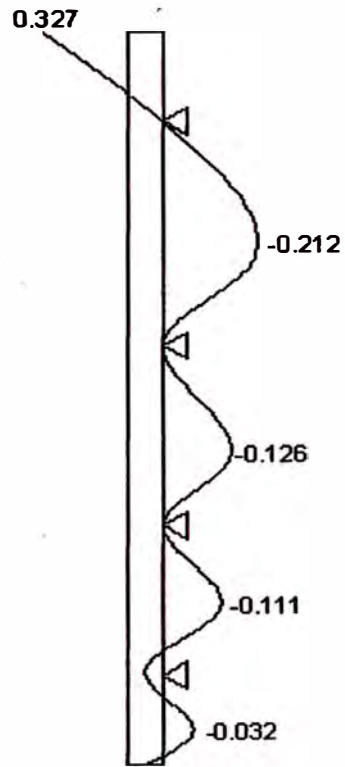
REACCIONES (Kg)



DFC (Kg)



DMF (Kg-cm)

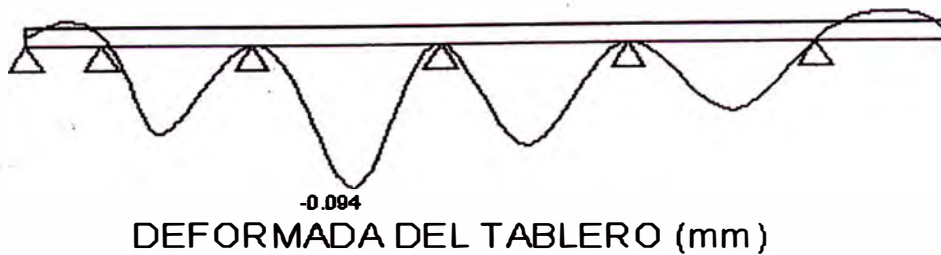
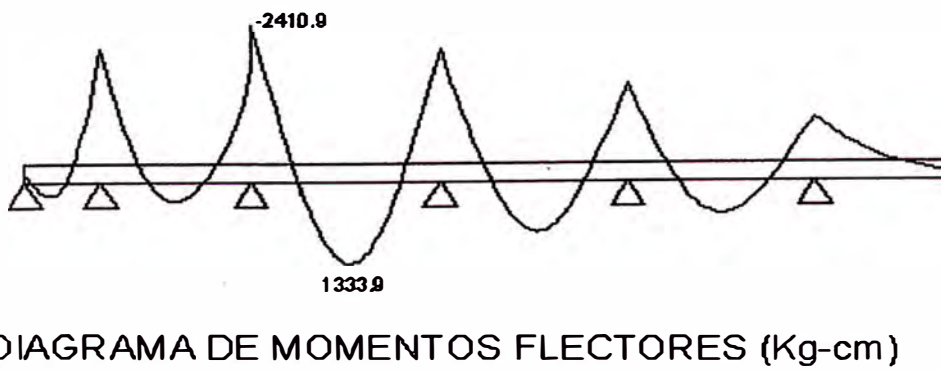
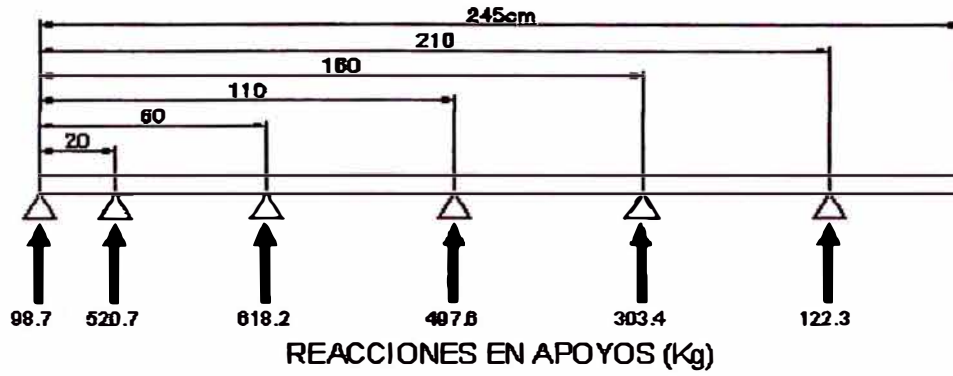


DEFORMADA (mm)

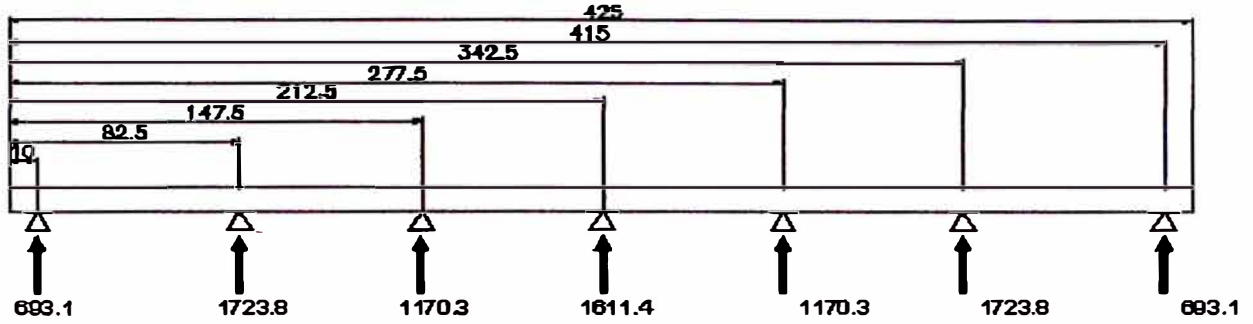
ANEXO B.4: DIAGRAMAS DE ANALISIS DEL TABLON
DISEÑO PRELIMINAR DE ENCOFRADO DE PLACA PL03-25X375



**ANEXO B.5: DIAGRAMAS DE ANALISIS DEL LARGUERO VERTICAL
DISEÑO PRELIMINAR DE ENCOFRADO DE PLACA PL03-25X375**



**ANEXO B.6: DIAGRAMAS DE ANALISIS DEL LARGUERO HORIZONTAL
DISEÑO PRELIMINAR DE ENCOFRADO DE PLACA PL03-25X375**



REACCIONES EN APOYOS (Kg)

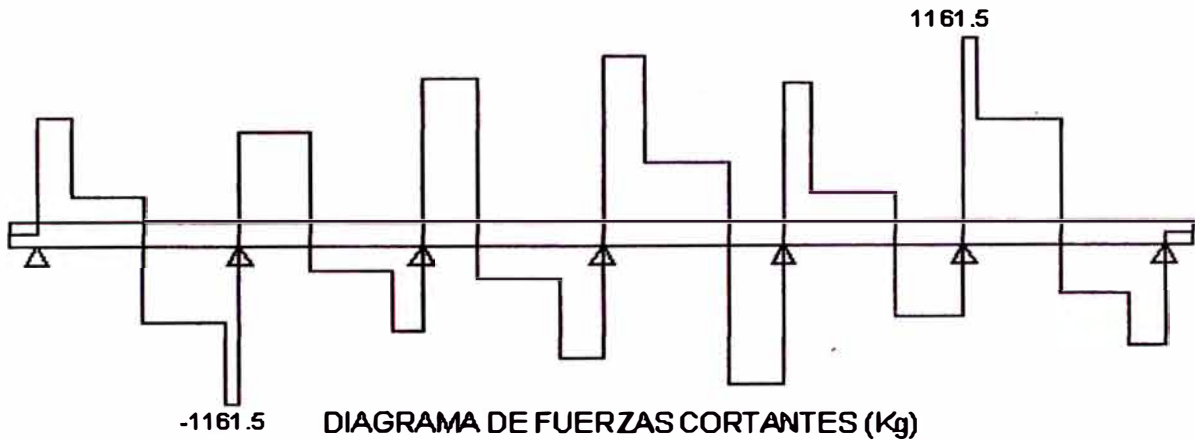


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES (Kg)

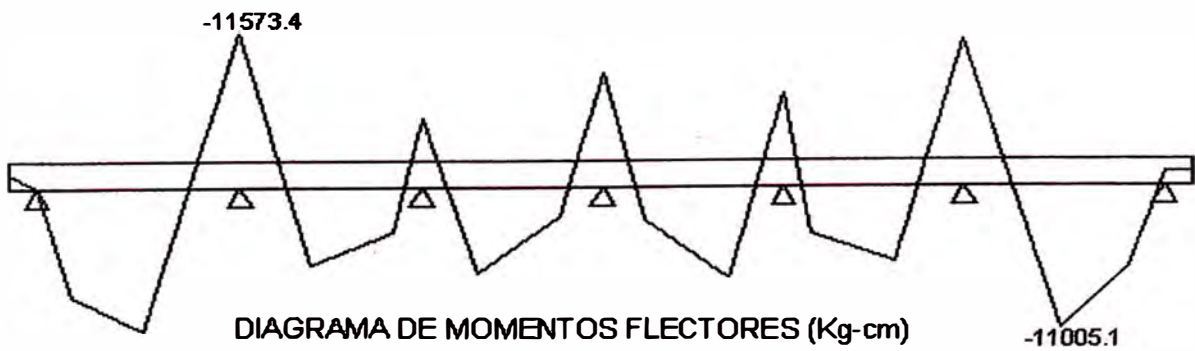
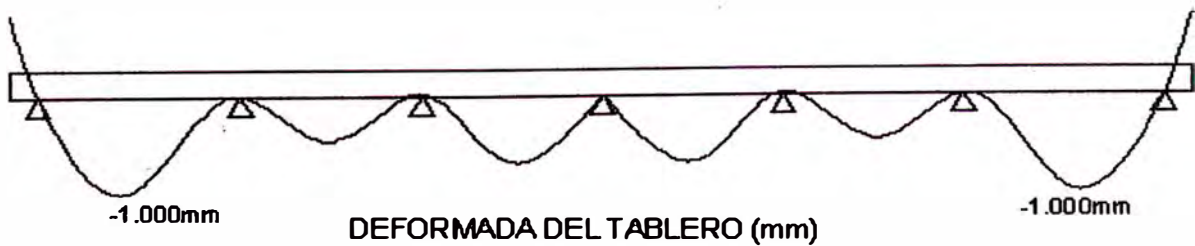


DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES (Kg-cm)



DEFORMADA DEL TABLERO (mm)

ANEXO C

**ANEXO C.1: DIAGRAMAS DE ANALISIS DEL TABLERO
DISEÑO OPTIMIZADO DE ENCOFRADO DE COLUMNA C01-40X90**

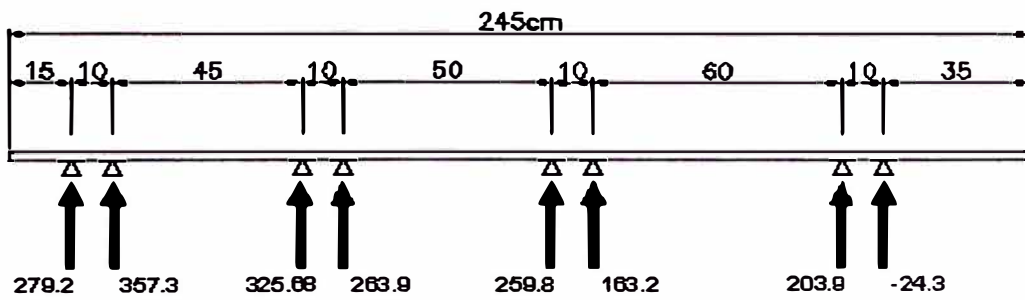


DIAGRAMA DE REACCIONES (Kg)

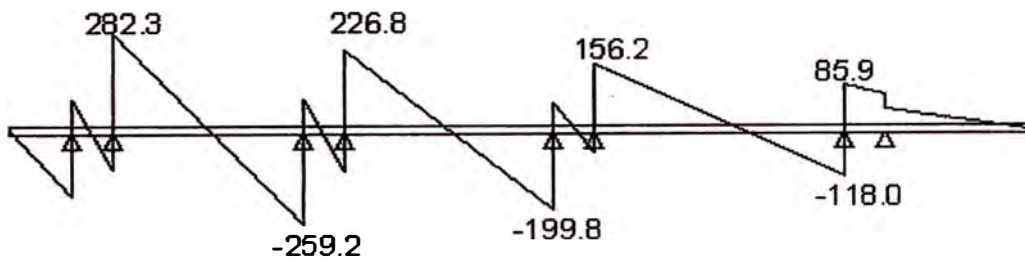


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES (Kg)

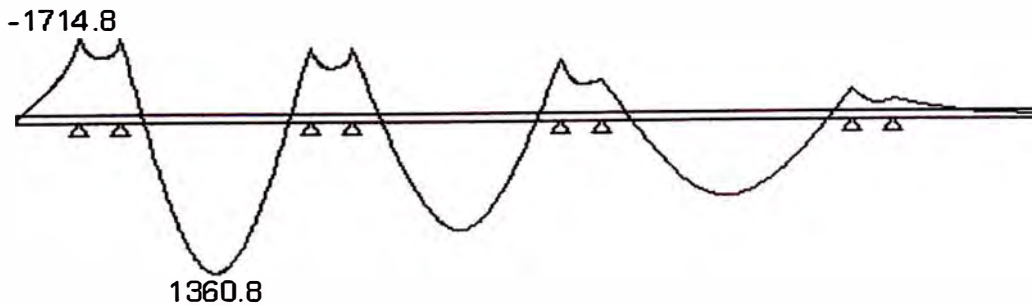
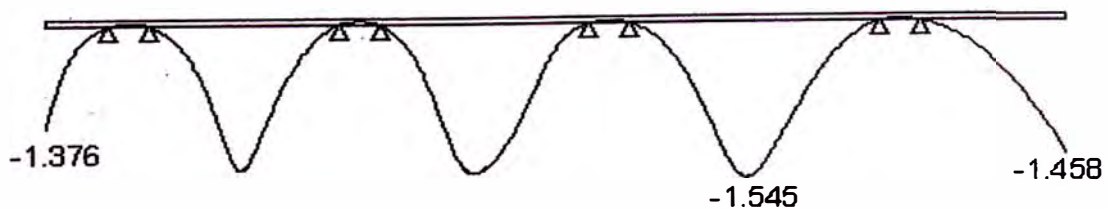


DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES (Kg-cm)



DEFORMADA DEL TABLERO (mm)

**ANEXO C.2: DIAGRAMAS DE ANALISIS DEL LARGUERO HORIZONTAL
DISEÑO OPTIMIZADO DE ENCOFRADO DE COLUMNA C01-40X90**

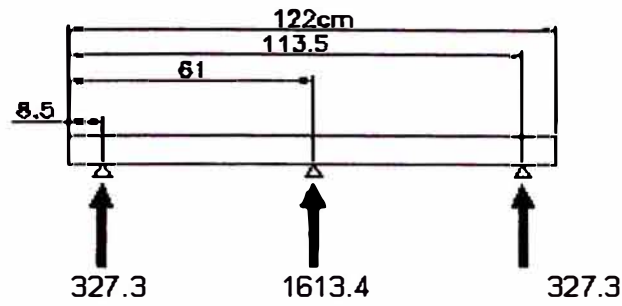


DIAGRAMA DE REACCIONES (Kg)

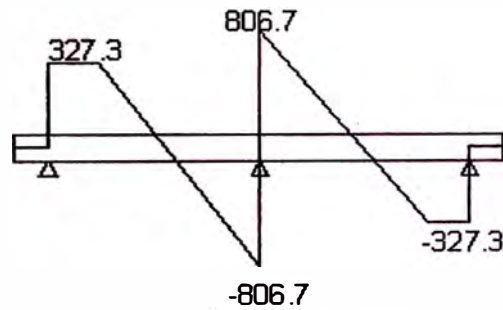
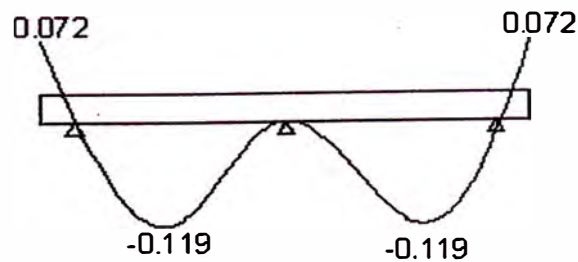


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES (Kg)



DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES (Kg-cm)



DEFORMADA DEL LARGUERO (mm)

**ANEXO C.3: DIAGRAMAS DE ANALISIS DEL LARGUERO VERTICAL
DISEÑO OPTIMIZADO DE ENCOFRADO DE COLUMNA C01-40X90**

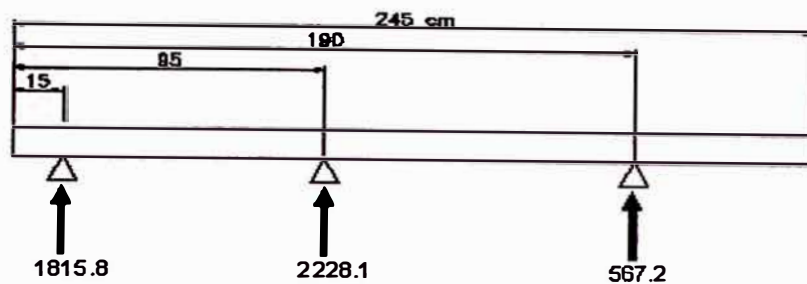


DIAGRAMA DE REACCIONES (Kg)

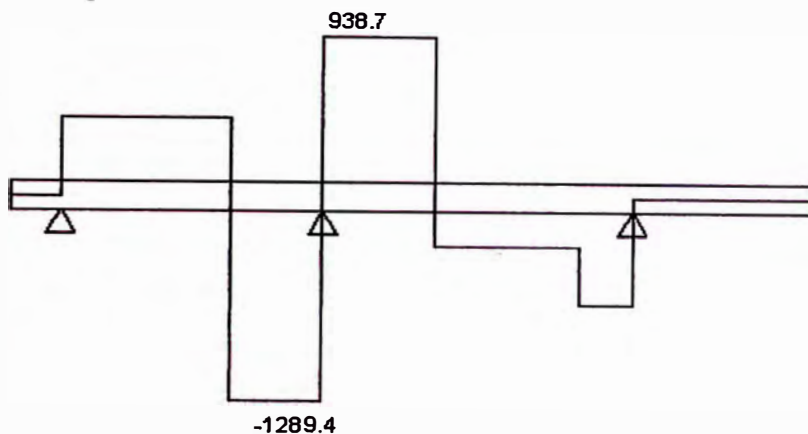


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES (Kg)

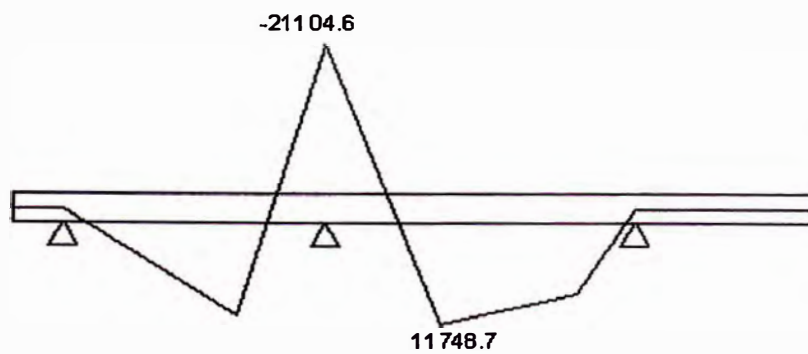
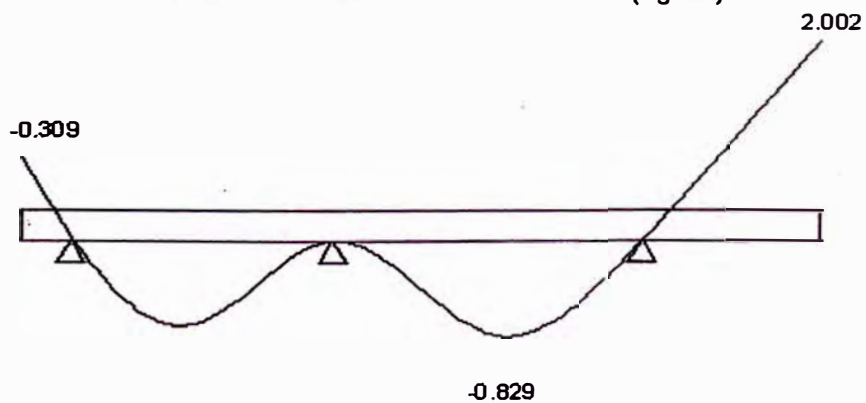
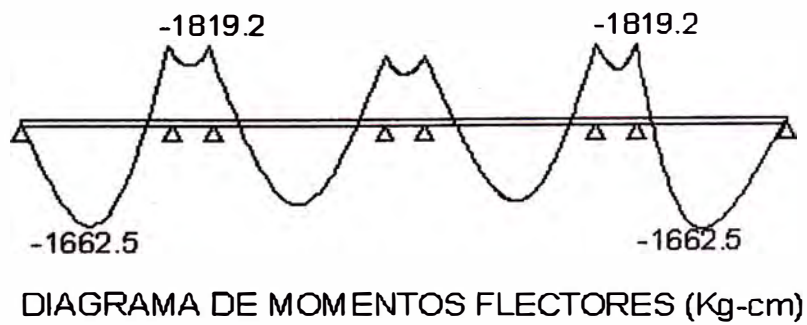
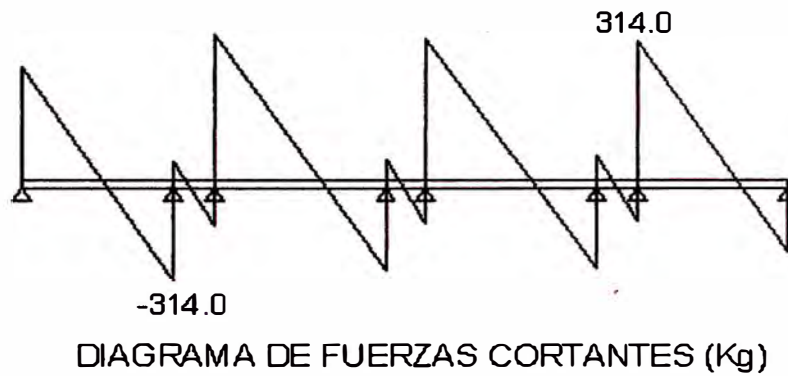
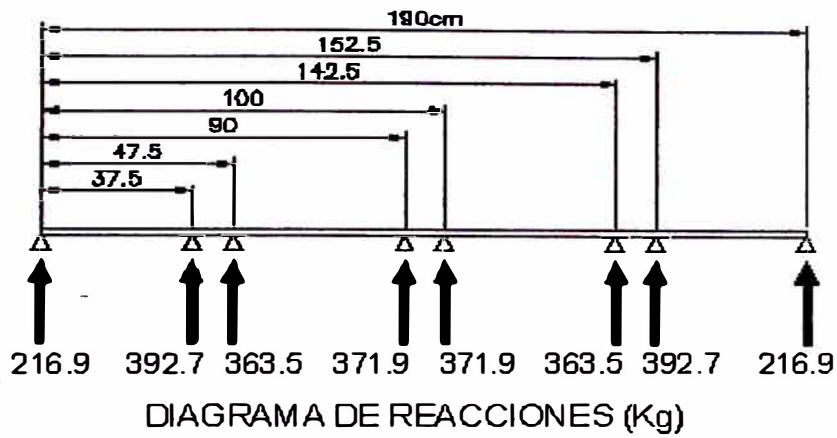


DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES (Kg-cm)



DEFORMADA DEL LARGUERO (mm)

**ANEXO C.4: DIAGRAMAS DE ANALISIS DEL TABLERO
DISEÑO OPTIMIZADO DE ENCOFRADO DE PLACA PL03-25X375**



**ANEXO C.5: DIAGRAMAS DE ANALISIS DEL LARGUERO VERTICAL
DISEÑO OPTIMIZADO DE ENCOFRADO DE PLACA PL03-25X375**

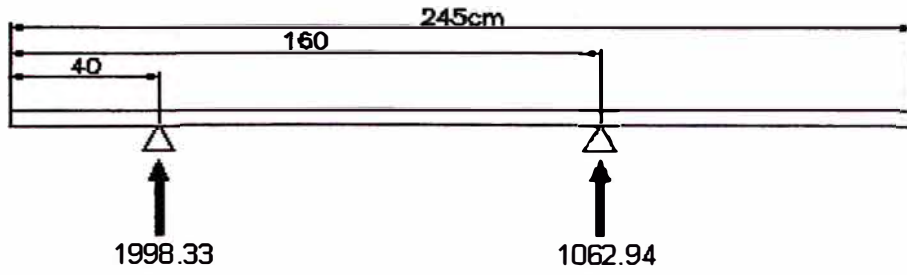


DIAGRAMA DE REACCIONES (Kg)

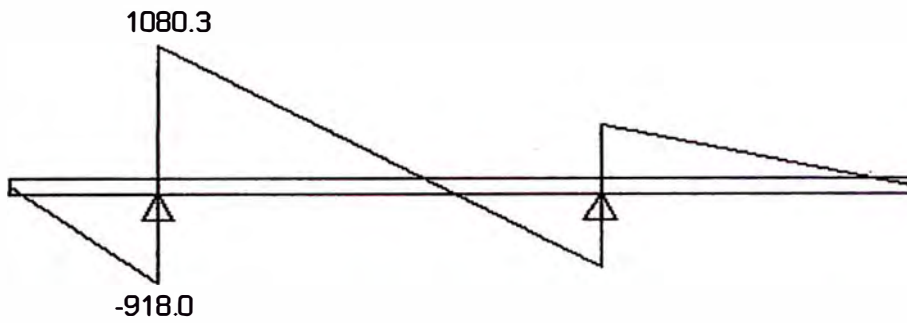


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES (Kg)

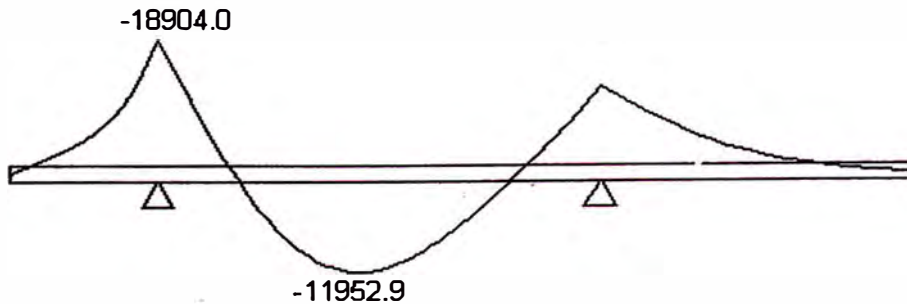
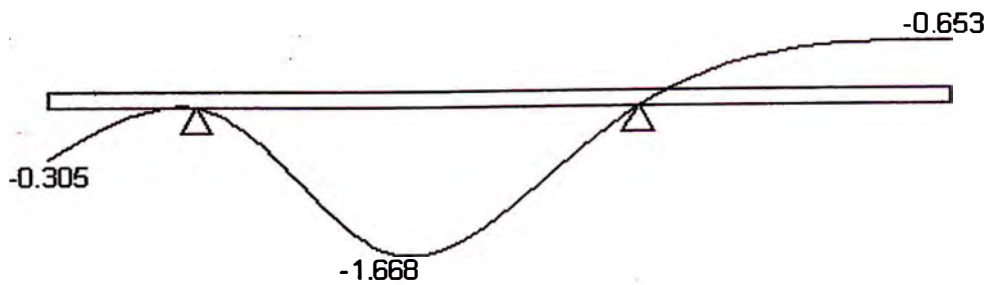


DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES (Kg-cm)



DEFORMADA DEL LARGUERO (mm)

**ANEXO C.6: DIAGRAMAS DE ANALISIS DEL LARGUERO HORIZONTAL
DISEÑO OPTIMIZADO DE ENCOFRADO DE PLACA PL03-25X375**

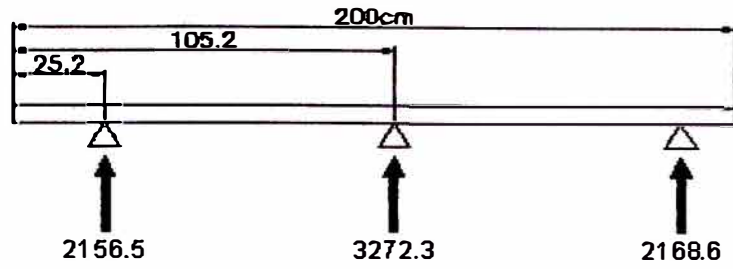


DIAGRAMA DE REACCIONES (Kg)

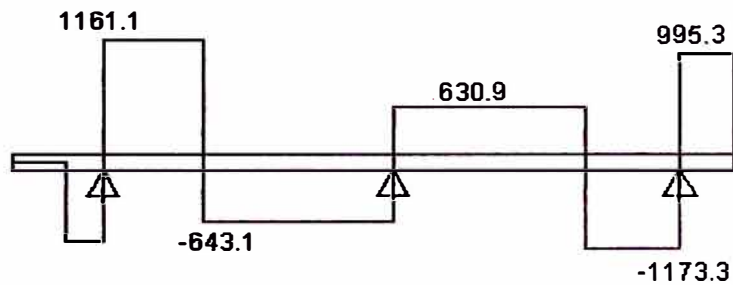


DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES (Kg)

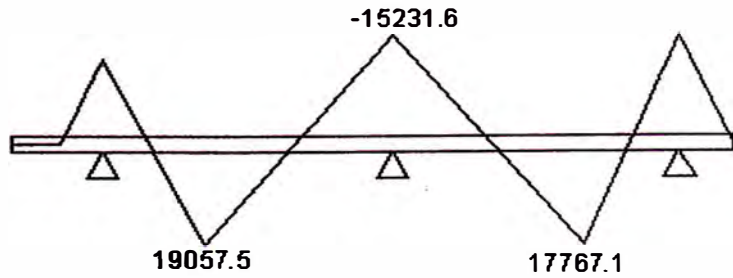
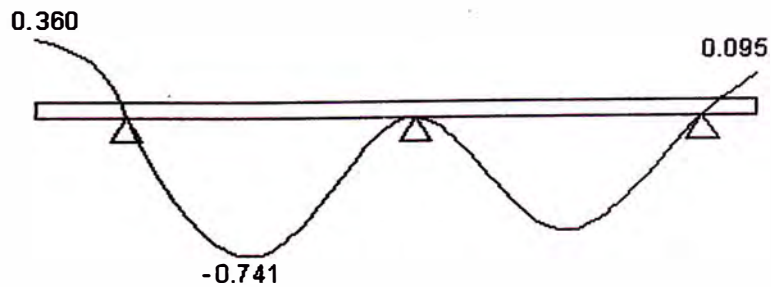


DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES (Kg-cm)



DEFORMADA DEL LARGUERO (mm)

ANEXO D

ANEXO D.1: METRADO Y COSTOS DEL ENCOFRADO DE COLUMNAS

DISEÑO PRELIMINAR COLUMNA C1 (40x90cm)

Item	Descripción	Sección		Longitud C (')	Cantidad Elem.	Metrado		N° Usos	Metrado consumido (p2)	Densidad Kg/ple3	Peso (Kg)	Precio Unitario	Costo
		A (")	B (")			Sin desp. (p2)	Con desp. (p2)						
1	Tablones	1 1/2	10	8	6	60.0	66.0	6	11.00	15.57	14.3	3.00	33.0
	Larguero horizontal	2	4	4	20	53.3	58.7	10	5.87	15.57	7.6	3.00	17.6
	Larguero vertical	2	4	8	8	42.7	46.9	10	4.69	15.57	6.1	3.00	14.1
2	Tablones	1 1/2	10	8	4	40.0	44.0	6	7.33	15.57	9.5	3.00	22.0
	Larguero horizontal	2	3	2	10	10.0	11.0	10	1.10	15.57	1.4	3.00	3.3
3	Tornapunta	3	3	7.5	4	22.5	24.8	10	2.48	15.57	3.2	3.00	7.4
4	Muerto	3	3	7.5	2	11.3	12.4	10	1.24	15.57	1.6	3.00	3.7
5	Muerto	3	3	3	2	4.5	5.0	10	0.50	15.57	0.6	3.00	1.5
6	Esparrago 5/8" L=800mm				10						1.24	8.68	86.8
7	Esparrago 5/8" L=1010mm				8						1.56	10.92	87.4
8	Platina 4"x4"x1/4"				36			50	0.72		0.5	2.80	2.0
9	Tuerca 5/8"				36						0.03	0.17	6.0
10	Estacas fierro 3/4			0.3	3			20	0.05		0.307	2.00	0.1
11	Clavos 3" (180 Und/Kg)				200			20	10.00		0.06	3.85	0.2
											48.1		285.1

DISEÑO OPTIMIZADO COLUMNA C1 (40x90cm)

Item	Descripción	Sección		Longitud C (')	Cantidad Elem.	Metrado		N° Usos	Metrado consumido (p2)	Densidad Kg/ple3	Peso (Kg)	Precio Unitario	Costo
		A (")	B (")			Sin desp. (p2)	Con desp. (p2)						
1	Tablero contrachapado 1250x2500 e=21mm				1.5			15	0.10		11.9	189.19	18.9
	Larguero horizontal acero L=4 1/4'			4 1/4	20	85.2	93.7	50	1.87		11.4	111.86	4.2
	Larguero vertical acero L=7 1/4'			7 1/4	2	14.5	16.0	50	0.32		1.9	111.86	16.2
2	Tablero contrachapado 1250x2500 e=21mm				0.64			15	0.04		5.1	189.19	8.1
	Larguero horizontal acero			2	10	20.0	22.0	50	0.44		2.7	111.86	4.5
3	Tornapunta	3	3	7.5	4	22.5	24.8	10	2.48	15.57	3.2	3.00	7.4
4	Muerto	3	3	7.5	2	11.3	12.4	10	1.24	15.57	1.6	3.00	3.7
5	Muerto	3	3	3	2	4.5	5.0	10	0.50	15.57	0.6	3.00	1.5
6	Esparrago 1/2" L=800mm				8			50	0.16		1.24	8.68	0.2
7	Esparrago 1/2" L=1010mm				6			50	0.12		1.56	10.92	0.2
8	Platina 3"x3"x1/4"				28			1	28.00		0.5	2.80	14.0
9	Tuerca 1/2"				28			50	0.56		0.03	0.17	0.0
10	Estacas fierro 3/4			0.3	3			20	0.05		0.307	2.00	0.1
11	Clavos 3" (180 Und/Kg)				200			20	10.00		0.06	3.85	0.2
											42.2		79.2

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO D.2: METRADO Y COSTOS DEL ENCOFRADO DE PLACAS

DISEÑO PRELIMINAR PLACA PL03 (25x375cm)

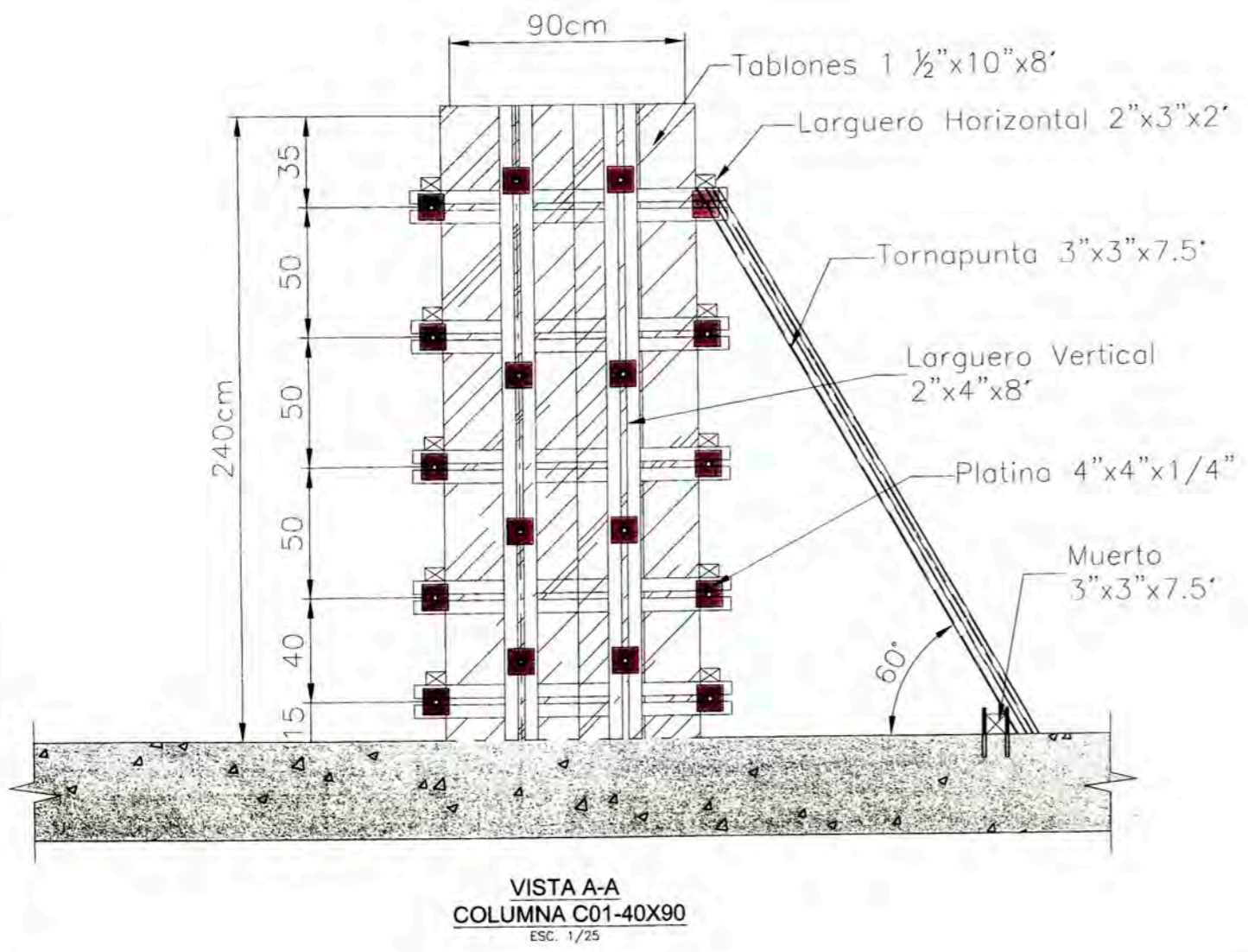
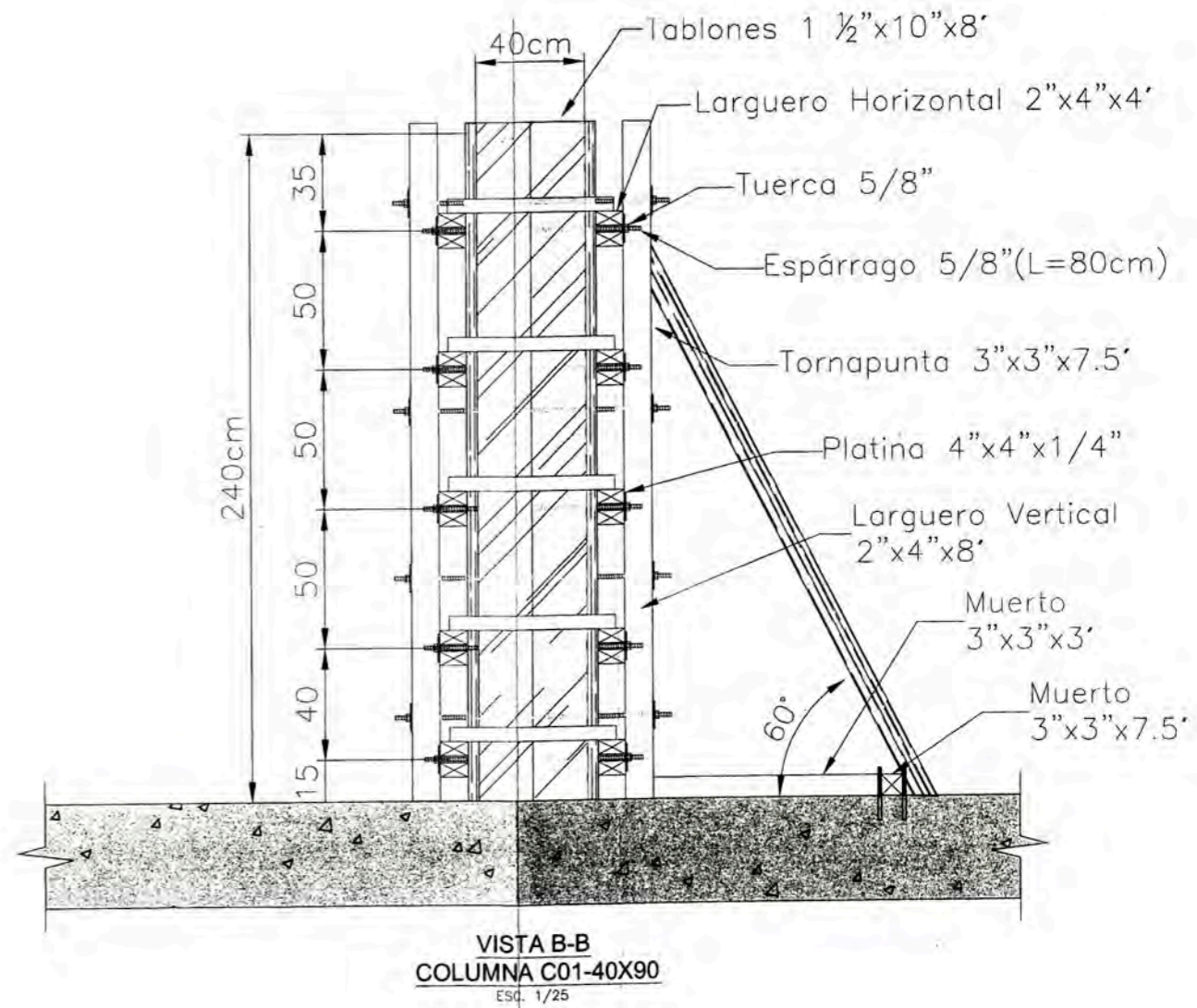
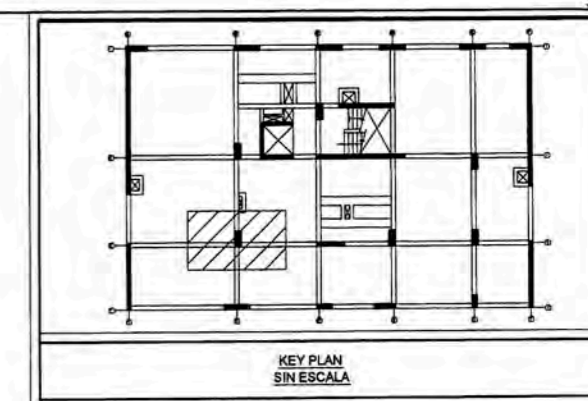
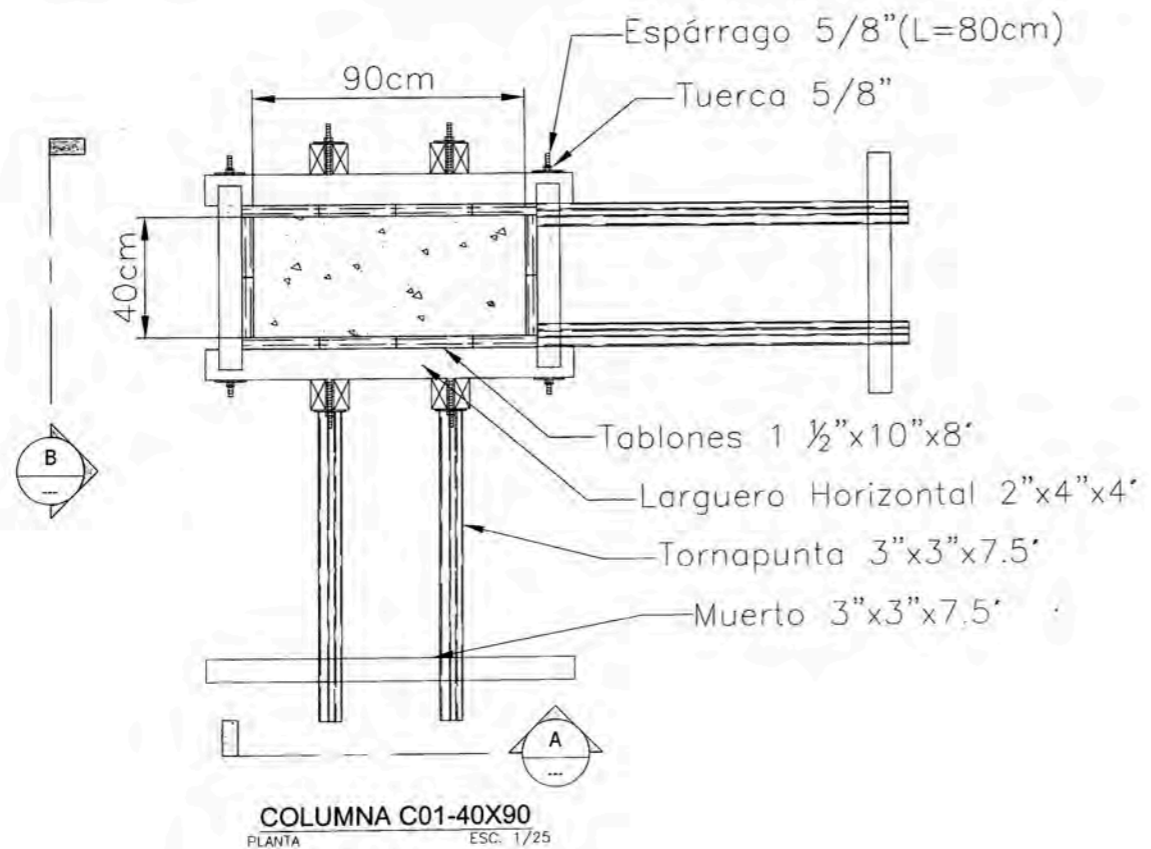
Item	Descripción	Sección		Longitud C (')	Cantidad Elem.	Metrado		N° Usos	Metrado consumido (p2)	Densidad	Peso (Kg)	Precio Unitario	Costo
		A (")	B (")			Sin desp. (p2)	Con desp. (p2)						
1	Tablones	1 1/2	10	12 1/2	20	312.5	343.8	6	57.29	15.57	74.3	3.00	171.9
	Larguero horizontal	2	4	14	20	186.7	205.3	10	20.53	15.57	26.6	3.00	61.6
	Larguero vertical	2	4	8	28	149.3	164.3	10	16.43	15.57	21.3	3.00	49.3
2	Tablones	1 1/2	5	8	4	20.0	22.0	6	3.67	15.57	4.8	3.00	11.0
	Larguero horizontal	2	3	2	10	10.0	11.0	10	1.10	15.57	1.4	3.00	3.3
3	Tornapunta	3	3	7	4	21.0	23.1	10	2.31	15.57	3.0	3.00	6.9
4	Muerto	3	3	14	2	21.0	23.1	10	2.31	15.57	3.0	3.00	6.9
5	Esparrago 5/8" L=850mm				35						1.3	8.68	303.8
6	Platina 4"x4"x1/4"				70						0.5	2.80	196.0
7	Tuerca 5/8"				70						0.03	0.17	11.8
8	Estacas fierro 3/4			0.3	3			20	0.05		0.307	2.00	0.1
9	Clavos 3" (180 Und/Kg)				200			20	10.00		0.06	3.85	0.2
											136.66		822.8

DISEÑO OPTIMIZADO PLACA PL03 (25x375cm)

Item	Descripción	Sección		Longitud C (')	Cantidad Elem.	Metrado		N° Usos	Metrado consumido (p2)	Densidad	Peso (Kg)	Precio Unitario	Costo
		A (")	B (")			Sin desp. (p2)	Con desp. (p2)						
1	Tablero contrachapado 1250x2500 e=21mm				6			15	0.40		47.6	189.19	75.7
	Larguero horizontal acero L=14'			14	20	280.0	308.0	50	6.16		37.6	111.86	31.3
	Larguero vertical acero L=8'			8	28	224.0	246.4	50	4.93		30.1	111.86	17.9
2	Tablero contrachapado 1250x2500 e=21mm				0.4			15	0.03		3.2	189.19	5.0
	Larguero horizontal acero L=2'			2	10	20.0	22.0	50	0.44		2.7	111.86	4.5
3	Tornapunta	3	3	7	4	21.0	23.1	10	2.31	15.57	3.0	3.00	6.9
4	Muerto	3	3	14	2	21.0	23.1	10	2.31	15.57	3.0	3.00	6.9
5	Esparrago 3/4" L=850mm				4						1.3	8.68	34.7
6	Esparrago 5/8" L=850mm				8						1.3	8.68	69.4
7	Platina 3"x3"x1/4"				12						0.5	2.80	33.6
8	Tuerca 3/4"				8						0.03	0.17	1.3
9	Tuerca 5/8"				16						0.03	0.17	2.7
10	Estacas fierro 3/4			0.3	3			20	0.05		0.307	2.00	0.1
11	Clavos 3" (180 Und/Kg)				200			20	10.00		0.06	3.85	0.2
											130.6		290.4

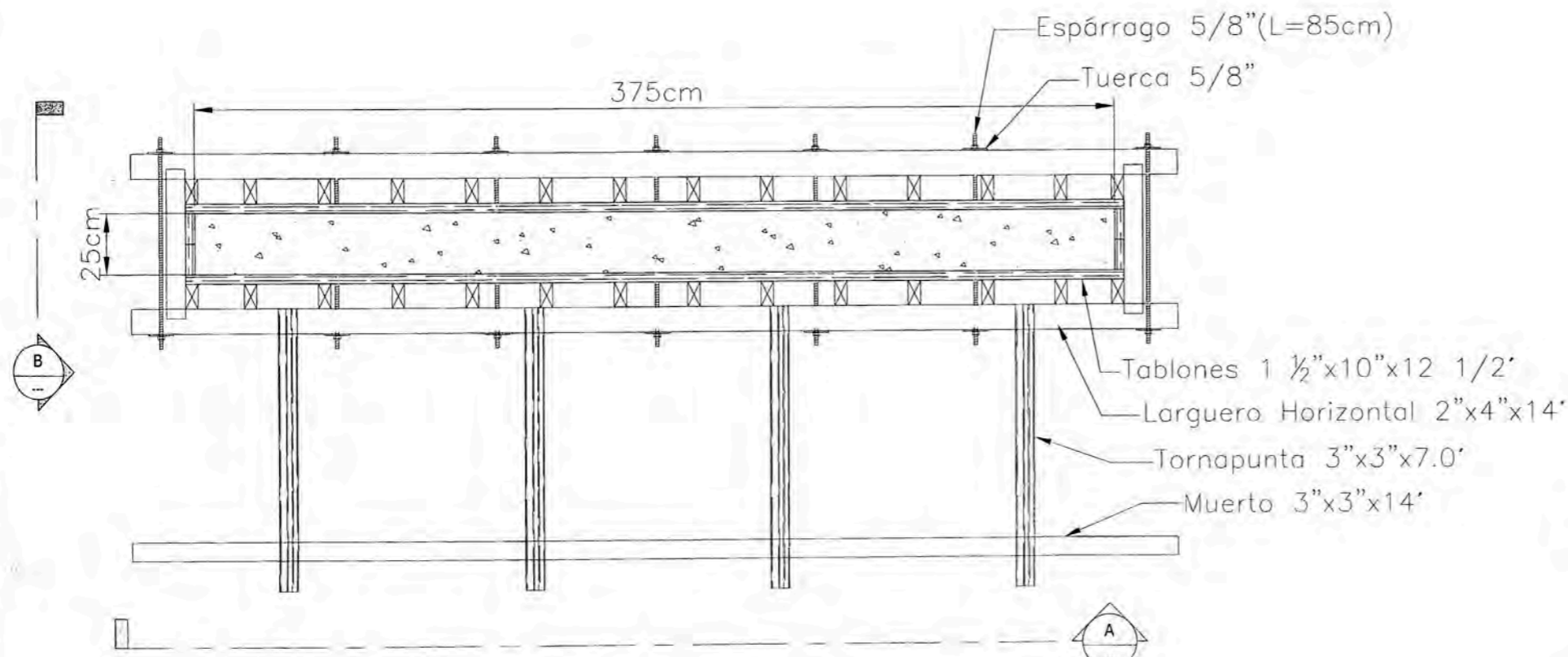
FUENTE: Elaboración propia

ANEXO E

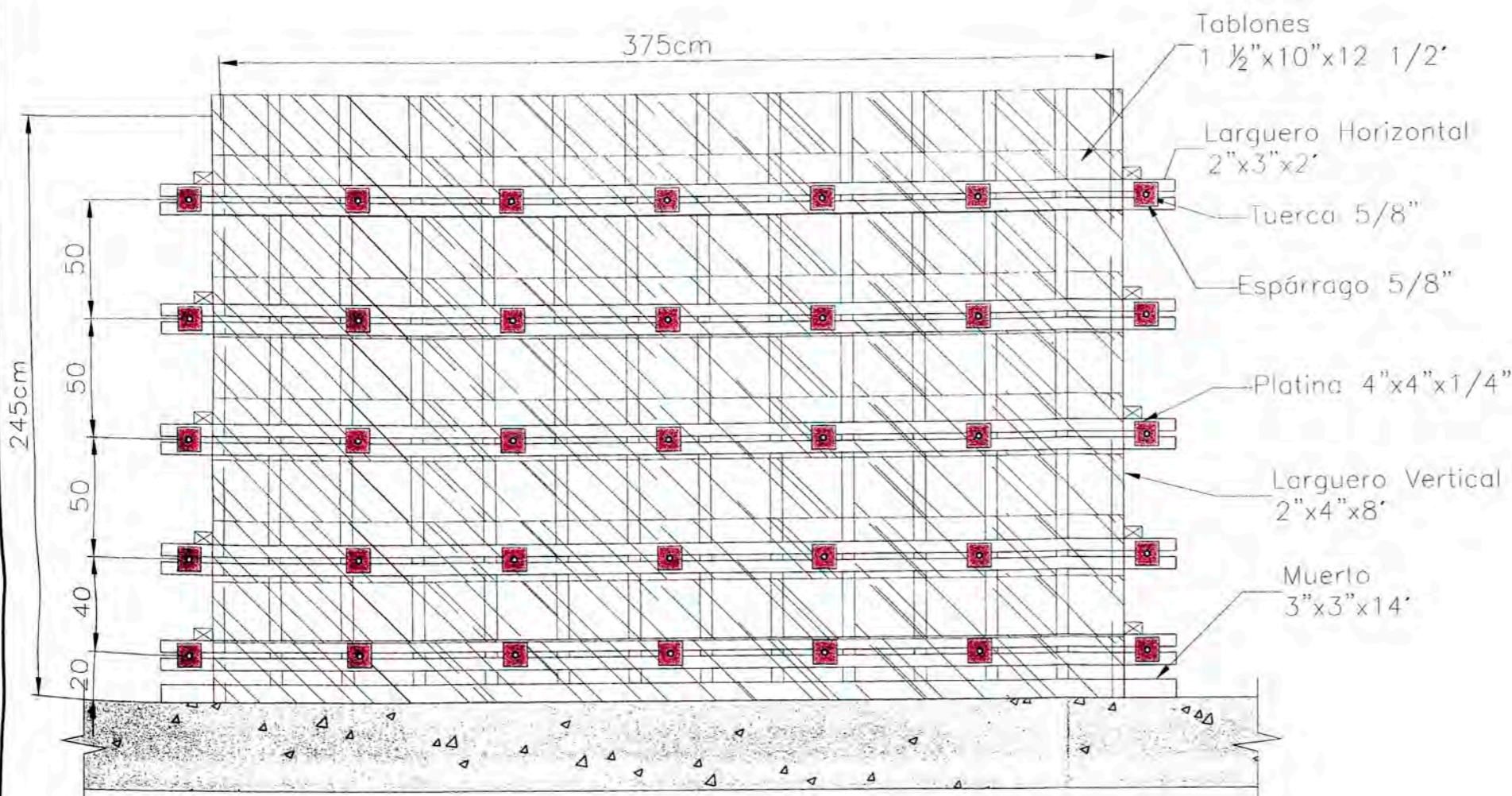


CURSO DE TITULACION UNI-FIC 2010-I		
ANTEPROYECTO:	PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDA VILLA SOL	
TITULO:	ENCOFRADO PRELIMINAR COLUMNA C01-40X90	LAMINA:
TEMA INFORME DE SUFICIENCIA:	ESTIMACION DE LA PRESION LATERAL DEL CONCRETO SOBRE ENCOFRADOS VERTICALES	
DIBUJO:	DIRM	FECHA: AGOSTO 2010
		ESCALA: INDICADA

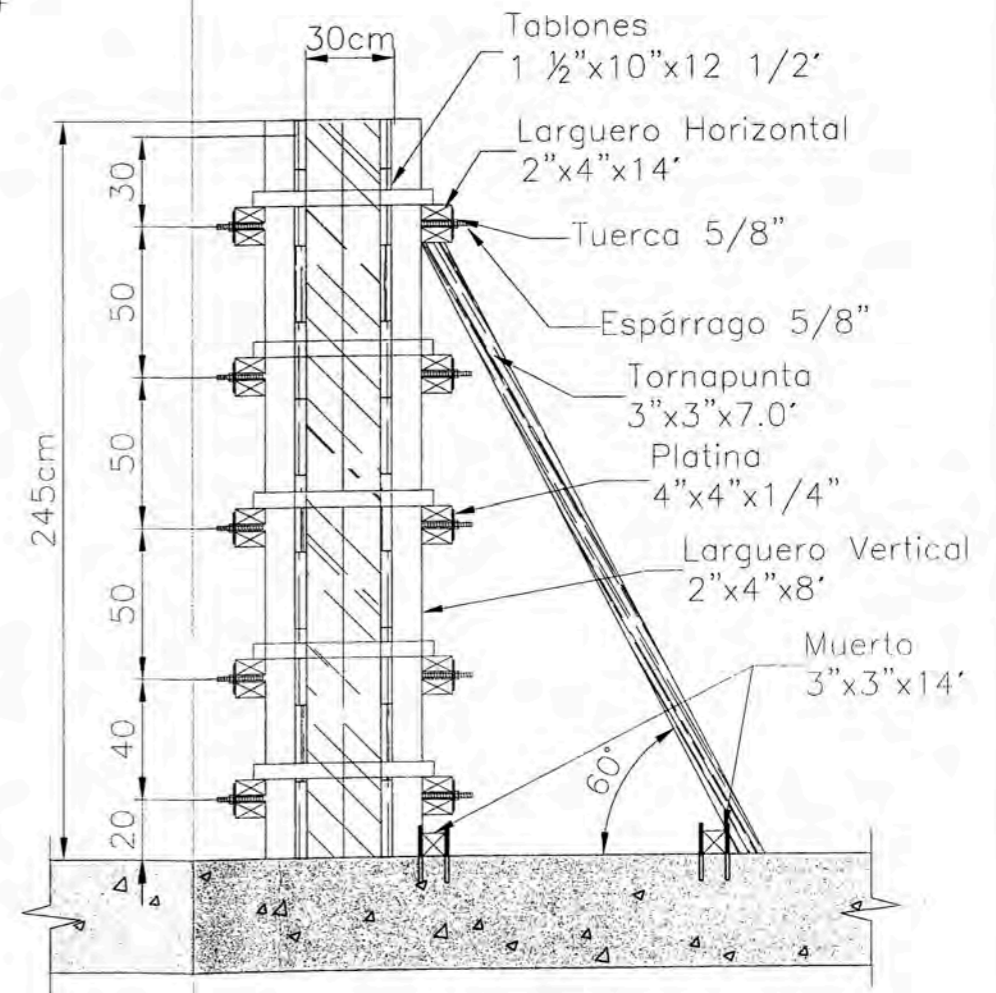
EC-01



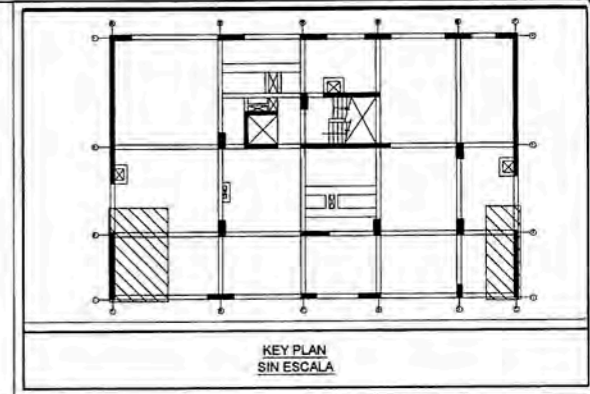
PLACA PL03-25X375
PLANTA ESC. 1/25



VISTA A-A
PLACA PL03-25X375
ESC. 1/25

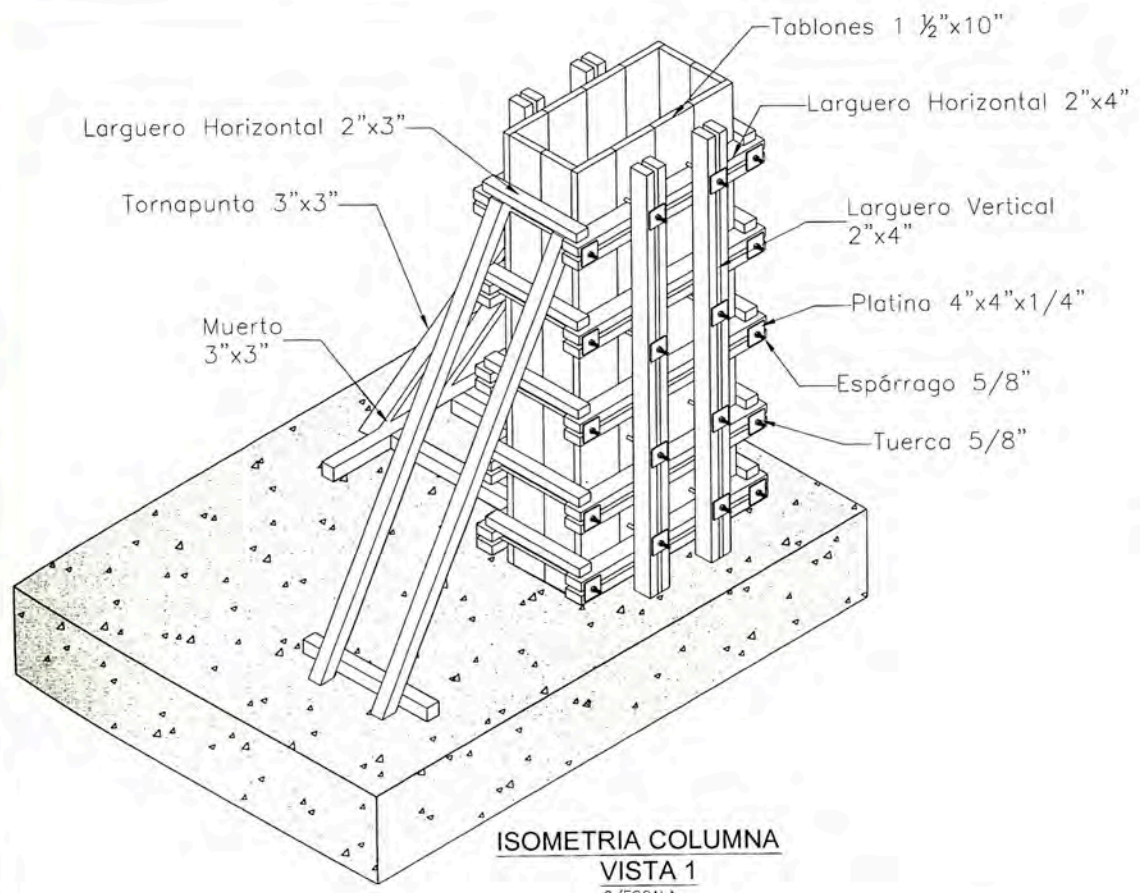


VISTA B-B
PLACA PL03-25X375
ESC. 1/25

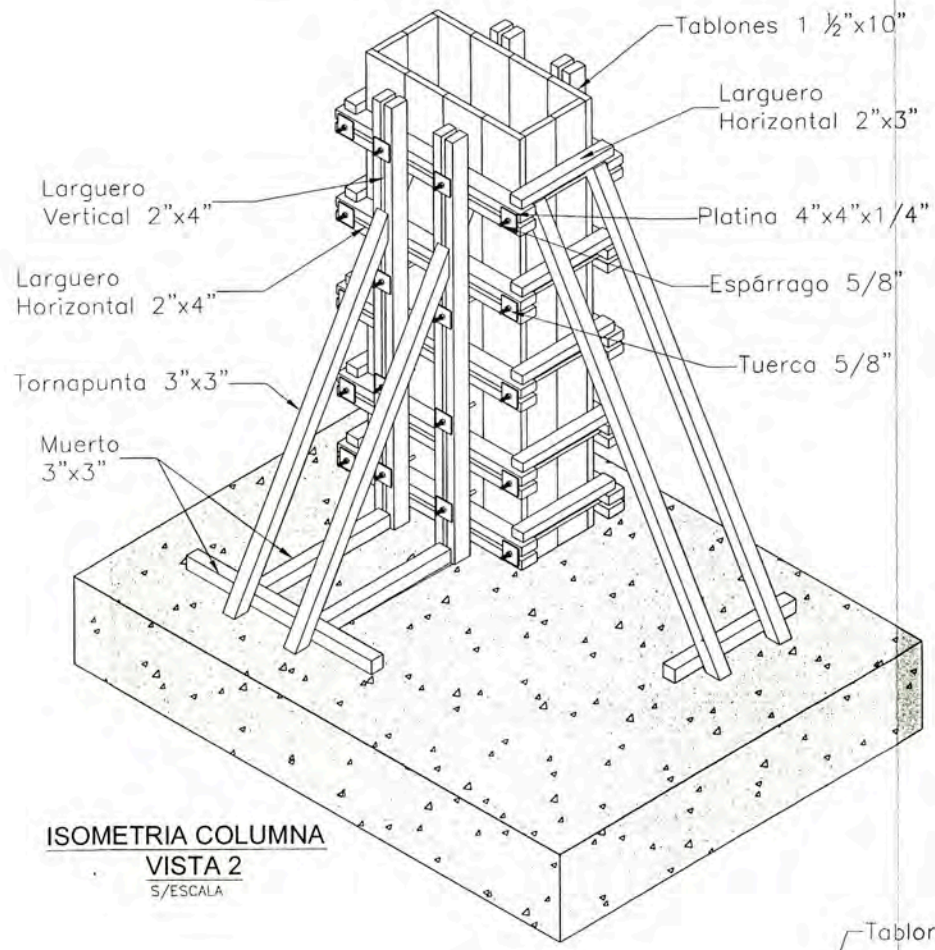


CURSO DE TITULACION UNI-FIC 2010-I		
ANTEPROYECTO:	PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDA VILLA SOL	
TITULO:	ENCOFRADO PRELIMINAR PLACA PL03-25X375	LAMINA:
TEMA INFORME DE SUFICIENCIA:	ESTIMACION DE LA PRESION LATERAL DEL CONCRETO SOBRE ENCOFRADOS VERTICALES	
DIBUJO:	FECHA: AGOSTO 2010	ESCALA: INDICADA

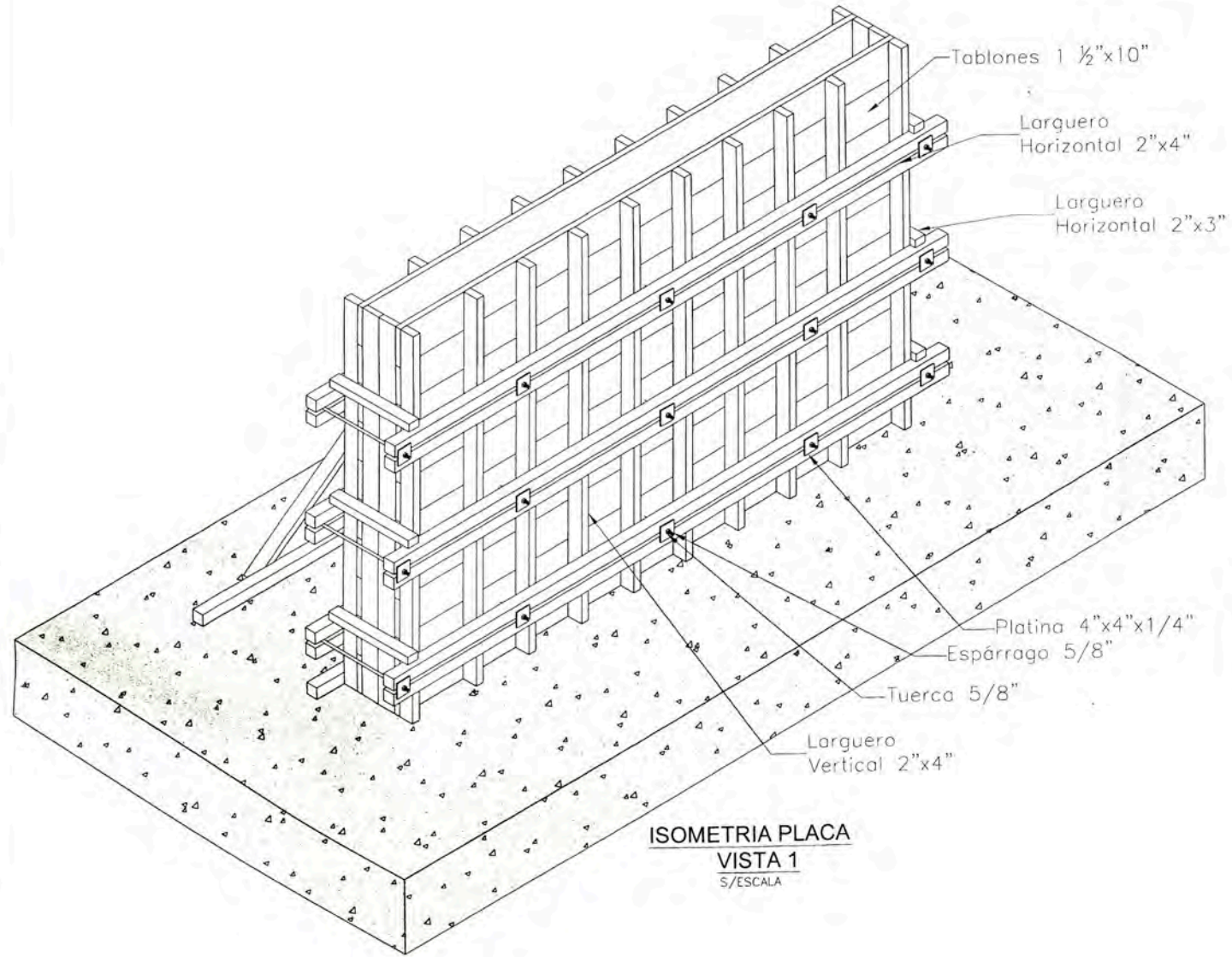
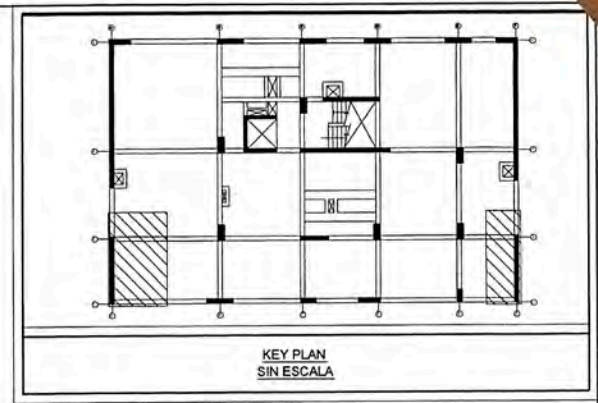
EC-02



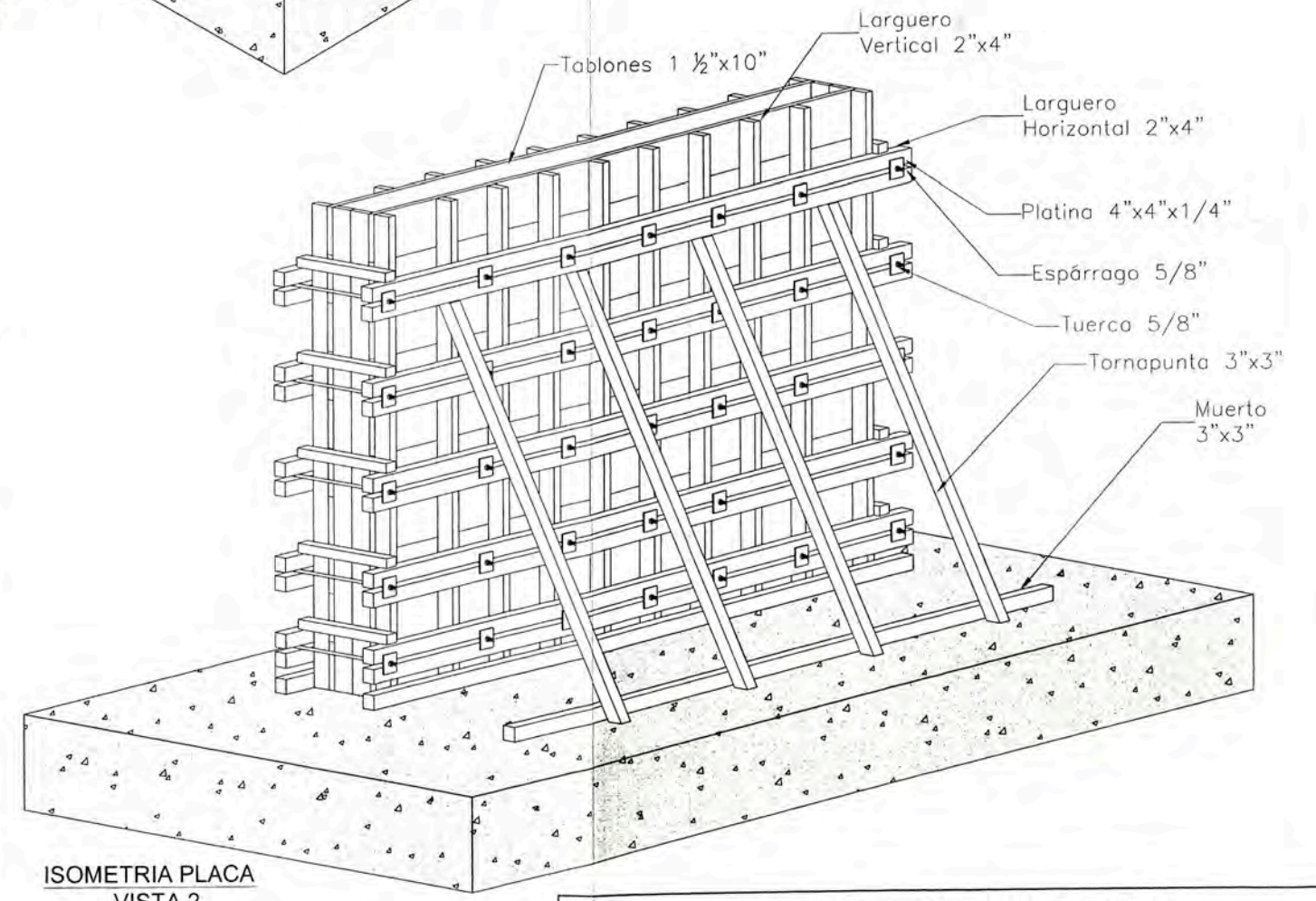
**ISOMETRIA COLUMNA
VISTA 1
S/ESCALA**



**ISOMETRIA COLUMNA
VISTA 2
S/ESCALA**

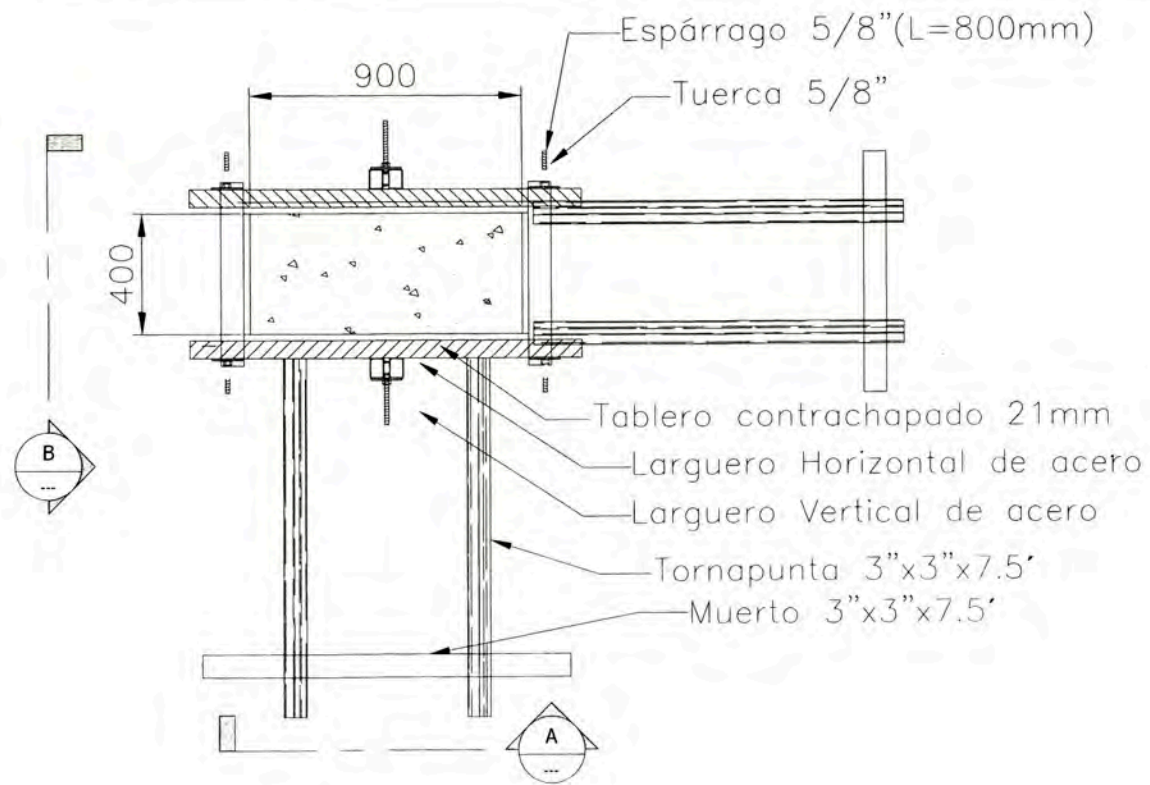


**ISOMETRIA PLACA
VISTA 1
S/ESCALA**

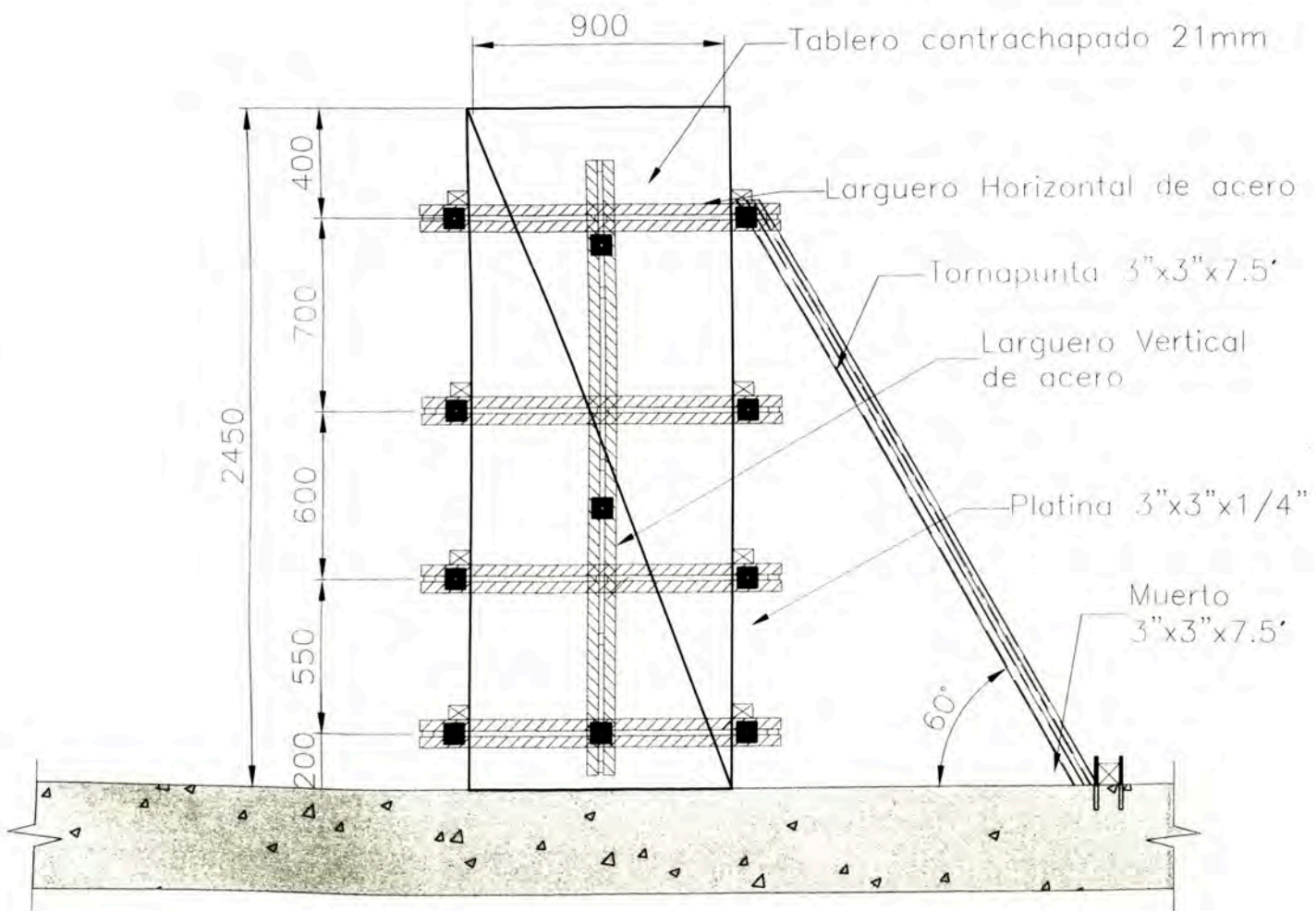
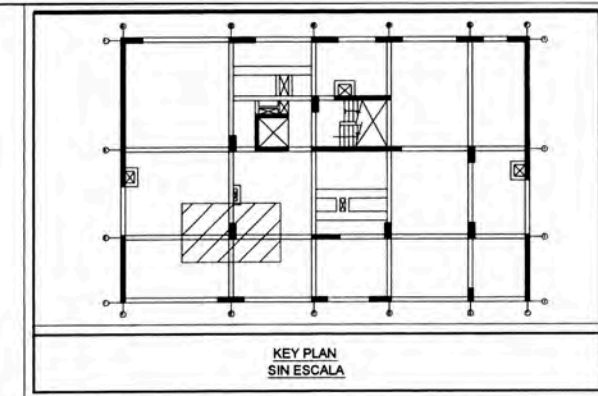


**ISOMETRIA PLACA
VISTA 2
S/ESCALA**

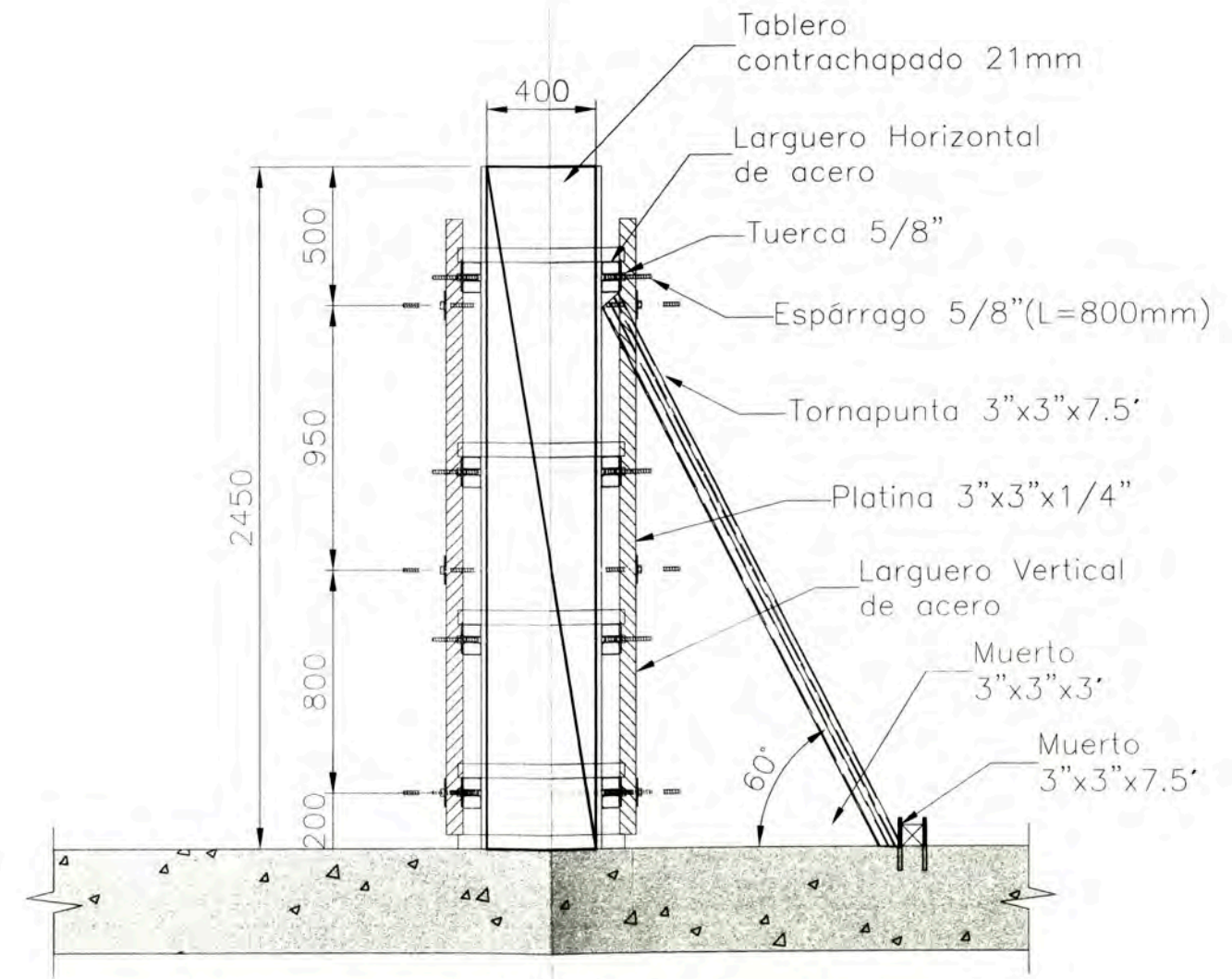
CURSO DE TITULACION UNI-FIC 2010-I		
ANTEPROYECTO:	PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDA VILLA SOL	
TITULO:	ISOMETRIAS DE DISEÑO PRELIMINAR PLACAS Y COLUMNAS	
TEMA INFORME DE SUFICIENCIA:	ESTIMACION DE LA PRESION LATERAL DEL CONCRETO SOBRE ENCOFRADOS VERTICALES	
DIBUJO:	OIRM	FECHA: AGOSTO 2010
		ESCALA: INDICADA
		LAMINA: EC-03



COLUMNA C01-40X90
PLANTA ESC. 1/25



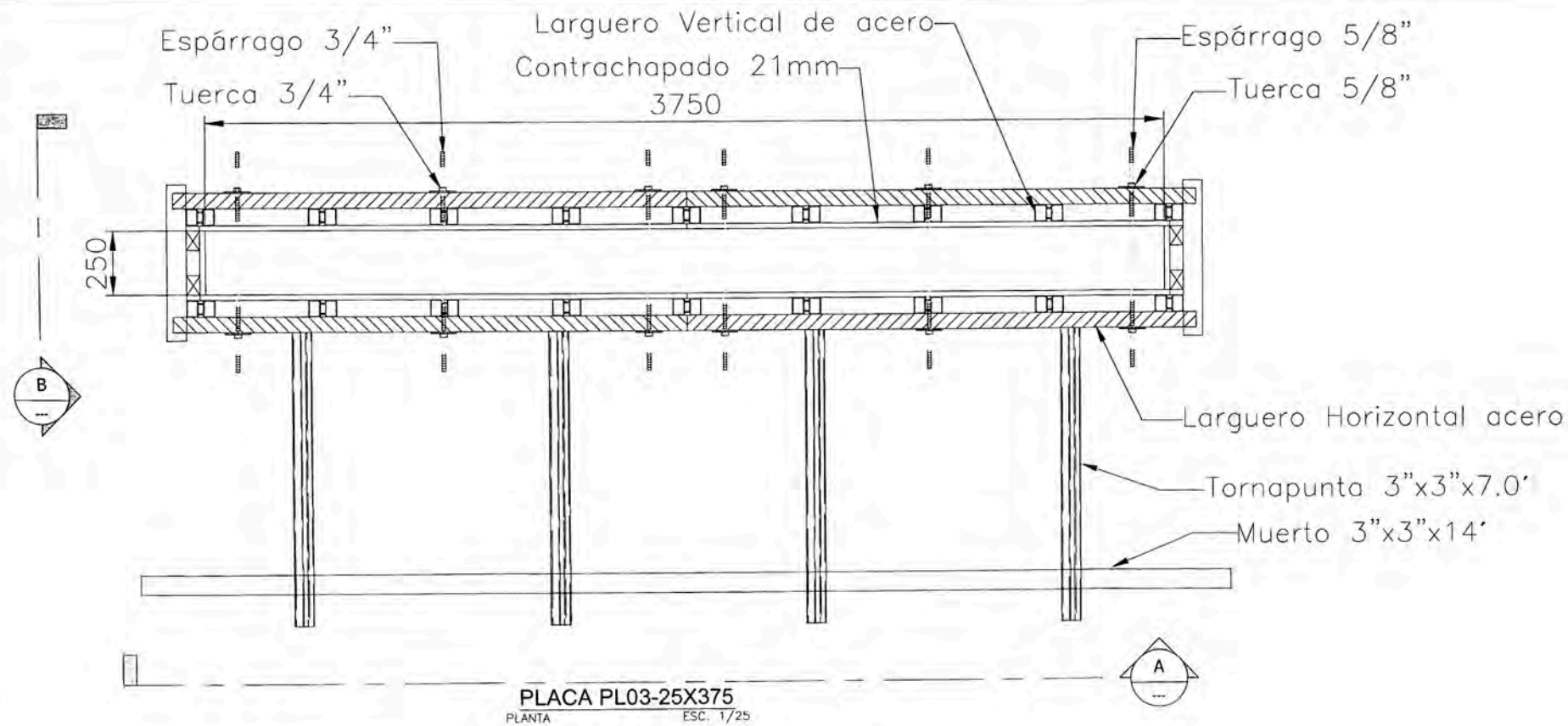
VISTA A-A
COLUMNA C01-40X90
ESC. 1/25



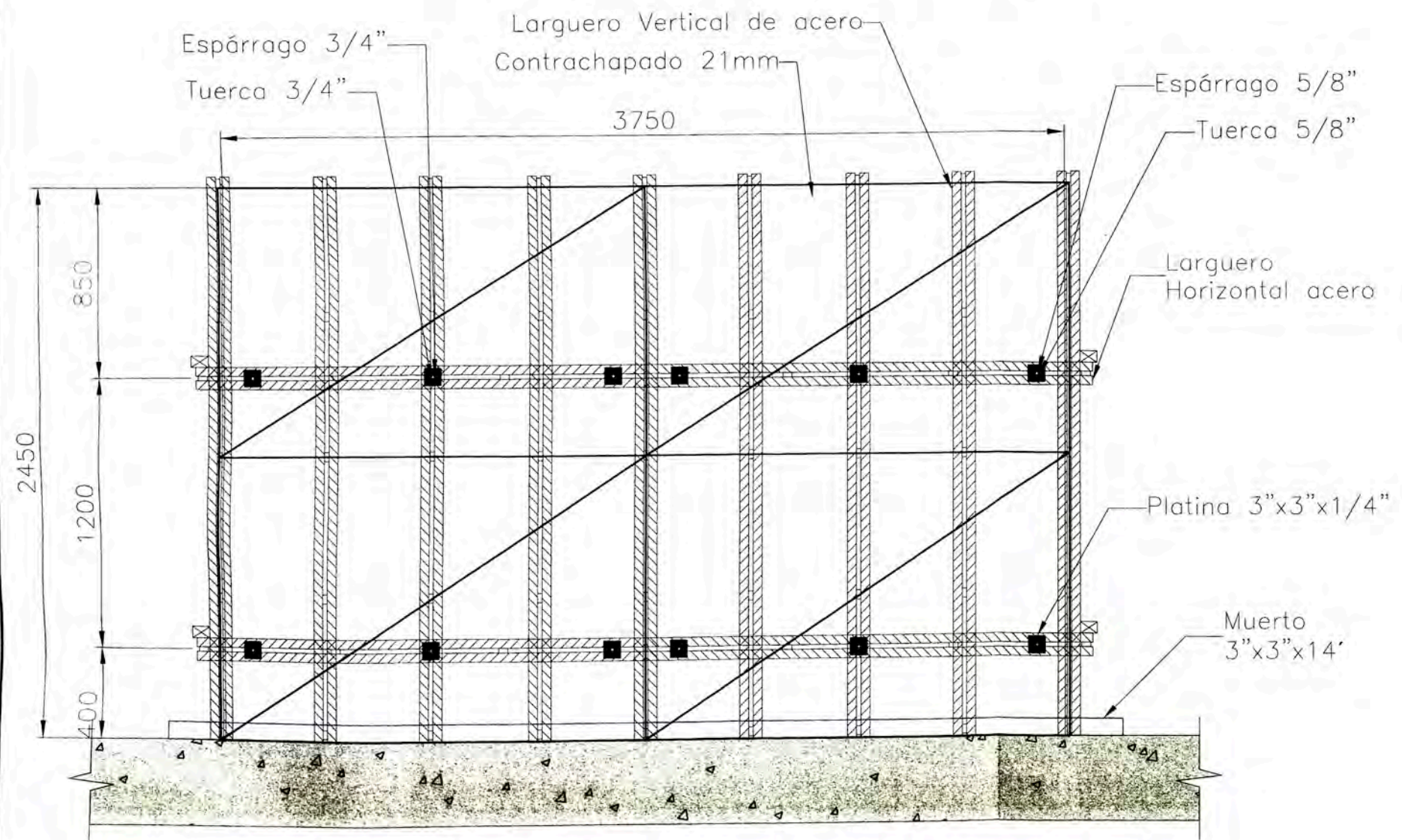
VISTA B-B
COLUMNA C01-40X90
ESC. 1/25

CURSO DE TITULACION UNI-FIC 2010-I		
ANTEPROYECTO:	PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDA VILLA SOL	
TITULO:	ENCOFRADO OPTIMIZADO COLUMNA C01-40X90	LAMINA:
TEMA INFORME DE SUFICIENCIA:	ESTIMACION DE LA PRESION LATERAL DEL CONCRETO SOBRE ENCOFRADOS VERTICALES	
DIBUJO:	OIRM	FECHA: AGOSTO 2010
		ESCALA: INDICADA

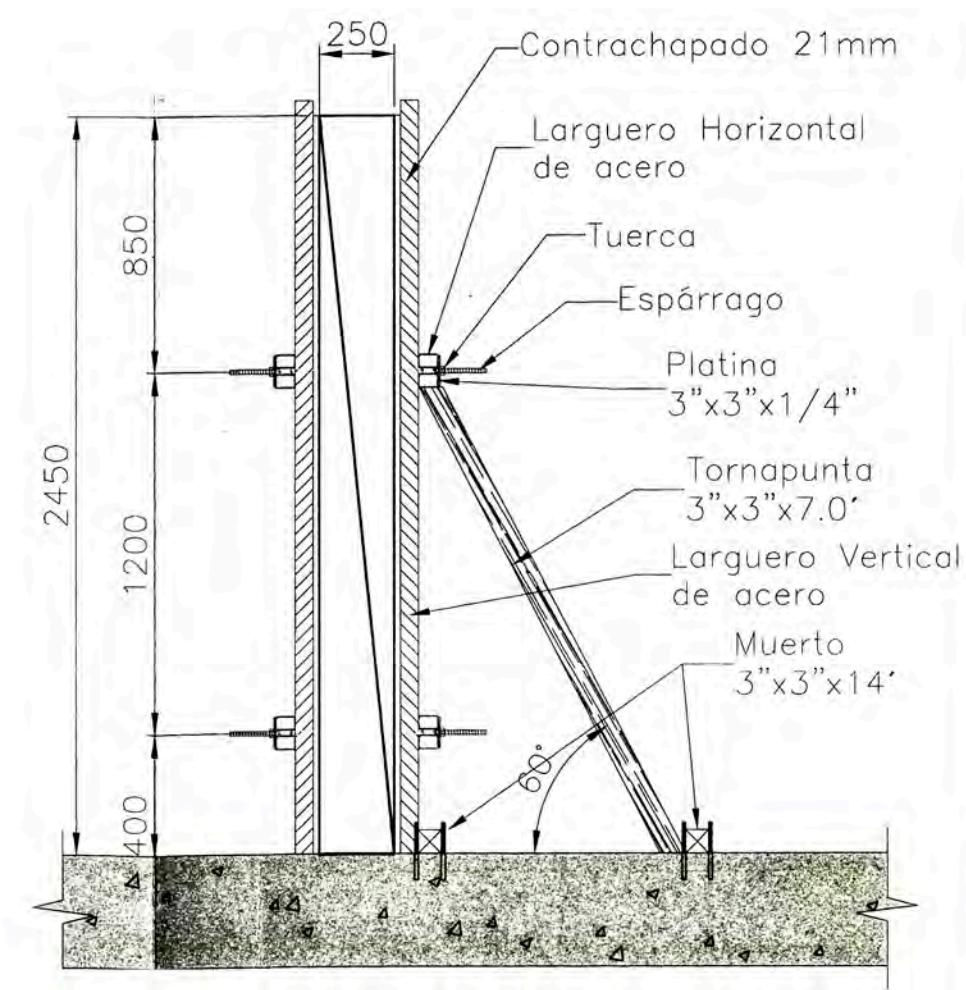
EC-04



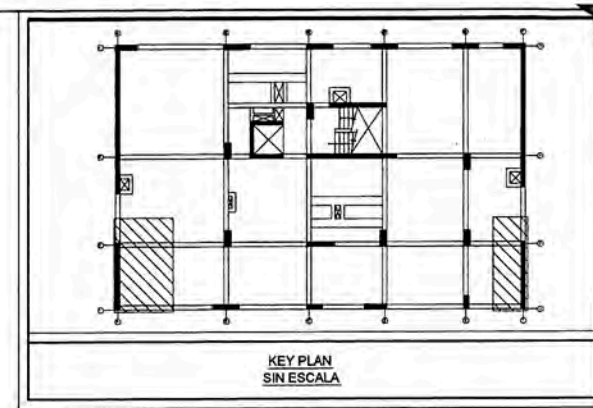
PLACA PL03-25X375
PLANTA ESC. 1/25



VISTA A-A
PLACA PL03-25X375
ESC. 1/25



VISTA B-B
PLACA PL03-25X375
ESC. 1/25



CURSO DE TITULACION UNI-FIC 2010-I		
ANTEPROYECTO:	PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDA VILLA SOL	
TITULO:	ENCOFRADO OPTIMIZADO PLACA PL03-25X375	LAMINA:
TEMA INFORME DE SUFICIENCIA:	ESTIMACION DE LA PRESION LATERAL DEL CONCRETO SOBRE ENCOFRADOS VERTICALES	
DIBUJO:	OIRM	FECHA: AGOSTO 2010
		ESCALA: INDICADA

EC-05