

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**“APLICACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS EN EL  
PLANTEAMIENTO DE PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN  
DE EDIFICACIONES”**

PRESENTADO POR:

**SILVIA VLASTIMILA CÁCERES VALDÉS**

**ALEX ARMANDO CRUZ BARAHONA**

**JUAN JOSÉ SAMUEL RODAS PÉREZ**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, DICIEMBRE DE 2013

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR :

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

SECRETARIA GENERAL :

**DRA. ANA LETICIA ZAVALA DE AMAYA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO :

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

SECRETARIO :

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

DIRECTOR :

**Ph.D. ING. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO CIVIL**

Título :

**“APLICACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS EN EL  
PLANTEAMIENTO DE PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN  
DE EDIFICACIONES”**

Presentado por :

**SILVIA VLASTIMILA CÁCERES VALDÉS  
ALEX ARMANDO CRUZ BARAHONA  
JUAN JOSÉ SAMUEL RODAS PÉREZ**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores :

**ING. JOSÉ RANULFO CÁRCAMO Y CÁRCAMO  
ING. FREDY ROLANDO HERRERA COELLO**

San Salvador, diciembre de 2013

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores :

**ING. JOSÉ RANULFO CÁRCAMO Y CÁRCAMO**

**ING. FREDY ROLANDO HERRERA COELLO**

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS, por todas las bendiciones a lo largo de mi vida, iniciando por mis padres. Por acompañarme y ser mi fortaleza en los momentos más difíciles, ayudarme a mantenerme en el camino y no desfallecer. Agradezco que me permita culminar mi carrera y estoy convencida que tarda pero no olvida.

A MI MADRE, Sara María Valdés Kreysa, por ser una mujer maravillosa, ejemplo de entrega, amor y fortaleza. Te admiro mamá y agradezco infinitamente tu apoyo y guía durante toda mi vida.

A MI PADRE, José Cáceres Revelo, por siempre apoyarme y tener las palabras exactas de aliento y motivación para mí cuando más lo he necesitado. Muchas gracias papá.

A MI HERMANA, Sara María Cáceres Valdés, por su apoyo y comprensión. Espero que tú también sigas en camino a alcanzar tus objetivos y que coseches muchos triunfos.

A MIS ABUELITOS, en especial a mi abuelita Vlastimila Kreysa de Valdés (Q.E.P.D.) por ser una de las personas más importantes en mi vida, por ser una segunda mamá para mí, por todo su amor, paciencia y enseñanzas que aún persisten en mí y forman parte de lo que soy.

A mi abuelito Brígido Revelo, por sus consejos y por siempre alentarme a salir adelante, a prepararme y dar lo mejor de mí en mi carrera universitaria.

A MIS TÍOS, Eduardo Valdés Kreysa, Adela Valdés de Carranza, Milton Carranza, Ana de Valdés, Mario Valdés Kreysa y Carolina de Valdés, por todo su cariño y apoyo.

A Ricardo Valdés Kreysa, por su apoyo, guía y amor. Gracias por confiar en mí y siempre motivarme a seguir adelante en todos los aspectos de mi vida, por tu tiempo, paciencia y comprensión, por ser un padre para mí.

A Gustavo Machuca, por ser parte esencial de esta trayectoria. Gracias por creer en mí y darme incondicionalmente tu apoyo y ayuda. Deseo que tu camino esté lleno de éxito y bendiciones.

A MIS AMIGOS, Carlos Campos, Guillermo Panameño, Immer Flamenco, José Carlos Umaña, Mónica Sánchez, William Santamaría, David Barba, Gabriela Mendoza y Eliézar Gil. Gracias por su amistad y apoyo, espero que sus vidas estén llenas de bendiciones y que logren alcanzar todas sus metas.

A MIS COMPAÑEROS, Alex Cruz y Samuel Rodas, por desarrollar junto a mí este trabajo de graduación, el cual sé que será un buen punto de partida para el inicio de nuestra vida profesional. Deseo que sigan creciendo profesionalmente y cosechando muchos éxitos.

A MIS ASESORES, Ing. Fredy Herrera Coello e Ing. José Ranulfo Cárcamo, muchas gracias por brindarnos su tiempo, ayuda y guía para el desarrollo del presente Trabajo de Graduación, por compartir sus conocimientos y contribuir en gran medida a nuestro crecimiento profesional.

A MIS PROFESORES, por compartir sus conocimientos durante mi proceso de formación.

Silvia Vlastimila Cáceres Valdés

## **AGRADECIMIENTOS**

Cuando se llega al final de un trabajo tan arduo y difícil como el desarrollo de una tesis, es inevitable que ser asaltado por un egocentrismo nos lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que se ha hecho.

Sin embargo, un análisis objetivo nos muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos. Honor a quien honor merece.

A MIS PADRES, Marisol y Alex. Por el amor incondicional e inconmensurable que me han brindado a lo largo de mi vida. Por enseñarme los valores necesarios para llevar una vida feliz y en paz con los demás, y especialmente conmigo mismo. Por el apoyo moral y económico que con mucho esfuerzo me han dado. Por los sacrificios hechos en beneficio de mi persona. Por ser la fuente de inspiración de todos mis proyectos. Gracias...

A MI TÍA, Lupita. Por los consejos oportunos, por el incalculable apoyo hacia mi persona y la confianza mostrada. Gracias por ser mi segunda mamá.

A MI HERMANA, Kriscya. Por tener siempre las palabras correctas para cada situación, y por demostrarme que la fortaleza de una persona no depende de su edad, sino de sus ganas de ayudar a los demás.

A MI FAMILIA. A mi abuela Yoya, mi tía Chelo, mi abuela Rosa. Y todos los demás que de una u otra manera estuvieron allí, tanto para apoyarme en las buenas, como para hacerme ganar fortaleza en las malas.

A LOS QUE YA NO ESTÁN. Porque su paso por este mundo fue tan valioso que lograron dejar huella en todos aquellos que los amábamos. Gracias por ser parte de mi vida y por hacerme valorarla incluso más.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS, Vlas y Samuel. Por tener paciencia conmigo, y aguantarme durante todo este proceso tan complicado. Les deseo éxitos de todo corazón en esta nueva etapa de sus vidas.

A doña Sara Valdés, por el apoyo que me ha dado, y por confiar en mí. En este mundo tan loco y falso es muy difícil encontrar personas como usted. Yo tuve la dicha de hacerlo. Muchas gracias.

A MIS DOCENTES ASESORES, Ing. Ranulfo Cárcamo e Ing. Fredy Herrera Coello. Por la asesoría y apoyo brindados en el proceso de este trabajo, por sembrar en mí persona la semilla de la curiosidad y fortalecer la responsabilidad y la ética profesional. Y sobre todo por explicarme que la ingeniería civil no solo es números y cálculos, sino la aplicación de éstos en los proyectos, para lograr ser un profesional completo.

A MIS COMPAÑEROS. A los buenos por ayudarme a salir adelante a base de explicaciones y paciencia, y a los malos por enseñarme a tener más paciencia, por enseñarme lo valioso de no complicarse la vida, y sobre todo por mostrarme el camino erróneo para apartarme de él.

A MIS AMIGOS. Alicia, Mayra, Johanna, Susan, Julio, Franklin, David, Miguel. Porque han sido parte de este proceso. Por sus consejos, apoyo, enojos, alegrías, y toda esa mezcla caótica que conlleva tener una amistad, que por momentos nos hunde, pero que cuando nos eleva nos lleva a lugares increíbles.

Alex Armando Cruz Barahona

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS TODOPODEROSO, por haberme dado una segunda oportunidad y gracias a ello he logrado alcanzar una de mis metas propuestas, además de haberme dado mucha fortaleza, conocimiento y perseverancia durante toda mi vida y mi formación académica.

A MI PADRE, por sus consejos, disciplina, amor y todo su apoyo tanto como padre y jefe que me ha enseñado desde pequeño para superarme cada día más, razón por la cual le dedico una buena parte de este logro.

A MI MADRE, por todos los consejos, muestras de afecto, y amor que me ha dado.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS, porque sin ellos no hubiera sido posible este logro, sin su apoyo y su sacrificio no hubiéramos logrado este triunfo, gracias a su dedicación, sentido de responsabilidad y entrega por este trabajo de graduación.

AL ING. FREDY HERRERA COELLO, porque nos dirigió en el trabajo de graduación y nos permitió alcanzar esta meta. Y gracias a sus conocimientos, experiencias y aportes a nuestro trabajo de graduación he logrado obtener muchos conocimientos de la carrera.

AL ING. CÁRCAMO Y CÁRCAMO, porque que sin sus correcciones no se hubiera logrado alcanzar la meta de elaborar planos de taller con una metodología didáctica para el uso de los estudiantes e interesados.

A MI FAMILIA, por haberme brindado su apoyo y colaboración durante el transcurso de todas las etapas de este trabajo de graduación, en especial a mi esposa Sandra Ramírez, ya que gracias a sus sacrificios he logrado culminar mi carrera, razón por la cual le dedico parte de este logro, también le dedico este logro a mi hijo José Samuel razón por la cual tendrá en el futuro un apoyo en su vida y logrará ser un profesional y empresario exitoso.

Sam Rodas

# ÍNDICE

RESUMEN .....	xxxv
INTRODUCCIÓN .....	xxxvii

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES .....	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
1.3. OBJETIVOS.....	7
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	7
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.4. ALCANCES.....	8
1.5. LIMITACIONES.....	9
1.6. JUSTIFICACIÓN .....	10

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1. CONSTRUCCIÓN.....	15
2.1.1. GENERALIDADES.....	15
2.1.2. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.....	15
2.2. SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN.....	17
2.2.1. MAMPOSTERÍA.....	17
2.2.2. CONCRETO REFORZADO .....	20
2.3. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN.....	24

2.3.1.	GENERALIDADES .....	24
2.3.2.	ETAPAS.....	25
2.3.3.	DOCUMENTACIÓN.....	27
2.4.	PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN .....	28
2.4.1.	GENERALIDADES .....	28
2.4.2.	DOCUMENTACIÓN.....	29
2.4.3.	CONSIDERACIONES.....	42
2.5.	PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	45
2.5.1.	TRAZO Y NIVELACIÓN .....	45
2.5.1.1.	GENERALIDADES .....	45
2.5.1.2.	EQUIPO Y HERRAMIENTAS.....	47
2.5.1.3.	PROCEDIMIENTO DE TRAZO .....	49
2.5.1.4.	RECOMENDACIONES .....	51
2.5.2.	TERRACERÍA.....	52
2.5.2.1.	TERRACERÍA GENERAL.....	52
2.5.2.1.1.	DESCAPOTE Y NIVELACIÓN.....	53
2.5.2.1.2.	EXCAVACIÓN GENERAL SUPERFICIAL .....	54
2.5.2.1.3.	EXCAVACIÓN GENERAL PROFUNDA: SÓTANOS.....	55
2.5.2.1.4.	ACCESOS Y SALIDAS.....	59
2.5.2.1.5.	ESTABILIZACIÓN DE EXCAVACIÓN.....	60
2.5.2.1.6.	COMPACTACIÓN .....	69
2.5.2.2.	TERRACERÍA ESTRUCTURAL.....	72
2.5.2.2.1.	EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL .....	72
2.5.2.2.2.	SOBRE-EXCAVACIÓN ESTRUCTURAL.....	73

2.5.2.2.3.	RELLENO COMPACTADO .....	73
2.5.3.	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE DE CONCRETO CON REFUERZO INTEGRAL .....	76
2.5.3.1.	BLOQUES DE CONCRETO .....	77
2.5.3.2.	MORTERO .....	79
2.5.3.3.	CONCRETO FLUIDO O GROUT.....	81
2.5.3.4.	ACERO DE REFUERZO .....	83
2.5.3.5.	NORMAS DE CALIDAD DE MATERIALES.....	84
2.5.3.6.	CIMENTACIONES.....	85
2.5.3.7.	PAREDES.....	86
2.5.3.8.	JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN.....	86
2.5.3.9.	JUNTAS DE CONTROL.....	88
2.5.3.10.	TUBERÍAS Y DUCTOS.....	89
2.5.3.11.	TOLERANCIAS.....	90
2.5.4.	CONCRETO REFORZADO .....	91
2.5.4.1.	CONCRETO .....	92
2.5.4.1.1.	DISEÑO DE MEZCLA.....	92
2.5.4.1.2.	FABRICACIÓN .....	93
2.5.4.1.3.	TRANSPORTE.....	94
2.5.4.1.4.	COLOCACIÓN.....	96
2.5.4.1.6.	COMPACTACIÓN.....	98
2.5.4.1.7.	CURADO.....	99
2.5.4.1.8.	JUNTAS.....	100
2.5.4.2.	NORMAS DE CALIDAD DE MATERIALES.....	107
2.5.4.1.9.	TOLERANCIAS.....	108

2.5.5.	ACERO DE REFUERZO.....	110
2.5.5.1.	TAMAÑOS Y GRADOS.....	110
2.5.5.2.	IDENTIFICACIÓN.....	111
2.5.5.3.	COLOCACIÓN.....	113
2.5.5.3.1.	SOPORTES, ESPACIADORES Y AMARRES.....	113
2.5.5.4.	ESPACIAMIENTO.....	115
2.5.5.5.	LONGITUDES DE DESARROLLO.....	116
2.5.5.6.	EMPALMES.....	120
2.5.5.6.1.	EMPALMES POR TRASLAPE.....	120
2.5.5.6.2.	EMPALMES SOLDABLES.....	130
2.5.5.6.3.	EMPALMES MECÁNICOS.....	134
2.5.5.7.	GANCHOS Y DOBLECES.....	139
2.5.5.8.	RECUBRIMIENTO.....	146
2.5.5.9.	TOLERANCIAS.....	147
2.5.5.10.	INTERSECCIÓN EN ESQUINAS Y DETALLES DE CONEXIÓN.....	149
2.5.6.	ENCOFRADOS.....	150
2.5.6.1.	GENERALIDADES.....	150
2.5.6.2.	ECONOMÍA.....	152
2.5.6.3.	MATERIALES.....	156
2.5.6.4.	DESENCOFRADO.....	157
2.5.6.5.	TOLERANCIAS.....	161
2.5.6.6.	DISEÑO DE ENCOFRADOS.....	162
2.5.6.6.1.	CARGAS VERTICALES.....	162
2.5.6.6.2.	CARGAS HORIZONTALES.....	167

2.5.7.	TECHO.....	172
2.5.7.1.	ESTRUCTURA DE TECHO.....	173
2.5.7.2.	CUBIERTA DE TECHO.....	177
2.5.7.3.	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	182
2.5.8.	ACABADOS.....	185
2.5.8.1.	PISOS.....	185
2.5.8.1.1.	HERRAMIENTAS Y MATERIALES.....	187
2.5.8.1.2.	COLOCACIÓN.....	188
2.5.8.1.3.	JUNTAS.....	189
2.5.8.2.	CIELO FALSO.....	191
2.5.8.2.1.	HERRAMIENTAS Y MATERIALES.....	192
2.5.8.2.2.	DETALLADO SÍSMICO.....	192
2.5.8.2.3.	COLOCACIÓN.....	193
2.5.9.	SISTEMAS ESPECIALES.....	195
2.5.9.1.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	196
2.5.9.2.	INSTALACIONES HIDRÁULICAS.....	200
2.5.9.3.	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.....	203
2.6.	PLANOS CONSTRUCTIVOS.....	205
2.6.1.	CONCEPTO.....	205
2.6.2.	GENERALIDADES.....	206
2.6.3.	ÁREAS DE APLICACIÓN.....	209

### **CAPÍTULO III**

#### **EJEMPLIFICACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS PARA EDIFICACIONES**

3.1.	PROYECTO: EDIFICIO.....	215
------	-------------------------	-----

3.2. PROYECTO: VIVIENDA .....	314
3.3. PROYECTO: PUENTE VIGA AASHTO.....	348
3.4. PROYECTO: CAPILLA CARDEDEU.....	366
3.5. PROYECTO: CAJA PUENTE.....	382

#### **CAPÍTULO IV**

##### **DIAGNÓSTICO DE APLICACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN**

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	419
4.2. OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN .....	419
4.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	419
4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	419
4.5. PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	420
4.6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	421

#### **CAPÍTULO V**

##### **ANÁLISIS COMPARATIVO**

5.1. ACERO DE REFUERZO .....	441
5.2. ENCOFRADOS.....	451
5.3. COSTO DE PLANOS CONSTRUCTIVOS .....	459

#### **CAPÍTULO VI**

##### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1. CONCLUSIONES.....	463
6.2. RECOMENDACIONES .....	464
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	467
ANEXOS .....	479

## ÍNDICE DE ESQUEMAS

ESQUEMA 1. ORGANIGRAMA PARA PROYECTO GRANDE DE CONSTRUCCIÓN.....	31
ESQUEMA 2. ORGANIGRAMA PARA PROYECTO MEDIANO DE CONSTRUCCIÓN.....	32
ESQUEMA 3. ORGANIGRAMA PARA PROYECTO PEQUEÑO DE CONSTRUCCIÓN.....	33

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1.....	117
ECUACIÓN 2.....	118
ECUACIÓN 3.....	124
ECUACIÓN 4.....	124
ECUACIÓN 5.....	140
ECUACIÓN 6.....	163
ECUACIÓN 7.....	163
ECUACIÓN 8.....	164
ECUACIÓN 9.....	166
ECUACIÓN 10.....	167
ECUACIÓN 11.....	169
ECUACIÓN 12.....	170
ECUACIÓN 13.....	171

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DOCUMENTACIÓN PARA REGISTRO DE LAS ACTIVIDADES DURANTE UN COLADO (FRENTE) .....	40
FIGURA 2. DOCUMENTACIÓN PARA REGISTRO DE LAS ACTIVIDADES DURANTE UN COLADO (REVERSO).....	41
FIGURA 3. ESQUEMA DE PROCESO DE NIVELACIÓN Y SUS ELEMENTOS .....	46
FIGURA 4. ESQUEMA DE NIVELETA.....	49
FIGURA 5. ESQUEMA DE COLOCACIÓN DE EJES.....	49
FIGURA 6. ESQUEMA DE COLOCACIÓN TÍPICA DE NIVELETAS.....	51
FIGURA 7. TERRACERÍA GENERAL.....	52
FIGURA 8. ESQUEMA DE REMOCIÓN DE CAPA VEGETAL .....	54
FIGURA 9. SÓTANO DE MUROS Y LOSAS DE CONTENCIÓN .....	56
FIGURA 10. SÓTANO CELULAR CON MUROS.....	56
FIGURA 11. SÓTANO SOBRE PILOTES.....	57
FIGURA 12. ESQUEMA DE PLANO CONSTRUCTIVO DE TERRACERÍA GENERAL .....	58
FIGURA 13. FACTORES QUE MODIFICAN LOS PLANOS DE FALLA DE LOS TERRENOS.....	61
FIGURA 14. PENDIENTES DE TALUD MÁXIMAS.....	63
FIGURA 15. DIAGRAMAS DE ENVOLVENTES DE PRESIONES SOBRE ENTIBADOS.....	65
FIGURA 16. ESQUEMA DE ENTIBACIONES CON PROFUNDIDADES MAYORES A 2.0 M .....	66
FIGURA 17. MURO SOIL NAIL A MEDIDA SE VA EXCAVANDO.....	68
FIGURA 18. CONSTRUCCIÓN DE SÓTANO CON ARRIOSTRAMIENTO PERMANENTE.....	68
FIGURA 19. CONSTRUCCIÓN DE SÓTANO CON ARRIOSTRAMIENTO PROVISIONAL.....	69
FIGURA 20. ESQUEMA DE TERRACERÍA ESTRUCTURAL.....	74

FIGURA 21. ESQUEMA DE TERRACERÍA ESTRUCTURAL DE FUNDACIÓN CON PILOTES ...	75
FIGURA 22. DIMENSIONES DE BLOQUE DE CONCRETO .....	77
FIGURA 23. TIPOS DE BLOQUE.....	79
FIGURA 24. FORMA CORRECTA DE RELLENAR UNA CELDA QUE CONTIENE REFUERZO VERTICAL.....	82
FIGURA 25. FORMA CORRECTA DE REALIZAR UN LEVANTAMIENTO DE MAMPOSTERÍA DE BLOQUE DE CONCRETO.....	87
FIGURA 26. ESQUEMA DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN EN PAREDES DE BLOQUE DE CONCRETO.....	88
FIGURA 27. ESQUEMA MÁS COMÚN DE COLOCACIÓN DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN VERTICALES.....	101
FIGURA 28. COLADO MONOLÍTICO DE ZAPATA, PEDESTAL Y COLUMNA.....	102
FIGURA 29. ESQUEMA DE LLAVE DE CORTANTE EN JUNTA DE CONSTRUCCIÓN .....	103
FIGURA 30. COLOCACIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN .....	104
FIGURA 31. ESQUEMA DE REFUERZO DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN .....	105
FIGURA 32. ESQUEMA DE JUNTA DE AISLAMIENTO.....	106
FIGURA 33. JUNTA DE CONTROL .....	107
FIGURA 34. MARCAS DE IDENTIFICACIÓN DE VARILLAS DE REFUERZO CORRUGADAS .....	112
FIGURA 35. SOPORTES PARA ACERO DE REFUERZO .....	115
FIGURA 36. LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO DE UNA VARILLA.....	116
FIGURA 37. ZONAS DE TRASLAPES DE VIGAS Y COLUMNAS.....	127
FIGURA 38. COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO EN LOSA DENSA SEGÚN CASO 1.....	128
FIGURA 39. COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO EN LOSA DENSA SEGÚN CASO 2.....	129
FIGURA 40. COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO EN LOSA DENSA SEGÚN CASO 3.....	130

FIGURA 41. ESQUEMA DE SOLDADURA DE FILETE.....	131
FIGURA 42. ESQUEMAS DE SOLDADURA A TOPE.....	132
FIGURA 43. ZONAS DONDE NO DEBEN SOLDARSE VARILLAS DE REFUERZO.....	133
FIGURA 44. ESQUEMAS DE EMPALMES MECÁNICOS COLOCADOS EN VIGAS:.....	135
FIGURA 45. ESQUEMAS DE EMPALMES MECÁNICOS COLOCADOS EN COLUMNAS.....	136
FIGURA 46. EMPALME MECÁNICO: BAR-GRIP.....	137
FIGURA 47. EMPALME MECÁNICO: ZAP-SCREWLOCK.....	137
FIGURA 48. EMPALME MECÁNICO: BAR-SPLICER.....	138
FIGURA 49. EMPALME MECÁNICO: GRIP-TWIST.....	139
FIGURA 50. DETALLES DEL DOBLADO DE VARILLA PARA DESARROLLAR EL GANCHO ESTÁNDAR.....	140
FIGURA 51. GANCHOS ESTÁNDAR DE 90° Y 180° PARA REFUERZO LONGITUDINAL.....	144
FIGURA 52. GANCHO ESTÁNDAR DE 135° PARA REFUERZO TRANSVERSAL.....	145
FIGURA 53. TOLERANCIAS DE FABRICACIÓN PARA VARILLAS DESDE NO. 3 A NO. 11.....	147
FIGURA 54. TOLERANCIAS DE FABRICACIÓN PARA VARILLAS DESDE NO. 3 A NO. 11.....	148
FIGURA 55. ANCLAJE EN ESQUINAS DE PAREDES DE CONCRETO.....	149
FIGURA 56. ESQUEMA DE REFUERZO DE VANOS EN PAREDES DE CONCRETO.....	150
FIGURA 57. FORMA Y DIMENSIONES DE POLÍN ESPACIAL.....	175
FIGURA 58. FORMA Y DIMENSIONES DE POLÍN C.....	176
FIGURA 59. FORMA Y DIMENSIONES DE VIGA MACOMBER.....	176
FIGURA 60. CONFIGURACIONES MÁS COMUNES DE CUBIERTAS DE TECHO.....	177
FIGURA 61. ESQUEMA DE TRASLAPES DE LÁMINAS DE FIBROCEMENTO.....	178
FIGURA 62. TIPOS DE CANALES PARA AGUAS LLUVIAS.....	181
FIGURA 63. ESQUEMA DE BOTAGUAS.....	181

FIGURA 64. ESQUEMAS DE CAPOTES.....	182
FIGURA 65. ESQUEMA DE COLOCACIÓN DE LÁMINAS.....	183
FIGURA 66. ESQUEMA DE CORTES CUANDO HAY SUPERPOSICIÓN DE ESQUINA .....	183
FIGURA 67. ESQUEMA DE PERFORACIÓN PARA ANCLAJES DE LÁMINAS.....	184
FIGURA 68. FORMA IDEAL DE COLOCAR BALDOSAS.....	189
FIGURA 69. DISTANCIAS DE COLOCACIÓN DE DUCTOS ELÉCTRICOS.....	197
FIGURA 70. FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS.....	208

### ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ÁNGULOS DE TALUD NATURALES DE LOS DIFERENTES TIPOS DE SUELO.....	62
TABLA 2. PENDIENTES DE TALUD MÁXIMAS EN EXCAVACIONES.....	62
TABLA 3. ANCHURA MÍNIMA DE EXCAVACIONES SEGÚN PROFUNDIDAD.....	65
TABLA 4. ANCHO DE BLOQUES RECOMENDADOS SEGÚN LA CARGA DE LA PARED.....	77
TABLA 5. DIMENSIONES NOMINALES Y REALES DE BLOQUES DE CONCRETO RECTANGULARES.....	78
TABLA 6. CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES HUECAS DE CONCRETO.....	79
TABLA 7. TIPOS DE MORTERO Y PROPORCIÓN POR VOLUMEN.....	81
TABLA 8. LONGITUDES DE ANCLAJE.....	83
TABLA 9. NORMAS QUE DEBEN CUMPLIR MATERIALES USADOS EN MAMPOSTERÍA.....	84
TABLA 10. NORMAS DE MATERIALES USADOS PARA CONCRETO.....	107
TABLA 11. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARILLAS DE ACERO CORRUGADO.....	112
TABLA 12. SEPARACIONES DEL ACERO DE REFUERZO SEGÚN EL TIPO DE ELEMENTO.....	116

TABLA 13. LONGITUDES DE DESARROLLO BÁSICAS PARA VARILLAS DE ACERO FY=2800 KG/CM <sup>2</sup> .....	118
TABLA 14. LONGITUDES DE DESARROLLO BÁSICAS PARA VARILLAS DE ACERO FY=3500 KG/CM <sup>2</sup> .....	119
TABLA 15. LONGITUDES DE DESARROLLO BÁSICAS PARA VARILLAS DE ACERO FY=4200 KG/CM <sup>2</sup> .....	119
TABLA 16. EMPALMES POR TRASLAPE .....	122
TABLA 17. LONGITUDES DE TRASLAPE PARA VARILLAS A TENSIÓN DE ACERO FY=2800 KG/CM <sup>2</sup> .....	122
TABLA 18. LONGITUDES DE TRASLAPE PARA VARILLAS A TENSIÓN DE ACERO FY=3500 KG/CM <sup>2</sup> .....	123
TABLA 19. LONGITUDES DE TRASLAPE PARA VARILLAS A TENSIÓN DE ACERO FY=4200 KG/CM <sup>2</sup> .....	123
TABLA 20. LONGITUDES DE TRASLAPE PARA VARILLAS A COMPRESIÓN.....	125
TABLA 21. LONGITUDES DE DESARROLLO LDH PARA VARILLAS A TENSIÓN (ACERO FY=2800 KG/CM <sup>2</sup> ).....	141
TABLA 22. LONGITUDES DE DESARROLLO LDH PARA VARILLAS A TENSIÓN (ACERO FY=3500 KG/CM <sup>2</sup> ).....	141
TABLA 23. LONGITUDES DE DESARROLLO LDH PARA VARILLAS A TENSIÓN (ACERO FY=4200 KG/CM <sup>2</sup> ).....	142
TABLA 24. DIÁMETROS MÍNIMOS DE DOBLADO.....	143
TABLA 25. GANCHOS ESTÁNDAR PARA REFUERZO PRINCIPAL PARA TODOS LOS GRADOS DE ACERO .....	143
TABLA 26. DIÁMETROS MÍNIMOS DE DOBLADO PARA GANCHO DE ESTRIBO.....	144

TABLA 27. GANCHOS ESTÁNDAR PARA REFUERZO TRANSVERSAL PARA TODOS LOS GRADOS DE ACERO* .....	145
TABLA 28. RECUBRIMIENTOS PARA ELEMENTOS COLADOS IN SITU .....	146
TABLA 29. TIEMPOS MÍNIMOS DE DESENCOFRADO BAJO CONDICIONES NORMALES.....	159
TABLA 30. RESISTENCIA MÍNIMA DEL CONCRETO PARA DESENCOFRAR.....	160
TABLA 31. TOLERANCIAS DE DEFORMACIÓN PARA ENCOFRADOS.....	161
TABLA 32. ESFUERZOS PERMISIBLES PARA MADERA DE PINO USADA PARA ELEMENTOS DE APUNTALAMIENTO .....	165
TABLA 33. CARGAS AXIALES ADMISIBLES EN PUNTALES DE MADERA.....	166
TABLA 34. COEFICIENTES DE PESO VOLUMÉTRICO ( $C_w$ ).....	168
TABLA 35. COEFICIENTE DE TIPO DE CEMENTO ( $C_c$ ).....	169
TABLA 36. PRESIONES MÁXIMAS PARA FORMALETAS DE COLUMNAS.....	170
TABLA 37. PRESIONES MÁXIMAS PARA FORMALETAS DE PAREDES .....	171
TABLA 38. CARACTERÍSTICAS DE LAS LÁMINAS DE FIBROCEMENTO.....	179
TABLA 39. CARACTERÍSTICAS DE LÁMINAS METÁLICAS.....	180
TABLA 40. MEDIDAS Y TAMAÑOS DE ELEMENTOS DE PISOS .....	186
TABLA 41. ALTURAS DE COLOCACIÓN DE MECANISMOS ELÉCTRICOS DESDE EL NIVEL DE PISO TERMINADO .....	199
TABLA 42. MATERIALES PARA ENCOFRADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIO .....	490
TABLA 43. MATERIALES PARA ENCOFRADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE EDIFICIO .....	493

## ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1. DE-01-VISTA DE FACHADA Y SECCIÓN.....	217
PLANO 2. DE-02- VISTA ARQUITECTÓNICA DE 1ER Y 2DO NIVEL .....	219
PLANO 3. TR-01-COORDENADAS DE PUNTOS Y MOJONES .....	221
PLANO 4. TR-02-DETALLES DE NIVELETAS N-1 Y N-2 .....	223
PLANO 5. TG-01-VISTA EN PLANTA Y SECCIÓN DE EXCAVACIÓN .....	225
PLANO 6. TE-01-ZAPATAS: EXCAVACIÓN Y RELLENO .....	227
PLANO 7. TE-02-SOLERAS DE FUNDACIÓN: EXCAVACIÓN Y RELLENO.....	229
PLANO 8. TE-03-TENSORES: EXCAVACIÓN Y RELLENO .....	231
PLANO 9. MA-01-PLANTA DE PAREDES DE PRIMER Y SEGUNDO NIVEL .....	233
PLANO 10. MA-02-EJES 1, 2, 3, 4, Y 5: PRIMER Y SEGUNDO NIVEL.....	235
PLANO 11. MA-03-EJE A (1-2): PRIMER Y SEGUNDO NIVEL.....	237
PLANO 12. MA-04-EJE A (2-3, 3-4, 4-5): PRIMER Y SEGUNDO NIVEL.....	239
PLANO 13. MA-05-EJE B (1-2): PRIMER Y SEGUNDO NIVEL.....	241
PLANO 14. MA-06-EJE B (2-3, 3-4, 4-5): PRIMER Y SEGUNDO NIVEL.....	243
PLANO 15. MA-07-EJE AA: PRIMER Y SEGUNDO NIVEL.....	245
PLANO 16. MA-08-EJE 1A Y 1C: PRIMER Y SEGUNDO NIVEL.....	247
PLANO 17. MA-09-EJE 1B: PRIMER Y SEGUNDO NIVEL .....	249
PLANO 18. MA-10-DETALLES DE SOLERAS DE FUNDACIÓN SF-1 Y SF-2 .....	251
PLANO 19. MA-11-DETALLES DE UNIONES Y ELEMENTOS DE UNIÓN .....	253
PLANO 20. JC-01-JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN VERTICALES .....	255
PLANO 21. AR-01a-ZAPATA Z-1 Y COLUMNA C-1.....	257
PLANO 22. AR-01b-ZAPATA Z-2 Y COLUMNA C-2 .....	259

PLANO 23. AR01c-ZAPATA Z-3 Y COLUMNA C-3.....	261
PLANO 24. AR-02a-VIGAS: PLANTA Y SECCIÓN.....	263
PLANO 25. AR-02b- VIGA V-1 UBICADA EN EJE A Y EJE B.....	265
PLANO 26. AR-02c-VIGA V-1 Y V-2 UBICADA EN EJES 1, 2, 3, 4, 5 .....	267
PLANO 27. AR-03a-LOSA DENSA: VISTA DE PLANTA Y SECCIÓN.....	269
PLANO 28. AR-03b-REFUERZO DE LECHO SUPERIOR.....	271
PLANO 29. AR-03c-REFUERZO DE LECHO INFERIOR .....	273
PLANO 30. EN-01-ZAPATAS Z-1, Z-2 Y Z-3.....	275
PLANO 31. EN-02-PEDESTALES P-1, P-2 Y P-3 .....	277
PLANO 32. EN-03-COLUMNAS C-1, C-2 Y C-3.....	279
PLANO 33. EN-04a-UBICACIÓN Y CANTIDAD DE PLYWOOD Y STUDS.....	281
PLANO 34. EN-04b-UBICACIÓN DE WALES Y ANDAMIO ESTRUCTURAL .....	283
PLANO 35. EN-05a-UBICACIÓN DE ANDAMIOS, WALES Y JOIST'S.....	285
PLANO 36. EN-05b-DETALLE DE ANDAMIOS ESTRUCTURALES .....	287
PLANO 37. ET-01-DETALLES DE VIGAS MACOMBER.....	289
PLANO 38. ET-02a-DETALLE DE CONEXIÓN CX-1.....	291
PLANO 39. ET-02b-DETALLE DE CONEXIONES CX-2 Y CX-3.....	293
PLANO 40. ET-02c-DETALLE DE CONEXIONES CX-4 Y CX-5 .....	295
PLANO 41. ET-02d-DETALLE DE CONEXIONES CX-6 Y CX-7 .....	297
PLANO 42. ET-02e-DETALLE DE CONEXIONES CX-8 Y CX-9.....	299
PLANO 43. ET-03-DETALLES DE POLINES.....	301
PLANO 44. ET-04-DETALLE DE CUBIERTA .....	303
PLANO 45. ET-05-DETALLE DE SECCIÓN Y CANAL DE LÁMINA.....	305
PLANO 46. PI-01-DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA DE MATERIALES.....	307

PLANO 47. PI-02-DETALLE DE COLOCACIÓN DE PISOS .....	309
PLANO 48. CF-01-DETALLE DE ÁNGULO PERIMETRAL Y CRUCEROS.....	311
PLANO 49. CF-02-DETALLE DE TABLA YESO Y TUBOS RÍGIDOS .....	313
PLANO 50. VISTA DE FACHADA Y SECCIÓN .....	315
PLANO 51. FU-01-VIGA DE FUNDACIÓN Y PILOTES: VISTA EN PLANTA .....	317
PLANO 52. FU-02-DETALLE DE VIGAS DE FUNDACIÓN Y PILOTES.....	319
PLANO 53. MA-01-PLANTA Y DETALLES DE PAREDES: NIVELES 1, 2 Y 3 .....	321
PLANO 54. MA-02-EJE A (1-5),(5-9),(9-13),(13-17): NIVELES 1, 2 Y 3.....	323
PLANO 55. MA-03-EJE B Y EJE D: NIVELES 1, 2 Y 3 .....	325
PLANO 56. MA-04-EJE C (4-6),(12-14): NIVELES 1, 2 Y 3 .....	327
PLANO 57. MA-05-EJE E (1-9),(9-17): NIVELES 1, 2 Y 3.....	329
PLANO 58. MA-06-EJE F (1-9),(9-17): NIVELES 1, 2 Y 3.....	331
PLANO 59. MA-07-EJES 1,9,17 (F-A): NIVELES 1, 2 Y 3 .....	333
PLANO 60. MA-08-EJES 2,8,10,16 Y EJES 3,7,11,15: NIVELES 1, 2 Y 3.....	335
PLANO 61. MA-09-EJES 4,6,12,14 (F-A): NIVELES 1, 2 Y 3 .....	337
PLANO 62. MA-10-EJES 5,13 (E-A): NIVELES 1, 2 Y 3.....	339
PLANO 63. LE-01-UBICACIÓN DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS.....	341
PLANO 64. LE-02-DETALLES DE LOSA DE ENTREPISO.....	343
PLANO 65. ET-01-UBICACIÓN DE POLINES Y VIGAS MACOMBER .....	345
PLANO 66. ET-02-UBICACIÓN DE LÁMINAS DE FIBROCEMENTO.....	347
PLANO 67. DE-01-VISTA DE PLANTA Y VISTA EN ELEVACIÓN .....	349
PLANO 68. GE-01-PILAS: GEOMETRÍA Y DETALLES.....	351
PLANO 69. GE-02-ESTRIBOS: GEOMETRÍA Y DETALLES.....	353
PLANO 70. GE-03-ZAPATAS: GEOMETRÍA Y DETALLES .....	355

PLANO 71. GE-04-VIGAS PRINCIPALES: GEOMETRÍA Y DETALLES.....	357
PLANO 72. GE-05-DETALLES DE VIGA RIOSTRA Y JUNTA.....	359
PLANO 73. JC-01-PARED DE ESTRIBO .....	361
PLANO 74. EN-01-LOSA DE CONCRETO .....	363
PLANO 75. EN-02-PARED DE CONCRETO DE ESTRIBO.....	365
PLANO 76. EN-01-DETALLE DE ANDAMIO.....	369
PLANO 77. EN-02-DETALLE EN PARED EN VOLADIZO .....	371
PLANO 78. EN-03-DETALLE DE ANDAMIO.....	373
PLANO 79. EN-04-DETALLE DE W 6 X 9 .....	375
PLANO 80. EN-05-DISTRIBUCIÓN DE PLYWOOD DE 3/4" .....	377
PLANO 81. EN-06-SECCIÓN ESTRUCTURAL.....	379
PLANO 82. EN-07-DETALLE DE ELEVACIÓN DE ANDAMIO.....	381
PLANO 83. GE-01-CAJA DE CONCRETO Y ALETONES.....	385
PLANO 84. GE-02-ALETONES: VISTA DE SECCIÓN.....	387
PLANO 85. GE-03-ALETONES: VISTA EN ELEVACIÓN .....	389
PLANO 86. GE-04-DETALLE DE JUNTA DE EXPANSIÓN: CAJA-ALETÓN.....	391
PLANO 87. GE-05-CAJA DE CONCRETO: VISTA DE SECCIÓN.....	393
PLANO 88. AR-01-DETALLES Y VISTA DE SECCIÓN.....	395
PLANO 89. AR-02a-DETALLES Y VISTA EN PLANTA .....	397
PLANO 90. AR-02b-DETALLES Y VISTA EN PLANTA.....	399
PLANO 91. AR-03-DETALLES Y VISTA EN ELEVACIÓN .....	401
PLANO 92. AR-04a-JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DE LOSA SUPERIOR E INFERIOR.....	403
PLANO 93. AR-04b-CUADROS DE DETALLES .....	405
PLANO 94. EN-01-DETALLES Y VISTA DE SECCIÓN .....	407

PLANO 95. EN-02-DETALLES Y VISTA EN PLANTA .....	409
PLANO 96. EN-03-DETALLES Y VISTA DE SECCIÓN .....	411
PLANO 97. EN-04-DETALLES Y VISTA EN PLANTA .....	413
PLANO 98. EN-05-DISTRIBUCIÓN DE ANDAMIOS ESTRUCTURALES .....	415
PLANO 99. AC-01- VIGA DE EJES A Y B SOLO CON VARILLAS DE 6.0M .....	447
PLANO 100. AC-02-VIGA DE EJES A Y B SOLO CON VARILLAS DE VARIOS TAMAÑOS .....	449
PLANO 101. AC-03-ENCOFRADO DE MADERA DE COLUMNA C-2.....	455
PLANO 102. AC-04-ENCOFRADO METÁLICO DE COLUMNA C-2 .....	457

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. EDAD DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS.....	421
GRÁFICO 2. TIPO DE SERVICIO QUE BRINDAN LAS EMPRESAS ENCUESTADAS .....	422
GRÁFICO 3. CONOCIMIENTO DE PLANOS CONSTRUCTIVOS POR PARTE DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS.....	423
GRÁFICO 4. UTILIZACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS POR PARTE DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS.....	424
GRÁFICO 5. TIPO DE PROYECTOS EN QUE SON APLICADOS LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS POR PARTE DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS.....	425
GRÁFICO 6. ETAPA DEL PROYECTO EN QUE DESARROLLAN LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS LAS EMPRESAS ENCUESTADAS .....	426
GRÁFICO 7. ACTIVIDADES EN LAS QUE UTILIZAN LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS LAS EMPRESAS ENCUESTADAS.....	427

GRÁFICO 8. ENCARGADO DEL DISEÑO DE PLANOS CONSTRUCTIVOS EN LAS EMPRESAS ENCUESTADAS.....	428
GRÁFICO 9. PRODUCCIÓN DE BENEFICIOS A LAS EMPRESAS ENCUESTADAS POR LA UTILIZACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS.....	429
GRÁFICO 10. TIPO DE BENEFICIOS GENERADOS POR EL USO DE PLANOS CONSTRUCTIVOS POR PARTE DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS.....	430
GRÁFICO 11. APLICACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS EN CAMPO POR PARTE DE LA EMPRESA ENCUESTADAS.....	431
GRÁFICO 12. JUSTIFICACIÓN DE LOS RECURSOS INVERTIDOS EN LA REALIZACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS POR PARTE DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS.....	432
GRÁFICO 13. EXIGENCIA DE PLANOS CONSTRUCTIVOS EN CONTRATOS DE PROYECTOS GANADOS POR LAS EMPRESAS ENCUESTADAS .....	433
GRÁFICO 14. RAZONES POR LAS CUALES LAS EMPRESAS ENCUESTADAS NO UTILIZAN PLANOS CONSTRUCTIVOS .....	434
GRÁFICO 15. CÁLCULO DEL ACERO DE REFUERZO POR PARTE DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS QUE NO UTILIZAN PLANOS CONSTRUCTIVOS.....	435
GRÁFICO 16. SELECCIÓN DEL SISTEMA DE ENCOFRADOS POR PARTE DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS QUE NO UTILIZAN PLANOS CONSTRUCTIVOS.....	436
GRÁFICO 17. SELECCIÓN DE ZONAS DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN POR PARTE DE LAS EMPRESAS ENCUESTADAS QUE NO UTILIZAN PLANOS CONSTRUCTIVOS.....	437

**ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1. DISEÑO DE ENCOFRADO PARA ZAPATAS .....	479
ANEXO 2. DISEÑO DE ENCOFRADO PARA PEDESTALES .....	480
ANEXO 3. DISEÑO DE ENCOFRADO DE MADERA PARA COLUMNAS.....	482
ANEXO 4. DISEÑO DE ENCOFRADO METÁLICO PARA COLUMNAS.....	485
ANEXO 5. DISEÑO DE ENCOFRADO PARA LOSA DENSA.....	487
ANEXO 6. DISEÑO DE ENCOFRADO PARA VIGA .....	489
ANEXO 7. DISEÑO DE ENCOFRADO PARA PARED DE ESTRIBO .....	491
ANEXO 8. DISEÑO DE ENCOFRADO PARA LOSA.....	492
ANEXO 9. INSTRUMENTO PARA LA INVESTIGACIÓN .....	494
ANEXO 10. TABLA DE PROPIEDADES DE ACERO SECCIÓN W .....	499
ANEXO 11. TABLA DE PROPIEDADES DE ACERO SECCIÓN L .....	500
ANEXO 12. TABLA DE PROPIEDADES DE ACERO SECCIÓN C .....	503

## **RESUMEN**

La construcción es una rama de la ingeniería civil, que a través de la aplicación de métodos, técnicas, procesos, y procedimientos tiene como objetivo la materialización de proyectos de edificación.

Las edificaciones son todos los espacios diseñados y construidos por el hombre, con el fin de responder a diversas necesidades que surgen como consecuencia del desarrollo y/o crecimiento de una sociedad. Entre ellas se encuentran: edificios, viviendas, puentes, puertos, aeropuertos, entre otros.

La construcción de edificaciones es el resultado de un orden correlativo de subprocesos dentro de los cuales debe existir cierta logística, y organización para optimizar los recursos con los que se cuenta. Para esto es necesario el conocimiento de procesos constructivos, una adecuada interpretación de planos y de la documentación correspondiente a la obra.

Un proyecto de construcción está constituido por diferentes etapas, entre las cuales se encuentran: la idea, el anteproyecto, estudio de viabilidad y factibilidad, diseño, planificación, ejecución. Una de sus características más notables, es que tiene una duración específica, es decir, tiene un inicio y un final y depende de una planificación para el desarrollo las actividades que lo componen, en las cuales intervienen recursos tales como personal técnico y administrativo, herramientas y maquinaria, entre otros. La documentación que debe presentar todo proyecto de

construcción es: contrato, memoria, planos, especificaciones técnicas, presupuesto, plan de obra o programación.

Los planos constructivos son representaciones esquemáticas de los detalles de procesos constructivos, tiempos de ejecución, materiales, equipo y mano de obra a ser utilizados en el desarrollo de las distintas actividades que componen un proyecto de construcción en particular.

Tienen como objetivo fundamental comunicar al personal de campo en la obra la intención del diseñador, la cuál ha sido expresada en los planos y especificaciones técnicas y es responsabilidad de los ejecutores cumplir a cabalidad lo especificado en los planos constructivos para que las actividades se desarrollen de forma eficiente, económica y funcional.

Son generados en la etapa de planificación del proyecto y son desarrollados por ingenieros, arquitectos y dibujantes. En esta etapa sirven como herramienta que permite la detección de errores de diseño previo a la ejecución del proyecto, posibilitando de esta manera generar estrategias de solución a los mismos.

Son aplicados en la etapa de ejecución. En esta etapa ayudan a controlar la calidad, ya que permiten verificar si lo plasmado en planos ha sido materializado en la obra, así como también, contribuyen a un mayor control de cantidad y costo de mano de obra, materiales y cantidad de obra ejecutada.

## **INTRODUCCIÓN**

Las obras civiles son la base material de una sociedad, y son el reflejo más representativo del desarrollo de la misma. El ingeniero civil tiene como tarea lograr la materialización de proyectos de obra civil, aplicando para ello la ingeniería y todas sus herramientas intrínsecas para lograr el objetivo de transformar la idea en realidad.

Una de las herramientas para la ejecución de estos proyectos son los planos constructivos, los cuales tienen como objetivo fundamental comunicar al personal de campo en la obra la intención del diseñador, la cuál ha sido expresada en los planos y especificaciones técnicas.

Cabe destacar que los planos constructivos son distintos a los planos de diseño. La diferencia radica en que los planos de diseño son aquellos en los cuales el ingeniero especialista plasma el diseño del sistema o estructura, los planos constructivos son los que plantean detalles más específicos, como equipos y procesos con los cuales se construirán o instalarán dichas estructuras o sistemas.

El presente trabajo de graduación está compuesto por seis capítulos y tiene como objetivo reunir toda la información posible relacionada a planos constructivos.

En el primer capítulo se presentan las generalidades tales como antecedentes, planteamiento del problema, objetivos, alcances, limitaciones y justificación del trabajo de graduación.

El segundo capítulo presenta la teoría básica necesaria para el desarrollo y elaboración de planos constructivos de cualquier proyecto de edificación.

El tercer capítulo corresponde a la ejemplificación de planos constructivos, tiene como objetivo aplicar la teoría presentada en el segundo capítulo, con el desarrollo de los planos constructivos correspondientes a tres tipos de edificaciones: edificio, vivienda y puente. Además, se incluyen dos proyectos parcialmente desarrollados, ya que sólo se presentan los planos de detalles correspondientes a encofrados, acero de refuerzo y geometría. Todos los proyectos contenidos en este capítulo son reales y han sido ejecutados anteriormente al desarrollo del presente trabajo de graduación.

En el cuarto capítulo se presentan los resultados de la investigación de campo llevada a cabo en la zona metropolitana de San Salvador a empresas que ejecutan proyectos de edificación.

El quinto capítulo corresponde al análisis comparativo y tiene como objetivo presentar la comparación cuantitativa y cualitativa de dos casos de las dos partidas que podrían considerarse como las más importantes en todo proyecto de construcción, las cuales son: acero de refuerzo y encofrados. Presenta también el estimado del costo correspondiente a la elaboración de planos constructivos para un proyecto de construcción mediano.

El sexto capítulo contiene las conclusiones y recomendaciones correspondientes al presente trabajo de graduación.

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES**

## **1.1. ANTECEDENTES**

Actualmente en El Salvador, el área de la construcción como campo de acción del ingeniero civil requiere que las prácticas constructivas deban realizarse de una manera más agilizada, mejorando al mismo tiempo la calidad de las obras así como la reducción de los tiempos de ejecución y principalmente de los costos.

Desafortunadamente, la gran mayoría de empresas constructoras y/o constructores individuales no buscan ni aplican alternativas o herramientas que procuren disminuir los costos sin bajar la calidad. El hecho de que éstos no apliquen dichas alternativas o herramientas no se basa solamente en la falta de voluntad, sino que también influyen otros factores tales como la falta de divulgación o el pensamiento mismo que éstas no son aplicables en nuestro medio.

A estos factores se les suma que el país cuenta con bibliografía nacional escasa y desfasada en cuanto a innovación y nuevas técnicas de construcción. La bibliografía donde se abarcan las nuevas técnicas de construcción y diseño, cuentan con la desventaja de encontrarse en un idioma extranjero, y muchas veces, dicha bibliografía es complicada de conseguir, y/o no aplica para nuestra “cultura” de procesos constructivos.

La bibliografía con la que se cuenta en el país trata, en su mayoría, sobre procesos constructivos o de materiales que, aunque en la actualidad se siguen utilizando, éstos ya no representan ningún tipo de innovación, y que, si se utilizan, es debido a la costumbre de los constructores, más que a la propia aplicación de la ingeniería.

Entre dicha bibliografía podemos mencionar: Arquero, Francisco. Práctica Constructiva. Barcelona, España. Ediciones Ceac 1980; Avendaño, Dinora del Carmen. Guía Auxiliar Sobre Procesos Constructivos en Edificaciones. San Salvador, El Salvador. Editorial UCA. 1990.; Pérez Alamá, Vicente. Materiales y Procedimientos de Construcción.

Ninguna de las referencias bibliográficas antes mencionadas, describe o menciona los planos constructivos, tampoco describen como deben diseñarse, ni en qué período de la obra deben realizarse. De igual manera, no se han realizado investigaciones, ya sean trabajos universitarios o estudios de empresas constructoras a nivel nacional, donde se establezcan los parámetros mínimos para realizar un plano constructivo.

Lo anterior genera una serie de problemas en el área de la construcción, ya que, en el caso de elaborarse los planos constructivos en el sitio de la obra, da lugar a la improvisación por parte del constructor, y ésto tiene como consecuencia la complicación de los procesos constructivos, un desfase en los tiempos de ejecución de las obras, un incremento económico y afecta la calidad de dichas obras.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Una empresa constructora y/o un ingeniero civil, al ser responsables de la ejecución de un proyecto de edificación tiene a cargo múltiples actividades como la formulación de proyectos, control de calidad, establecer procedimientos para la operación de equipo y maquinaria para obtener la mejor calidad y productividad, utilizar y elegir correctamente los materiales más adecuados para obtener de ellos la mejor calidad de las obras a construir, establecer programas en la ejecución de obras enfocados al mejor aprovechamiento de los recursos, entre otros.

Cada proyecto de edificación es singular, por lo que el procedimiento general previo a su ejecución es el estudio e interpretación de los planos y especificaciones técnicas correspondientes, para obtener una entera concepción de la obra, a lo cual le precede el cálculo del presupuesto y posteriormente se lleva a cabo su ejecución. Para una correcta ejecución, es esencial que las empresas constructoras o ingenieros encargados de la obra, tengan claro los procesos constructivos que se llevarán a cabo en la materialización del proyecto, para luego aplicar un método de análisis del mismo que permita realizar una adecuada planificación, en la que se puedan prever de forma oportuna los problemas que puedan surgir en el desarrollo de la obra, esto con el fin de lograr un mejor control de calidad, y especialmente un control sobre los costos reales del proyecto.

El problema surge al no tener en el medio a profesionales con amplio conocimiento en la aplicación de planos constructivos a la planificación del procedimiento a seguir para la ejecución de la obra, siendo esta actividad un punto clave de cualquier proyecto de edificación. El problema se agudiza al no tener bibliografía actualizada disponible en idioma con un lenguaje simplificado en el que se presenten procedimientos apegados a las condiciones del país.

A partir de ésto, se plantea la necesidad de presentar la aplicación de planos constructivos a procedimientos de construcción ejecutados en nuestro país.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Aplicar planos constructivos en el planteamiento de procesos de construcción para los proyectos de edificación más importantes de El Salvador, tales como edificios, viviendas y puentes.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir el concepto de plano constructivo.
- Recopilar información acerca de los códigos, normas y reglamentos bajos los cuáles se recomienda el diseño de los planos constructivos aplicados a obras civiles de edificaciones.
- Esquematizar mediante ejemplos, los planos constructivos de las diferentes partidas que pueden surgir en una obra civil de edificación.
- Realizar una investigación de campo donde se determine si los planos constructivos son aplicados en el planteamiento de los procedimientos de construcción en las obras civiles de edificaciones.
- Comparar cuantitativa y cualitativamente diseños de acero de refuerzo y encofrados a través de sus respectivos planos constructivos.

#### **1.4. ALCANCES**

- Realizar una serie de ejemplificaciones de planos constructivos basándose en las recomendaciones de los códigos que rigen su diseño.
- Las obras civiles consideradas como edificaciones serán: edificio de concreto reforzado de 2 niveles, vivienda y puente.
- Se ejemplificarán planos constructivos sobre terracería estructural, trazo, estructuras principales, estructuras secundarias y los acabados principales como pisos y cielos.
- Los elementos que se contemplarán como estructuras principales son las siguientes: zapatas, pilotes, pedestales, vigas de fundación, tensores, columnas, paredes estructurales, vigas y losas.
- Las estructuras secundarias que se ejemplificarán serán paredes de bloque de concreto reforzada internamente y estructuras de techo.
- Dentro del rubro de acabados serán incluidas las ejemplificaciones de planos constructivos de pisos y cielos falsos.

## 1.5. LIMITACIONES

- Los planos constructivos se ejemplificarán con estructuras previamente diseñadas, es decir, no se contemplará la etapa de diseño de las mismas.
- En cimentaciones, solamente se considerarán zapatas aisladas, pilotes, vigas y soleras de fundación.
- Para la ejemplificación de los planos constructivos referentes a encofrados, se considerarán los materiales más adecuados y al menor costo posible con la calidad y seguridad requerida.
- Los planos constructivos no cubrirán ejemplificación de sistemas tales como: instalaciones eléctricas, instalaciones hidráulicas, aire acondicionado. Sin embargo si se hará mención de éstas dentro del marco teórico.
- En la ejemplificación de los procesos concernientes a acabados, solamente serán incluidas las partidas de pisos y cielo falso.

## **1.6. JUSTIFICACIÓN**

Todo proyecto de edificación surge de la necesidad de infraestructura, la cual es pilar fundamental para el desarrollo económico y social del país. El diseño, planificación y ejecución de dichos proyectos buscan satisfacer lo requerido por el solicitante o propietario. Es durante la planificación y ejecución del proyecto donde se debe garantizar que el diseño sea reproducido a cabalidad y con eficiencia, es decir, minimizar costos y tiempos de ejecución cumpliendo con la calidad requerida.

Toda empresa constructora o ingenieros independientes encargados de la ejecución de estos proyectos buscan obtener ganancias, mientras que el propietario por su parte busca la economía y calidad de la obra. Para lograr ambos propósitos, es requerido por parte de los ejecutores buenas prácticas de planificación y realización de la obra, y por parte del propietario, la adecuada supervisión e intervención oportuna durante el periodo en que se lleva a cabo la misma. Sin embargo, en el medio la generalidad es que se ejecuten dichos proyectos de manera deficiente, afectando los costos y la calidad de la obra. Los costos se incrementan al cometer errores frecuentes entre los que se encuentran: desperdicio excesivo de materiales de construcción (Por ejemplo: restantes de varillas de refuerzo), imprevistos que retardan los tiempos de ejecución planificados, hurto de materiales por parte de obreros o encargados del proyecto, falta de control de cantidad de materiales y equipo, entre otros. Como factor incidente se suma la

costumbre de solucionar los problemas según se presenten durante la ejecución de la obra, sin haber sido contemplados anticipadamente. Todos estos factores se pueden contrarrestar con la previa visualización, coordinación y adecuada planificación de los procesos constructivos que requiere la obra.

Hoy en día, la competitividad en el campo de la construcción exige que las empresas constructoras o ingenieros independientes, adopten estrategias a fin de garantizar el éxito de los proyectos que ejecutan. Dicho éxito se traduce en ganancias económicas, cumplimiento de tiempos de ejecución y buena calidad de la obra.

Entre dichas estrategias se cuenta con los planos constructivos, en los cuales se plasman procesos de construcción y tiempos de ejecución a implementar dentro de la obra, logrando con ello una planificación y detección de errores de diseño previo a la ejecución del proyecto.

Con el presente trabajo se busca demostrar que con el conocimiento y adecuada aplicación de los planos constructivos para la optimización de proyectos de edificación, se puede incidir en la reducción de costos de los mismos y de ésta manera hacer más factible la adquisición de los inmuebles por parte de la población. Así como demostrar que permiten un mejor control de calidad durante la ejecución de la obra, el tipo y cantidad de material y/o equipo a utilizar, estimación del costo real de un determinado elemento o partida, entre otros beneficios.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## **2.1. CONSTRUCCIÓN**

### **2.1.1. Generalidades**

Es una rama de la ingeniería civil, que a través de la aplicación de métodos, técnicas, procesos, y procedimientos tiene como objetivo la materialización de proyectos de edificación.

Las edificaciones son todos los espacios diseñados y construidos por el hombre, con el fin de responder a diversas necesidades que surgen como consecuencia del desarrollo y/o crecimiento de una sociedad. Entre ellas se encuentran: edificios, viviendas, puentes, puertos, aeropuertos, entre otros.

La construcción de edificaciones es el resultado de un orden correlativo de subprocesos dentro de los cuales debe existir cierta logística, y organización para optimizar los recursos con los que se cuenta. Para esto es necesario el conocimiento de procesos constructivos, una adecuada interpretación de planos y de la documentación correspondiente a la obra.

### **2.1.2. Industria de la construcción**

La industria de la construcción la constituyen las empresas que desarrollan actividades de diseño, consultoría, construcción y supervisión de obras de edificación.

La industria de la construcción es una actividad económica importante en una sociedad ya que utiliza significativamente diversos recursos, entre los que están:

**a) Mano de obra.**

Es el recurso humano que interviene en el desarrollo de las actividades de un proyecto, y está compuesto por personal técnico y administrativo. El personal técnico incluye ingenieros, arquitectos, supervisores, obreros, técnicos, etc. El personal administrativo incluye secretarías, administradores, contadores, etc.

**b) Materiales de construcción.**

Es la materia prima o manufacturada necesaria para la realización y cumplimiento de los requerimientos de un proyecto. Son definidos en planos y especificaciones propias de cada proyecto y existe una gran variedad disponible en el mercado. Entre éstos se pueden nombrar: arena, cemento, acero, ladrillos, tuberías, entre otros.

**c) Equipo.**

Puede clasificarse de la siguiente manera:

✓ Equipo mecanizado (Maquinaria).

Son aparatos propulsados por energía mecánica, generalmente motores de combustión o motores eléctricos. Con ellos se pueden efectuar trabajos tales como: movimiento de tierras, compactación de materiales, transporte de materiales, mediciones, etc.

✓ Equipo manual (Herramientas).

Son aparatos propulsados con energía humana. Por ejemplo: martillo, cortafrío, plomada, pala, paleta de albañil, carretillas, entre otros.

- ✓ Equipo accesorio.

Corresponde a utensilios para la seguridad de los obreros, tales como: cascos, guantes, botas de hule, mascarillas, etc.

#### **d) Fondos Financieros**

Es el recurso económico para el desarrollo de un proyecto. Para que la ejecución del proyecto sea fluida este recurso debe ser adecuado y estar disponible oportunamente, por lo que se necesita una planificación y manejo cuidadoso.

## **2.2. SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN**

En El Salvador los sistemas constructivos más utilizados son: la mampostería de concreto reforzado y el concreto reforzado.

### **2.2.1. Mampostería**

Es el sistema tradicional de construcción para la elaboración de estructuras mediante la disposición ordenada de unidades de mampostería (block de concreto o ladrillo de barro), cuyas dimensiones son pequeñas comparadas con las del elemento que se va a construir.

Los sistemas de mampostería pueden construirse de varios tipos:

- a) Mampostería de block confinada
- b) Mampostería reforzada internamente

- c) Sistema mixto (mampostería de barro cocido - ladrillo calavera - con nervio, y solera de concreto)
- d) Paredes de concreto
- e) Paredes de fibrolit, convintec, tablaroca y otros
- f) Paredes de lámina
- g) Paredes de adobe

Los bloques de concreto son elementos de soporte, junto con el acero de refuerzo y el concreto fluido (grout).

En El Salvador, es el sistema constructivo más empleado en la construcción de viviendas.

Para que una obra diseñada de acuerdo a este sistema constructivo cumpla con la seguridad y calidad estructural requerida, es fundamental:

- 1) Pruebas de suelos.
- 2) Un buen diseño estructural.
- 3) Materiales que cumplan con las normas que regulan su calidad.
- 4) Que el proceso constructivo se ajuste a las normas establecidas al respecto.
- 5) Mano de obra calificada.
- 6) Controles de supervisión y calidad.

En el presente documento solamente se ahondará en el sistema de mampostería reforzada de block de concreto integral.

Con dicho sistema se obtienen ciertas ventajas, entre éstas tenemos:

- ✓ Permite aplicar directamente sobre los muros, repellos o pinturas, y permite aprovechar las texturas y colores naturales.
- ✓ En las celdas de los bloques, se pueden colocar el acero de refuerzo, ductos eléctricos, ductos de telecomunicaciones o tuberías para instalaciones hidráulicas, y gracias al espacio brindado por dichas celdas, se eliminan perforaciones, desperdicios, materiales de reconstrucción y la mano de obra necesaria para reparación.
- ✓ Combina la función estructural y arquitectónica, y a su vez, brinda estructuras atractivas, durables, de poco mantenimiento y de bajo costo.
- ✓ Debido a las dimensiones de los bloques de mampostería, y con el respectivo plano constructivo, es posible obtener una modulación perfecta, lo que reduce sustancialmente el desperdicio de materiales.
- ✓ Debido a que este tipo de sistema tiene tolerancias mínimas, es posible avanzar rápidamente en la construcción de éste.

### **Materiales**

- ✓ Bloques de concreto

Son unidades prefabricadas con forma rectangular y con celdas (huecos) que permiten la colocación de varillas de hierro, para refuerzo interno de la pared, y otros elementos.

✓ Mortero

Es mezcla de cemento, arena y agua, incluyendo aditivos cuando es requerido. Es utilizado para unir las piezas de mampostería.

✓ Concreto fluido o Grout

Es una mezcla de cemento, arena, grava, agua y si es requerido de aditivos.

Es utilizado para rellenar las celdas donde se coloca el refuerzo, permitiendo que éste se mantenga en su lugar, y a la vez lo protege de la corrosión.

✓ Acero de refuerzo

Es parte del sistema estructural y trabaja junto con los bloques, el mortero de pegamento y el concreto fluido (grout) para lograr una mayor solidez.

Tiene la propiedad de adherirse al grout y presentar elevada resistencia a la tensión.

### **2.2.2. Concreto Reforzado**

El sistema constructivo de concreto reforzado consiste en la utilización en conjunto de dos materiales de construcción, concreto y acero de refuerzo, los cuales tienen propiedades mecánicas complementarias. Esto debido a que el concreto tiene la capacidad de soportar grandes esfuerzos de compresión y el acero grandes esfuerzos de tracción. Es aplicable a todos los tipos de edificaciones (carreteras, puentes, viviendas, edificios, etc.).

Cuando un elemento estructural trabaja a compresión y tracción, el acero absorbe los esfuerzos tracción y el concreto los de compresión. El área de acero requerida

por la estructura es directamente proporcional a los esfuerzos de tracción que deberá soportar, esta área se traducirá en una cantidad de varillas corrugadas variables según su diámetro.

## **Materiales**

### ✓ **Concreto.**

Es un material de construcción, producto de la mezcla de cemento, agregados, agua y en algunos casos aditivos, en proporciones controladas y con una calidad determinada.

- **Cemento.**

Es el conglomerante de la mezcla para producir concreto. Es producido a partir de piedras arcillosas y calizas calcinadas y posteriormente molidas. En el medio, el tipo de cemento más utilizado para concreto reforzado es el tipo Portland, que está regido por la norma ASTM C150 “Especificación Normalizada para Cemento Portland”.

- **Agregados.**

Son materiales granulares, éstos pueden ser arena, grava, piedra triturada o escoria. Pueden proceder de rocas naturales que se han desintegrado o de piedra o grava machacada. Es empleado con un medio cementante para formar concreto. Debe tener una granulometría establecida en la norma ASTM C33 “Especificación Normalizada para Agregados para Concreto”.

- Agregado grueso. Es el material que queda retenido en un tamiz N°4 (4.75 mm), puede ser grava, grava triturada, piedra triturada, escoria de alto horno enfriada al aire, concreto de cemento hidráulico triturado, o una combinación de ellos.
- Agregado fino. Es el material que pasa a través del tamiz N°4 (4.75 mm), puede ser arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas.

- Agua.

El agua es el componente del concreto que crea una mezcla uniforme, maleable y plástica, desencadena la reacción química del cemento denominada “fraguado” que con el tiempo lleva al concreto al estado endurecido. Debe tener una calidad tal que sea potable. La cantidad de agua empleada se llama “Relación agua/cemento” y habitualmente es de 0.4 o 0.5.

- Mezclas

Generalmente el diseñador de estructuras, especifica en la memoria de cálculos y en los planos una resistencia a la compresión del concreto ( $f_c$ ), la cual utilizó como base para calcular el dimensionamiento y el refuerzo de los diferentes elementos de una obra.

El concreto debe dosificarse para la resistencia a la compresión requerida por el diseño, y para esto debe efectuarse un diseño de mezcla

que dependerá de las propiedades (p. ej. densidad) y condiciones (p.ej. humedad) de los materiales a utilizar para el concreto.

Las mezclas se expresan mediante una relación tal como esta: 1:3:6/20 mm, lo que significa: 1 parte de cemento, 3 partes de arena, 6 partes de grava, 20 mm: tamaño máximo del agregado contenido en la mezcla.

✓ **Acero de refuerzo.**

Se trata de varillas de acero que presentan resaltos o corrugas que mejoran la adherencia con el concreto. Está dotado de una gran ductilidad, la cual permite que a la hora de cortar y doblar no sufra daños, y tiene una gran soldabilidad, todo ello para que estas operaciones resulten más seguras y con un menor gasto energético. El acero de refuerzo sirve para:

- Resistir esfuerzos a tensión.
- Confinar el concreto (refuerzo transversal: estribos o espirales).
- Contribuye a resistir esfuerzo de compresión.
- Resistir los esfuerzos por contracción o por la temperatura.

## **2.3. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN**

### **2.3.1. Generalidades**

Un proyecto se refiere a un conjunto articulado y coherente de actividades orientadas a alcanzar uno o varios objetivos siguiendo una metodología definida.

Un proyecto de construcción está constituido por diferentes etapas, y tiene como objetivo principal dar solución a la demanda de infraestructura ya sea pública o privada. Tiene una duración específica, es decir, tiene un inicio y un final, y depende de una planificación para el desarrollo las actividades que lo componen, en las cuales intervienen recursos tales como personal técnico y administrativo, herramientas y maquinaria, los cuales son cuantificados en forma de presupuesto.

Los proyectos de construcción son desarrollados por profesionales, técnicos, administrativos y mano de obra; y para su correcta ejecución es necesario que se cuente con la documentación necesaria entre la que se encuentran: planos, especificaciones y detalles.

Durante el desarrollo de los proyectos de construcción, en general, intervienen las siguientes figuras:

- ✓ **Propietario o promotor.**

Persona natural o jurídica que, individual o colectivamente, solicita obras de edificación, aportando los recursos económicos para su realización y que percibirá los beneficios de la misma.

✓ **Contratista.**

Persona natural o jurídica contratada por el propietario o promotor de un proyecto para la construcción de edificaciones.

✓ **Subcontratista.**

Persona natural o jurídica que asume contractualmente ante el contratista u otro subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o unidades de obra de un proyecto de edificación.

✓ **Supervisor.**

Persona natural o jurídica seleccionada por el propietario para que lo represente en el seguimiento y control de la obra encargada al contratista.

Para la adjudicación de proyectos usualmente se acude al proceso de licitación, el cual consiste en solicitar y estudiar ofertas de diferentes contratistas y es el propietario quien tiene la tarea de seleccionar la que más se apegue a sus exigencias y requerimientos del proyecto. Para culminar este proceso se emite un contrato en el que se plasman los términos y condiciones acordados con el contratista.

### **2.3.2. Etapas**

Todo proyecto de construcción sigue una serie de etapas generales, las cuales se presentan a continuación:

- ✓ **Idea.** Se identifica la necesidad y se proponen soluciones por parte del solicitante.

- ✓ **Anteproyecto.** Se detallan claramente los objetivos y requerimientos, éstos serán la base para el desarrollo de propuestas de diseño y posterior aprobación del más apegado a lo solicitado.
- ✓ **Estudio de viabilidad y factibilidad.** Se identifica si el diseño seleccionado en la etapa anterior puede ser materializado y si se cuenta con todos los recursos necesarios para satisfacer con todos los requerimientos solicitados y principalmente evaluar el costo-beneficio.

La **viabilidad** se refiere al estudio que determina si el proyecto tendrá éxito o no, se analiza si se puede materializar lo requerido, los beneficiarios del proyecto y los problemas u obstáculos que se pueden tener durante el desarrollo del mismo.

La **factibilidad** se refiere al estudio de la disponibilidad de recursos necesarios para ejecutar un proyecto y lograr lo solicitado. Para esto se requiere de estudios tales como: mercado (demanda), disponibilidad de personal (mano de obra), técnicos (disponibilidad de equipos y herramientas), económico (beneficio/costo), financiero (fuente de financiación), legal (cumplimiento de leyes nacionales, municipales o locales).

- ✓ **Diseño.** Consiste en plasmar en planos y especificaciones detalladas el diseño de la infraestructura.
- ✓ **Planificación.** Consiste en definir las estrategias y procesos constructivos que se desarrollarán durante la ejecución del proyecto. Es en esta etapa en

donde se definen plazos de tiempo para las diferentes actividades a desarrollar en el proyecto, así mismo, se asignan los recursos que se verán involucrados en dichas actividades y su costo. También se elaboran documentos que servirán como material de apoyo para los ejecutores y supervisores con el objetivo de tener un mejor control de la calidad de la obra.

- ✓ **Ejecución.** Es la etapa en la que todo lo plasmado en planos, especificaciones y planificación se materializa en el lugar destinado para la obra.

Es durante esta etapa en la que se debe asegurar la calidad de la obra, la cual está directamente relacionada a las siguientes condiciones:

- Cumplimiento de lo establecido en planos y especificaciones correspondientes a la obra.
- Cumplimiento de lo solicitado por el propietario.
- Optimización de recursos.

### **2.3.3. Documentación**

La documentación que debe presentar todo proyecto de construcción es:

- ✓ **Contrato.** Documento legal donde se plasman los términos y condiciones acordados entre el propietario y el contratista del proyecto.
- ✓ **Memoria.** Documento que describe los objetivos, antecedentes, justificación y toda información relevante del proyecto.

- ✓ **Planos.** Documentación que contiene la representación gráfica del diseño y detalles del proyecto.
- ✓ **Especificaciones técnicas.** Documento que contiene la descripción general del proyecto y descripciones generales y específicas para la ejecución de las obras que contribuirán al control de calidad y establecerán las obligaciones técnicas correspondientes al contratista.
- ✓ **Presupuesto.** Documento que presenta el costo de las distintas obras correspondientes al proyecto.
- ✓ **Plan de obra o programación.** Documento que presenta en una escala de tiempo la distribución de las distintas actividades y recursos para el desarrollo del proyecto durante el plazo disponible para su ejecución.

## **2.4. PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

### **2.4.1. Generalidades**

Antes de iniciar con la materialización de un proyecto, es necesario tomarse el tiempo para una planeación adecuada del mismo, con el propósito de prever dificultades potenciales y anticipar riesgos que pueden estar presentes durante su ejecución.

Para ello se requiere la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas.

La planeación de un proyecto de construcción consiste en analizar previamente el conjunto de actividades a ejecutar mediante el estudio completo de cada uno de sus componentes (materiales, mano de obra, equipo, recursos y procesos constructivos), necesarios para cumplir con los requerimientos solicitados, las metas propuestas, los plazos contractuales del proyecto; todo esto al menor costo.

#### **2.4.2. Documentación**

Para lograr lo anterior, se deben elaborar una serie de documentos que contengan información mínima como la que se presenta a continuación:

**1) Organigrama del proyecto.** Se elabora un esquema que contenga el orden jerárquico de los recursos técnicos y administrativos que se verán involucrados en el desarrollo del proyecto.

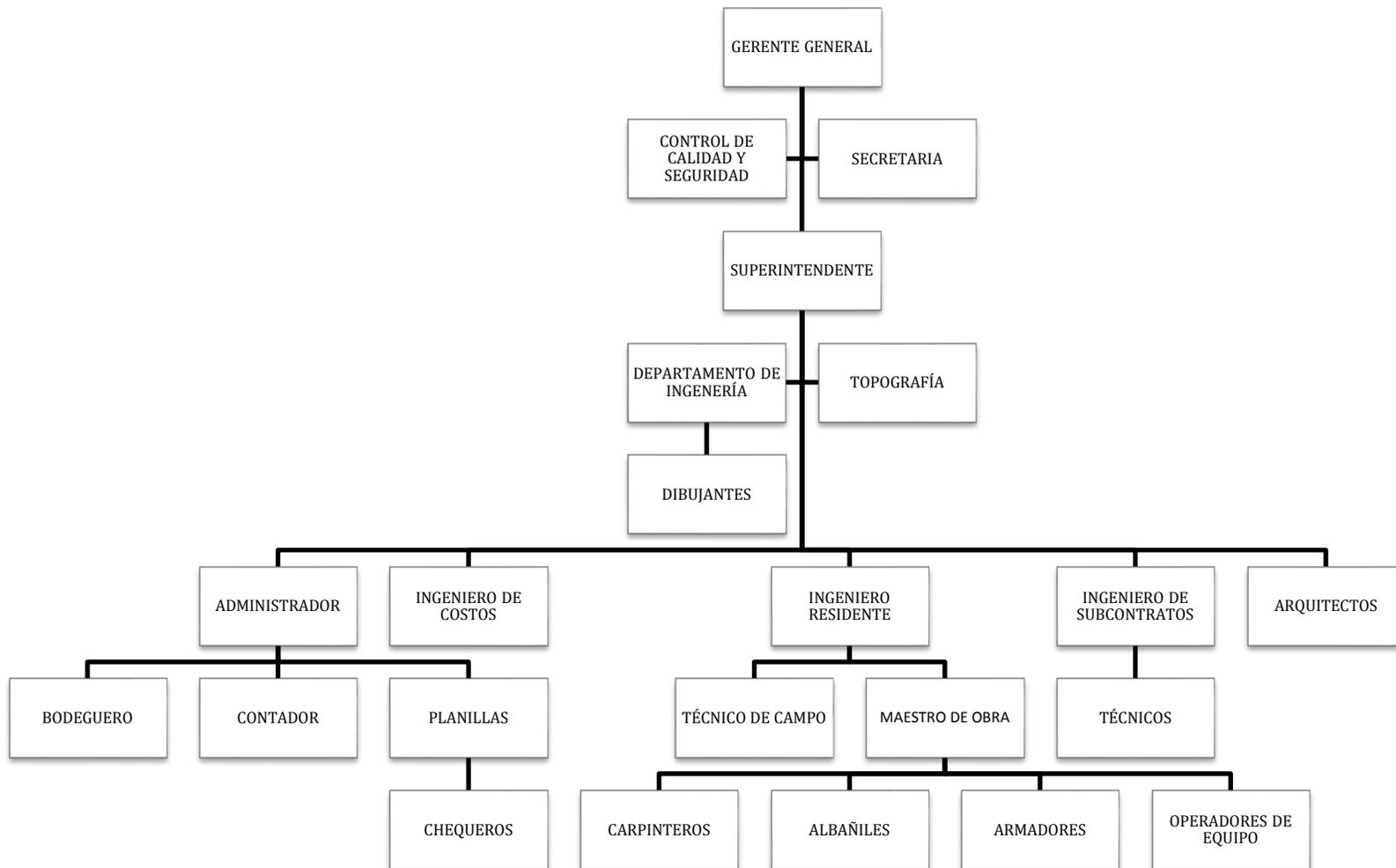
En el Esquema 1 se muestra un organigrama para proyectos grandes.

Este muestra a los siguientes recursos:

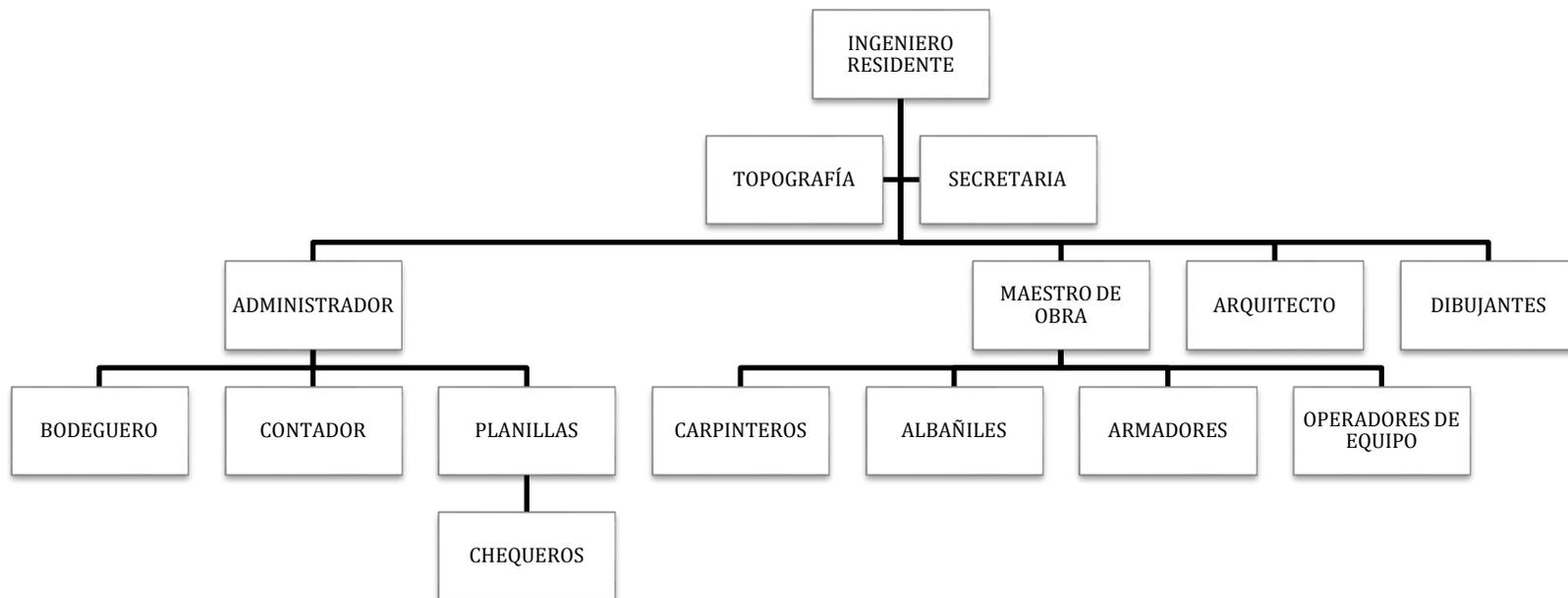
- ✓ Gerente general. Es el encargado del proyecto, su función es mantener la relación directa con el cliente, con el supervisor y el superintendente del proyecto.
- ✓ Superintendente. Es el jefe de campo y tiene a su dirección a los ingenieros residentes, administradores, ingenieros de subcontratos, arquitectos, etc.

- ✓ Departamento de ingeniería. Lo componen ingenieros, arquitectos y dibujantes. Su función es elaborar los planos constructivos del proyecto.
- ✓ Topografía. Su función es dar apoyo técnico a todas las especialidades del proyecto.
- ✓ Ingeniero residente. Es el encargado de todo lo referente al proyecto y tiene a su cargo al maestro de obra quien a su vez está encargado de los albañiles, carpinteros, armadores, etc.
- ✓ Arquitectos. Son los encargados de todo lo referente a los acabados del proyecto.

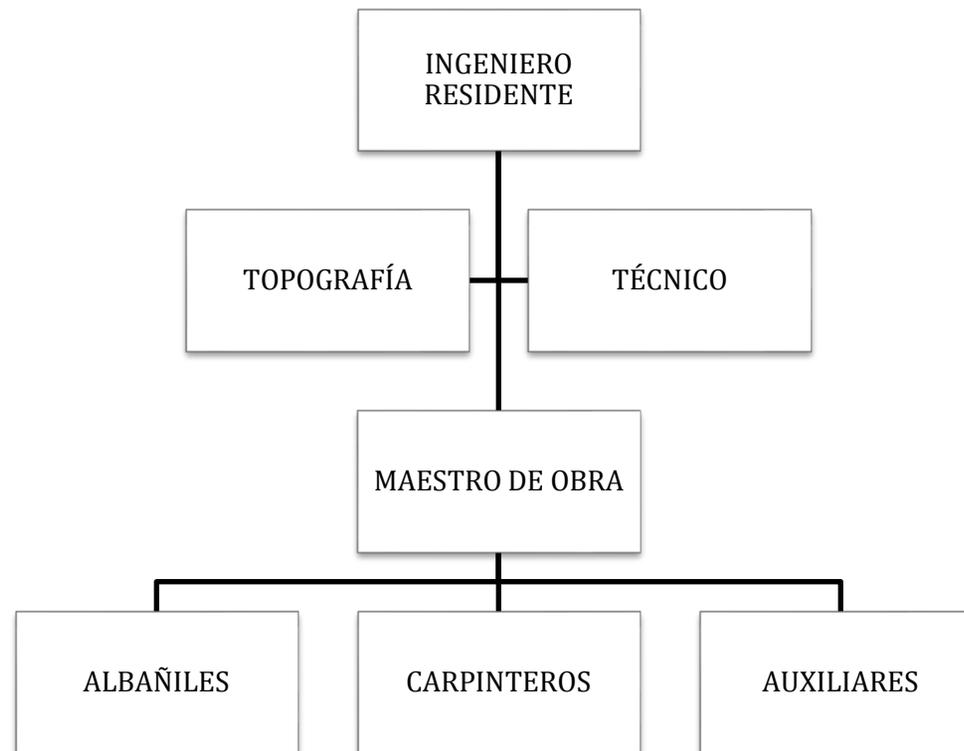
En el Esquema 2 se presenta un ejemplo de organigrama para un proyecto mediano, en el cual es notoria la reducción de recursos. En este caso, el ingeniero residente, es el encargado de hacer las actividades desarrolladas en proyectos grandes por el superintendente, por los ingenieros de subcontratos, ingeniero de costos, etc. En proyectos pequeños es importante reducir costos, por lo que la topografía está a tiempo parcial y el ingeniero residente realiza las actividades técnicas y administrativas del proyecto apoyado por un técnico así como se muestra en el Esquema 3.



Esquema 1. Organigrama para proyecto grande de construcción



Esquema 2. Organigrama para proyecto mediano de construcción



Esquema 3. Organigrama para proyecto pequeño de construcción

**2) Programación del proyecto.** Se elabora la programación de todas las actividades que se ejecutarán para el desarrollo del proyecto, en la misma, se definen los turnos de trabajo, los recursos (mano de obra y equipo) que serán requeridos para todas las actividades. Es un plan de operaciones propuesto que muestra las fechas anticipadas de inicio y terminación para todas las actividades que constituyen el proyecto.

La programación es variable según cada proyecto, la naturaleza del trabajo, la clase de mano de obra con la que se cuente, así como la secuencia global del trabajo. Entre sus finalidades están:

- ✓ Asegurarse de que todas las actividades requeridas para completar el proyecto estén tomadas en cuenta.
- ✓ Plasmar el orden correcto de ejecución de las actividades.
- ✓ Asignar la mano de obra y equipo adecuados para la actividad.
- ✓ Obtener la calidad esperada de la manera más económica y segura.

**Diagrama de barras.** El diagrama de barras, también llamado “Diagrama de Gantt”, es una herramienta que permite modelar la planificación de las actividades necesarias para la realización de un proyecto. Presenta una serie de barras que muestran el tiempo de inicio y fecha de terminación anticipados de las actividades que componen un proyecto.

Debido a la relativa facilidad de lectura de los diagramas de barra, esta herramienta es utilizada por casi todos los directores de proyecto. Permite al director del proyecto, realizar una representación gráfica del progreso del proyecto y también es un buen medio de comunicación entre las diversas personas involucradas en las actividades.

Es particularmente fácil de implementar con una simple hoja de cálculo, pero también existen herramientas especializadas, la más conocida es Microsoft Project.

Para su elaboración, el primer paso consiste en hacer un análisis del proyecto mediante el cual se determinen los siguientes aspectos:

- ✓ Descomponer el proyecto en actividades o tareas.
- ✓ Identificar quién se encargará de cada actividad o tarea.
- ✓ Detallar cuándo se va a comenzar cada una de esas actividades o tareas y cuánto tiempo tomará realizarlas.
- ✓ Determinar el coste total del proyecto.

**3) Procesos de adjudicación de sub contratos.** Se definen los requerimientos y perfiles para los diferentes sub contratos planificados para el proyecto.

**4) Elaboración de planos constructivos.** Se elaboran planos con detalles constructivos correspondientes a las diferentes actividades a desarrollar

en el proyecto, por ejemplo, planos de taller de diseño de encofrados, de acero de refuerzo, etc.

Para su elaboración debe tomarse en cuenta la programación del proyecto en la cual se plasman las diversas actividades del proyecto y los tiempos disponibles para su ejecución.

Los procedimientos de construcción, equipo, materiales y mano de obra plasmados en los planos constructivos deben ser apropiados para el cumplimiento de los tiempos requeridos para cada actividad. La programación junto a los planos constructivos ayudan a la gerencia del proyecto a determinar cuándo y en qué cantidad se requerirá mano de obra, equipo y materiales para las actividades de trabajo, así mismo, sirve para definir etapas de compras.

**5) Planteamiento y documentación de procesos constructivos.** Se definen de forma esquemática y escrita los procesos constructivos a aplicar durante la ejecución del proyecto.

Por ejemplo, este paso de documentación es el que sirve para establecer control de las actividades relacionadas a los encofrados, ya que al plantear el proceso constructivo a seguir durante el desarrollo del proyecto, y el tiempo con el que se cuenta para dicho proyecto, se definen las cantidades de encofrados a utilizar, y en base a los beneficios económicos, decidir si éste será alquilado o si se comprará el material.

**6) Programa de compras.** Según la planificación de las actividades del proyecto y la elaboración previa de planos constructivos, se definen las fechas de compra de materiales (bloques, cemento, pisos, ventanas, etc.), equipo (vibradores, taladros, equipo de soldadura, etc.) y herramientas (carretillas, martillos, palas, etc.) requeridos para su desarrollo. Con una planificación adecuada y el conocimiento de todas las cantidades y características de materiales como el acero y el concreto, se puede programar una compra importante de los mismos al inicio del proyecto.

Deben establecerse etapas de compra, en base a los planos constructivos, ya que, generalmente, en el proyecto no se cuenta con el espacio suficiente para guardar el material de toda la obra, además de facilitar el hurto o contribuir a que el material se degrade.

Un ejemplo de esto es la compra acero de refuerzo, la cual dependerá de la velocidad a la que éste se vaya colocando, la cual a su vez dependerá de la programación de la obra y de la cantidad que se refleje en los planos constructivos. Generalmente lo que se compra primero es el acero de zapatas, columnas y tensores, hasta dos niveles.

**7) Programación de la contratación de mano de obra.** Se elabora la documentación que establezca la cantidad y tipo de mano de obra que será requerida para el desarrollo del proyecto, así como una

programación de las actividades correspondientes a su contratación y de las actividades para la capacitación del personal.

**8) Programa de seguridad.** Se elabora el documento que estipulará las medidas de seguridad (por ej. equipo de protección, normas para visitantes, etc.) a tomar en cuenta durante el desarrollo del proyecto, así mismo la asignación de los recursos encargados y la planificación de actividades correspondientes (charlas informativas a trabajadores y visitantes de la obra, etc.).

**9) Documentación a utilizar durante el desarrollo de la obra.** Se elaboran diferentes documentos destinados a controlar el personal, costos, seguridad, auditoría de materiales y equipos, auditoría de planos, etc., así como registrar las actividades que se desarrollan durante la ejecución del proyecto. (Figura 1 y Figura 2)

**10) Revisión del presupuesto.** Se hace una revisión final de toda la planificación de actividades, personal, materiales, equipos y costos correspondientes, para identificar errores que puedan generar problemas durante la ejecución del proyecto.

La planeación de proyectos es de suma importancia debido a que, pese a parecer una carga adicional, ahorra tiempo y dinero a largo plazo. Todos los recursos que el contratista invierta en planear la ejecución de la construcción se justifican ampliamente debido a que conlleva a un análisis profundo del proyecto, lo que pondrá las bases para poder realizar un control efectivo del mismo. El plan de ejecución, seguido de un eficaz control, permite detectar de forma temprana desviaciones en la ejecución, analizar los hechos y planear las medidas alternativas que permitan encauzar las metas en el desarrollo del proyecto.

**TARJETA DE COLADO**

Proyecto: \_\_\_\_\_  
 Supervisión: \_\_\_\_\_  
 Construcción: \_\_\_\_\_  
 Temperatura promedio: \_\_\_\_\_  
 Fecha programada de colado: \_\_\_\_\_  
 Colado #: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Contratista: \_\_\_\_\_ Contrato #: \_\_\_\_\_  
 Ubicación: \_\_\_\_\_  
 Elevación: \_\_\_\_\_ Para: \_\_\_\_\_ Terminar: \_\_\_\_\_

ACTIVIDAD	FIRMA DEL CONTRATISTA	FECHA	CONTROL DE CALIDAD	FECHA
Preparación de la base				
Armaduría				
Partes estructurales embebidos				
Hidráulicos				
Sistemas				
Partes embebidas				
Eléctricos				
Conexiones a tierra				
Conductos				
Partes embebidas				
Placas prefabricadas				
Carpintería				
Moldes				
Partes embebidas				
Retenedores de agua				
Arquitectura				
Nivel y Alineamiento				
Aprobación				
Contratista				
Supervisor				

Figura 1. Documentación para registro de las actividades durante un colado (Frente)



### 2.4.3. Consideraciones

Durante la planeación de todo proyecto se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones o actividades:

- ✓ **Inspección del sitio.** Tiene como fin efectuar una visita técnica en la que se obtengan datos y observaciones que serán útiles para el planeamiento del proyecto tales como:
  - Identificación de rutas de acceso al sitio, lo cual determinará la posibilidad de entrada y salida de transporte, de maquinaria, recepción de materiales y circulación general.
  - Linderos del terreno.
  - Edificaciones adyacentes.
  - Otros.

Toda esta información es recabada con el objetivo de tener claras las condiciones del sitio, las cuales incidirán directamente en la elección de los procesos constructivos, maquinaria, mano de obra, etc. más adecuados para la ejecución de la obra.

- ✓ **Estudio geotécnico complementario del sitio.** Se debe planificar la ejecución de pruebas geotécnicas necesarias y apropiadas en el sitio donde estarán ubicados los cimientos (Por ejemplo: la prueba de penetración estándar SPT). Esto con el propósito de verificar la capacidad admisible del suelo, y si los cimientos diseñados son los más adecuados y económicos. De

lo contrario, plantear las posibles soluciones (restitución de suelo, cambiar tipo de cimentación, etc.), previo al inicio de la ejecución de la obra.

- ✓ **Servicios Provisionales.** Verificar los servicios disponibles en la zona tales como agua potable, electricidad, etc., necesarios para la ejecución de la obra, los procedimientos para contratarlos y de no estar disponibles determinar la solución más adecuada y económica.
- ✓ **Instalaciones Provisionales.** Definir las instalaciones provisionales que se requerirán para el desarrollo de la obra, lo exigido en la documentación del proyecto, la legislación nacional o local que las rige. En caso de no tener requisitos que cumplir, identificar los elementos que las constituirán, su diseño según el espacio y cantidad de recurso humano y tecnológico asignado a la obra.
- ✓ **Seguridad e higiene.** Determinar las medidas de seguridad industrial que requerirán los diferentes procesos de construcción, así como la adecuada señalización y acceso a la obra. Desarrollar el programa de seguridad a implementar, la programación para la capacitación del personal, y todas las instalaciones orientadas al bienestar del personal en la obra.
- ✓ **Maquinaria.** Generalmente, se opta por la utilización de maquinaria en el desarrollo de proyectos debido a que las actividades no resultan económicas cuando son ejecutadas por métodos manuales, porque existe poca mano de obra disponible, o porque se necesita agilizar los procesos. Sin embargo, la

selección de maquinaria debe hacerse cuidadosamente, para lo cual se deben tomar en cuenta varios criterios:

- Seleccionar la maquinaria más idónea para la actividad asignada.
  - La disponibilidad de adquisición o alquiler de la maquinaria en el medio.
  - Disponibilidad de operarios.
  - Espacio disponible para la movilización, emplazamiento y almacenamiento de la maquinaria en el sitio.
  - Términos y personal adecuado para el mantenimiento de la maquinaria.
  - Rendimiento y eficiencia de la maquinaria y del operario.
  - Identificar qué opción es la más económicamente viable: la adquisición de la maquinaria, el alquiler de ésta o la combinación de ambas.
  - Identificar las ventajas y desventajas del alquiler o adquisición de la maquinaria.
  - En caso de adquirir maquinaria es importante conocer su vida útil estimada por el fabricante, y si puede ser de utilidad en otros proyectos que se ejecutarán a futuro.
- ✓ **Encofrados.** Se debe hacer una programación para los encofrados que serán utilizados en el proyecto, de tal manera que se asegure la máxima economía y una elevada eficiencia de mano de obra. Al igual que la maquinaria,

identificar cual opción es más factible, en términos económicos, si el alquiler o la adquisición de los encofrados. Esto depende de la magnitud del proyecto, del número de usos, y de su utilización en proyectos futuros.

## **2.5. PROCESOS CONSTRUCTIVOS**

### **2.5.1. TRAZO Y NIVELACIÓN**

#### **2.5.1.1. Generalidades**

Se llama trazo a la actividad de localizar, alinear, ubicar y marcar en el terreno o en la superficie de construcción los ejes, niveles y linderos señalados en los planos del proyecto. Tiene como finalidad situar correctamente sobre el terreno aquellos elementos a construir y controlarlos hasta su finalización.

Para un mejor entendimiento, se puede decir que el trazo es la operación inversa del levantamiento. En el levantamiento se toman datos del terreno para elaborar un plano, mientras que en el trazo se toman datos del plano para situarlos sobre el terreno.

Conjuntamente al trazo se lleva a cabo la tarea de nivelación. Se llama nivelación a los trabajos que se efectúan para conocer la diferencia de alturas de uno o varios puntos con respecto a uno conocido, denominado banco de nivel o banco de marca; éste puede ser verdadero o supuesto y de él depende la precisión del trabajo.

(Figura 3)

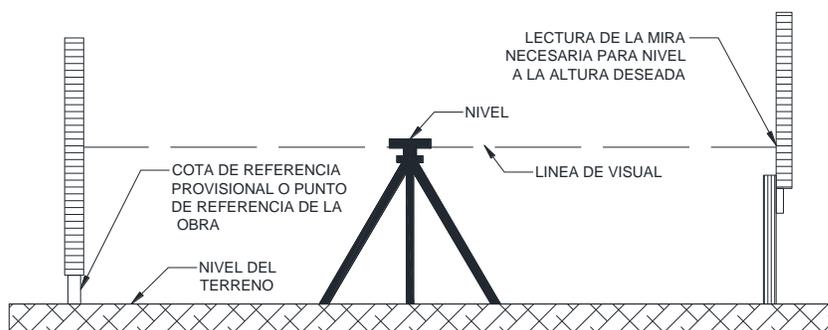


Figura 3. Esquema de proceso de nivelación y sus elementos

Al combinar los dos conceptos anteriores, el trazo y nivelación, se obtiene la ubicación del proyecto en el espacio, sus dimensiones y niveles tal como dicta el diseño y planos correspondientes.

Generalmente, se parte de un punto fijo del terreno, como una tapa de alcantarillado, un poste firmemente hincado o una estructura fija, al que se referirán todos los puntos y niveles de la obra, el cual es conveniente fijarlo en una fase temprana.

Sin embargo, para evitar algún inconveniente, tal como que los puntos fijos que se escogieron estén muy lejos de la zona de trabajo, sean removidos por el paso de personal y maquinaria, entre otros, es conveniente establecer mojones. Estos elementos deben ser, de preferencia, de concreto, deben ser estratégicamente colocados en lugares donde no estorben ni estén demasiado retirados de la zona de trabajo, así mismo deben ser provistos de una protección adecuada. A estos mojones, posteriormente, se les establecerán sus coordenadas.

Para la ubicación y nivelación exacta de los puntos del proyecto es recomendable hacer referencia a ellos con coordenadas geodésicas, para lo cual existen las siguientes formas:

- ✓ Mediante la referenciación a puntos geodésicos cercanos al sitio, con datos conocidos que son obtenidos a través del Centro Nacional de Registro.
- ✓ Mediante el Instituto Geográfico y del Catastro Nacional, el cual es una dependencia del Centro Nacional de Registro, el cual brinda el servicio de ubicación y medición de puntos geodésicos en cualquier parte del territorio nacional, para la planificación de obras de infraestructura que requieren para su realización de datos geodésicos precisos y confiables.

El correcto desarrollo de estas actividades es de vital importancia para el proyecto, ya que si se llevan a cabo de manera errónea pueden llegar a generar retrasos en la ejecución lo que conlleva a incrementar considerablemente el costo, y a su vez disminuir la calidad final de la obra. Es por ello, que esta tarea debe ser llevada a cabo por personal competente y deberá ser repasado, preferentemente, por personas distintas a las que lo ejecutaron y, a ser posible, por un método diferente.

#### **2.5.1.2. Equipo y herramientas**

Entre los equipos que se utilizan están: teodolitos, estaciones totales, niveles de caja, entre otros. Las herramientas utilizadas para el trazo están: pala, piocha, serrucho, alicates o tenazas, martillos, escuadras, cinta métrica, plomadas, almadanas, mangueras, entre otras.

## Materiales

- ✓ Estacas: Por lo general se elaboran de cuartones de 2" x 2". Tienen una punta afilada en uno de sus extremos y su longitud varía en función a la clase de suelo existente.
- ✓ Tablas o travesaños: Sirven para unir las estacas y formar las niveletas. Por lo general son de madera, y deben tener un espesor de 1" con el propósito que no sufran deformaciones. En el medio son llamadas reglas pachas y su longitud dependerá de la sección de las fundaciones, es decir del ancho de los cimientos a construir.
- ✓ Clavos: Sirven para la sujeción de los hilos colocados en la parte superior de las niveletas. Deben ser de acero, con medidas entre 2 ½" o 3", con lo que se asegura que será resistente a golpes de martillos.
- ✓ Hilo nylon: Sirve para el trazado de las fundaciones con ayuda de las niveletas.
- ✓ Alambre de amarre: Sirve para fijar de mejor manera las uniones de estacas y travesaños de las niveletas.
- ✓ Cal o yeso: Sirve para marcar en el terreno las líneas definidas por el hilo. Este procedimiento permite la remoción de niveletas e hilo, para que estos no interfieran con las labores de excavación.

La Figura 4 muestra cómo se ensamblan los materiales para formar una niveleta.

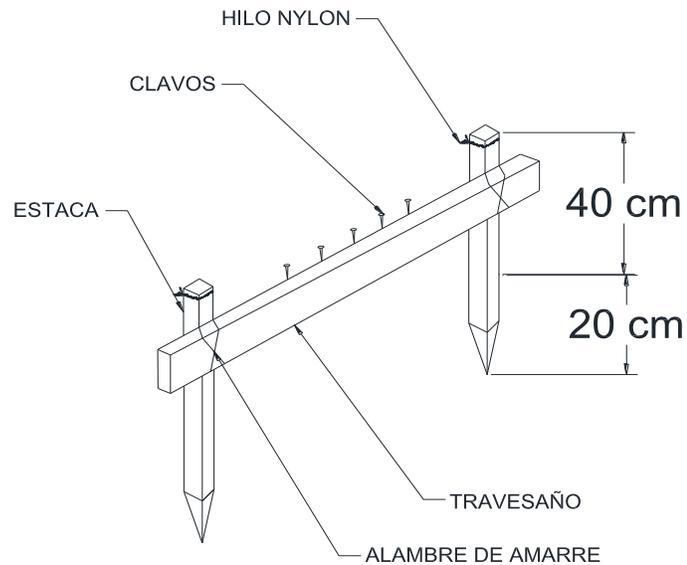


Figura 4. Esquema de niveleta

### 2.5.1.3. Procedimiento de trazo

Se marcan sobre el terreno los ejes de todos los elementos que conformarán la construcción a desarrollarse. Para ello se procede de la siguiente manera:

- ✓ Se ubica en el terreno un eje o punto de referencia de acuerdo al plano de conjunto ya sea un eje de colindancia o la acera. (Figura 5)

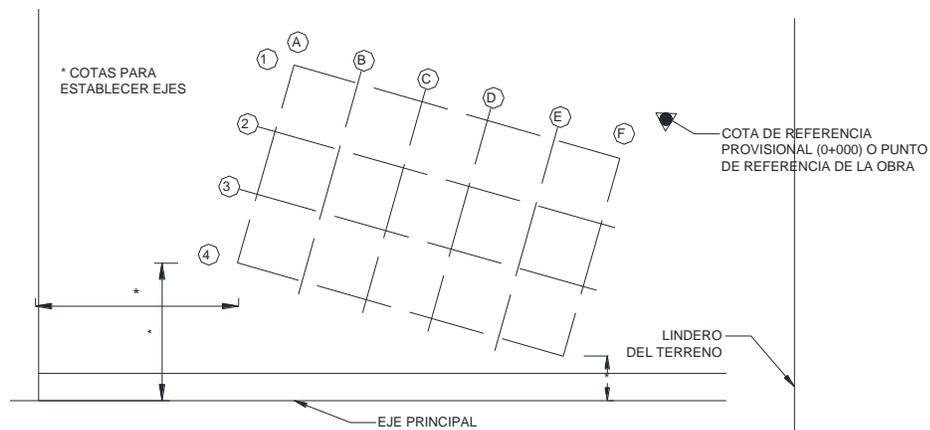


Figura 5. Esquema de colocación de ejes

- ✓ Las niveletas se construyen enterrando dos estacas y uniéndolas con una regla pacha clavada sobre ellas a un nivel establecido con relación al piso terminado de la construcción.
- ✓ Se coloca una niveleta en cada uno de los extremos del eje de referencia mostrado en los planos, separándose de los extremos una distancia mayor que el ancho de la fundación. (Figura 6)
- ✓ Se coloca un clavo en cada niveleta alineándolos con el eje de referencia, uniendo los clavos con un cordel, el cual marcará el eje de referencia.
- ✓ Sobre este eje y a las distancias que indique el plano, se trazan las líneas a escuadra que determinarán los ejes perpendiculares al eje de referencia, se colocan niveletas en los extremos de cada eje colocándoles los clavos que al unirlos con cordel, indicarán la posición de los ejes.
- ✓ Se repite esta operación en el primer eje perpendicular al eje de referencia y se determinan los ejes paralelos al eje de referencia.
- ✓ Para el trazo de una perpendicular se recurre al triángulo rectángulo 3-4-5 o submúltiplos de estas cifras (1.5-2-2.5).

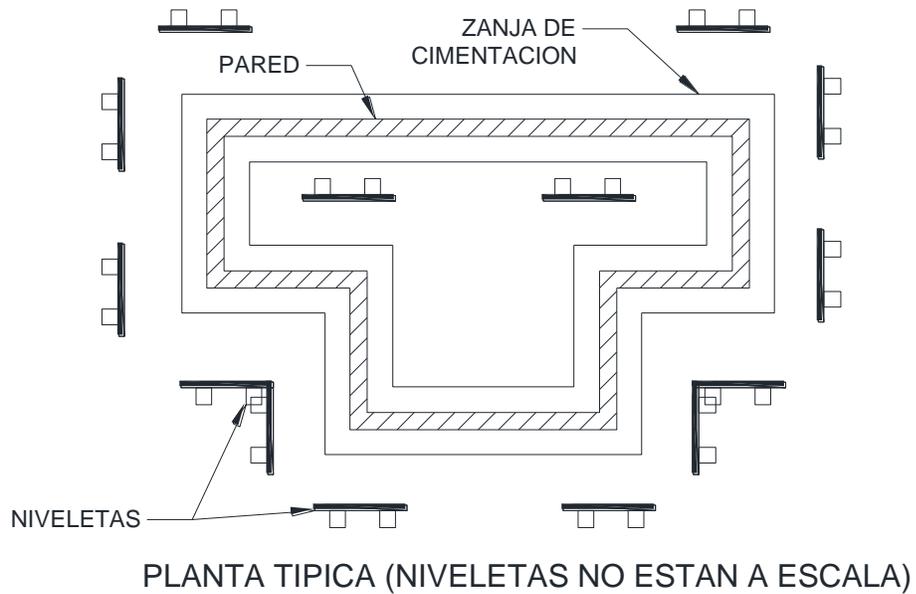


Figura 6. Esquema de colocación típica de niveletas

#### 2.5.1.4. Recomendaciones

- ✓ Tomar como referencia las construcciones colindantes o de la vía pública.
- ✓ Además de marcar los límites del terreno y los ejes principales del proyecto, trazar las ubicaciones de instalaciones o equipamiento no referenciados con ejes, tales como tomas de agua, registros, drenajes, etc.
- ✓ Si la nivelación se realiza en forma manual, usar una manguera transparente de 10m de longitud que contenga agua en su interior libre de burbujas de aire. La presión atmosférica sobre el agua en cada uno de los extremos de la manguera es la misma, por lo que ésta tendrá el mismo nivel en ambos extremos.

- ✓ Durante la toma de datos mediante aparatos de precisión, no se debe menospreciar la importancia de las notas. Si alguna de las cinco propiedades que se usan para evaluarlas (exactitud, integridad, facilidad de lectura, arreglo y claridad) no está presente, se tendrá como consecuencias pérdidas de tiempo, retrasos, errores y un mayor costo para completar el trabajo de campo, los cálculos y los dibujos correspondientes.

## 2.5.2. TERRACERÍA

Es la actividad necesaria para la remoción y extracción de materiales del suelo o terreno, ya sea para alcanzar el nivel de desplante de una cimentación, la rasante en la construcción de un camino o para alojar una tubería.

### 2.5.2.1. TERRACERÍA GENERAL

Es la terracería referida a las actividades de descapote, excavación, relleno y nivelación del terreno. (Figura 7)

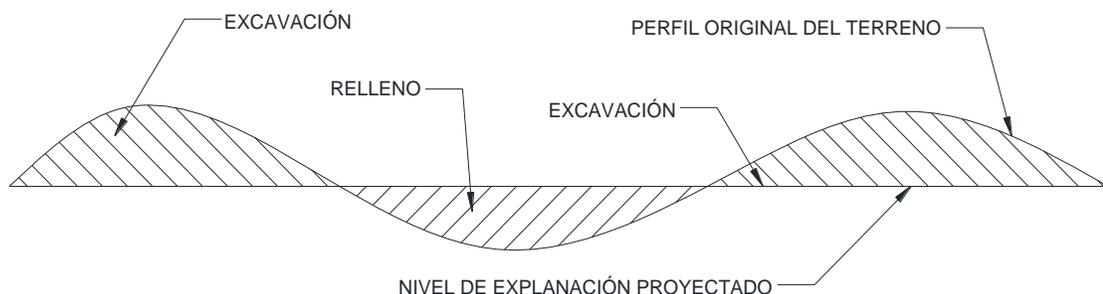


Figura 7. Terracería General

Esta actividad no debe ser desarrollada sin tener elaborado y supervisado previamente los planos constructivos correspondientes. En dichos planos deben especificarse la ubicación de las excavaciones, los niveles con referencias geodésicas, las pendientes de taludes, así como los lugares donde se colocarán zanjas o desagües para el control de aguas lluvias, todo esto a una escala adecuada. La ubicación de las excavaciones y los niveles de éstas, deben ser establecidos, supervisados y corroborados por el equipo de trabajo de topografía, antes, durante y después de la actividad a realizarse.

#### 2.5.2.1.1. Descapote y nivelación

El descapote consiste en la extracción de la capa vegetal, y la profundidad de ésta varía de un lugar a otro, pero generalmente está comprendida entre 1.50 m y 3.0 m. La capa de tierra vegetal contiene elementos de vida vegetal, animal y materias en descomposición, todo lo cual la hace muy compresible y, por lo tanto, inadecuada para sostener edificaciones.

Una vez retirada la capa de tierra vegetal, se procede a nivelar el terreno, para formar una superficie llana sobre la que construir. El nivel hasta el que se rebaja el terreno se conoce con el nombre de nivel de explanación. Como recomendación, se debe procurar dejar de 10 a 20 cm de tierra sobre el nivel de explanación, que servirá como un colchón que se sacrificará en caso de lluvia, y así evitar que el suelo sea lavado o degradado (Figura 8).



Figura 8. Esquema de remoción de capa vegetal

#### 2.5.2.1.2. Excavación general superficial

La terracería general también incluye lo que se conoce como excavación general, la cual consiste en la remoción de materiales del terreno de sitios destinados para sótanos u otras estructuras, para lo cual se deben especificar los cortes de tierras, niveles y pendientes requeridos para los taludes que servirán como protección de la excavación.

La excavación general superficial comprende excavaciones que requieren descapote, compactado y nivelado del terreno, y son realizadas a poca profundidad. En dicha excavación se dejan terrazas de una altura de 20 cm, y debido a que las excavaciones son de poca profundidad, casi nunca es necesaria la protección de taludes.

#### 2.5.2.1.3. Excavación general profunda: Sótanos

Es la excavación que se realiza cuando una edificación ha sido diseñada con sótano.

En el contexto general de la edificación, el sótano se define como la planta situada bajo la planta baja y que, por lo tanto, está construida debajo del nivel del terreno.

La mayoría de sótanos puede encuadrarse en alguno de los tres grupos siguientes:

##### 1) Sótanos con muros y losa de contención

Es la forma más tradicional de sótano. Consiste en una cimentación de losa que forma el suelo del sótano y contribuye a distribuir las cargas estructurales transmitidas hacia abajo por los muros de contención (Figura 9).

En este tipo de sótano, la losa superior proporciona contención lateral a la coronación del muro perimetral. El muro de retención resiste las presiones que el terreno y el agua le ejercen, y es el que transmite las cargas de la superestructura a la losa de cimentación. La losa de cimentación distribuye las cargas sobre el suelo y resiste la presión hidrostática que el mismo suelo ejerce hacia arriba.

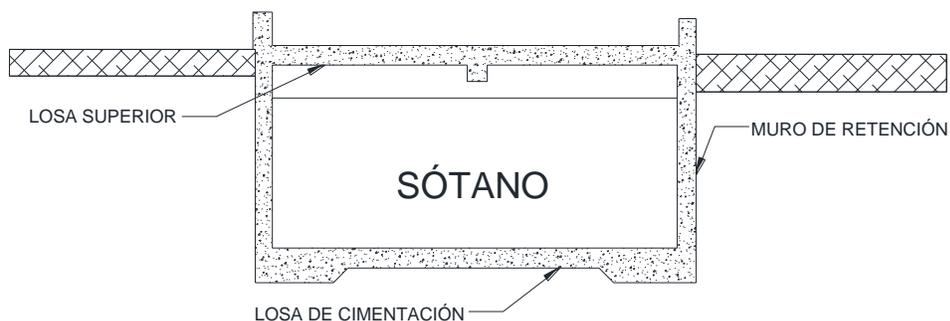


Figura 9. Sótano de muros y losas de contención

## 2) Sótanos celulares con muros, losa de contención y muros interiores

Son similares en todo a los anteriores, excepto en que los muros interiores que utilizan tanto para transmitir y repartir las cargas sobre la losa, como para subdividir interiormente el espacio (Figura 10).

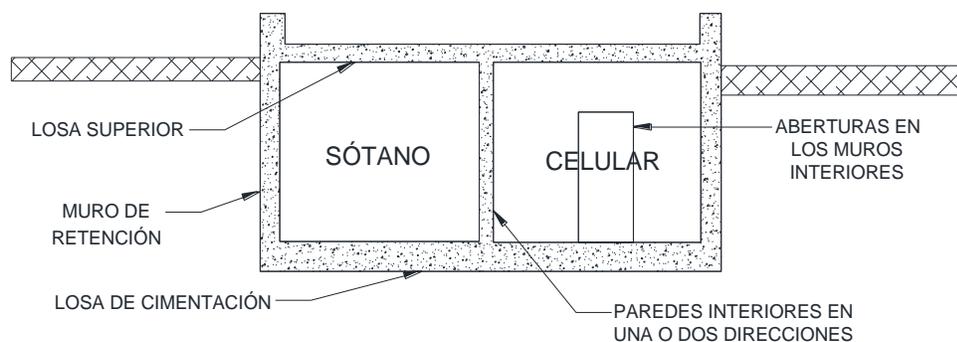


Figura 10. Sótano celular con muros

## 3) Sótanos cimentados sobre pilotes

En este caso, las cargas de la superestructura se transmiten al nivel del sótano por medio de las columnas, y de éstas al terreno, mediante encepados de los pilotes y los pilotes portantes. Este método se emplea

cuando se encuentran suelos de baja calidad portante a nivel de sótano (Figura 11).

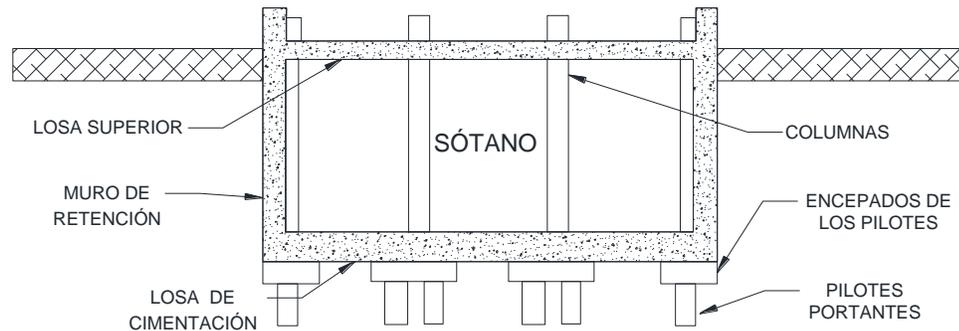


Figura 11. Sótano sobre pilotes

Uno de los principales problemas que se presentan al excavar un sótano es la necesidad de proporcionar sustentación provisional a los costados de la excavación. Estos elementos de soporte pueden suponer un estorbo para realizar los trabajos de construcción del suelo y de los muros.

Uno de los modos de evitar este problema es cortar los costados de la excavación según el ángulo de talud natural del terreno, o estableciendo pendientes según el tipo de suelo, con lo que se elimina la necesidad de realizar trabajos de entibación provisional para la contención de los costados de la excavación.

Si se recurre a dejar pendientes, es necesario considerar la ubicación de zanjas o desagües al fondo de estas excavaciones para que éstas retengan el agua proveniente de lluvias o de niveles freáticos, para luego extraerla mediante bombas achicadoras (Figura 12). Es necesario extraer el agua debido a que puede socavar

los costados de la excavación e imposibilitar la adecuada compactación del fondo de la excavación.

También es conveniente dejar un colchón de unos 20cm sobre el nivel de explanación proyectado, ya que en época lluviosa es el que se sacrifica, previniendo que el suelo se lave o se degrade.

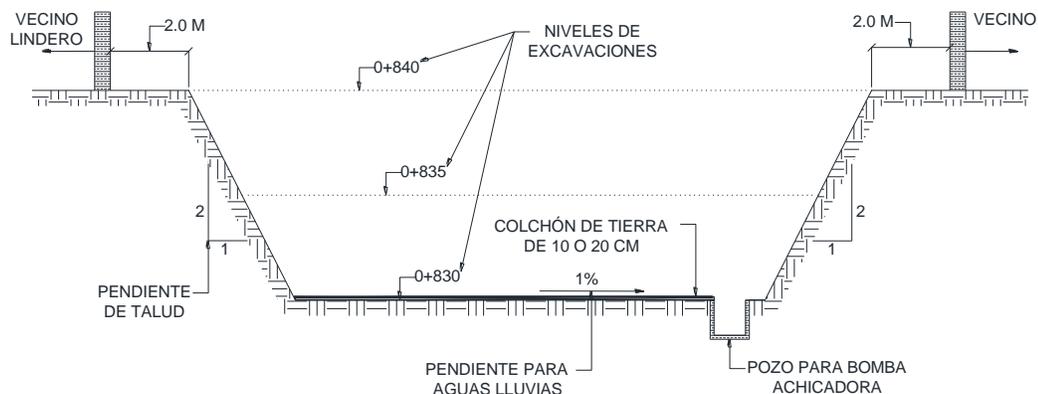


Figura 12. Esquema de plano constructivo de terracería general.

El procedimiento para la excavación está en función de las características del terreno y de los materiales por remover, así como el empleo de herramientas especiales. Para la remoción de los materiales se pueden hacer de distintas maneras, entre las que están:

- ✓ Por medios manuales.
- ✓ Por medios mecánicos.
- ✓ Utilización de explosivos, en casos particulares y con la debida autorización.

#### 2.5.2.1.4. Accesos y salidas

Para el acceso o salida de excavaciones se deben diseñar gradas, escaleras, rampas u otros medios seguros en todas las zanjas con una profundidad igual o mayor a 1.20 m, y deben colocarse a un máximo de 7.50 m de distancia lateral de donde se encuentran los trabajadores.

Las rampas estructurales utilizadas para acceso o salida de equipo deben ser diseñadas por una persona competente calificada en diseño estructural, y deben ser construidas de acuerdo al diseño.

Si en lugar de peldaños se utilizan rampas estructurales para acceso o salida de personas, éstas deben tener una superficie que no sea resbalosa, y que garanticen que el trabajador puede recorrerlas en una posición erguida y, al igual que las rampas para maquinaria y equipo, deben ser diseñadas por una persona competente.

Cuando dos o más componentes forman una rampa o una ruta de escape, éstos deben estar conectados de manera segura para prevenir su desplazamiento, y deben tener un espesor uniforme.

Las abrazaderas u otros medios para conectar los componentes de rutas de escape deben estar sujetos de tal manera que no causen tropiezos que pudieran provocar caídas hasta el fondo de la excavación.

#### 2.5.2.1.5. Estabilización de excavación

Las excavaciones son operaciones que implican grandes riesgos para los trabajadores, siendo los deslizamientos el mayor de ellos. Otros lo constituyen las fallas, las caídas de cargas, atmósfera riesgosa, e incidentes por el manejo de equipo. Para disminuir el riesgo en excavaciones se pueden adoptar las siguientes medidas de protección:

- ✓ Construcción de taludes a los lados de la excavación.
- ✓ Sustentaciones provisionales.

En ambos casos, se debe efectuar un diseño cuidadoso, el cual requiere conocer la clasificación del suelo, profundidad de corte, contenido de agua, cambios en el clima, otras operaciones vecinas.

Por lo general las excavaciones se ejecutan por capas de 0.40 m de profundidad. Cuando la profundidad de una excavación es importante, a fin de prevenir los desmoronamientos y los riesgos de accidentes, por una parte, y para disminuir la superficie total ocupada, es conveniente apuntalar o entibar las tierras.

- ✓ Construcción de taludes

Al momento de realizar los cortes para los taludes, deben tenerse en cuenta los ángulos naturales de los diferentes tipos de suelo, ya que la mayoría de ellos tiende a adoptar un ángulo natural o de reposo, a menos que se le proporcione una entibación provisional.

La presencia de agua, además de crear condiciones de trabajo difíciles, juega un papel desestabilizante en el comportamiento de los suelos, por lo que el ángulo natural se ve disminuido al tener un suelo húmedo. El efecto de las vibraciones provocadas por las máquinas o los vehículos y las cargas situadas en la proximidad inmediata de la excavación, son también elementos que modifican los planos de falla de los terrenos (Figura 13).

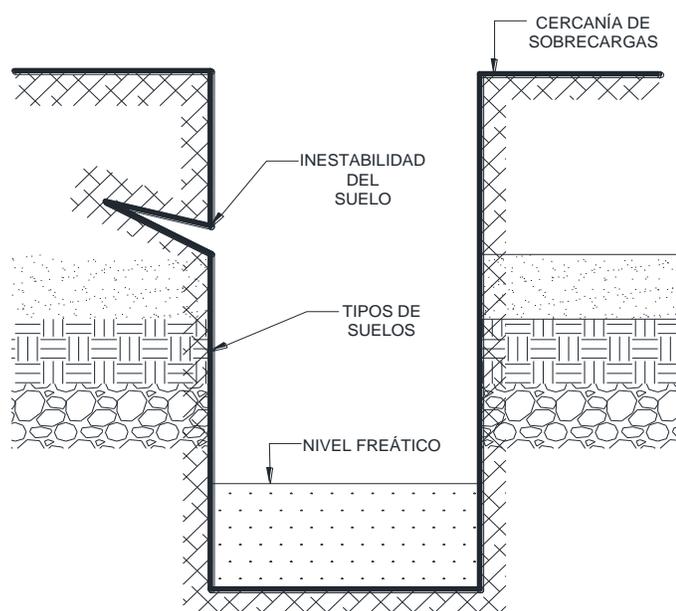


Figura 13. Factores que modifican los planos de falla de los terrenos

Realizar estudios de mecánica de suelos y estudios geotécnicos en el terreno, previo a la ejecución, para determinar los tipos de suelo a lo largo de la zona a excavar es una buena práctica de ingeniería, y con ello es posible determinar los ángulos de talud naturales según el tipo de material, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tipo de material	Ángulo natural
Arena fina seca	10° - 20°
Arena fina mojada	15° - 25°
Grava ligeramente húmeda	30° - 40°
Tierra vegetal húmeda	30° - 45°
Tierra muy compacta	40° - 50°
Canto rodado	40° - 50°
Arcilla seca	30° - 50°
Arcilla húmeda	0° - 20°
Roca	50° - 90°

En caso de no poder adoptar el ángulo de talud natural del suelo, diferentes literaturas establecen pendientes de taludes máximas que se pueden aplicar dependiendo del tipo de terreno. Estas pendientes son presentadas en la Tabla 2 y esquematizadas en la Figura 14.

Tipo de terreno	Pendiente máxima (H:V)
Terrenos movedizos o desmoronables (arenas)	1:1
Terrenos blandos pero resistentes	1:2
Terrenos muy compactos	1:3

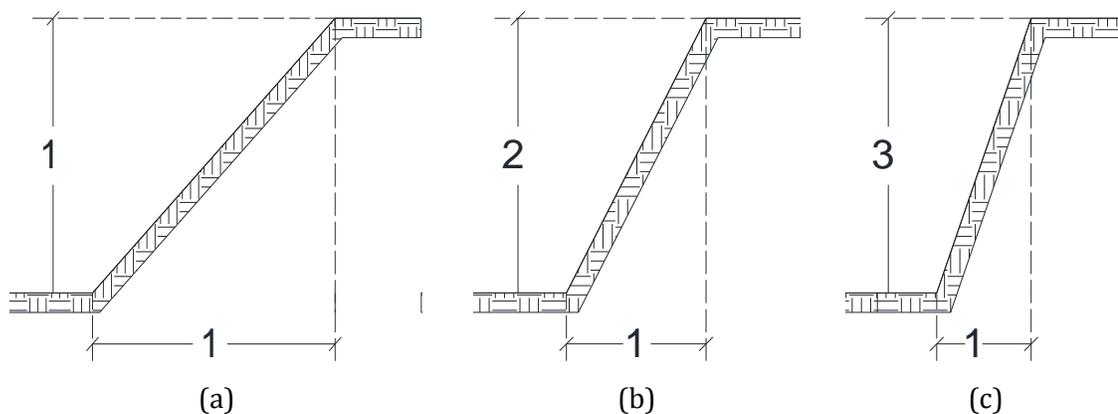


Figura 14. Pendientes de talud máximas  
 (a) Terreno desmoronable (b) Terreno blando-resistente (c) Terreno muy compacto

Pese a que las tablas y figuras mostradas anteriormente presentan información que puede servir como punto de partida para un pre-diseño, siempre deben realizarse estudios que confirmen lo planteado en dicho cálculo.

Debe contarse con información del tipo de suelo con el que se está tratando, sobre todo si la altura del talud excede los 3.0 m, que garantice mayor seguridad.

Esta información es brindada por un estudio de suelos, que a su vez debe ir acompañada de un diseño de estabilidad de taludes.

Con el estudio de suelos es posible determinar factores tales como el ángulo de fricción interna del suelo, el peso específico del suelo, la humedad que posee, entre otros.

A su vez, estos parámetros sirven para realizar un diseño de estabilización de taludes, donde se obtienen las dimensiones correctas de las pendientes, así como los factores de seguridad adecuados.

✓ Sustentaciones Provisionales

En los casos en que no sea posible o conveniente establecer las pendientes de talud naturales de los suelos debido a que en el terreno se presentan diferentes tipos de materiales, se debe recurrir al uso de sustentaciones provisionales.

En el ámbito de las excavaciones, las sustentaciones provisionales reciben el nombre de entibaciones, independientemente de cuáles sean los materiales empleados. Pueden darse dos casos:

- 1) Entibación adosada. Es necesario revestir totalmente los costados de la excavación. Este tipo de entibación se lleva a cabo cuando se cuenta con terrenos movedizos o desmoronables, como las arenas.
- 2) Entibación discontinua. Los apuntalamientos son colocados a cierta separación. Este tipo de sustentación provisional es utilizada en terrenos muy compactos.

Cuando se diseñe una sustentación provisional, la separación mínima a la que deben ser colocados los elementos, depende de los esfuerzos admisibles de los materiales, y debe presumirse el empuje más desfavorable que pueda actuar sobre las paredes de la entibación.

Es por tal razón que el diseño debe ser hecho por una persona competente que tenga los conocimientos acerca de las presiones de los suelos, para que elabore un diseño seguro y económico.

Las presiones de los suelos dependen de la profundidad de la excavación, del tipo de suelo con el que se cuenta, de la existencia de nivel freático o de sobrecargas que se encuentren cerca de la excavación. En la Figura 15 se presentan los diagramas de presiones que realizan los diferentes tipos de suelos sobre las entibaciones.

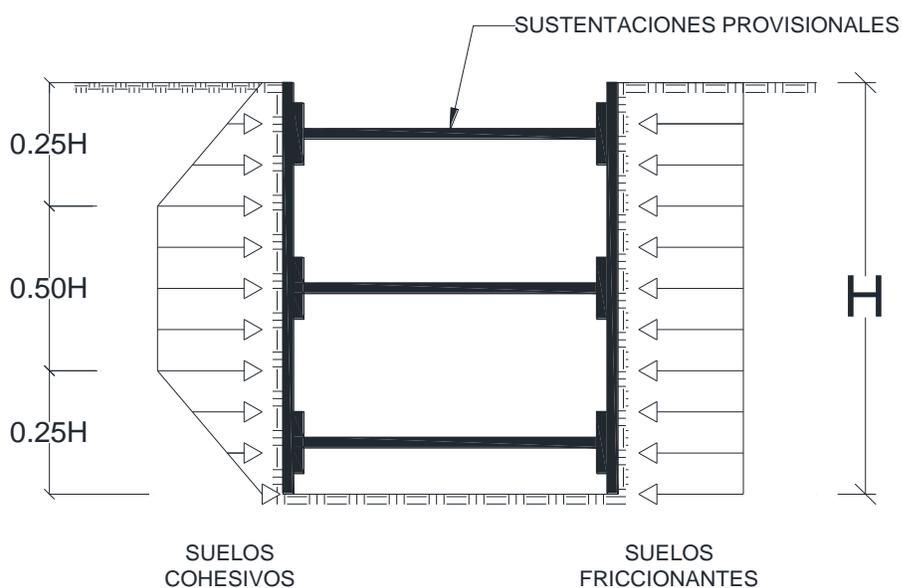


Figura 15. Diagramas de envolturas de presiones sobre entibados

Dependiendo de la profundidad de las excavaciones, se establece una anchura mínima que debe poseer la zanja. En la Tabla 3 se muestran dichos valores.

Tabla 3. Anchura mínima de excavaciones según profundidad	
Profundidad (m)	Anchura mínima (m)
1.00	0.40
1.50	0.65
2.00	0.75
3.00	0.80
4.00	0.90
Mayor a 4.00	1.00

Generalmente, siempre que haya que excavar a más de 1.20 m de profundidad, se tiene que realizar la correspondiente previsión de madera o de otro material idóneo para establecer las entibaciones necesarias con objeto de evitar desmoronamientos de los materiales que forman los costados de la excavación.

Los escombros sacados de las excavaciones deben estar, por lo menos, a 2.0 m de distancia de la madera de entibado o de la arista superior del talud.

Las tablas de revestimiento deben rebasar el nivel de terrenos en unos 5 a 10 cm a fin de prevenir toda caída de materiales en la excavación.

Toda excavación de más de 2.0 m de profundidad debe estar provista de escalera para facilitar el acceso de la misma. Esta escalera debe rebasar el nivel del suelo, por lo menos, en 75 cm (Figura 16).

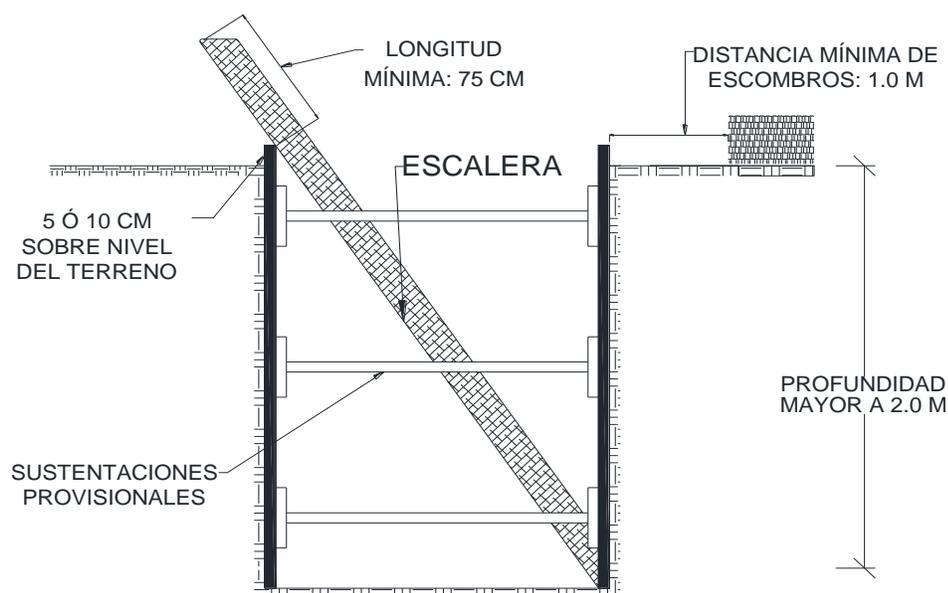


Figura 16. Esquema de entibaciones con profundidades mayores a 2.0 m

## Tipos de sustentaciones provisionales

### ✓ Tablas de entibación

Constituyen una forma de sustentación provisional y se colocan contra los costados de la excavación una vez ésta ha sido realizada.

### ✓ Tablestacas

Constituyen una forma de sustentación provisional y se hincan en el terreno antes de realizar una excavación, bien sea hasta la misma profundidad de ésta, bien mediante una técnica especial de hinca, hasta una profundidad superior a la de la excavación.

### ✓ Tablestacados metálicos

Es una forma de tablestacado hecha a base de perfiles de plancha de acero plegada para darles mayor rigidez; existen en las modalidades de junta solapada y de junta trabada.

Cuando se cuenta con sótanos, éstos pueden construirse dentro un sistema de sustentación provisional como los mencionados anteriormente. Sin embargo, si la profundidad del sótano es demasiado grande, tales métodos se convierten en antieconómicos, inaceptables o ambas cosas a la vez, debido a la gran cantidad de obra de sustentación provisional que requieren. Los sótanos profundos pueden construirse mediante los llamados “muros pantalla”.

El procedimiento consiste en construir unos muros de contención en el interior de una trinchera y proporcionarles sujeción lateral permanente mediante anclajes en el terreno conocida como técnica del muro soil nail (Figura 17).

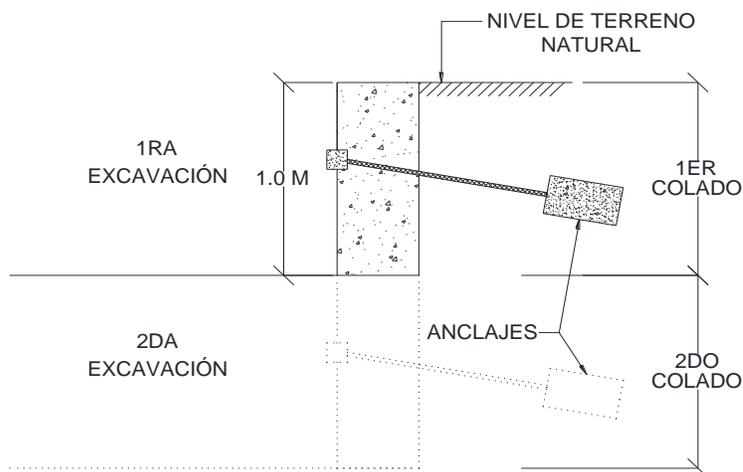


Figura 17. Muro Soil nail a medida se va excavando

Otra forma de sustentación es utilizando la contención lateral permanente proporcionada por los colados interiores durante el período de excavación (Figura 18).

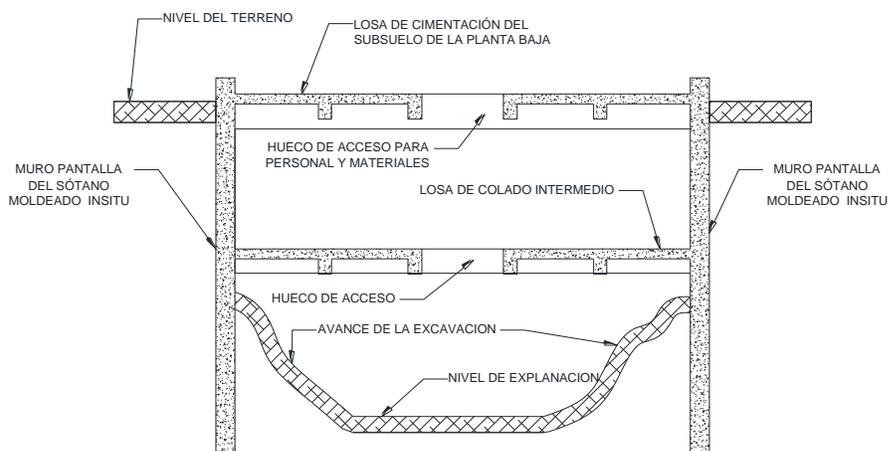


Figura 18. Construcción de sótano con arriostamiento permanente

Mientras avanza la excavación, puede proporcionarse apoyo lateral provisional a los muros pantalla por medio de vigas de celosía colocadas entre los mismos (Figura 19).

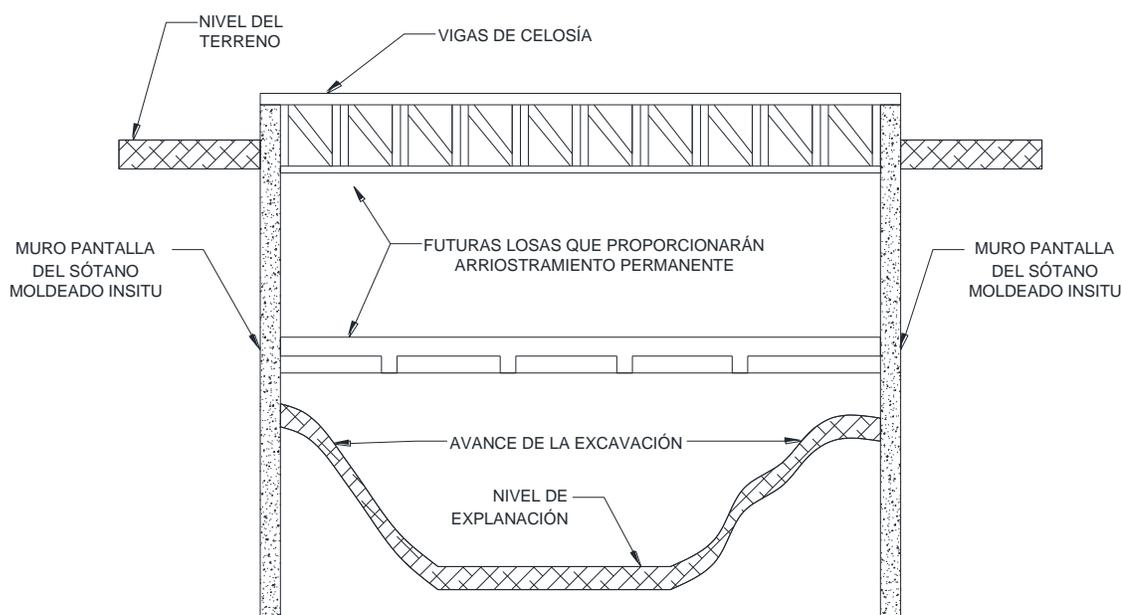


Figura 19. Construcción de sótano con arriostramiento provisional

#### 2.5.2.1.6. Compactación

Es el procedimiento de aplicar energía al suelo suelto para eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia, su capacidad de soporte y estabilidad. Su objetivo es el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo.

#### Ventajas de la compactación

La compactación permite el mejoramiento de las siguientes propiedades:

- ✓ Aumenta la capacidad de soporte del suelo.
- ✓ Reduce los asentamientos del terreno.
- ✓ Reduce la permeabilidad del suelo, el escurrimiento y la penetración del agua. El agua fluye y el drenaje puede regularse.
- ✓ Reduce el esponjamiento y la contracción del suelo, ya que si hay vacíos, el agua penetra y habrá un esponjamiento en invierno y contracción en verano.

#### Métodos para compactar el suelo

Se emplean cuatro métodos principales de compactación:

- ✓ Compactación estática o por presión.

La compactación se logra utilizando una máquina pesada, cuyo peso comprime las partículas del suelo, sin necesidad de movimiento vibratorio. Por ejemplo: rodillo estático o rodillo liso

- ✓ Compactación por impacto.

La compactación es producida por una placa apisonadora que golpea y se separa del suelo a alta velocidad. Por ejemplo: un apisonador o bailarina.

- ✓ Compactación por vibración.

La compactación se logra aplicando al suelo vibraciones de alta frecuencia. Por ejemplo: placa o rodillos vibratorios.

- ✓ Compactación por amasado.

La compactación se logra aplicando al suelo altas presiones distribuidas en áreas más pequeñas que los rodillos lisos. Por ejemplo: un rodillo “pata de cabra”.

### Elección del Método de compactación

Para la elección del método de compactación se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1) Tipo de Suelo
- 2) Variaciones del suelo dentro de la obra
- 3) Tamaño e importancia de la obra a ejecutar
- 4) Especificaciones de compactación del proyecto: Densidad, humedad óptima, Tamaño del sitio, Nº de pasadas.
- 5) Tiempo disponible para ejecutar el trabajo
- 6) Equipo que ya se posea antes de comenzar los trabajos
- 7) Economía

### Tipo de maquinaria según tipo de suelo

- ✓ Suelos granulares

Se compactan mejor por vibración. La vibración reduce las fuerzas de fricción, dejando que las partículas caigan libremente por su propio peso.

- Placas y rodillos vibratorios
- Masas desde altura (compactación dinámica)

✓ Suelos cohesivos

Se compactan mejor por amasado e impacto. La tendencia de los suelos es combinarse, formando laminaciones continuas con espacios de aire entre ellas, impidiendo que caigan partículas en los vacíos con la vibración. La fuerza de impacto produce un esfuerzo de cizalle que junta las laminaciones, oprimiendo las bolsas de aire hacia la superficie.

- Pisones
- Rodillo Pata de Cabra y Neumático
- Circulación adecuada del equipo de transporte

#### **2.5.2.2. TERRACERÍA ESTRUCTURAL**

Es la actividad necesaria para la remoción y extracción de materiales del suelo o terreno, ya sea para alcanzar el nivel de desplante de una cimentación, la rasante en la construcción de un camino o para alojar una tubería.

##### **2.5.2.2.1. Excavación estructural**

Es la excavación que se realiza para llegar al nivel de desplante requerido para la fundación. Dependiendo de la profundidad que tenga la zanja y el tipo de suelo con el que se cuente, debe considerarse la posibilidad de establecer sustentaciones provisionales.

#### 2.5.2.2.2. Sobre-excavación estructural

Cuando un suelo no tiene una capacidad adecuada, es necesario que bajo el nivel de desplante se realice una sobre excavación para alcanzar un suelo adecuado. Si la sobre excavación requerida resulta muy profunda, se establece una profundidad y se procede a rellenarlo con material idóneo que pueda soportar de manera segura las cargas impuestas por la edificación y que ésta no sufra deformaciones.

#### 2.5.2.2.3. Relleno compactado

Es el conjunto de operaciones que deben realizarse para rellenar las excavaciones de fundaciones o zanjas que alojarán tuberías, hasta el nivel original del terreno natural o hasta los niveles señalados en los planos.

El material para relleno debe colocarse en capas horizontales, del espesor que señale el ingeniero, pero en ningún caso mayor de 20 cm., y debe tener la humedad que requiera el material de acuerdo con la prueba próctor, para su máxima compactación.

Cada capa debe ser compactada uniformemente en toda su superficie hasta obtener la compactación requerida.

Por lo general, cuando el suelo con el que se cuenta al realizar una terracería estructural es competente, se encuentra a una profundidad no mayor a 6.0m, y es capaz de soportar las cargas impuestas por la edificación de forma segura,

basta con realizar una sobre excavación estructural, hasta llegar al nivel de sobre excavación, tal como se muestra en la Figura 20.

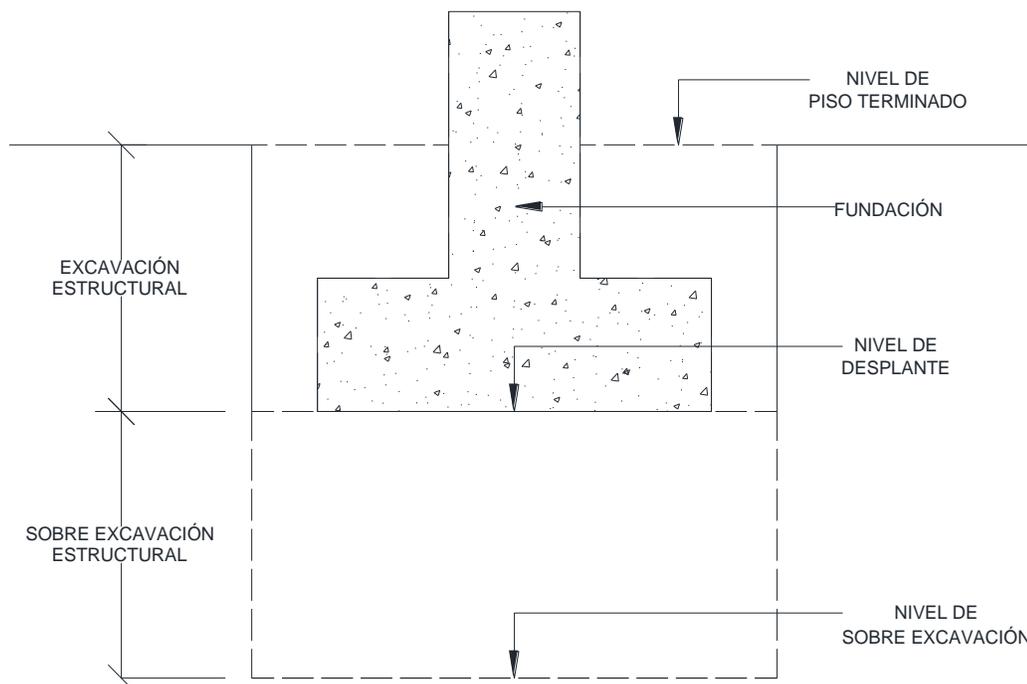


Figura 20. Esquema de terracería estructural

Sin embargo, cuando el suelo competente se encuentra a una profundidad mayor a los 6.0m, o en su defecto no es posible encontrarlo, es necesario recurrir a una fundación que combine zapatas con pilotes. En este caso, se requiere establecer una profundidad de excavación a la cual será colocada la zapata, y desde ese nivel se realizan las excavaciones para los pilotes requeridos.

Cuando se realicen los planos constructivos de la fundación, deben dibujarse en perfil cada pilote hasta la profundidad que se va a excavar, tal como muestra la Figura 21.

De manera complementaria y obligatoria, deben realizarse los respectivos planos de taller del acero de refuerzo.

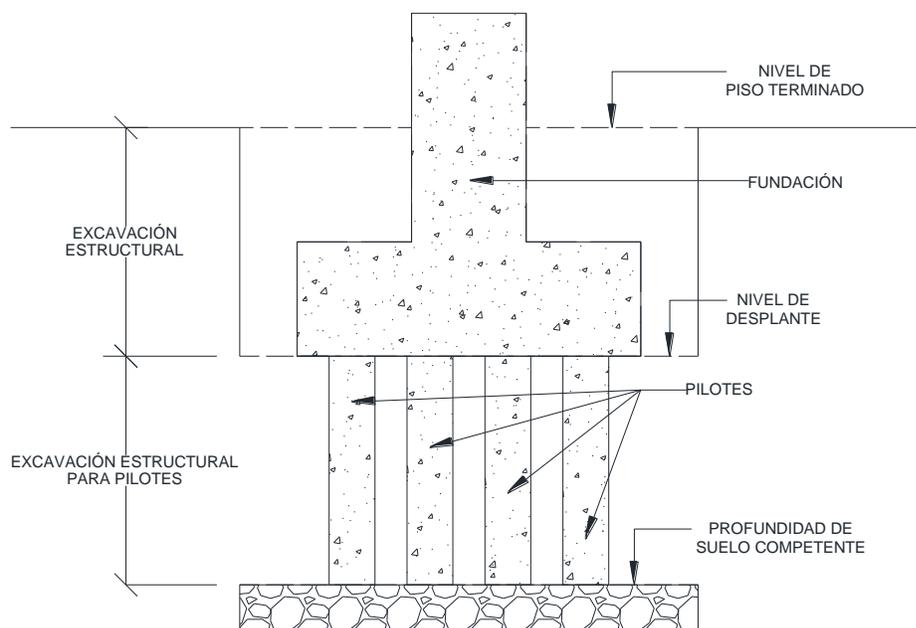


Figura 21. Esquema de terracería estructural de fundación con pilotes

Debido a que los pisos también son estructuras, se debe realizárseles una terracería compactada de por lo menos 50 cm. Si el suelo es muy malo, se realiza un corte de 50 cm, este material se desecha, luego la excavación se rellena con material de buena calidad, se procede a la excavación de la zapata y pilotes, se hacen los respectivos colados, se compacta, y de esta manera se garantiza que el piso puede ser colocado sin la preocupación que vaya a deformarse.

### 2.5.3. MAMPOSTERÍA DE BLOQUE DE CONCRETO CON REFUERZO INTEGRAL

Es un tipo de mampostería en el cual los bloques de concreto son unidos mediante un mortero, y que actúan en conjunto con el acero de refuerzo para resistir fuerzas. Las especificaciones para estructuras de mampostería de bloque de concreto con refuerzo integral se presentan en las notas estructurales del proyecto, las cuales son plasmadas en los planos de diseño de dichas estructuras. Los datos que los planos de diseño deben presentar son los siguientes:

Bloques de concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Norma que debe cumplir</li> <li>✓ Resistencia a la compresión</li> <li>✓ Espesores</li> </ul>
Mortero	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proporcionamiento</li> <li>✓ Tipo de cemento</li> <li>✓ Resistencia a la compresión</li> </ul>
Acero de refuerzo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Grado y norma del acero</li> <li>✓ Tamaño de las varillas</li> <li>✓ Longitudes de anclajes</li> <li>✓ Detalles de intersecciones</li> <li>✓ Espaciamiento de refuerzo vertical y horizontal</li> </ul>
Concreto Fluido o Grout	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Norma que debe cumplir</li> <li>✓ Revenimiento</li> <li>✓ Resistencia a la compresión</li> <li>✓ Altura máxima de caída</li> <li>✓ Tipo de consolidación</li> </ul>

### 2.5.3.1. Bloques de concreto

Las dimensiones de una unidad están definidas por su espesor, su altura y su longitud, y el orden para mencionar las dimensiones de los bloques de concreto es primero el ancho, luego el alto y finalmente el largo. (Figura 22)

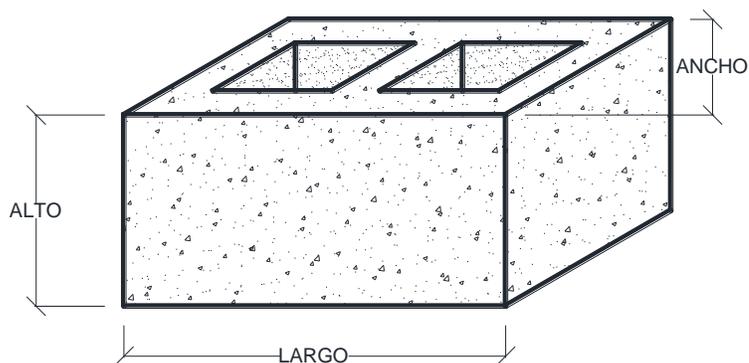


Figura 22. Dimensiones de bloque de concreto

Para efectos de modulación, las dimensiones de todos los bloques fabricados son 20 cm de alto y 40 cm de largo. El ancho de las unidades varía entre 10, 15 ó 20 cm. En la Tabla 4 se muestran las situaciones de carga y los anchos de bloque que deben utilizarse.

Tabla 4. Ancho de bloques recomendados según la carga de la pared	
Situación de carga de la pared	Ancho de bloque
Viviendas de dos plantas	15 cm
Paredes de carga en edificios de más de dos plantas	20 cm
Muros de retención	
Paredes que no soportan carga	10 cm
Tapiales menores o iguales a 2.5 m de altura	
Viviendas de una planta	

Las unidades de concreto para mampostería constan de una medida nominal y una medida real. La medida nominal es la medida con la que se conoce el bloque en el mercado, y es la que sirve para diseñar y modular. Por ejemplo: bloque de 10x20x40. La medida real es la medida con la que se fabrica el bloque de concreto. Éstas son menores debido a que se toma en cuenta el espesor de la junta, que nominalmente es de 1 cm.

La Tabla 5 muestra las dimensiones nominales y reales de los diferentes bloques rectangulares.

Tabla 5. Dimensiones nominales y reales de bloques de concreto rectangulares						
	Medidas Nominales (cm) (En el mercado)			Medidas Reales (cm) (En fábrica bajo norma)		
	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto	Largo
Bloque de 10	10	20	40	9.2	19	39
Bloque de 15	15	20	40	14.2	19	39
Bloque de 20	20	20	40	19.2	19	39

Así mismo, las unidades huecas de concreto se dividen en diferentes clasificaciones.

La Tabla 6 muestra la clasificación de éstas y las características que tienen:

Existen otros tipos de bloques, llamados bloques solera, las cuales pueden usarse como soleras intermedias (si la pared tiene más de 2 m de alto) y como soleras de coronación; y bloques esquineros, los cuales funcionan de un lado como bloque entero y del otro como mitad de bloque, lo que facilita la conformación de esquinas.

(Figura 23)

Tabla 6. Clasificación de las unidades huecas de concreto		
Clasificación		Características
Grados	N	Se pueden utilizar en paredes exteriores que se encuentren bajo la rasante o sobre ella, expuestas a la humedad, a la intemperie o sometidas a cargas severas. También se pueden usar en paredes interiores.
	S	Sólo se pueden usar en paredes exteriores sobre la rasante, que se encuentran protegidas por un recubrimiento contra la intemperie, o en paredes que no están a la intemperie y en paredes interiores. Estas unidades no tienen que cumplir ningún requisito de absorción.
Tipos	I	Unidades con humedad controlada. Deben usarse cuando las contracciones por secado puedan ocasionar esfuerzos excesivos con la consiguiente tendencia a que se produzcan agrietamientos.
	II	Unidades sin control de humedad.
Pesos	Liviano	El peso del concreto oscila entre 1360 y 1680 kg/m <sup>3</sup> .
	Mediano	El peso del concreto oscila entre 1680 y 2000 kg/m <sup>3</sup> .
	Normal	El peso del concreto es mayor a 2000 kg/m <sup>3</sup> .

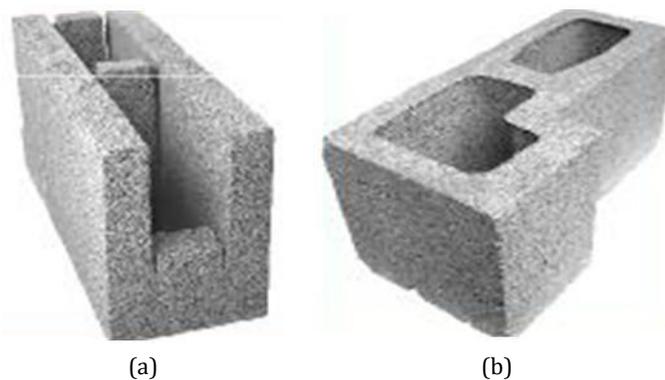


Figura 23. Tipos de bloque  
(a) Bloque solera (b) Bloque esquinero

### 2.5.3.2. Mortero

La Norma Técnica para Control de Calidad de Materiales Estructurales establece que los tipos de mortero se identifican con las letras M y S, siendo las resistencias

mínimas a la compresión que deben alcanzar a los 28 días de 175 kg/cm<sup>2</sup> y 125 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

El tipo M debe usarse en edificaciones de más de 2 plantas y estructuras bajo el nivel del terreno tales como fundaciones, muros, cisternas, piscinas y sótanos El tipo S puede usarse en viviendas de una y dos plantas.

La Tabla 7 indica los tipos de mortero, así como su proporción, a utilizarse en las diferentes clases de construcción.

Al fabricarse el mortero que se va a utilizar, cualquiera que sea, debe cumplir ciertos requisitos, entre los que podemos mencionar:

- ✓ El mezclado de los elementos sólidos (cemento, cal, agregados) debe realizarse en seco, hasta lograr un color homogéneo.
- ✓ El mezclado debe hacerse en un recipiente no absorbente, y de preferencia debe ser un mezclado mecánico.
- ✓ Si el mortero ha empezado a solidificarse, éste podrá ser remezclado solamente una vez, para alcanzar la consistencia deseada.

Cuando se unan unidades de mampostería con mortero, éste deberá cubrir totalmente las caras horizontales y verticales de la unidad, y el espesor mínimo que ésta debe tener es de 6 mm. Cuando las piezas de mampostería sean de fabricación industrial, el espesor de las juntas será de 1.2 cm como máximo, y si son de fabricación artesanal, 1.5 cm.

Tabla 7. Tipos de mortero y proporción por volumen					
Clasificación estructural de la pared	Mortero Tipo	Mezcla (Partes por volumen)			
		Cemento Portland	Cal Hidratada	Agregados	
Paredes de concreto reforzadas, sujetas a vientos, temblores, etc., fundaciones, muros, cisternas, piscinas, sótanos	M	1	0	2 o 3	0 no menos de 2 ¼ y no más de 3 veces la suma de cementos y cal usados
	M	1	¼	2 ¼	
Paredes exteriores o interiores sujetas a cargas normales	S	1	¼	4	
	S	1	½	3	

### 2.5.3.3. Concreto fluido o Grout

Este debe ser capaz de penetrar en todas las cavidades de la pared de manera fluida sin sufrir segregación, con la capacidad de adherirse a las unidades de mampostería y a las barras de refuerzo para que actúen soportando las cargas. La resistencia a la compresión a los 28 días no debe ser menor de 140 kg/cm<sup>2</sup>. El grout se divide en grout fino y grout grueso.

- ✓ Grout fino: no contendrá agregado grueso y se podrá usar en bloque de 10 cm o de más ancho.
- ✓ Grout grueso: contendrá agregado fino y grueso y su uso se limita a bloque de 15 cm o de más ancho. El tamaño del agregado no debe ser mayor de 1.0 cm.

Debe aplicarse agua hasta obtener un revenimiento de 20 cm a 25 cm.

Cuando se coloque el grout en las celdas a ser rellenas, éstas deberán estar libres de mortero de junta y de materiales extraños, y al momento del colado, la altura de llenado depende del área de la celda, así:

Área de la celda  $< 25 \text{ cm}^2$  → 50 cm

Área de la celda  $> 25 \text{ cm}^2$  → 1.50

Cuando se realice el llenado de una celda que contiene refuerzo o tubería, no debe llenarse totalmente, sino hasta la mitad de la última hilada colocada, para evitar que la junta de grout coincida con la junta de mortero. (Figura 24).

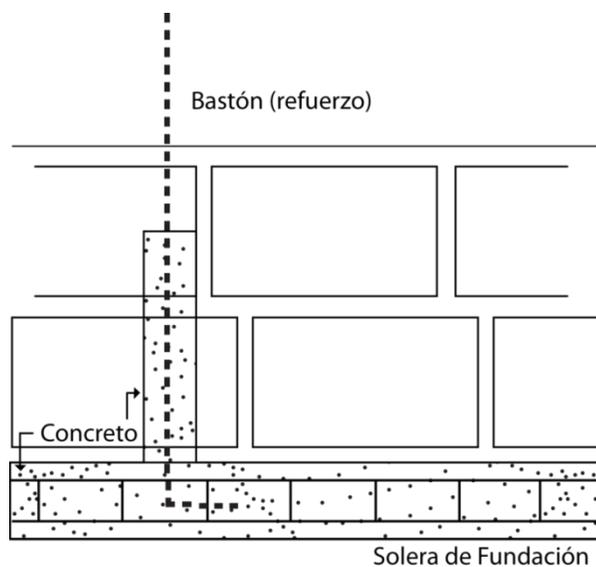


Figura 24. Forma correcta de rellenar una celda que contiene refuerzo vertical

#### 2.5.3.4. Acero de refuerzo

Es colocado de dos formas:

✓ Refuerzo vertical:

Consiste en varillas de hierro corrugado de  $\frac{3}{8}$ " que se fijan a la fundación antes de su vaciado y se ubican al centro de las celdas de los bloques. El espaciamiento máximo debe ser 6 veces el espesor de la pared u 80 cm, el que sea menor.

✓ Refuerzo horizontal:

Consiste en varillas de hierro liso de  $\frac{1}{4}$ " que se colocan en la pared a medida que se va construyendo en sentido horizontal y estas quedan embebidas en el mortero de pega. El espaciamiento máximo debe ser 40 cm, y su recubrimiento debe ser como mínimo de 1 cm.

Para que las varillas de refuerzo queden fijas, no se muevan de las soleras de fundación, y garanticen estabilidad a la estructura, la "Norma Especial para el Diseño y Construcción de Viviendas" de El Salvador establece las longitudes de anclaje mostradas en la Tabla 8.

Diámetro (Pulgadas)	Número de la varilla	Longitud de anclaje (cm)
1/4	2	30
3/8	3	40
1/2	4	40
5/8	5	50
3/4	6	65
7/8	7	70

Así mismo, para garantizar la estabilidad, el recubrimiento de las varillas de refuerzo debe ser:

Nervios y soleras → 2.0 cm

Si la estructura está en contacto con la tierra:

✓ Para varillas No.5 o menores → 3.5 cm

✓ Para varillas No.5 o mayores → 5.0 cm

### 2.5.3.5. Normas de calidad de materiales

La “Norma Técnica para Control de Calidad de los Materiales Estructurales” de El Salvador, establece las normas o características que deben tener los materiales que se empleen en la mampostería. La Tabla 9 los menciona:

Tabla 9. Normas que deben cumplir materiales usados en mampostería	
Material	Norma que debe cumplir
Agua	- Debe ser potable
Agregados	- ASTM C144: Especificación estándar para agregados para morteros de mampostería - ASTM C404: Especificación estándar para agregados para concreto fluido
Cementos	- ASTM C91: Especificación estándar para cementos de mampostería - ASTM C150: Especificación para cemento portland - ASTM C595: Especificación para cementos hidráulicos mezclados (Excepto tipos S)
Cal Hidratada	- ASTM C5: Especificación estándar para cal viva para propósitos estructurales - ASTM C207: Especificación estándar para cal hidratada para propósitos de mampostería

Tabla 9. Normas que deben cumplir materiales usados en mampostería	
Material	Norma que debe cumplir
Unidades de concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ASTM C55: Especificación para ladrillos de concreto para construcción</li> <li>- ASTM C90: Especificación para unidades huecas de concreto para mampostería portante</li> <li>- ASTM C129: Especificación para unidades huecas de concreto para mampostería no portante</li> <li>- ASTM C140: Métodos estándar de muestreo y ensayo de unidades de mampostería de concreto</li> </ul>
Morteros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ASTM C270: Especificación estándar para morteros para unidades de mampostería</li> </ul>
Concreto fluido o Grout	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ASTM C476: Especificación estándar para mortero y concreto fluido para mampostería reforzada</li> </ul>

### 2.5.3.6. Cimentaciones

Las paredes deben cimentarse sobre una solera corrida de concreto reforzado, con un ancho mínimo de 30 cm para viviendas de un piso, y de 40 cm para viviendas de dos pisos, y una altura mínima de 20 cm, desplantándose a una profundidad no menor a 50 cm del nivel más bajo del piso.

El refuerzo de la solera será como mínimo, de 3 varillas longitudinales No.3 y varillas transversales No.2 a un espaciamiento máximo de 20 cm.

Todas las varillas de refuerzo vertical de la pared deben quedar ancladas en la solera de cimentación.

### **2.5.3.7. Paredes**

Son los elementos que cargan el techo, el entrepiso y separan los ambientes de una vivienda, por lo que debe cuidarse su proceso de construcción para garantizar su resistencia, para dar forma a la vivienda y dividir los distintos ambientes que la forman.

Todas las paredes deberán llevar soleras horizontales en el borde superior. Éstas deberán armarse, por lo menos con dos varillas No.3 y grapas No.2 a cada 20 cm. En el caso de las paredes que soportan losas, debe diseñarse la viga requerida.

Todas las celdas de los bloques adyacentes a huecos de puertas y ventanas, deben ir reforzadas, como mínimo con una varilla No.3. En todas las repisas de ventana, debe existir, por lo menos, un elemento de concreto de 10 cm de altura, armado con dos varillas No.3 y estribos No.2 a 20 cm, uniendo el refuerzo de los bordes verticales.

### **2.5.3.8. Juntas de construcción**

#### ✓ Juntas verticales

Se deben evitar en lo posible las juntas verticales en las paredes de bloque de concreto. Una vivienda, cuarto o estructura hecha de mampostería de bloque de concreto no debe ser construida por partes, es decir, no deben construirse las paredes de manera individual.

Una estructura de mampostería de bloque de concreto debe ser construida perimetralmente, ya que con esto se garantiza la estabilidad estructural y el plomo de la estructura (Figura 25).

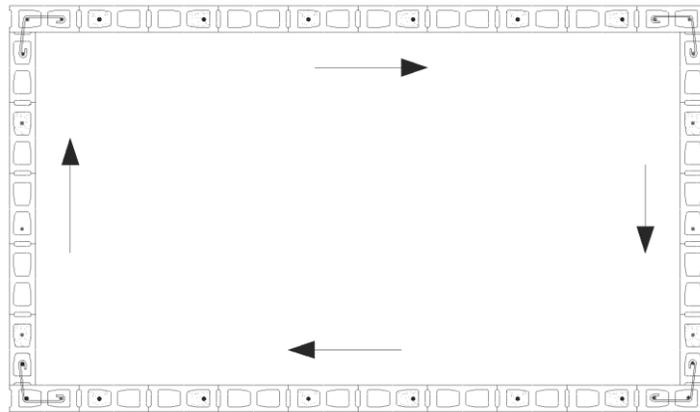


Figura 25. Forma correcta de realizar un levantamiento de mampostería de bloque de concreto

#### ✓ Juntas de construcción horizontales

Este tipo de juntas se establecen cuando se realizan colados al colocar bloques soleras. La altura a la que se colocan los bloques soleras dependen del diseño estructural que haga el ingeniero competente, sin embargo, de manera general, se colocan cada 60cm u 80cm.

Las juntas de construcción en paredes son también dejadas en la unión entre la fundación y donde inicia la pared. (Figura 26).

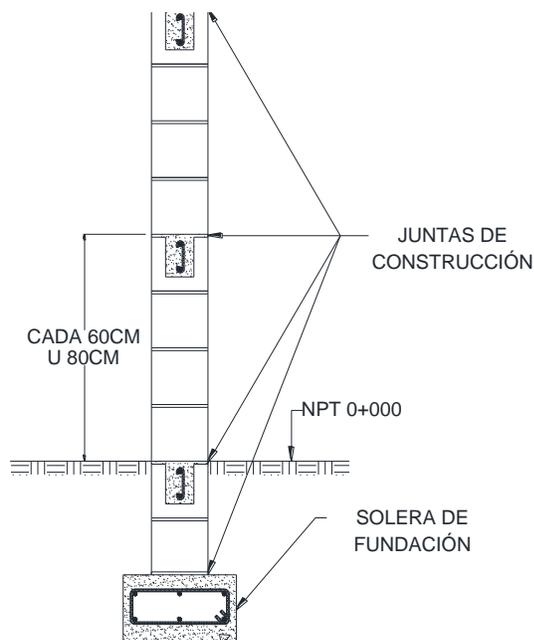


Figura 26. Esquema de juntas de construcción en paredes de bloque de concreto

### 2.5.3.9. Juntas de control

Este tipo de juntas debe hacerse en los siguientes casos:

- ✓ En las intersecciones de las paredes.
- ✓ Cuando existe un hueco en la pared, ya sea de puertas o ventanas, o cualquier detalle arquitectónico.
- ✓ Cuando se unen dos paredes de distinto espesor y cambia la rigidez de las mismas.
- ✓ En las esquinas, cuando las longitudes de las paredes son distintas.
- ✓ Cuando cambia la altura de las paredes, aunque sean del mismo espesor.
- ✓ Cuando las fundaciones no son suficientemente rígidas para eliminar las fracturas debidas a los asentamientos diferenciales.

- ✓ En las esquinas, cuando quiera dársele el efecto de una columna.
- ✓ Cuando se une una pared con columnas aisladas de concreto o metálicas.
- ✓ Cuando se desee dar el efecto de una sola pared, la junta debe hacerse al forrar las columnas aisladas.

La longitud de juntas para paredes y muros de retención de 10, 15, 20 cm. con columnas, debe ser de 12 m. como máximo.

Este tipo de juntas debe colocarse según especifique el diseño estructural y deberán detallarse en planos de taller o constructivos.

#### **2.5.3.10. Tuberías y ductos**

Por la forma y la coincidencia vertical de las perforaciones de los bloques de concreto, que conforman celdas continuas dentro de los muros se pueden albergar fácilmente tuberías y ductos, con evidentes beneficios estéticos y funcionales. Lo anterior permite que en proyectos de mampostería con bloques de concreto, el diseño de las instalaciones hidráulicas, eléctricas y de telecomunicaciones, merezcan una atención y planeación especial, con el fin de conseguir el máximo aprovechamiento de las características del sistema y evitar problemas por improvisaciones, ya que lo ideal es instalarlos sin dañar la mampostería.

Algunos criterios que hay que tomar en cuenta al momento de colocar ductos o tuberías en una pared de mampostería son los siguientes:

- ✓ No deben colocarse si, a criterio del diseñador, se compromete la estabilidad estructural de la pared.
- ✓ No deben ser de aluminio.
- ✓ No deben colocarse en una celda que lleve refuerzo.
- ✓ El tamaño máximo de una tubería o ducto embebido no debe exceder de  $1/3$  del espesor de la pared.
- ✓ Si es necesario demoler parte de la pared para su colocación, debe garantizarse que la profundidad de la ranura no exceda de  $1/4$  del espesor de la pared.
- ✓ El recorrido de las tuberías y ductos debe ser menor que la mitad de la altura libre del muro ( $h/2$ ), y nunca deben colocarse de forma horizontal.
- ✓ No deben colocarse en nervios que tengan función estructural, ya sean exteriores o interiores.

#### **2.5.3.11. Tolerancias**

- ✓ En ningún punto del eje de una pared con función estructural, debe haber una distancia mayor a 2.0 cm de la indicada en los planos.
- ✓ El desplome de una pared no debe ser mayor a 0.004 veces su altura ni 1.5 cm.

- ✓ El área máxima de las tuberías o conductos verticales en una columna de mampostería o en un nervio de concreto reforzado, no debe exceder de 2% de la sección transversal de dichos elementos.

#### 2.5.4. CONCRETO REFORZADO

Las especificaciones para las estructuras de concreto reforzado generalmente se presentan en las notas estructurales del proyecto, las cuales son plasmadas en los planos de diseño de dichas estructuras. Los datos que los planos de diseño deben presentar son los siguientes:

Concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Resistencia a la compresión (A los 28 días)</li> <li>✓ Peso volumétrico</li> <li>✓ Tamaño máximo de agregados</li> <li>✓ Tipo de cemento</li> <li>✓ Relación agua-cemento</li> <li>✓ Tolerancias</li> </ul>
Acero de refuerzo	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Grado y norma del acero</li> <li>✓ Longitudes de traslapes y ganchos</li> <li>✓ Recubrimientos</li> <li>✓ Tipo de empalmes</li> <li>✓ Zonas de traslapes y soldaduras</li> </ul>
Encofrados	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tipo de acabado</li> <li>✓ Materiales</li> <li>✓ Tiempos de desencofrados</li> </ul>

Si dichos planos de diseño no presentan la información antes mencionada, a continuación se establecen las generalidades que deben ser consideradas para elaborar planos constructivos de estructuras de concreto reforzado.

#### **2.5.4.1. CONCRETO**

Muchos factores contribuyen en la producción de concreto resistente y durable, incluyendo una mezcla de concreto de calidad, colocación profesional y un curado apropiado.

##### 2.5.4.1.1. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla consiste en la determinación de las características del concreto requeridas y que pueden ser especificadas. Entre estas características se pueden incluir propiedades del concreto fresco, propiedades mecánicas del concreto endurecido y la inclusión, exclusión o límite de ingredientes específicos en la mezcla.

Al efectuar un diseño de mezcla se tiene como resultado un proporcionamiento, el cual se refiere a la determinación de las cantidades de los ingredientes del concreto.

Para determinar el proporcionamiento, es necesario llevar a cabo un procedimiento de cálculo a partir de datos de campo o de laboratorio que tome en cuenta las características del concreto y consideraciones tales como el uso que se le

propone dar, las condiciones de exposición, tamaño y forma de los elementos y las propiedades físicas del concreto (tales como resistencia mecánica) requeridas para la estructura.

Las mezclas de concreto se deben mantener lo más sencillas posible, pues un número excesivo de ingredientes normalmente dificulta el control del concreto.

Un concreto adecuadamente proporcionado debe presentar una trabajabilidad aceptable en su estado fresco, durabilidad, resistencia, apariencia uniforme en su estado endurecido y a la vez ser económico. Para ello es necesario seleccionar adecuadamente los materiales y las características de la mezcla.

#### 2.5.4.1.2. Fabricación

El concreto puede fabricarse por diferentes procedimientos, éstos pueden ser:

- ✓ **Manual.** Consiste en la fabricación de la mezcla de concreto en la obra. Es elaborado utilizando herramientas manuales.
- ✓ **Mecánico.** Este procedimiento es el más adecuado para elaborar concreto en obra. Con él se obtiene una mezcla más uniforme en un tiempo razonablemente corto. El equipo o maquinaria usual es la revolvedora común y su capacidad de producción está en función de la cantidad de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) que puede fabricar.
- ✓ **Industrial.** También conocido como concreto premezclado. Es el concreto cuya dosificación y mezclado son cuidadosamente controlados en planta por

el fabricante. El concreto premezclado se traslada desde la planta dosificadora hacia la obra en camiones mezcladores, para su utilización, en estado plástico.

La elección entre el concreto premezclado en planta y el elaborado en el sitio se basa en las circunstancias particulares de la obra en cuestión, en los aspectos técnicos y en los costos beneficios asociados con cada uno de ellos. Para esta elección es importante considerar los siguientes factores:

- ✓ Ubicación y accesibilidad de la obra
- ✓ Tipo de concreto
- ✓ Tipo y tamaño del elemento
- ✓ Calidad requerida
- ✓ Volumen de concreto
- ✓ Disponibilidad de concreto premezclado
- ✓ Otros

#### 2.5.4.1.3. Transporte

Una vez fabricado el concreto debe trasladarse hasta el lugar del colado y para tal efecto el medio de transporte debe ser lo suficientemente rápido para evitar pérdida del revenimiento antes de su colocación y lo suficientemente eficaz para evitar la segregación y pérdida del mortero o lechada.

Los medios de transporte más utilizados son:

- ✓ **Carretillas manuales o motorizadas.** Son adecuadas para mover pequeños volúmenes a distancias cortas. La distancia máxima de entrega para un equipo motorizado es de 120 m y para un equipo manual (carretilla) de 60 m. Efectuar el traslado a distancias mayores propiciará la segregación del material.
- ✓ **Bandas transportadoras.** Son recomendables para mezclas plásticas (de 6 a 8 cm de revenimiento) y grandes volúmenes ya que el costo de instalación e implementación es alto y requiere de cierta especialización.
- ✓ **Bombas estacionarias neumáticas o pistones.** Son recomendables para mezclas fluidas (de 9 a 15 cm de revenimiento) y para volúmenes medios o grandes ya que el costo de utilización es alto.

Para la elección del transporte del concreto dentro de la obra se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Volumen a transportar
- ✓ Accesibilidad para vaciar el concreto en el encofrado
- ✓ Distancia mínima y máxima
- ✓ Consistencia del concreto (revenimiento)
- ✓ Tiempo disponible para el colado
- ✓ Accesibilidad

#### 2.5.4.1.4. Colocación

La colocación es el proceso de colado o vaciado del concreto dentro del encofrado. La colocación del concreto es determinante, ya que con esta actividad se concluye la fabricación de elementos estructurales o arquitectónicos, importantes, definitivos y perdurables de una obra, que tengan la integridad estructural, durabilidad, calidad de servicio y aspectos adecuados, según el diseño y las especificaciones.

#### 2.5.4.1.5. Colocación en clima cálido

El ACI 305 define el clima cálido como “Cualquier combinación de altas temperaturas ambientales, altas temperaturas del concreto, baja humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento”. Todos estos factores ocurren especialmente en climas áridos o tropicales. A su vez, la norma ASTM C94 establece que en climas cálidos la temperatura del concreto no debe superar los 90°F (32°C). La temperatura del concreto depende de:

- ✓ El calor de hidratación, el cual es el calor que se genera por la reacción entre el cemento y el agua y depende principalmente de la composición química del cemento.
- ✓ La temperatura de sus agregados.
- ✓ La temperatura del ambiente.

El Salvador se encuentra ubicado en la zona climática tropical, por lo que es necesario tomar precauciones especiales para asegurar una apropiada manipulación, colado, acabado y curado del concreto.

Tal como se mencionó anteriormente, la temperatura del ambiente incide en la temperatura del concreto, por lo que es importante conocer los factores y consecuencias que se desarrollan durante la colocación del concreto en clima cálido.

- ✓ Problemas potenciales en clima cálido
  - Aumento de la demanda de agua, generando menor resistencia y durabilidad.
  - Pérdida acelerada de revenimiento.
  - Fraguado más rápido.
  - Aumento de la tendencia de fisuración plástica.
  - Dificultad de control del aire incluido.
  - Aumento del potencial de fisuración térmica.
  
- ✓ Métodos Preventivos
  - Enfriamiento del concreto
  - Enfriamiento de los ingredientes del concreto.
  - Disminución del tiempo de transporte, colocación y acabado.
  - Uso de sombrillas, parabrisas, niebla y rociado para limitar la pérdida de humedad durante la colocación y el acabado.
  - Adición de hielo en escarcha como parte del agua de mezclado.

#### 2.5.4.1.6. Compactación

La compactación es el proceso por medio del cual se logra un mayor contacto entre los componentes del concreto, el encofrado y el acero de refuerzo. También tiene como propósito eliminar al máximo el aire atrapado dentro de la mezcla, lo cual tiene un papel fundamental en la resistencia final del concreto.

Puede llevarse a cabo por medios mecánicos o manuales, de acuerdo con la sección del elemento y los requisitos de calidad que deban cumplirse.

##### ✓ Compactación manual

La compactación manual se realiza con barras o pisones que golpean verticalmente al concreto, para penetrarlo o aplastarlo, según el elemento que se emplee.

##### ✓ Compactación por medios mecánicos

La compactación por medios mecánicos o vibrado aprovecha la disminución de la viscosidad del concreto cuando está en movimiento, para volverlo momentáneamente más moldeable y expulsar gran cantidad de aire atrapado.

El equipo disponible para esta actividad es eléctrico o de gasolina con cabezales de diferentes tamaños y diámetros y son de varios tipos: de inmersión (con chicote y cabezal), externos (vibradores adheridos a la cimbra que se usan cuando la densidad del acero es alta) y de superficie (reglas vibratorias que se usan para la colocación y vibrado de pisos y superficies horizontales).

Para seleccionar el tipo de vibrador se debe tomar en cuenta:

- El volumen de concreto que se someterá a este procedimiento.
- Velocidad de compactación deseada.
- Peso y tamaño del vibrador.
- Tiempo requerido de vibrado en función del fraguado del concreto.
- Dimensiones de los elementos de concreto a vibrar y la densidad de acero.

No se debe vibrar el concreto endurecido. Los huecos que se forman por la entrada del cabezal no podrán ser ocupados fácilmente por la misma mezcla al extraerlo.

La selección del método de compactación depende de las características del concreto y de la obra que se esté construyendo.

#### 2.5.4.1.7. Curado

Es el proceso que se utiliza para mantener la humedad y temperatura del fresco por un periodo lo suficientemente prolongado como para que el concreto desarrolle su resistencia de diseño.

Existen varios métodos para curar concreto entre los que se encuentran: inundación, aspersion, uso de cubiertas mojadas o plásticas, aplicación de membrana de curado, entre otros.

El tiempo de curado depende del tipo de cemento, de las proporciones de la mezcla, de la resistencia necesaria, del tamaño y forma de la masa de concreto y de las futuras condiciones de exposición.

#### 2.5.4.1.8. Juntas

Las juntas son fracturas planeadas en el concreto que le permiten moverse y evitar el agrietamiento al azar. Los tres tipos reconocidos de juntas de control son:

- ✓ **Juntas de construcción.** Se colocan en lugares donde ha concluido la jornada de trabajo. Separan las áreas de concreto colocado en distintos momentos.

Cuando se realiza un colado que se desarrolla verticalmente, como el caso de zapatas, pedestales y columnas, es necesario establecer en qué lugares se colocarán las juntas de construcción.

En la Figura 27 se muestran las juntas más comunes, siguiendo el siguiente orden:

- 1) Junta entre zapata y pedestal.
- 2) Junta entre pedestal y tensor o viga de fundación.
- 3) Junta entre pedestal y columna.
- 4) Junta entre columna y viga.
- 5) Junta entre viga y columna.



Figura 27. Esquema más común de colocación de juntas de construcción verticales

Sin embargo, existe otra técnica para establecer las juntas de construcción verticales (Figura 28). En esta forma se planea el colado de la zapata, luego el colado del pedestal y columna hasta el primer nivel de forma monolítica, dejando “mechas” en los tensores o vigas de fundación con su respectiva longitud de traslape o protección si se colocará un empalme mecánico.

Lo importante en la construcción de edificios es crecer en vertical, por lo que la forma de colado mostrada en la Figura 28 es ideal, ya se llega con mayor

rapidez al colado de las losas de entrepiso. Esto resulta beneficioso cuando comienza la época lluviosa, ya que la losa del primer entrepiso actúa como protección para realizar los colados pendientes de los tensores o vigas de fundación y para los trabajos programados.

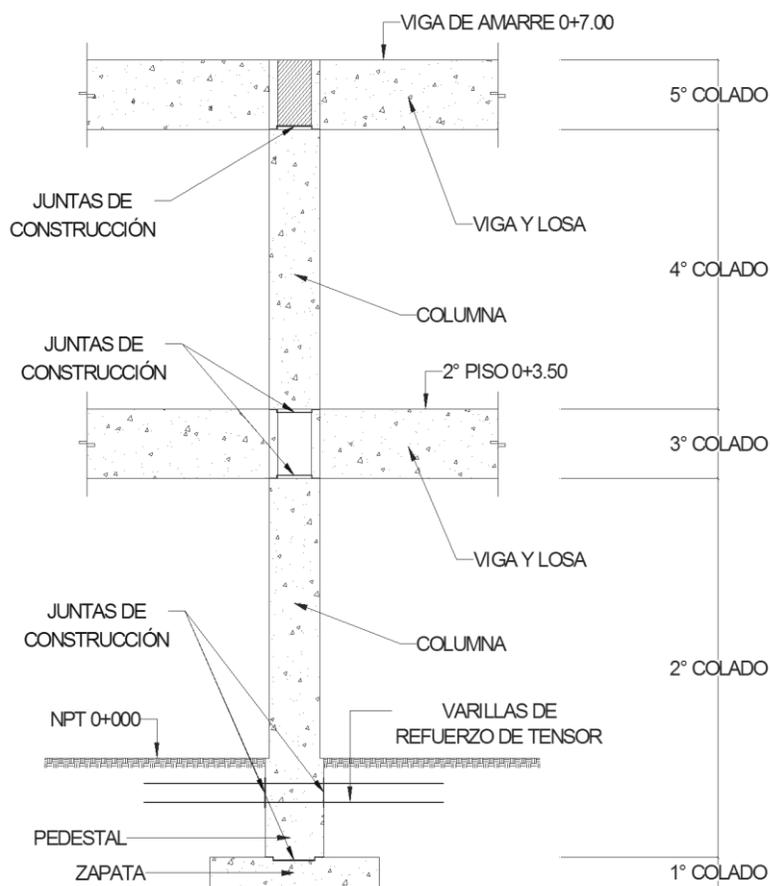


Figura 28. Colado monolítico de zapata, pedestal y columna

Cuando se realiza una junta de un colado vertical, es necesario hacerlo de forma que garantice que la estructura se comporte de la mejor manera según el diseño. Para ello es necesario que en cada junta, se deje una “llave

de cortante”. La función de esta llave es la de reforzar la junta, y que ésta no sea la parte débil por donde fallará la estructura

Para hacer una llave de cortante, se realiza el colado de la primera estructura, y luego, mediante escarificación se hace un corte en la parte media del elemento. La profundidad de la escarificación debe ser de 3.0cm, y debe realizarse a 10 cm de cada arista. (Figura 29).

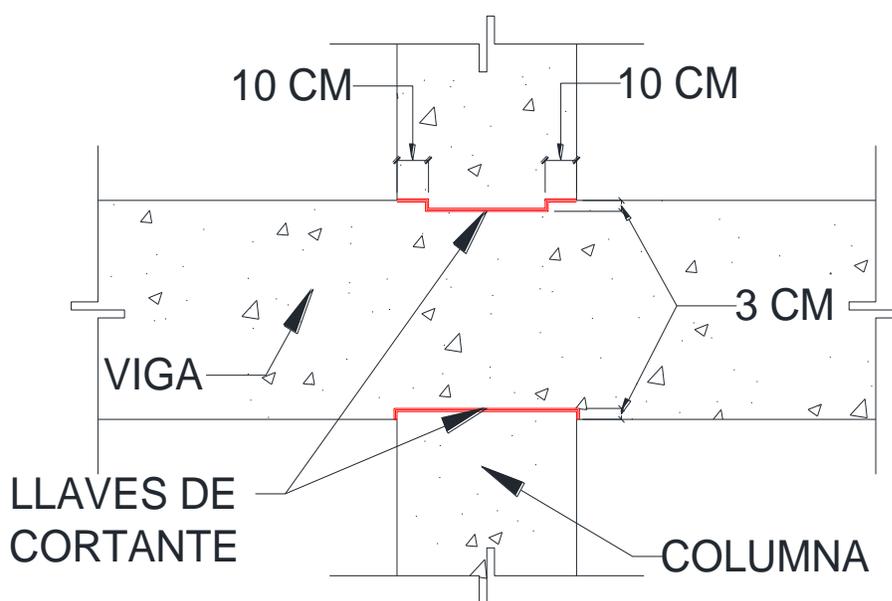


Figura 29. Esquema de llave de cortante en junta de construcción

Cuando se realiza un colado que se desarrolla horizontalmente, como el caso de vigas y losas, y el área de construcción es muy grande, es necesario planear la ejecución de varios colados, y establecer donde se colocaran las juntas de construcción.

Generalmente son dos parámetros los que se toman en cuenta para dejar una junta de construcción en una losa de entrepiso.

- 1) Cuando el edificio que se va a construir cuenta con simetría.
- 2) Cuando las áreas de construcción son mayores a  $1000\text{m}^2$ , por lo que se recomienda que las áreas a colar sean como máximo  $450\text{m}^2$ , y en estos puntos se deje una junta de construcción, teniendo en cuenta que dichas juntas deben colocarse en el tercio medio del elemento (ACI318 - 6.4.4), tal como se muestra en la Figura 30.

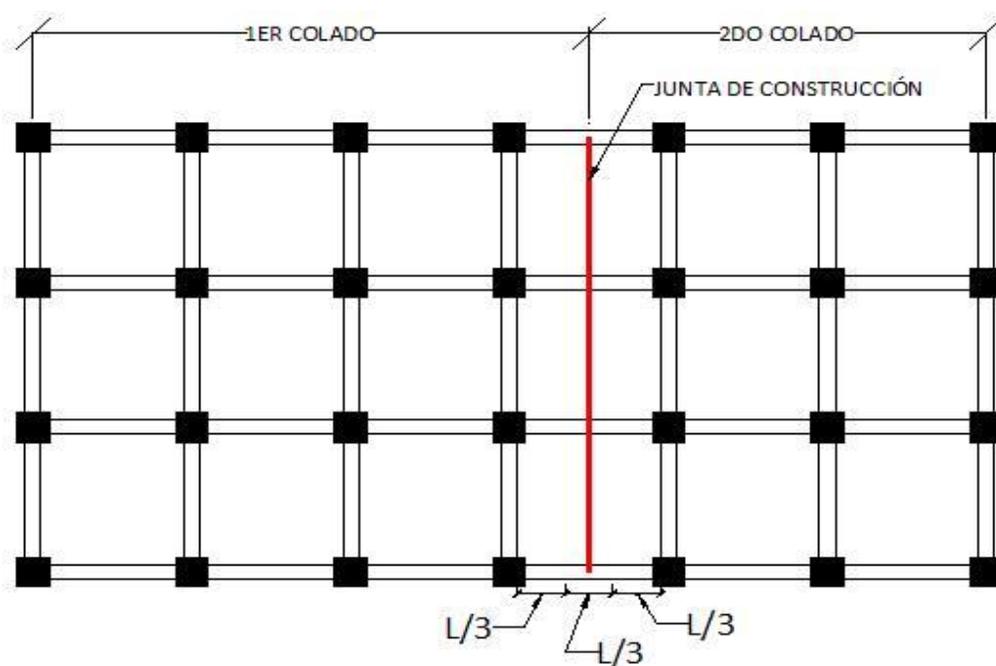


Figura 30. Colocación de junta de construcción

Las juntas de construcción deben humedecerse 24 horas antes del siguiente colado, esto con el objetivo de mejorar la adherencia que entre el concreto viejo y el concreto nuevo.

Cuando se coloca una junta de construcción, a pesar que éstas son convenientes para evitar que la edificación sea demasiado rígida, también

resultan puntos débiles en la estructura. Es por esta razón que es necesario reforzarlas, tal como se muestra en la Figura 31.

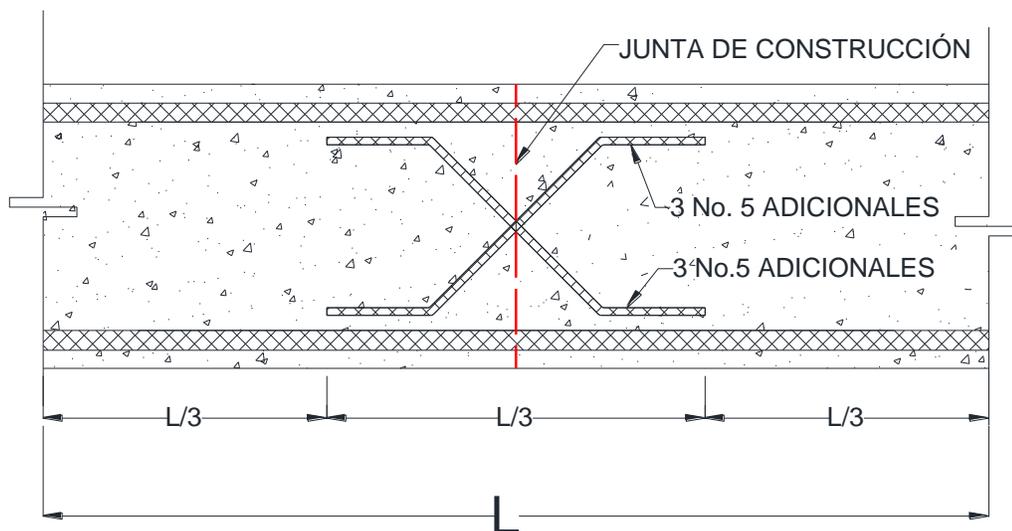


Figura 31. Esquema de refuerzo de junta de construcción

Los tiempos de colado no deben ser muy largos debido a factores como el cansancio de los trabajadores, posible desabastecimiento de concreto, formación de juntas frías, entre otros. Sin embargo los tiempos de colado dependen de la economía del encofrado y de la programación del proyecto.

- ✓ **Juntas de separación o aislamiento.** Se colocan en las uniones de pisos con muros, columnas bases y otros puntos donde pudieran ocurrir restricciones. (Figura 32)

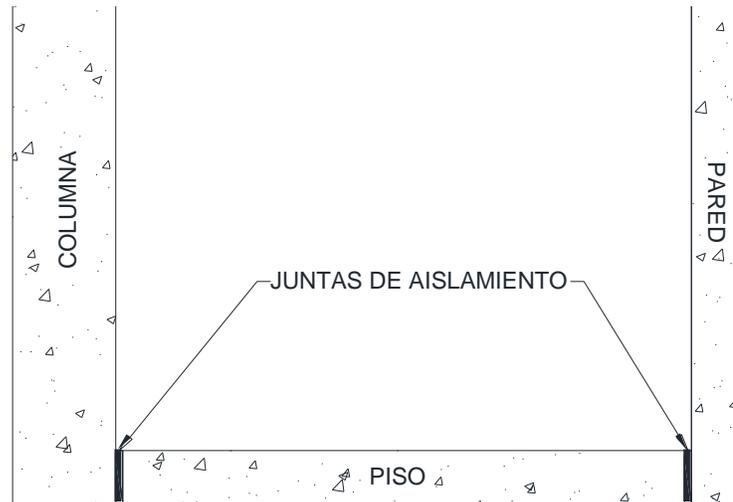


Figura 32. Esquema de junta de aislamiento

- ✓ **Juntas de contracción o control.** Se colocan en calzadas, pavimentos, pisos y muros de modo que las grietas ocurran en esas juntas y no aleatoriamente. Se desarrollan aproximadamente a una profundidad mínima de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{3}$  del espesor del concreto (Figura 33). En cuanto a la separación de las juntas, distintos son los valores dependiendo de la institución que lo plantea.
  - La American Concrete Pavement Association (ACPA) recomienda de 24 a 30 veces el espesor.
  - La AASHTO recomienda no más de 24 veces el espesor.
  - La relación largo/ancho no debe ser mayor a 1.25.

Todas las juntas de control deben ir selladas con un material elástico que evite el acceso de agua o arenas.

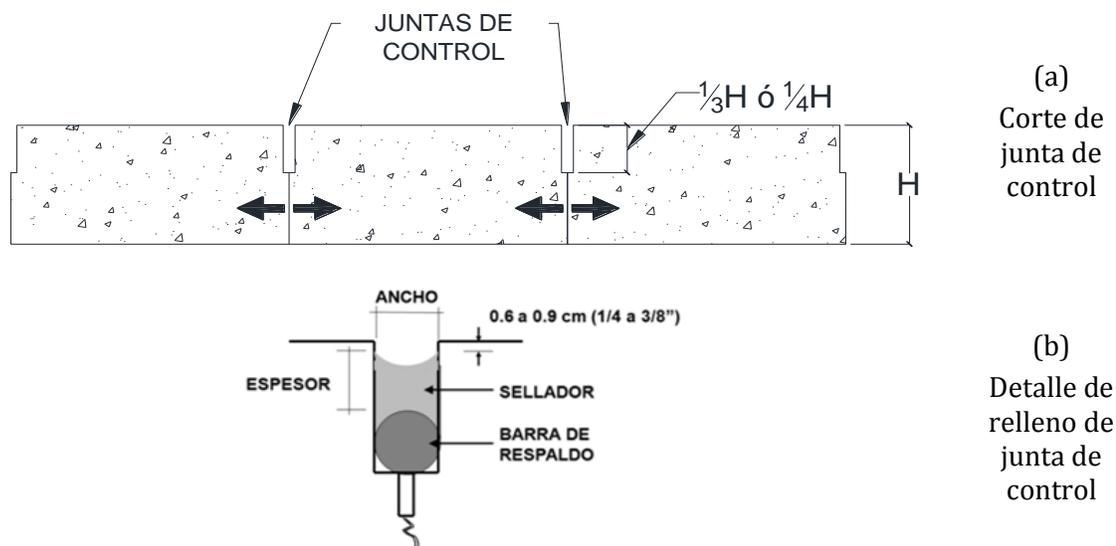


Figura 33. Junta de control

#### 2.5.4.2. Normas de calidad de materiales

La Tabla 10 muestra las especificaciones que los materiales deben cumplir según la Norma Técnica para Control de Calidad de los Materiales Estructurales de El Salvador.

Tabla 10. Normas de materiales usados para concreto	
Material	Norma
Agua	- Debe ser potable
Agregados	- ASTM C33: Especificación para agregados de concreto
	- ASTM C330: Especificación para agregados livianos para concreto estructural
Cementos	- ASTM C150: Especificación para cemento portland
	- ASTM C595: Especificación para cementos hidráulicos mezclados (Excepto tipos S y SA)
	- ASTM C1157: Especificación para cementos hidráulicos
Aditivos	- ASTM C1017: Especificación para aditivos químicos para concreto fluido
	- ASTM C494: Especificación para aditivos químicos para concreto

#### 2.5.4.1.9. Tolerancias

Los planos o especificaciones para estructuras de concreto reforzado deberían especificar las variaciones permisibles en línea, pendientes y dimensiones las cuales el constructor debe cumplir. Las tolerancias deben ser realísticas considerando la naturaleza de la estructura. Si las tolerancias son estrictas o rígidas, incrementan el costo de las estructuras, a veces innecesariamente. El ACI 117: Standard Specifications for Tolerances Concrete Construction and Materials, establece en las secciones 3, 4 y 5 las siguientes tolerancias.

##### Variación en el plomo

- a) En la línea y superficie de columnas, pedestales y paredes
  - Por cada 10 pies (3 m) → 1/4 pulgadas (6 mm) pero no mayor a 1 pulgada (25 mm)
- b) Para esquinas de columnas expuesta, juntas de control y otras especiales
  - En cada claro o 20 pies (6 m) máximo → 1/2 pulgadas (13 mm)
  - Por cada 40 pies (12 m) o más → 1/4 pulgadas (6 mm)

##### Variación en el nivel o de las pendientes indicadas en los planos

- a) En losas y vigas
  - Por cada 10 pies (3 m) → 1/4 pulgadas (6 mm)
  - En cada claro < 20 pies (6 m) → 3/8 pulgadas (10 mm)
  - Por cada 40 pies (12 m) o más → 3/4 pulgadas (19 mm)

b) Para linteles expuestos, parapetos, juntas horizontales y otras líneas especiales

- En cada claro ó 20 pies (6 m) máximo → 1/4 pulgadas (6 mm)
- Por cada 40 pies (12 m) o más → 1 pulgada (25 mm)

Variación en el alineamiento en planta de los edificios y la posición relativa de columnas, paredes y divisiones

- a) En cada claro ó 20 pies (6 m) máximo → 1/2 pulgadas (13 mm)
- b) En 40 pies (6 m) ó más → 1 pulgada (25 mm)
- c) Variaciones en la localización de aberturas en paredes o pisos → 1/4 pulgadas (6 mm)

Variaciones en las dimensiones de columnas, vigas, paredes y espesores de losas

- a) No menor de → 1/4 pulgadas (6 mm)
- b) Adicional → 1/2 pulgadas (13 mm)

Variaciones en zapatas

- a) Variaciones de las dimensiones en planta
  - No menor → 1/2 pulgadas (13 mm)
  - Adicional → 2 pulgadas (50 mm)
- b) Desplazamiento de la excentricidad
  - Desplazamiento del eje → 2% del ancho de la zapata en la dirección del desplazamiento pero no mayor de 2 pulgadas (50 mm)
  - Reducción del espesor → No menor del 5%

### Variación en las gradas de las escaleras

- a) En escaleras al aire
  - Contrahuella → 1/8 pulgadas (3 mm)
  - Huella → 1/4 pulgadas (6 mm)
- b) En gradas consecutivas
  - Contrahuella → 1/16 pulgadas (2 mm)
  - Huella → 1/8 pulgadas (3 mm)

### 2.5.5. ACERO DE REFUERZO

Debido a que el concreto es fuerte en compresión pero débil en tensión, éste necesita de un refuerzo para resistir los esfuerzos de tensión que resulten de las cargas aplicadas.

En las estructuras de concreto armado, se utiliza como refuerzo al acero corrugado, el cual es una clase de acero laminado.

#### 2.5.5.1. Tamaños y grados

Las varillas de acero corrugado se producen en una gama de diámetros que van de 0.6 a 4.0 cm, se cita el área en  $\text{cm}^2$  de cada barra, y su peso en kg. Las varillas inferiores o iguales a 1.6 cm de diámetro se pueden suministrar en varillas o rollos, para diámetros superiores a 1.6 cm siempre se suministran en forma de varillas.

Dentro del mercado nacional, se pueden encontrar longitudes de varillas de acero corrugado de 6.0 m, 9.0 m, 12.0 m y hasta de 15.0 m. Cuando se realizan pedidos bastante grandes a la empresa distribuidora de acero, es posible conseguir que produzcan las varillas con las longitudes a solicitud.

Las varillas se pueden obtener en tres diferentes grados o resistencias, y cuyas resistencias mínimas especificadas son:

Grado 40 → 40,000 psi → 40 ksi → 2,800 kg/cm<sup>2</sup>

Grado 50 → 50,000 psi → 50 ksi → 3,500 kg/cm<sup>2</sup>

Grado 60 → 60,000 psi → 60 ksi → 4,200 kg/cm<sup>2</sup>

#### **2.5.5.2. Identificación**

Para que las varillas de refuerzo, de diversos grados y diámetros, sean fácilmente distinguibles, deben estar marcadas con señas especiales que son moldeadas durante su fabricación, las cuales se sitúan a un lado de la superficie de las varillas.

(Figura 34)

Las marcas presentan la siguiente información:

- a) Fábrica productora (Usualmente una inicial)
- b) Calibre de la varilla (De la No. 3 a la No. 18)
- c) Tipo de acero empleado en la fabricación
  - a. N: acero de lingote.
  - b. I: acero de riel.
  - c. A: acero de eje.

En el caso de las varillas de Grado 60 o 75, estas se identifican colocando el número 60 o 75.

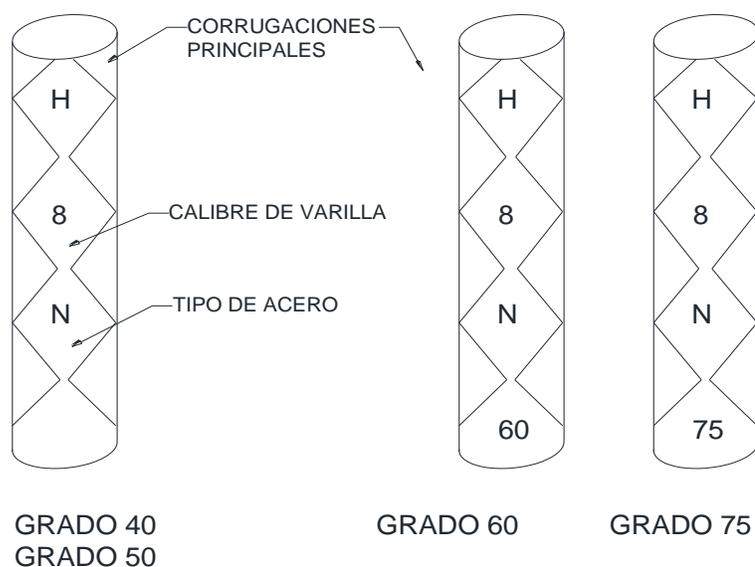


Figura 34. Marcas de identificación de varillas de refuerzo corrugadas

La Tabla 11 muestra las características de las varillas de acero corrugado.

Tabla 11. Características de las varillas de acero corrugado						
Notación Antigua	Notación Nueva	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Perímetro (cm)	Peso Nominal (kg/ml)	Metros Lineales por Quintal
1/4 "	2*	0.64	0.32	1.99	0.251	182.46
3/8 "	3	0.95	0.71	2.99	0.560	81.09
1/2 "	4	1.27	1.27	3.99	0.994	45.61
5/8 "	5	1.59	1.98	4.99	1.552	29.19
3/4 "	6	1.91	2.85	5.98	2.235	20.27
7/8 "	7	2.22	3.88	6.98	3.042	14.89
1 "	8	2.54	5.07	7.98	3.973	11.40
1 1/8 "	9	2.86	6.41	9.00	5.060	9.01
1 1/4 "	10	3.18	7.92	10.13	6.404	7.30
1 3/8 "	11	3.49	9.58	11.25	7.907	6.03

\* Varilla No. 2 es lisa

### **2.5.5.3. Colocación**

La colocación del acero de refuerzo debe corresponder en forma exacta al diseño del elemento. La falta de exactitud puede reducir la resistencia de la unidad estructural que contenga el acero, o bien, si el acero se coloca en el lugar equivocado, podría conducir a la falla de la estructura.

La colocación del acero de refuerzo se debe verificar respecto a las condiciones que limitarán, dificultarán o interferirán con el colado y la consolidación del concreto. En caso de ocasionar problema, se deben plantear diferentes soluciones. Entre éstas se encuentran limitar el tamaño máximo del agregado o permitir un revenimiento mayor en el concreto. Sin embargo, toda decisión debe ser consultada al diseñador y éste debe aprobar los cambios en el acero de refuerzo u otras condiciones que podrían alterar el diseño.

#### **2.5.5.3.1. Soportes, espaciadores y amarres**

Las varillas deben sostenerse, anclarse y amarrarse para mantenerlas en su lugar, antes y durante el colado del concreto. Los soportes, anclas y amarres no deben permitir la fuga del agua hacia el concreto endurecido, lo cual causaría corrosión.

En los cimientos, el enrejado de varillas se puede soportar por medio de bloques precolados de concreto hechos para este fin, conocidos en el medio como helados. No deben colocarse los enrejados o, en particular, las mallas de alambre sobre el piso con la esperanza de que se levanten para quedar en su lugar, después de que se haya colado el concreto. En el mejor de los casos, ese procedimiento es incierto; con mucho, es mejor soportar el enrejado o malla adecuadamente de antemano, o

bien, colar concreto hasta alcanzar la elevación del enrejado, colocar éste o la malla sobre aquél y, a continuación, reanudar el colado. Esta última práctica es la que por general se aplica en la pavimentación reforzada con rejillas.

Lo ideal es fijar bien, mediante soportes, las varillas de refuerzo, y dejarlas a la altura requerida. En la práctica, son utilizados dos tipos de soportes: los helados y las sillas o burritos. (Figura 35)

Los helados son elementos cúbicos de concreto que son utilizados para soportar, generalmente, las barras del lecho inferior de determinado elemento. Las dimensiones de los helados varían dependiendo del recubrimiento requerido de la estructura. Las dimensiones más usadas en el medio son 7.5cm, 5.0cm, 4.0cm y 2.0cm. Los helados se colocan cada 1.0m, de preferencia bajo de las sillas o burritos, y deben tener una resistencia mayor o igual al concreto de la estructura.

Las sillas o burritos son barras de acero dobladas de una forma particular, que soportan la carga de las barras del lecho superior de una estructura. Deben colocarse como mínimo a 1.0m de separación, sobre los helados. Una prueba que se le puede realizar a dichos soportes, es pararse sobre las barras, y si éstas se doblan o se mueven, se recomienda colocar los soportes con un espaciamiento menor.

No se deben usar bloques de concreto o de mortero, o de acero, como soporte en donde quedarán expuestos y hagan desmerecer el aspecto de la estructura.

El refuerzo para muro debe apoyarse adecuadamente para evitar que sea empujado hacia el encofrado o contra éste cuando se cuele el concreto.

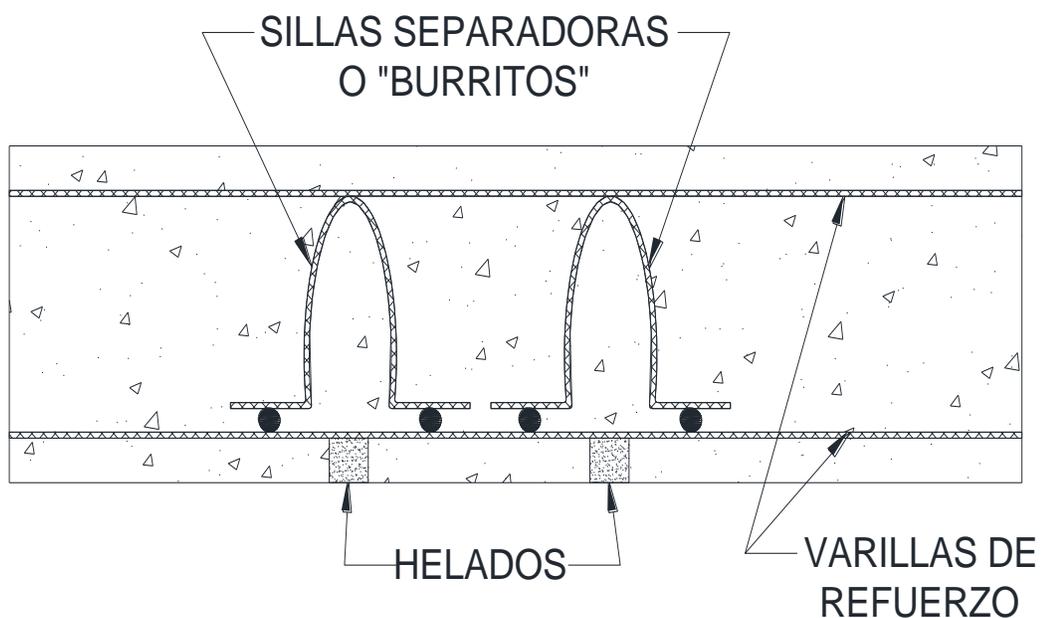


Figura 35. Soportes para acero de refuerzo

#### 2.5.5.4. Espaciamiento

Para la colocación y espaciamiento adecuados del acero de refuerzo se deben especificar en planos de diseño y de detalle, los datos correspondientes a cada elemento estructural, y es responsabilidad del armador reproducir de forma exacta lo establecido en dichos planos de detalle.

El refuerzo proporcionado por las varillas de acero debe quedar lo suficientemente espaciado para garantizar la adecuada colocación del concreto fresco en la obra, por lo que el ACI 318, dicta los siguientes requisitos de espaciamientos mínimos (Tabla 12).

Tabla 12. Separaciones del acero de refuerzo según el tipo de elemento	
Tipo de Elemento	Distancia libre
<b>Varillas de Refuerzo</b>	
Elementos sometidos a flexión* (ACI 7.6.1)	1.0 db o 2.5 cm
Elementos sometidos a compresión* (ACI 7.6.3)	1.5 db o 4.0 cm
Acero que resiste flexión en muros y losas* (ACI 7.6.5)	3 veces espesor del muro o 45cm
<b>Tendones para Pretensado</b>	
Alambres* (ACI 7.6.7.1)	5.0 d <sub>A</sub>
Torones* (ACI 7.6.7.1)	4.0 d <sub>T</sub>
db = Diámetro de la barra d <sub>A</sub> = Diámetro del alambre d <sub>T</sub> = Diámetro del torón * Siempre haciendo referencia al ACI 318.	

### 2.5.5.5. Longitudes de desarrollo

Es la longitud que se requiere empotrar una varilla de acero dentro del concreto, para alcanzar los esfuerzos especificados en el diseño (Figura 36).

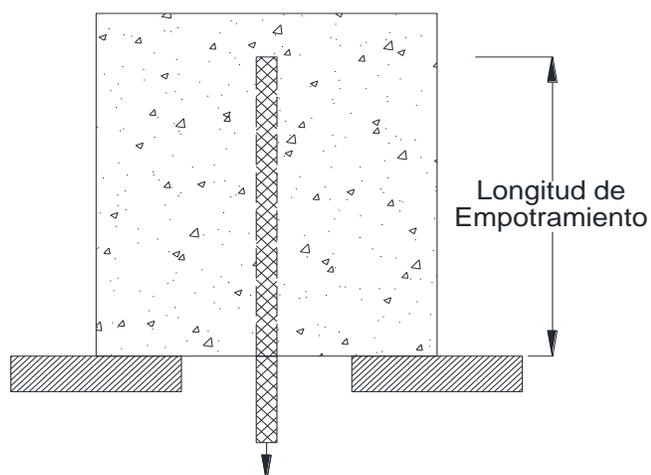


Figura 36. Longitud de empotramiento de una varilla

La longitud de desarrollo básica depende de los siguientes factores:

- ✓ Esfuerzo de fluencia ( $f_y$ )

Mientras mayor sea el esfuerzo de fluencia, se requerirá proporcionalmente una mayor longitud de desarrollo.

- ✓ Área de la varilla

Cuanto mayor sea la sección transversal de la varilla, desarrollará una mayor fuerza, y se necesitará proporcionalmente una mayor longitud de desarrollo.

- ✓ Diámetro de la varilla

Mientras mayor sea el diámetro de la varilla, existirá una mayor superficie de concreto en la que se desarrolle adherencia, por lo que se requerirá proporcionalidad inversa con la longitud de desarrollo.

- ✓ Resistencia del concreto ( $f'_c$ )

Cuanto mayor sea la resistencia a tracción del concreto se podrán desarrollar esfuerzos más altos de adherencia, por lo que existirá proporcionalidad inversa con la longitud de desarrollo.

La longitud básica de desarrollo  $L_d$  para varillas corrugadas (ACI318 - 12.2.1 y 12.2.2) se calcula con las siguientes expresiones, pero en ningún caso podrá ser menor que 30 cm.

$$L_d = \frac{0.0632A_b f_y}{\sqrt{f'_c}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Pero no menor que

$$L_d = 0.006d_b f_y \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

$L_d$ : longitud de desarrollo en cm

$A_b$ : área de una varilla en  $\text{cm}^2$

$d_b$ : diámetro de la varilla en cm

$f_y$ : esfuerzo de fluencia en  $\text{kg/cm}^2$

$f'_c$ : resistencia a la compresión del concreto en  $\text{kg/cm}^2$

La Tabla 13, Tabla 14 y Tabla 15 muestran los cálculos de las longitudes de desarrollo básicas, basadas en la Ecuación 1 y la Ecuación 2 según corresponda.

Tabla 13. Longitudes de desarrollo básicas para varillas de acero $f_y=2800 \text{ kg/cm}^2$						
Notación Antigua	Notación Nueva	Diámetro (cm)	Área ( $\text{cm}^2$ )	$f_y=2800 \text{ kg/cm}^2$		
				$f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$	$f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$	$f'_c=350 \text{ kg/cm}^2$
3/8 "	3	0.95	0.71	9*	8*	7*
1/2 "	4	1.27	1.27	15*	13*	12*
5/8 "	5	1.59	1.98	24*	21*	19*
3/4 "	6	1.91	2.85	35**	30**	27*
7/8 "	7	2.22	3.88	47**	41**	37**
1 "	8	2.54	5.07	62**	54**	48**
1 1/8 "	9	2.86	6.41	78**	68**	61**
1 1/4 "	10	3.18	7.92	97**	84**	75**
1 3/8 "	11	3.49	9.58	117**	101**	91**

\* El criterio gobernante es la longitud mínima, por lo que valores menores a 30 cm se aproximan dicho valor.

\*\* Por facilidad constructiva, se recomienda redondear el valor calculado, al múltiplo de 5 inmediato superior.

Tabla 14. Longitudes de desarrollo básicas para varillas de acero $f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$						
Notación Antigua	Notación Nueva	Diámetro (cm)	Área ( $\text{cm}^2$ )	$f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$		
				$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$
3/8 "	3	0.95	0.71	11*	9*	8*
1/2 "	4	1.27	1.27	19*	17*	15*
5/8 "	5	1.59	1.98	30**	26*	23*
3/4 "	6	1.91	2.85	44**	38**	34**
7/8 "	7	2.22	3.88	59**	51**	46**
1 "	8	2.54	5.07	77**	67**	60**
1 1/8 "	9	2.86	6.41	98**	85**	76**
1 1/4 "	10	3.18	7.92	121**	105**	94**
1 3/8 "	11	3.49	9.58	146**	127**	113**

\* El criterio gobernante es la longitud mínima, por lo que valores menores a 30 cm se aproximan dicho valor.

\*\* Por facilidad constructiva, se recomienda redondear el valor calculado, al múltiplo de 5 inmediato superior.

Tabla 15. Longitudes de desarrollo básicas para varillas de acero $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$						
Notación Antigua	Notación Nueva	Diámetro (cm)	Área ( $\text{cm}^2$ )	$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$		
				$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$
3/8 "	3	0.95	0.71	13*	11*	10*
1/2 "	4	1.27	1.27	23*	20*	18*
5/8 "	5	1.59	1.98	36**	31**	28*
3/4 "	6	1.91	2.85	52**	45**	40**
7/8 "	7	2.22	3.88	71**	62**	55**
1 "	8	2.54	5.07	93**	80**	72**
1 1/8 "	9	2.86	6.41	117**	102**	91**
1 1/4 "	10	3.18	7.92	145**	126**	112**
1 3/8 "	11	3.49	9.58	175**	152**	136**

\* El criterio gobernante es la longitud mínima, por lo que valores menores a 30 cm se aproximan dicho valor.

\*\* Por facilidad constructiva, se recomienda redondear el valor calculado, al múltiplo de 5 inmediato superior.

### **2.5.5.6. Empalmes**

Al momento de diseñar y construir un elemento es necesario que exista continuidad en el refuerzo. Debido a que las longitudes comerciales de las varillas de acero pueden ser insuficientes para cubrir dicha continuidad, es necesario realizar empalmes.

#### **2.5.5.6.1. Empalmes por traslape**

El empalme por traslape de varillas es el mecanismo de mayor uso en nuestro medio. En principio las 2 varillas deben cruzarse una longitud apropiada para que el acero transmita esfuerzos al concreto por adherencia, y este último los restituya a la otra varilla, sin acumular esfuerzos elevados de tracción en el concreto, pues estos últimos provocarían una fisuración extensa, con sus consecuencias indeseables.

Los empalmes se pueden hacer al traslapar las varillas una distancia determinada por el tamaño de la propia varilla, el grado del acero y la resistencia del concreto, según se da en el ACI 318 o lo expresa el diseñador.

Con frecuencia son necesarios los empalmes por consideraciones de fabricación, manejo o transportación, y éstos se deben ubicar según se indica en los dibujos de diseño o detalle.

Los empalmes deben situarse lejos de los puntos de esfuerzo máximo de tensión. Además, no todas las barra deben empalmarse en la misma sección, sino que tales posiciones deben escalonarse.

Si tienen que empalmarse dos varillas traslapadas de diferentes diámetros, la longitud del traslape debe ser igual al valor requerido para la menor barra o bien a la longitud de anclaje requerida para la barra mayor, rigiendo la mayor de las dos longitudes.

El empalme por traslape mínimo a tensión deberá cumplir con los requisitos de empalmes clases A o B pero no puede tener una longitud menor a 30 cm. (ACI12.15.1)

$$\text{Empalme Clase A} \rightarrow Le = 1.0 Ld$$

$$\text{Empalme Clase B} \rightarrow Le = 1.3 Ld$$

Dónde:

Le: longitud del empalme por traslape

Ld: longitud de desarrollo a tensión.

Los empalmes por traslape de varillas corrugadas sometidas a tensión deben ser empalmes Clase B, excepto cuando se admitan empalmes Clase A en los siguientes casos:

- ✓ Cuando el área de refuerzo proporcionada es al menos el doble que la requerido por análisis a todo lo largo del empalme por traslape.
- ✓ Cuando la mitad, o menos, del refuerzo total está empalmado dentro de la longitud de empalme por traslape requerido.

Tabla 16. Empalmes por Traslape		
$\frac{\text{As proporcionado}}{\text{As requerido}}$	Porcentaje máximo de As empalmado dentro de la longitud de traslape requerida	
	50%	100%
Igual o mayor que 2	Clase A	Clase B
Menor que 2	Clase B	Clase B

En base a lo especificado por la Tabla 16, la Tabla 17, Tabla 18 y Tabla 19 muestran las longitudes de traslapes dependiendo del tamaño de las varillas, resistencia del acero y resistencia del concreto.

Tabla 17. Longitudes de traslape para varillas a tensión de acero $f_y=2800 \text{ kg/cm}^2$							
Notación Antigua	Notación Nueva	$f_y=2800 \text{ kg/cm}^2$					
		Clase A			Clase B		
		$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$
3/8 "	3	9*	8*	7*	11*	10*	9*
1/2 "	4	15*	13*	12*	20*	17*	16*
5/8 "	5	24*	21*	19*	31**	27*	24*
3/4 "	6	35**	30*	27*	45**	39**	35**
7/8 "	7	47**	41**	37**	62**	53**	48**
1 "	8	62**	54**	48**	80**	70**	62**
1 1/8 "	9	78**	68**	61**	102**	88**	79**
1 1/4 "	10	97**	84**	75**	126**	109**	97**
1 3/8 "	11	117**	101**	91**	152**	132**	118**

\* El criterio gobernante es la longitud mínima, por lo que valores menores a 30 cm se aproximan dicho valor.  
 \*\* Por facilidad constructiva, se recomienda redondear el valor calculado, al múltiplo de 5 inmediato superior.

Tabla 18. Longitudes de traslape para varillas a tensión de acero $f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$							
Notación Antigua	Notación Nueva	$f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$					
		Clase A			Clase B		
		$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$
3/8 "	3	11*	9*	8*	14*	12*	11*
1/2 "	4	19*	17*	15*	25*	22*	19*
5/8 "	5	30*	26*	23*	39**	34**	30*
3/4 "	6	44**	38**	34**	57**	49**	44**
7/8 "	7	59**	51**	46**	77**	67**	60**
1 "	8	77**	67**	60**	101**	87**	78**
1 1/8 "	9	98**	85**	76**	127**	110**	99**
1 1/4 "	10	121**	105**	94**	157**	136**	122**
1 3/8 "	11	146**	127**	113**	190**	165**	147**

\* El criterio gobernante es la longitud mínima, por lo que valores menores a 30 cm se aproximan dicho valor.  
 \*\* Por facilidad constructiva, se recomienda redondear el valor calculado, al múltiplo de 5 inmediato superior.

Tabla 19. Longitudes de traslape para varillas a tensión de acero $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$							
Notación Antigua	Notación Nueva	$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$					
		Clase A			Clase B		
		$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$
3/8 "	3	13*	11*	10*	17*	15*	13*
1/2 "	4	23*	20*	18*	30*	26*	23*
5/8 "	5	36**	31**	28*	47**	41**	37**
3/4 "	6	52**	45**	40**	68**	59**	53**
7/8 "	7	71**	62**	55**	92**	80**	72**
1 "	8	93**	80**	72**	121**	104**	93**
1 1/8 "	9	117**	102**	91**	153**	132**	118**
1 1/4 "	10	145**	126**	112**	189**	163**	146**
1 3/8 "	11	175**	152**	136**	228**	198**	177**

\* El criterio gobernante es la longitud mínima, por lo que valores menores a 30 cm se aproximan dicho valor.  
 \*\* Por facilidad constructiva, se recomienda redondear el valor calculado, al múltiplo de 5 inmediato superior.

Cuando se presentan varillas sujetas a compresión en una estructura, el empalme por traslape mínimo a compresión deberá cumplir con los requisitos presentados en por el ACI 318<sub>(12.16.1)</sub>.

- 1) Para  $f_y$  menor o igual a 4,200 kg/cm<sup>2</sup>

$$Lec = 0.007 * f_y * db \quad \text{Ecuación 3}$$

- 2) Para  $f_y$  mayor a 4,200 kg/cm<sup>2</sup>

$$Le = (0.013f_y - 24) * db \quad \text{Ecuación 4}$$

- 3) Para  $f'_c$  menor a 210 kg/cm<sup>2</sup>, la longitud del empalme por traslape debe incrementarse en 1/3.

Para ninguno de los casos, el empalme por traslape debe ser menor a 30 cm.

Dónde:

$Lec$  = Longitud de empalme a compresión

$f_y$  = Esfuerzo de fluencia del acero en kg/cm<sup>2</sup>

$db$  = Diámetro de la varilla en cm

$f'_c$  = Resistencia del concreto en kg/cm<sup>2</sup>

Las ecuaciones antes proporcionadas, dejan claro que la longitud de traslape de varillas sujetas a compresión dependen del grado del acero, y salvo en el numeral 3, no dependen del tipo de concreto.

En base a esto, y utilizando la Ecuación 3, en la Tabla 20 se presentan las longitudes de traslape de varillas sujetas a compresión.

Tabla 20. Longitudes de traslape para varillas a compresión					
Notación Antigua	Notación Nueva	Diámetro (cm)	$f_y = 2800$ kg/cm <sup>2</sup>	$f_y = 3500$ kg/cm <sup>2</sup>	$f_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup>
3/8	3	0.95	19*	23*	28*
1/2	4	1.27	25*	31**	37**
5/8	5	1.59	31**	39**	47**
3/4	6	1.91	37**	47**	56**
7/8	7	2.22	44**	54**	65**
1	8	2.54	50**	62**	75**
1 1/8	9	2.86	56**	70**	84**
1 1/4	10	3.18	62**	78**	93**
1 3/8	11	3.49	68**	86**	103**

\* El criterio gobernante es la longitud mínima, por lo que valores menores a 30 cm se aproximan dicho valor.  
 \*\* Por facilidad constructiva, se recomienda redondear el valor calculado, al múltiplo de 5 inmediato superior.

## Zonas de traslapes

### Vigas

Los empalmes por traslape de refuerzo de flexión cuando se proporcionan estribos cerrados de confinamiento o espirales en la longitud de empalme por traslape, y este espaciamiento del refuerzo transversal que envuelve las varillas traslapadas no debe exceder el menor de  $d/4$  ó 10 cm. Las zonas donde no debe traslaparse en vigas<sub>(ACI318 - 21.3.2.3)</sub> son las siguientes:

- a) Dentro de los nudos.

- b) En una distancia de dos veces la altura del elemento medida desde la cara del nudo.
- c) Donde se produzcan los mayores esfuerzos por flexión.

### **Columnas**

Los empalmes por traslape se permiten sólo dentro de la mitad central de la longitud del elemento y deben estar rodeados por refuerzo transversal (ACI318 - 21.4.4.2) cuya separación no debe exceder la menor de:

- a) La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento ( $C_1/4$ )
- b) Seis veces el diámetro del refuerzo longitudinal ( $6d_b$ )
- c) 10 cm

Este refuerzo transversal debe suministrarse en una longitud  $l_o$  medida desde cada cara del nudo. Dicha longitud  $l_o$  (ACI318 - 21.4.4.4) no debe ser menor que la mayor de:

- a) La altura del elemento en la cara del nudo ( $C_2$ )
- b) Un sexto de la luz libre del elemento ( $h_n/6$ )
- c) 45 cm

La Figura 37 muestra las zonas donde no está permitido traslapar en vigas y columnas. Dichas dimensiones son las que se establecieron en los literales anteriores.

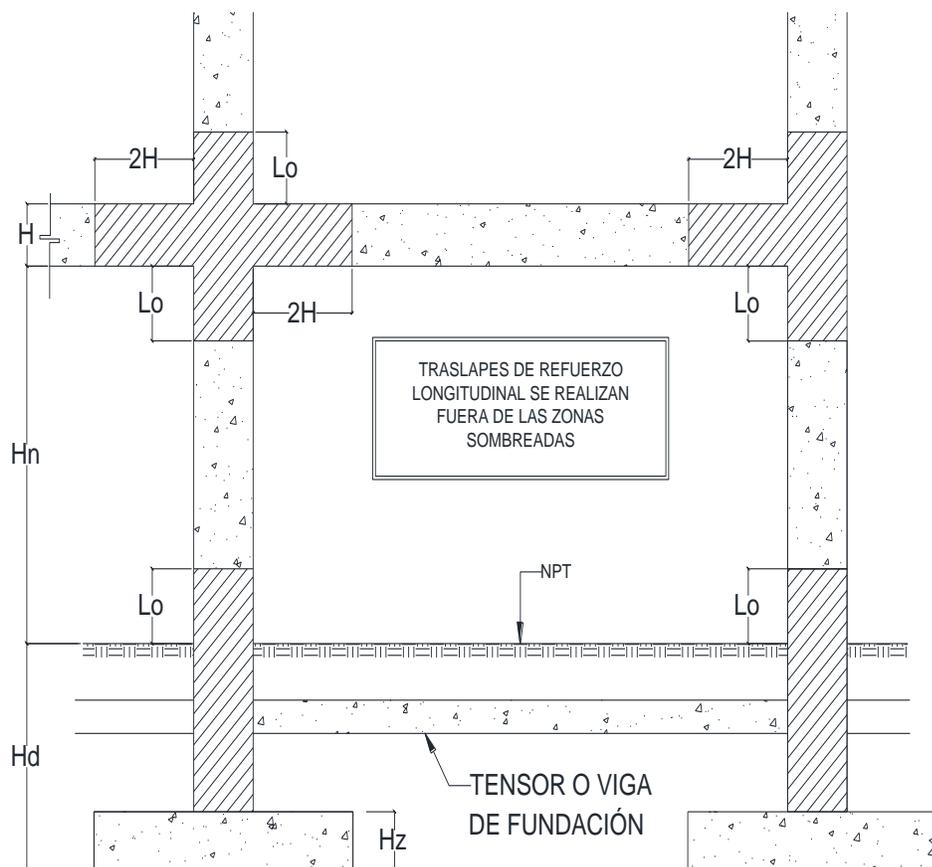


Figura 37. Zonas de traslapes de vigas y columnas

### Losas Densas

Los empalmes deben estar ubicados lejos de los puntos de máximo esfuerzo de tensión. En las losas estos puntos de máximo esfuerzo se encuentran ubicados en el lecho inferior de la parte central del elemento. Los traslapes están permitidos dentro o cerca de las zonas de apoyo de la losa sobre las vigas

Para lograr una economía en el acero de refuerzo que se coloca en losas densas, se pueden presentar 3 casos.

✓ Caso 1

Manteniendo dos lechos de varillas, los traslapes se realizan en las zonas de menos esfuerzos. Esto varía dependiendo del lecho en que se coloquen. En la Figura 38 se esquematiza este caso. Cabe mencionar que con esta tipología de colocación del acero de refuerzo, para el lecho inferior no es necesario hacer un gancho, basta simplemente con que la varilla este empotrada 15 cm dentro del concreto. Para el lecho superior si es necesario realizar el doblez del gancho, y éste dependerá del tamaño de la varilla.

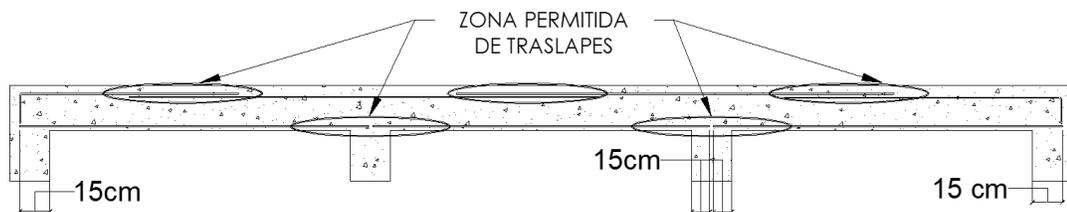


Figura 38. Colocación de acero de refuerzo en losa densa según caso 1

✓ Caso 2

Cerca de los apoyos, las varillas comienzan en el lecho superior, pero conforme se acercan a la parte media de la losa, se hace un doblez a una pendiente 1:1, de modo que las varillas que iniciaron en el lecho superior ahora absorben los esfuerzos máximos debido a que el acero se traslada al lecho inferior, y conforme se acerca de nuevo los apoyos, regresa al lecho superior (Figura 39).

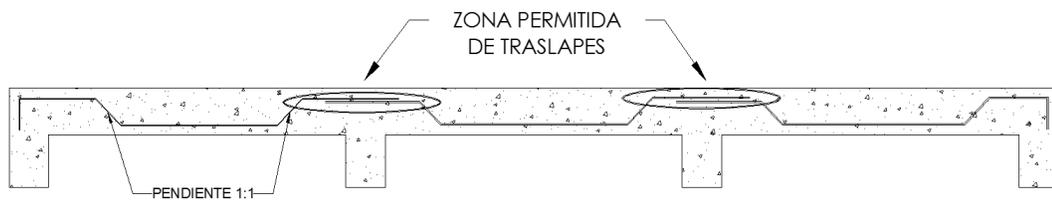


Figura 39. Colocación de acero de refuerzo en losa densa según caso 2

### ✓ Caso 3

Las varillas del lecho superior son colocadas en las zonas cercanas a los apoyos, de modo que los traslapes de este lecho se realicen en la parte media de la losa. La longitud de estas barras medidas desde la cara de la viga es de  $L/4$ , donde  $L$  es la longitud del lado respectivo de la losa.

Las varillas del lecho inferior son colocadas en la parte media de la losa, de modo que los traslapes de este lecho se realicen en los puntos cercanos o en los apoyos. La longitud que debe empotrarse la varilla en los apoyos es, al igual que en el caso 1, de 15 cm (Figura 40).

La ventaja de este detallado es que se realiza rápidamente, ya que al no depender de los traslapes, se pueden estar armando varias parrillas a la vez, y se agiliza el trabajo de armadura.

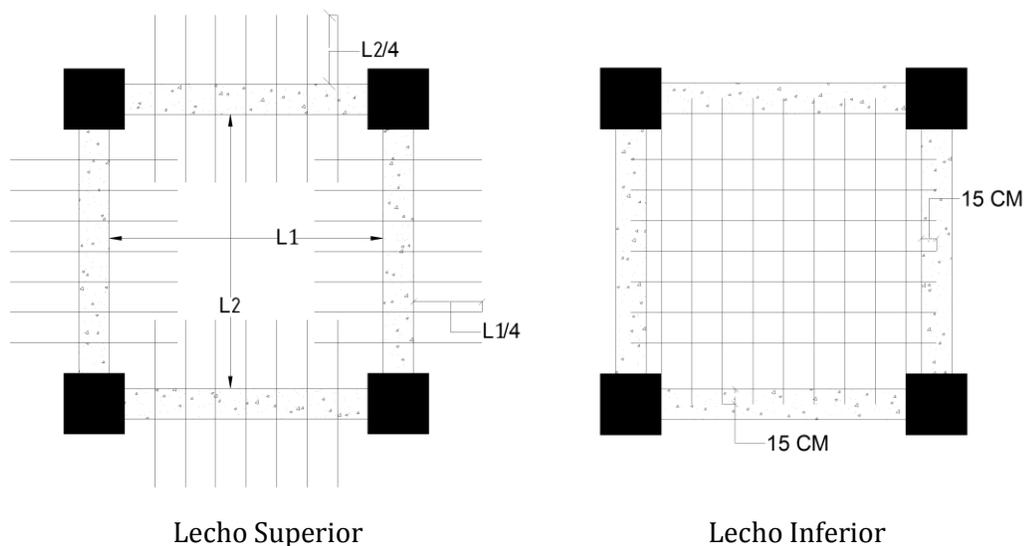


Figura 40. Colocación de acero de refuerzo en losa densa según caso 3

#### 2.5.5.6.2. Empalmes Soldables

En nuestro medio, no es conveniente soldar las varillas de refuerzo, ya que las fábricas de acero nacionales solamente producen acero ASTM A615, el cual es un acero no soldable.

La norma ASTM A706 cubre las varillas de acero de baja aleación destinadas a aplicaciones especiales donde la soldadura, el doblado o ambos son de importancia. La especificación requiere que las varillas corrugadas de lingote sean marcadas con una letra W. Sin embargo este tipo de acero no es producido en nuestro país, y para su uso se necesita importarlo.

El ACI 318<sub>(12.14.3.4)</sub>, nos indica que un empalme totalmente soldado debe desarrollar, por lo menos,  $1.25f_y$  de la barra. Por ejemplo: Si el acero de refuerzo es  $2800 \text{ kg/cm}^2$ , al someterse la varilla al ensayo de tracción, la soldadura debe garantizar por lo menos  $3500 \text{ kg/cm}^2$ .

Los electrodos deben proporcionar un metal que tenga propiedades físicas semejantes a la de la varilla, por lo que se recomienda que éstos tengan bajo contenido de hidrógeno, ya que el hierro en polvo contenido en su recubrimiento facilita la ejecución de la junta y aumenta la velocidad del relleno.

✓ Soldadura de filete

Se deben evitar lo máximo posible. Sin embargo, si son necesarias, se recomienda utilizarlas en varillas no mayores a la No.5 (Figura 41).

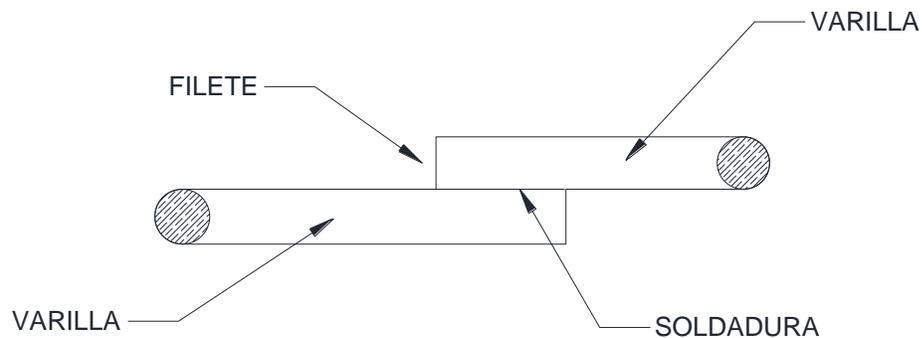


Figura 41. Esquema de soldadura de filete

✓ Soldadura a tope

Es una soldadura en la que las partes de metal a soldar se unen por sus extremos, canto contra canto. Soldadura de una junta fijando sus extremos sin empalmarlos.

Es preferible usar estas que las de filete (Figura 42).

Este tipo de soldadura se recomienda para varillas mayores a la No. 8 y en todos los casos en que determinados requisitos de colocación impidan o dificulten el uso de traslapes.

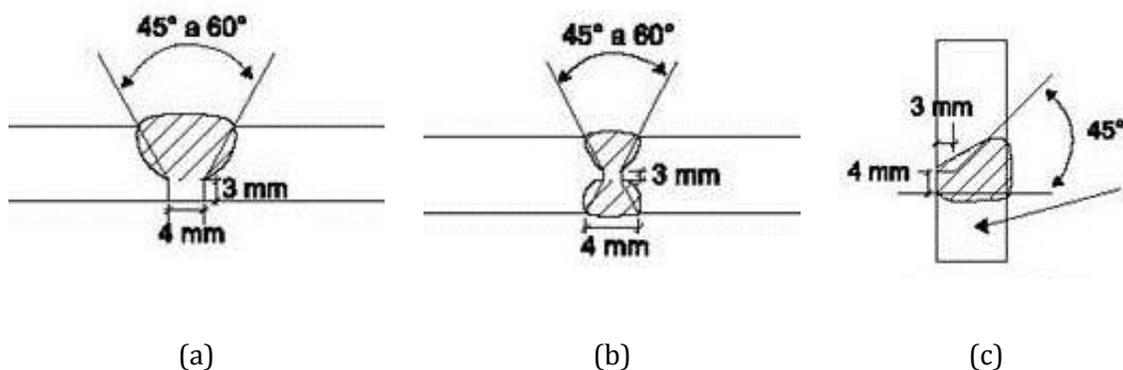


Figura 42. Esquemas de soldadura a tope

(a) Bisel en V sencilla, (b) Bisel V doble, utilizada para varillas en vigas, (c) Posición vertical utilizada para varillas en columnas

El ACI 318<sup>(21.2.7.1)</sup>, dicta que los empalmes soldados del refuerzo que resiste fuerzas inducidas por sismos no deben usarse dentro de una distancia igual al doble de la altura del elemento medida desde la cara de la viga o columna, y deben escalonarse a una distancia mínima de 60 cm<sup>(12.15.4.1)</sup>. Dichas distancias son mostradas como la zona sombreada de la Figura 43.

Así mismo, se establece que por ningún motivo deben soldarse estribos, insertos, u otros elementos similares al refuerzo longitudinal requerido por el diseño.

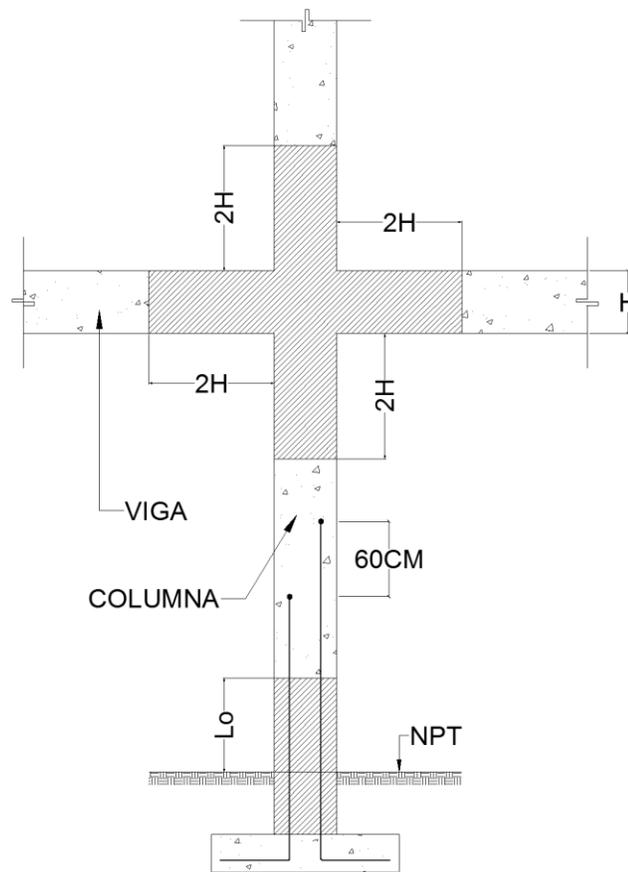


Figura 43. Zonas donde no deben soldarse varillas de refuerzo

### Inspección Radiográfica

Una persona debe encargarse de escoger las uniones en las que se tomaran las radiografías. En estructuras especiales o en zonas críticas de estructuras ordinarias, puede especificarse que se radiografie un porcentaje elevado, o aun en la totalidad de las uniones soldadas a tope, pero en general no se tomaran radiografías de más de un 10 o 15% de las juntas.

La desventaja con las radiografías radica en que éstas, generalmente, indican la sanidad de las soldaduras, sin embargo no garantizan que su comportamiento bajo

carga será satisfactorio. Además, no proporcionan ninguna información sobre posibles cambios desfavorables en la estructura cristalina del acero.

### Pruebas Destructivas

Para tener una certeza de como reaccionaran las soldaduras bajo cargas, se realizan pruebas destructivas. Por lo general se escogen en la obra, las soldaduras que tienen apariencia defectuosa, y se recomienda realizar pruebas de un 10% a 15% de las juntas.

Estas pruebas deben llevarse a cabo en forma continua durante el proceso de construcción, y no se deben soldar varillas y colar el concreto sin haberse realizado pruebas.

Cuando se realicen las pruebas correspondientes, si ésta falla en la zona de la soldadura se considerará como inaceptable.

#### 2.5.5.6.3. Empalmes Mecánicos

La norma ASTM A615 cubre especificaciones para varillas corrugadas de acero de lingote que son normalmente utilizadas en la construcción de acero reforzado. La especificación requiere que las varillas corrugadas de lingote sean marcadas con una letra S.

El ACI 318<sup>(12.14.3.2)</sup> establece que un empalme completo debe desarrollar, en tracción o compresión y según sea requerido, al menos  $1.25f_y$  de la barra.

Versiones recientes del ACI 318 ya no permiten la colocación de este tipo de empalmes en cualquier zona de la estructura.

En estructuras sometidas a flexión tales como vigas, ya no es permitido colocarlos en las zonas de confinamiento. Deben colocarse de manera escalonada, procurando una separación de por lo menos 60cm. Así mismo, no debe colocarse más del 50% de empalmes en una misma zona de un lecho. (Figura 44).

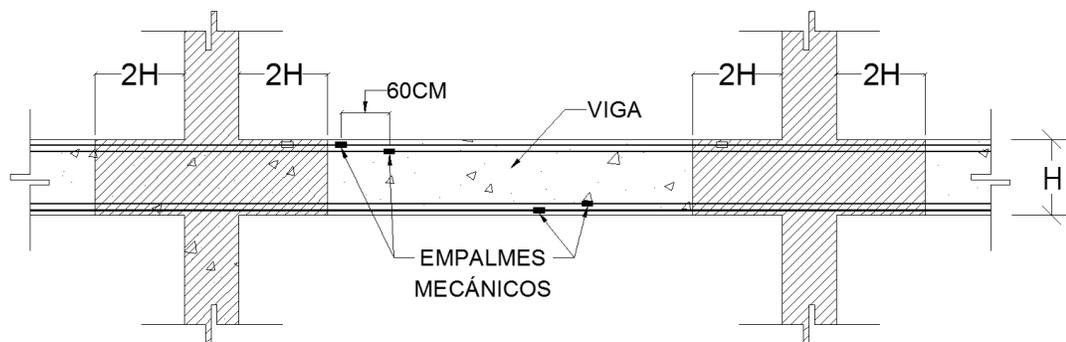


Figura 44. Esquemas de empalmes mecánicos colocados en vigas:

En estructuras sometidas a carga axial, tales como columnas, no es permitido colocarlos en las zonas de confinamiento, delimitados como  $l_o$ . Debe tenerse el cuidado que entre cada empalme, se dejen por lo menos 60 cm de separación (Figura 45).

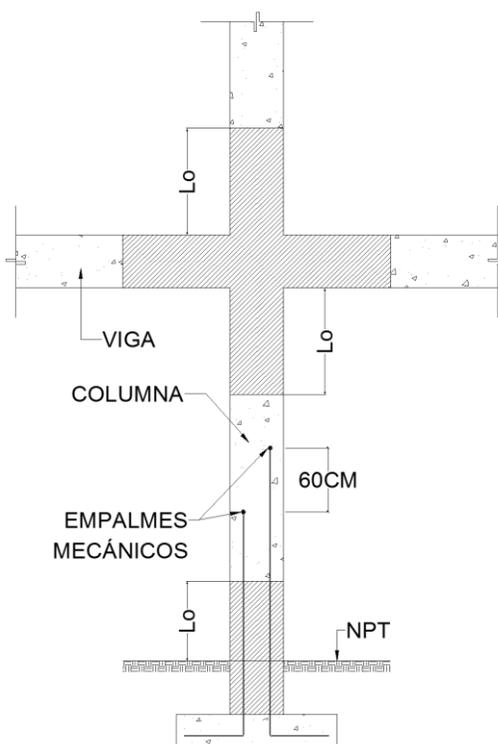


Figura 45. Esquemas de empalmes mecánicos colocados en columnas

Existen diferentes tipos de empalmes mecánicos, entre los que se pueden mencionar están los siguientes:

### Bar-Grip

Este sistema consiste en unir las dos varillas por medio de un acoplador, el cual es “mordido” por una máquina hidráulica, y las varillas quedan atrapadas en dicho acoplador (Figura 46).

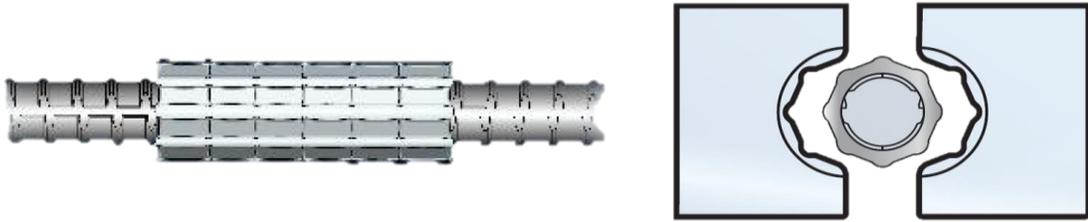


Figura 46. Empalme mecánico: Bar-Grip  
Fuente: Brochure de productos Bar Splice Inc.

### Zap-Screwlock

El acoplador es fijado por medio de pernos, y éstos son apretados con taladros o con herramientas manuales, y de esta manera las varillas quedan unidas (Figura 47).

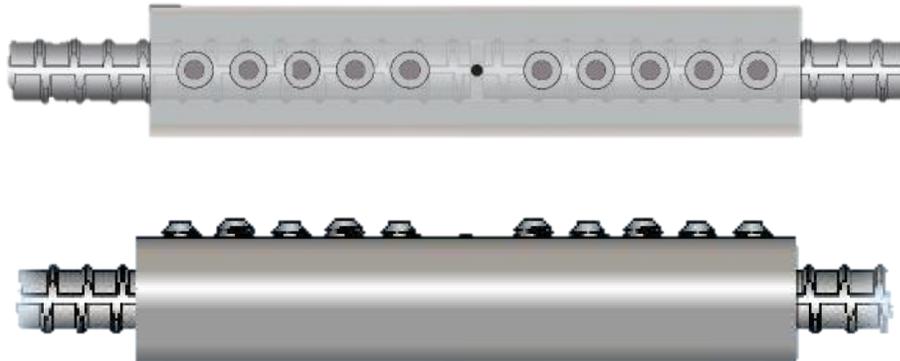


Figura 47. Empalme mecánico: Zap-Screwlock  
Fuente: Brochure de productos Bar Splice Inc.

### Bar-Splicer

Es utilizado en concreto encofrado con moldes metálicos. Consiste en unir dos varillas por medio de un acoplador roscado. La primera varilla, que debe hacersele rosca queda embebida en el concreto junto con la camisa a la cual se le coloca grasa

para que la rosca no se dañe. Después del colado se empalma con otra varilla con rosca al extremo, uniéndola al acoplador (Figura 48).

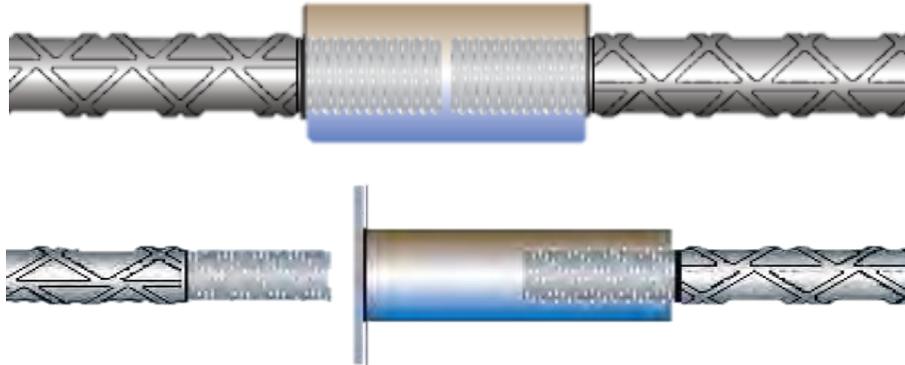


Figura 48. Empalme mecánico: Bar-Splicer

Fuente: Brochure de productos Bar Splice Inc.

### Grip-Twist

Este empalme mecánico es una combinación entre el Bar-Grip y Bar-Splicer. Se colocan acopladores roscados al final de las varillas que se desea unir, mediante una máquina hidráulica. Una de las roscas es macho y la otra es hembra. Después del colado, se empalman las roscas, y las varillas quedan unidas. Este tipo de empalme es muy útil cuando hay un cambio en la dimensión de la varilla (Figura 49).



Figura 49. Empalme mecánico: Grip-Twist  
Fuente: Brochure de productos Bar Splice Inc.

#### 2.5.5.7. Ganchos y Dobleces

Cuando la fuerza en tensión en una varilla no puede desarrollarse por longitud recta solamente, se hace necesario proveer algún tipo de anclaje en el extremo, generalmente por medio de un gancho estándar de  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  o de  $135^\circ$  en el caso de estribos. Los ganchos estándar no se consideran efectivos para desarrollar esfuerzos de compresión.

La sección 12.5 del ACI 318 presenta las disposiciones para evaluar el anclaje de las varillas por medio de ganchos estándar de  $90^\circ$  y proporciona longitud total de empotramiento de la varilla con gancho (Figura 50). La longitud de desarrollo,  $l_{dh}$ , se mide desde la sección crítica hasta el extremo exterior o borde del gancho.

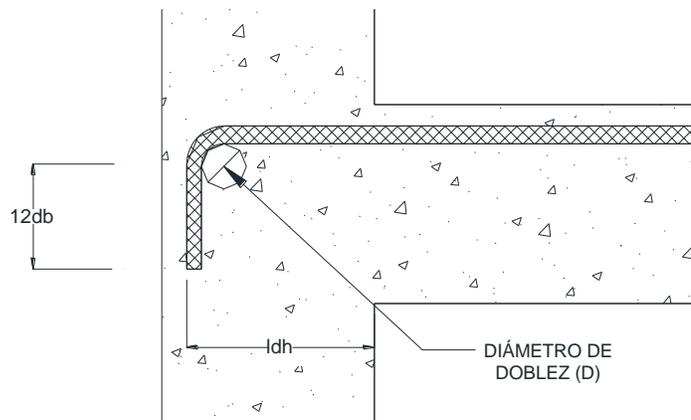


Figura 50. Detalles del doblado de varilla para desarrollar el gancho estándar

Esta longitud de desarrollo,  $l_{dh}$ , es calculada mediante la siguiente ecuación:

$$l_{dh} = \frac{db * f_y}{17.2\sqrt{f'_c}} \quad \text{Ecuación 5}$$

Dónde:

$l_{dh}$  = longitud de desarrollo (cm)

$db$  = diámetro de la barra (cm)

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$f'_c$  = resistencia a la compresión del concreto ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

En la Tabla 21, Tabla 22 y Tabla 23, se calculan mediante la Ecuación 5 las longitudes de desarrollo ( $l_{dh}$ ) basándose en los diámetros de las varillas, resistencia del acero y resistencia del concreto.

Tabla 21. Longitudes de desarrollo ldh para varillas a tensión (Acero $f_y=2800 \text{ kg/cm}^2$ )					
Notación Antigua	Notación Nueva	Diámetro (cm)	$f_y=2800 \text{ kg/cm}^2$		
			$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$
3/8 "	3	0.95	10.7*	9.3*	8.3*
1/2 "	4	1.27	14.3*	12.4*	11.1*
5/8 "	5	1.59	17.8*	15.4*	13.8*
3/4 "	6	1.91	21.4*	18.5*	16.6*
7/8 "	7	2.22	25.0*	21.6*	19.3*
1 "	8	2.54	28.5*	24.7*	22.1*
1 1/8 "	9	2.86	32.1*	27.8*	24.9*
1 1/4 "	10	3.18	35.7*	30.9*	27.6*
1 3/8 "	11	3.49	39.2*	34.0*	30.4*

\* Por facilidad constructiva, se recomienda redondear el valor calculado, al múltiplo de 5 inmediato superior.

Tabla 22. Longitudes de desarrollo ldh para varillas a tensión (Acero $f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$ )					
Notación Antigua	Notación Nueva	Diámetro (cm)	$f_y=3500 \text{ kg/cm}^2$		
			$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$
3/8 "	3	0.95	13.4*	11.6*	10.4*
1/2 "	4	1.27	17.8*	15.4*	13.8*
5/8 "	5	1.59	22.3*	19.3*	17.3*
3/4 "	6	1.91	26.8*	23.2*	20.7*
7/8 "	7	2.22	31.2*	27.0*	24.2*
1 "	8	2.54	35.7*	30.9*	27.6*
1 1/8 "	9	2.86	40.1*	34.7*	31.1*
1 1/4 "	10	3.18	44.6*	38.6*	34.5*
1 3/8 "	11	3.49	49.0*	42.5*	38.0*

\* Por facilidad constructiva, se recomienda redondear el valor calculado, al múltiplo de 5 inmediato superior.

Tabla 23. Longitudes de desarrollo ldh para varillas a tensión (Acero $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ )					
Notación Antigua	Notación Nueva	Diámetro (cm)	$f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$		
			$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	$f'c=350 \text{ kg/cm}^2$
3/8 "	3	0.95	16.1*	13.9*	12.4*
1/2 "	4	1.27	21.4*	18.5*	16.6*
5/8 "	5	1.59	26.8*	23.2*	20.7*
3/4 "	6	1.91	32.1*	27.8*	24.9*
7/8 "	7	2.22	37.5*	32.4*	29.0*
1 "	8	2.54	42.8*	37.1*	33.2*
1 1/8 "	9	2.86	48.2*	41.7*	37.3*
1 1/4 "	10	3.18	53.5*	46.3*	41.4*
1 3/8 "	11	3.49	58.9*	51.0*	45.6*

\* Por facilidad constructiva, se recomienda redondear el valor calculado, al múltiplo de 5 inmediato superior.

### Acero Longitudinal

El término “gancho normalizado” tiene uno de los siguientes significados (ACI 318(7.1)):

- ✓ Doblez de 180 más una extensión de 4db, pero no menos de 6.5 cm en el extremo libre de la varilla. Por lo general este doblez se realiza en bastones.
- ✓ Doblez de 90° más una extensión de 12db en el extremo libre de la varilla.

Este doblez se realiza en escuadras.

La Tabla 24 muestra los diámetros mínimos de doblado. La Tabla 25 muestra los cálculos de longitudes en base a las dimensiones establecidas en la Figura 51.

Tabla 24. Diámetros Mínimos de Doblado		
Grado del Acero de Refuerzo	Tamaño de la Varilla	Diámetro Mínimo de Doble (D)
Todos los grados de refuerzo	No. 3 al No. 8	6db
	No. 9 al No. 11	8db
	No. 14 al No. 18	10db

Tabla 25. Ganchos estándar para refuerzo principal para todos los grados de acero					
Notación Antigua	Notación Nueva	Diámetro de Doble (D) (cm)*	Gancho de 90°		Gancho de 180°
			12db (cm)	A o G (cm)	4db (cm)
3/8 "	3	6	11	15	4**
1/2 "	4	8	15	20	5**
5/8 "	5	10	19	25	6**
3/4 "	6	11	23	30	8
7/8 "	7	13	27	36	9
1 "	8	15	30	41	10
1 1/8 "	9	23	34	46	11
1 1/4 "	10	25	38	51	13
1 3/8 "	11	28	42	56	14

\* En base a lo establecido en la Tabla 24.

\*\* El criterio gobernante es la longitud mínima, por lo que valores menores a 6.5 cm se aproximan dicho valor.

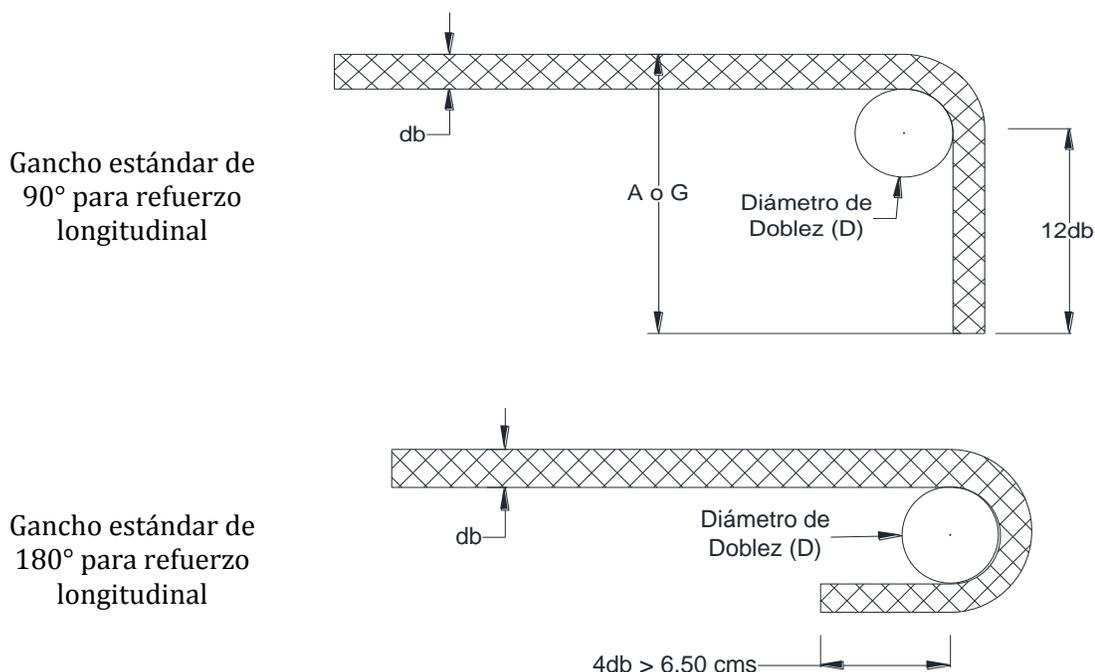


Figura 51. Ganchos estándar de 90° y 180° para refuerzo longitudinal

Acero Transversal

En los estribos, por lo general, los dobleces se realizan a 135°, y la longitud de este doblez debe ser el mayor entre 6db o 7.5 cm.

También se establece un diámetro mínimo de doblez de las varillas. Estos diámetros mínimos se presentan en la Tabla 26 (ACI318 - TABLA 7.2).

Tabla 26. Diámetros Mínimos de Doblado para Gancho de Estribo		
Grado del Acero de Refuerzo	Tamaño de la Varilla	Diámetro Mínimo de Doblez (D)
Todos los grados de refuerzo	No. 3 al No. 5	4db
	No. 5 al No. 8	6db

La Tabla 27 muestra los cálculos de longitudes en base a las dimensiones establecidas en la Figura 52.

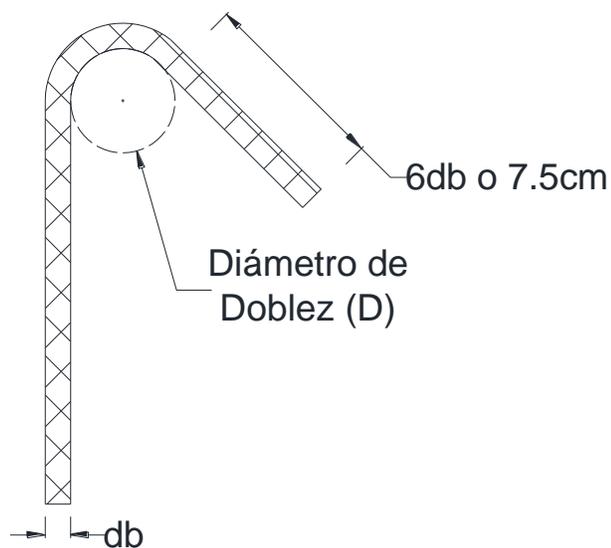


Figura 52. Gancho estándar de 135° para refuerzo transversal

Tabla 27. Ganchos estándar para refuerzo transversal para todos los grados de acero*			
Notación Antigua	Notación Nueva	Diámetro de Doble (D) (cm)**	Gancho de 135°(6db) (cm)
3/8 "	3	4	6***
1/2 "	4	5	8
5/8 "	5	6	10
3/4 "	6	11	11
7/8 "	7	13	13
1 "	8	15	15

\* ACI 315 considera que se utilizarán estribos hasta varillas No. 8.  
 \*\* En base a lo establecido en la Tabla 26.  
 \*\*\* El criterio gobernante es la longitud mínima, por lo que valores menores a 7.5 cm se aproximan dicho valor.

### 2.5.5.8. Recubrimiento

El concreto protege el acero de refuerzo de la corrosión y sirve como elemento a prueba de incendio. En la Tabla 28, se da la cubierta mínima para concreto colado *in situ*. (ACI318 – 7.7.1)

En ambientes corrosivos o en condiciones severas de exposición, la cantidad de protección de concreto debe aumentarse adecuadamente y debe considerarse lo denso y la no porosidad de ese concreto protector, o bien, tiene que suministrarse alguna otra protección.

Las varillas de refuerzo, insertos o placas expuestos destinados a ligarse con extensiones futuras deben protegerse contra la corrosión.

Cuando se requiere una protección contra el fuego mayor que la del concreto especificada en esta sección, se debe usar un espesor mayor.

Tabla 28. Recubrimientos para elementos colados <i>in situ</i>	
Concreto colado <i>in situ</i> (no presforzado)	Recubrimiento mínimo *
Miembro colado contra la tierra y permanentemente a ésta	7.5 cm
Expuesto a la tierra o a la intemperie:	
- Varillas del No. 6 al No. 18	5.0 cm
- Varillas del No. 3 al No. 5	4.0 cm
No expuesto a la intemperie ni al contacto con el suelo	
Losas, muros, viguetas:	
- Varillas del No. 14 al No. 18	4.0cm
- No.11 y menores	2.0 cm
Vigas y columnas:	
- Refuerzo principal, amarres, estribos o espirales	4.0 cm
Cascarones y placas plegadas	
- Varillas del No.6 y mayores	2.0 cm
- Varillas del No. 3 al No.5	1.5 cm
* El recubrimiento especificado es la correspondiente al exterior, no al centro de la varilla.	

### 2.5.5.9. Tolerancias

El ACI 315 provee las tolerancias estándares y son mostradas en la Figura 53 y Figura 54 tanto para varillas rectas como para varillas con dobleces. Cuando sean requeridas tolerancias más estrictas que las mostradas en las figuras de referencia, se deberán indicar en los documentos contractuales.

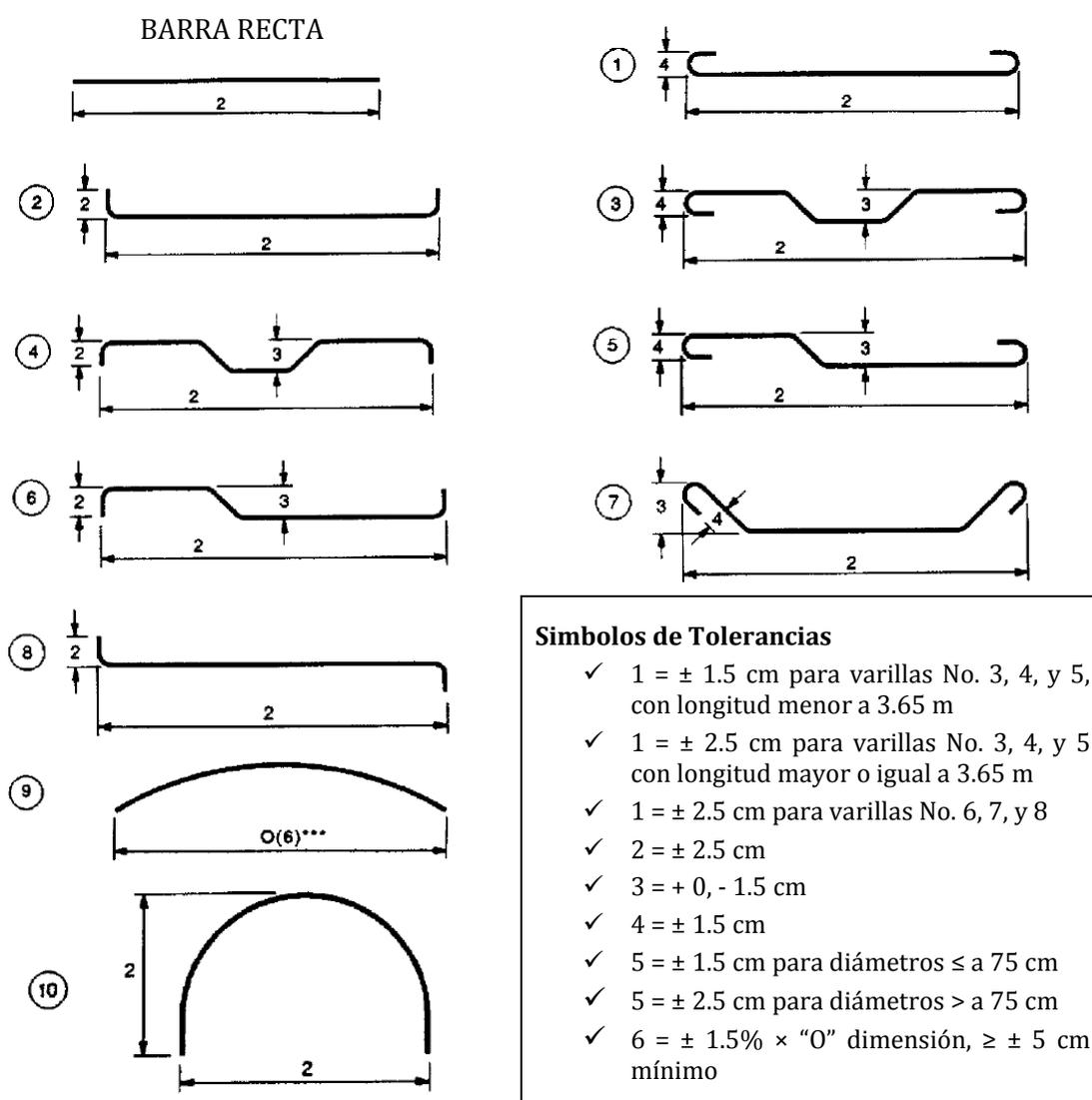


Figura 53. Tolerancias de fabricación para varillas desde No. 3 a No. 11

	<p><b>Simbolos de tolerancias</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 1 = ± 1.5 cm para varillas No. 3, 4, y 5, con longitud menor a 3.65 m</li> <li>✓ 1 = ± 2.5 cm para varillas No. 3, 4, y 5 con longitud mayor o igual a 3.65 m</li> <li>✓ 1 = ± 2.5 cm para varillas No. 6, 7, y 8</li> <li>✓ 2 = ± 2.5 cm</li> <li>✓ 3 = + 0, - 1.5 cm</li> <li>✓ 4 = ± 1.5 cm</li> <li>✓ 5 = ± 1.5 cm para diámetros ≤ a 75 cm</li> <li>✓ 5 = ± 2.5 cm para diámetros &gt; a 75 cm</li> <li>✓ 6 = ± 1.5% × "0" dimensión, ≥ ± 5 cm mínimo</li> </ul>
<p>Figura 54. Tolerancias de fabricación para varillas desde No. 3 a No. 11</p>	

### 2.5.5.10. Intersección en esquinas y detalles de conexión

Se requiere que todas las varillas horizontales en las esquinas y en todas las intersecciones formen un gancho alrededor de la esquina o hacia adentro del muro con el que se intersecan para dar resistencia, en la esquina o en la intersección con el muro (Figura 55). Por lo común, esto se lleva a cabo al formar un gancho en una varilla larga o con el empleo de una varilla corta para esquina o codo. Es importante realizar buenas conexiones entre los diversos elementos estructurales, para que la estructura quede amarrada entre sí y se comporte de manera satisfactoria.

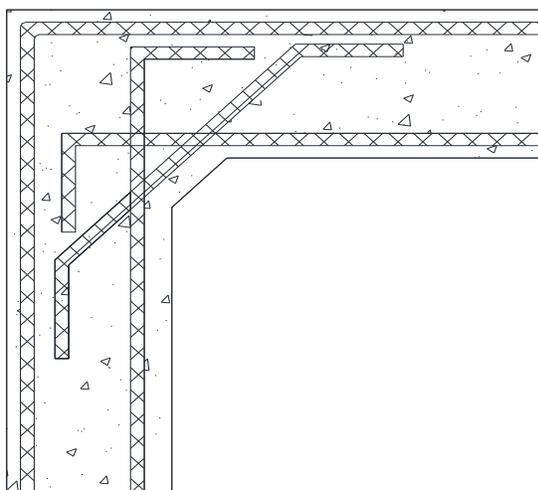


Figura 55. Anclaje en esquinas de paredes de concreto

El espesor mínimo para paredes de concreto es de 10 cms, y el refuerzo debe ir espaciado 30 cms como máximo.

En todos los bordes de los vanos (puertas, ventanas y otros) debe colocarse, como mínimo, una varilla No.3 adicional al refuerzo de la pared. Este refuerzo debe extenderse por lo menos 60 cm más allá de la esquina del vano (Figura 56).

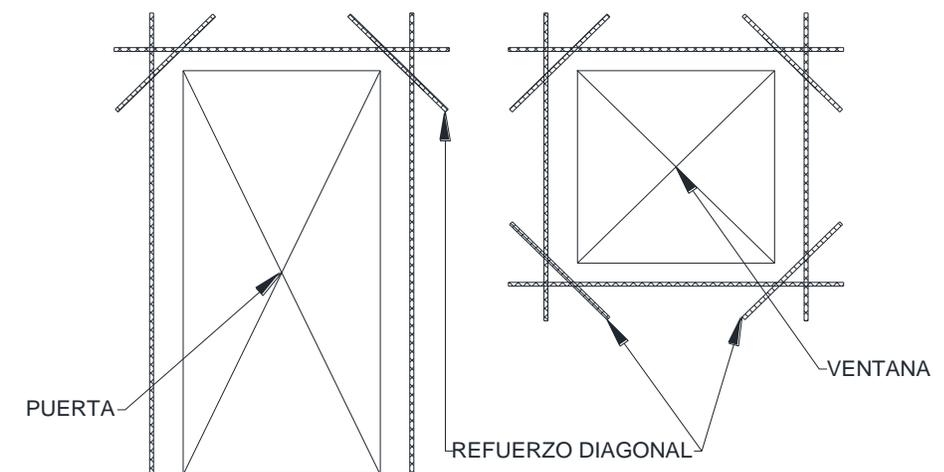


Figura 56. Esquema de refuerzo de vanos en paredes de concreto

## 2.5.6. ENCOFRADOS

### 2.5.6.1. Generalidades

Es el sistema total de apoyo para el concreto recién colocado, el cual incluye el molde o formaleta que hace contacto con el concreto y todos los elementos de soporte, el equipo y refuerzos necesarios. Al momento de elegir este tipo de herramienta, deberá hacerse en función del tipo de estructura, del elemento a encofrar, del tipo de obra, etc.

Su diseño, construcción, instalación, materiales y tolerancias, están regidos por el comité ACI 347: Guide to Formwork for Concrete (ACI 347: Guía de Encofrados para Concreto).

Deben ser diseñados con sumo cuidado pues las fallas que en él se presentan constituyen la mayor fuente de accidentes en la obra.

Entre algunos de estos accidentes podemos mencionar caída de personas, caída de objetos por desplome, manipulación o desprendimientos, golpes contra objetos inmóviles, entre otros.

Todos estos accidentes son causados principalmente por la remoción de puntales o desencofrado prematuro, por un arriostrado deficiente, por sobre-vibración del concreto (ya sea por los vibradores o por el tráfico de los equipos sobre el encofrado), porque el encofrado se apoya en terreno inestable, entre otros.

Debido a esto, es imperativo prevenir todas las actividades que conlleven consecuencias perjudiciales para la obra, y sobre todo para las personas ligadas al proyecto. Algunas de estas actividades son:

- ✓ Definir el tipo de encofrado en función de la tipología de la estructura. Asimismo, el encofrado tiene que tener suficiente resistencia para soportar, sin deformaciones apreciables, la carga del concreto que contenga.
- ✓ Suspender los trabajos en situaciones de viento fuerte o muy fuerte.
- ✓ Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- ✓ Comprobar que los encofrados estén limpios de restos de concreto y que se hayan eliminado las puntas o clavos.
- ✓ Si se va a utilizar grúa, se debe garantizar la visión del gruista durante todo el proceso. Si no es posible, debe ser ayudado por un señalista.
- ✓ Asegurar un arriostrado adecuado.
- ✓ Definir un acceso seguro a la zona de trabajo.
- ✓ Evitar desencofrar prematuramente.

- ✓ Distribuir uniformemente el concreto.
- ✓ Revisar periódicamente los puntales y los sistemas de apoyo.
- ✓ Utilizar maquinaria en el transporte de los elementos más pesados del encofrado.

#### **2.5.6.2. Economía**

Los encofrados de las estructuras de concreto representan una parte muy importante en la construcción de las estructuras de concreto. Por esta razón es imperativo buscar la manera de reducir los costos de los encofrados.

Se debe planificar cuidadosamente en un programa de trabajo las operaciones de construcción para un edificio y proveer las formaletas que puedan asegurar la máxima economía en el sistema de encofrados y además una elevada eficiencia de mano de obra.

Algunos autores estiman que el costo del encofrado constituye de un 25% a 40% del costo total de la estructura. Sin embargo esto varía dependiendo del tipo de obra, y frecuentemente el costo de éstos puede ser mayor que el de concreto y el acero de refuerzo juntos.

Debe pues buscarse las mayores economías en esta partida, lo cual se consigue con un adecuado diseño de la estructura, continuar en la selección de los materiales, el diseño y montaje, el desencofrado y el número de usos, y para ello, se debe contar con una persona especializada que se encargue de esta partida. Para que se logre la economía de los encofrados, se recomienda:

1. Elaborar el diseño estructural y arquitectónico simultáneamente, y al mismo tiempo, considerar además los materiales y métodos para la hechura, colocación y desencofrado de las formaletas.
2. Mantener constantes las alturas de entrepiso y el tamaño de las vigas, losas y columnas.
3. Mantener la misma separación entre columnas.
4. Que el ancho de la columna y la viga sean iguales con el fin de reducir cortes y desperdicios.
5. Mantener en lo que sea posible el mismo peralte de la viga y con una dimensión que permita no desperdiciar el material.
6. La separación libre entre vigas debe ser que el plywood, tablas o cartones no sean desperdiciados sustancialmente.
7. Utilizar espesores similares en los muros de la edificación y reducir, dentro de lo posible, las aberturas o ubicarlas bajo patrones constantes.
8. Los elementos estructurales en lo posible, se deberán dimensionar de tal manera que se adecúen a las dimensiones de la madera o material utilizado para encofrar; de esta forma se reducen los desperdicios. El diseñador podrá variar el acero de refuerzo si adecúa las dimensiones del concreto.

Es responsabilidad del encargado de los encofrados velar por la economía de éstos, ya que, como se expuso anteriormente, representan una parte importante de los recursos económicos de una obra civil.

Este encargado debe realizar un diseño adecuado, y no dejar, como es costumbre en nuestro medio, la responsabilidad a personas como albañiles o maestros de obra, ya que éstos no poseen una base teórica para hacer un diseño adecuado, y plantean todo en base a su experiencia en obras anteriores donde usaron la improvisación como parte del diseño de los encofrados.

Este diseño debe basarse en factores tales como la presión que efectúa del concreto sobre el encofrado, los materiales disponibles en el mercado con los que se construirán éstos, la resistencia de dichos materiales, entre otros. Por lo tanto, este diseño debe realizarse y debe ser adecuado.

Si no se calculan, y se construyen en base a improvisación, se corre el riesgo de una falla, lo que podría resultar en daños a personas y equipos, y a su vez resultar muy cara; de igual manera, si se realiza un sobre-diseño, a pesar de garantizar seguridad, tiene el efecto negativo que se tiene que usar demasiados materiales, personal y equipo, y afecta la economía.

Algunas recomendaciones para evitar que se produzca una falla por un diseño deficiente, o se encarezca la obra debido a un sobre-diseño, se plantean a continuación:

1. Diseñar los moldes a la resistencia requerida y con la menor cantidad de materiales y elaborar planos de taller de éstos.
2. Planificar los diferentes colados, considerando la secuencia y métodos del desencofrado y reuso.

3. Usar el menor grado de calidad de la madera que provea la resistencia requerida y la calidad de la superficie en contacto con el concreto.
4. Usar el mayor número de elementos prefabricados.
5. Usar los más grandes paneles que sea posible manejarlos manualmente o con el equipo de trabajo.
6. Usar formaletas fabricadas en lo que sea posible, ya que son menos caras que las hechas en el campo.
7. Usar el clavo más pequeño sin sacrificar la resistencia.
8. Identificar cada molde para conocer el tipo de estructura donde se utilizará y el número de usos.
9. Limpiar, aceitar y reclavar los moldes que sean necesarios.
10. Para puntuales con carga vertical, usar diagonales y horizontales en dos direcciones; esto incrementará la capacidad de los pilotes.
11. Desencofrar tan pronto como el concreto tenga la resistencia necesaria para poder reutilizar los moldes un mayor número de veces.
12. Hacer estudios de tiempos y movimientos que consideren la hechura y montaje de los encofrados. Tales estudios pueden incrementar la velocidad de producción y reducir los costos.

### 2.5.6.3. Materiales

Los materiales más usados para encofrados son la madera y el acero, aunque también se utiliza fibra de vidrio y plásticos con los que se logra dar texturas especiales a la superficie.

#### Madera

Es el material más utilizado en encofrados para concreto. La hay de diferentes calidades, siendo las más utilizadas en nuestro medio el pino, cedro, conacaste, además del plywood. El pino crece de forma escasa en nuestro país, por lo cual es importado. Por su parte el cedro y el conacaste, son maderas más ásperas y con más defectos, por lo que no resulta adecuado para la construcción.

El plywood es usado eficientemente para encofrar las caras de los elementos de concreto. Y es un material constituido por una serie de capas de madera pegadas entre sí.

La madera se comercializa en escuadrías expresadas en pulgadas y en largos expresados en pies. El plywood se presenta en planchas de 4' x 8' (1.22 m x 2.44 m) y en espesores de 1/2", 5/8", 3/4" y 1".

Existe un tipo especial de plywood, llamado plyform. Este tipo de material se presenta en diferentes denominaciones:

- ✓ Plyform BB o Plyform BC: su número de reusos varía de 5 a 10.
- ✓ Plyform MDO (Medium Density Overlay – Densidad Media): varía de 10 a 20 reusos.

- ✓ Plyform HDO (High Density Overlay – Densidad Alta): proporciona un mayor número de reusos. Utilizándolo de una manera adecuada, el Plyform HDO podrá ser reusado de 20 a 50 veces. Sin embargo, algunos constructores que lo utilizan de una forma cuidadosa han llegado a obtener hasta 200 usos o más, con buenos resultados.

### Acero

Los encofrados de acero pueden ser reutilizados más veces que los de madera. Tienen gran resistencia y se usan cuando se requiere cubrir grandes luces o cuando se desea dar formas especiales al concreto. Es común utilizarlos en combinación con madera. Los fabricantes presentan tablas especiales donde se muestran las capacidades de carga y deflexiones de los productos que ofrecen.

#### **2.5.6.4. Desencofrado**

El desencofrado no debe realizarse antes de los tiempos mínimos especificados por el proyectista. Los moldes deben ser removidos tan pronto sea posible, con el objeto de lograr el mayor número de usos, pero no hasta que el concreto haya logrado la resistencia y estabilidad necesaria para soportar la carga muerta y las sobrecargas, para las cuales la estructura ha sido diseñada.

Mientras mayor es la sobrecarga de diseño, menor será el tiempo de desencofrado pues se requiere menos resistencia para que el elemento soporte su peso propio y las cargas vivas de construcción.

Los factores que deben considerarse en la determinación de cuándo se desencofrará son:

- ✓ El efecto del daño posible en el concreto por las operaciones de desencofrado.
- ✓ La resistencia estructural o deflexión del concreto.
- ✓ El curado y protección.
- ✓ Las necesidades de acabado.
- ✓ Los requisitos para la reutilización de las cimbras.

Los encofrados se deben diseñar y construir de manera que puedan quitarse con facilidad, sin dañar el concreto ni ellos mismos, en particular, aquellos que se van a utilizar de nuevo.

La resistencia del concreto y los requisitos estructurales determinan el momento del desencofrado para los arcos, vigas, y miembros estructurales semejantes que soportan carga.

El comité ACI 347 establece los tiempos mínimos de desencofrado bajo condiciones normales. Dichos tiempos se presentan en la Tabla 29.

El ACI establece que se puede realizar el desencofrado cuando el concreto alcance el 70% de la resistencia para la cual fue diseñada.

La mejor manera de determinar si se ha alcanzado dicha resistencia, es mediante pruebas a la compresión de cilindros del concreto a encofrar. Dichos cilindros son

ensayados cada cierto tiempo para establecer como el concreto va ganando resistencia.

Tabla 29. Tiempos mínimos de desencofrado bajo condiciones normales		
Elementos Estructurales	Tiempo	
Paredes*	12 horas – 24 horas	
Columnas*	12 horas – 24 horas	
Costillas de vigas principales y secundarias*	12 horas – 24 horas	
Casetones (pan joist form) en losa reticular**		
- Ancho menor a 75cm	3 días	
- Ancho mayor a 75cm	4 días	
	CV < CM	CV > CM
Arcos centrales	14 días ♦	7 días ♦
Asientos de vigas		
- Claro menor de 3m	7 días ♦	4 días ♦
- Claro entre 3m y 6m	14 días ♦	7 días ♦
- Claro mayor de 6m	21 días ♦	14 días ♦
Losas en una dirección		
- Claro menor de 3m	4 días ♦	3 días ♦
- Claro entre 3m y 6m	7 días ♦	4 días ♦
- Claro mayor de 6m	10 días ♦	7 días ♦
* Si soportan losas o vigas secundarias, el tiempo de desencofrado será gobernado por éstas.		
** Pueden desencofrarse pero sin perturbar los puntales.		
♦ Donde las formaletas pueden ser removidas sin perturbar los puntales, use la mitad de los valores mostrados, pero no menor de 3 días.		

Los cilindros que se toman de muestra para establecer los tiempos de desencofrado son extras a los que se utilizan para comprobar la resistencia a la compresión del

concreto ( $f'c$ ) a los 28 días, por lo que se deben anticipar en el volumen de concreto que se solicitará o fabricará.

Otra forma de determinar el momento de desencofrar una estructura es planteada por Garold D. Obelender y Robert L. Peurifoy, en su libro "Formwork for Concrete Structures", donde no plantean tiempos de desencofrados como el ACI 347, sino la resistencia mínima que debe tener el concreto, dependiendo de tipo de estructura, al momento de desencofrar. Dichos valores son mostrados en la Tabla 30.

Tabla 30. Resistencia mínima del concreto para desencofrar	
Clasificación de la Estructura	Resistencia mínima requerida
A) Concreto no sujeto a esfuerzos apreciables directos de flexión, ni confinada sobre formaletas con vertical ni sujetas a daños por desencofrados u otras actividades de construcción <ul style="list-style-type: none"> <li>- Superficies verticales o casi verticales de secciones gruesas</li> <li>- Paredes de túneles contra superficie de roca</li> <li>- Cubiertas de superficies en pendientes</li> <li>- Cara exterior de barriles</li> </ul>	35 kg/cm <sup>2</sup>
B) Concreto sujeto a esfuerzos apreciables directos y de flexión y parcialmente confinados por formaletas para soporte vertical <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sujeta solamente a carga muerta               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Interior de barriles</li> <li>- Arcos de almacenados contra roca sólida</li> <li>- Superficies verticales o casi verticales de secciones delgadas</li> </ul> </li> <li>2. Sujetas a carga muerta y viva               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dentro de galerías y otras aberturas en presas</li> <li>- Paredes laterales y arco en túneles alineados contra materiales inestables</li> <li>- Columnas</li> </ul> </li> </ol>	52.5 kg/cm <sup>2</sup>
C) Concreto sujeto a altos esfuerzos de flexión y casi totalmente confinada en formaleta para soporte vertical <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vigas</li> <li>- Losas</li> <li>- Techo</li> <li>- Losa de puentes</li> </ul>	140 kg/cm <sup>2</sup>

Para comprobar que las resistencias especificadas en la Tabla 30 han sido alcanzadas, al igual que al comprobar el 70% de la resistencia, es necesario realizar pruebas a la compresión de cilindros. Si se han alcanzado, entonces se procede a desencofrar, si no, entonces se prolonga el tiempo que deben estar colocados.

Al llevar un control de estas actividades, es posible disminuir los tiempos en los que la obra permanece en pausa debido a que se necesita esperar a que se alcance la resistencia requerida para dichos elementos.

#### 2.5.6.5. Tolerancias

Las tolerancias para encofrados, brindadas por el ACI 347 y respaldadas por el ACI 117, dependen de la clase de superficie requerida para el elemento a encofrar. En la Tabla 31 se muestran las clases, descripciones y tolerancias de deformación que permitidas.

Tabla 31. Tolerancias de deformación para encofrados	
Clase y descripción de superficie	Deformación máxima permitida
Clase A Son superficies que se encuentran expuestas a la vista pública, donde la apariencia es de especial importancia.	3 mm
Clase B Son superficies de textura gruesa, y para concreto destinado a ser recubierto con yeso, estuco o revestimiento de madera.	6 mm
Clase C Superficies que están expuestas de forma permanente, pero en los que no se especifican otros tipos de acabados	15 mm
Clase D Requisitos mínimos de calidad, donde la rugosidad no es objetable. Requerida donde las superficies estarán permanentemente ocultas. Se deben establecer límites especiales sobre irregularidades cuando las superficies se están continuamente expuestas a flujo de agua, drenaje o intemperie.	25 mm

#### **2.5.6.6. Diseño de encofrados**

Se debe tener cuidado especial con los encofrados para el concreto que quedará de manera permanente expuesto a la vista o en el que se requieren efectos arquitectónicos especiales. Como las deflexiones en el encofrado causan ondulaciones en las superficies acabadas que se manifiestan bajo ciertas condiciones luminosas y que pueden ser objetables, los encofrados para el concreto arquitectónico se deben diseñar con cuidado y las deflexiones pueden ser el factor que rijan, en lugar de las cargas de diseño.

##### **2.5.6.6.1. Cargas Verticales**

Las cargas verticales están constituidas por el peso propio del encofrado, del concreto, del acero y de las cargas vivas de construcción.

El encofrado puede pesar desde 15 kg/m<sup>2</sup> hasta 75 kg/m<sup>2</sup> dependiendo del tipo de madera. Para el diseño del entablado, la carga viva se considera 700 kg/m<sup>2</sup>, valor que toma en cuenta la posibilidad que se almacene material sobre elementos todavía apuntalados o que se presenten cargas concentradas sobre el entablado.

Para el resto de los elementos del encofrado, las cargas vivas de construcción se estiman en 250 kg/m<sup>2</sup> y si se emplea carretillas auto-propulsadas se incrementan a 350 kg/m<sup>2</sup>.

La carga de diseño cuando se tiene combinación de cargas vivas y muertas, no debe ser menor a 490 kg/m<sup>2</sup>, y cuando se cuenta con carretillas auto-propulsadas no menor a 610 kg/m<sup>2</sup>.

### Esfuerzos

Las formaletas que soportarán el peso de las cargas antes mencionadas requieren que se diseñen para que la madera que sirve como molde, pueda absorber los esfuerzos que se le imponen.

### Esfuerzos de flexión

$$F_b = \frac{Mc}{I} \quad \text{Ecuación 6}$$

Dónde:

$F_b$  = Esfuerzo en compresión o tensión de la fibra extrema

$M$  = Momento flector resistente

$C$  = Distancia de la línea neutra a la fibra extrema

$I$  = Momento de inercia respecto a la línea neutro

### Esfuerzos cortantes por flexión

$$F_v = \frac{VQ}{Ib} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$F_v = \frac{3V}{2bd}$$

Ecuación 8  
(Para secciones cuadradas)

Dónde:

V = Fuerza cortante (lb, kg, ton)

F<sub>v</sub> = Esfuerzo cortante (lb/pulg<sup>2</sup>, kg/cm<sup>2</sup>)

b = Ancho de la sección

d = Espesor o peralte de la sección

En la Tabla 32 se han calculado los esfuerzos de flexión (F<sub>b</sub>) y esfuerzos cortantes por flexión (F<sub>v</sub>), presentados en las Ecuación 7 y Ecuación 8 además de otros parámetros para madera de pino utilizada en elementos de apuntalamiento.

Sin embargo, para que sean aplicables estos esfuerzos, la madera no debe tener nudos que ocupen más de ¼ de la sección de la pieza y el contenido de humedad debe ser menor que 18%. Si la madera está húmeda (el contenido de humedad mayor de 18%), el esfuerzo cortante (F<sub>b</sub>) debe reducirse en 15%, la compresión paralela a fibras (F<sub>a</sub>) en 20% y la compresión perpendicular (F<sub>c</sub>) en 50%.

Tabla 32. Esfuerzos permisibles para madera de pino usada para elementos de apuntalamiento							
Sección transversal	*Fb (kg/cm <sup>2</sup> )	*Ft (kg/cm <sup>2</sup> )	*Fa (kg/cm <sup>2</sup> )	*Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	*Fv (kg/cm <sup>2</sup> )	*E (kg/cm <sup>2</sup> )	*Emin (kg/cm <sup>2</sup> )
Piezas de 2 pulgadas de grosor o menos y 6 pulgadas de ancho o menos	95	70	80	25	10	90,000	60,000
Polines (4x8 pulgadas)	85	65	75	25	10	85,000	55,000
Vigas (4x8 pulgadas y secciones mayores)	70	60	70	25	10	80,000	50,000

\* Referencias

Fb = Esfuerzo de flexión

Fv = Esfuerzo cortante

Ft = Esfuerzo de tensión

E = Módulo de elasticidad promedio

Fa = Compresión paralela a las fibras

Emin = Módulo de elasticidad mínimo

Fc = Compresión perpendicular a las fibras

Capacidad de un puntal

De igual forma, la madera que soporta las cargas verticales, transmitirán el peso a los puntales que la sostienen. La Ecuación 9 muestra como calcular la fuerza que soportaran dichos puntales.

$$P_a = \frac{0.3AE}{\left(\frac{l}{d}\right)^2} \quad \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

$P_a$	=	Fuerza máxima de compresión por pandeo	$l$	=	Longitud no apoyada del puntal
$A$	=	Sección transversal	$d$	=	Dimensión menor de la sección
$E$	=	Módulo de elasticidad			

En la Tabla 33 se presentan los valores de las cargas axiales admisibles calculados según la Ecuación 9, en cuarterones de madera de 2" x 4" (5cm\*10cm) y 4" x 4" (10cm\*10cm).

Sin embargo debe tomarse en cuenta que si los puntales tienen un desplome de 1° ó 4 cm, su capacidad puede disminuir hasta un 40%.

Longitud no apoyada del puntal (m)	Carga axial admisible (kg)		Longitud no apoyada del puntal (m)	Carga axial admisible	
	2" x 4"	4" x 4"		2" x 4"	4" x 4"
1.00	2,550	6,000*	2.75	337	2,697
1.25	1,632	6,000*	3.00	$P_{MIN} = 283$	2,266
1.50	1,133	6,000*	3.25	-	1,931
1.75	832	6,000*	4.00	-	1,275
2.00	638	5,100	4.25	-	1,129
2.25	504	4,029	4.50	-	1,007
2.50	408	3,264	5.00	-	816

\* Ningún esfuerzo de compresión debe ser mayor de 60 kg/cm<sup>2</sup>

#### 2.5.6.6.2. Cargas Horizontales

Las cargas horizontales sobre el encofrado están constituidas por la presión hidrostática del concreto fluido o por cargas externas. Las primeras son consideradas para el diseño del encofrado de columnas y muros. Algunos factores que influyen en ellas son:

- ✓ Temperatura del concreto (T). A menor temperatura, la presión es mayor pues el concreto permanece más tiempo en estado semi-liquido. La presión puede ser hasta 25% mayor.
- ✓ Velocidad del colado (R). A mayor velocidad, la presión del concreto es mayor.
- ✓ Altura de colado (h). La presión no depende del espesor de la pared.
- ✓ Peso volumétrico del concreto. Para el concreto normal 150 lb/pie<sup>3</sup> (2,400 kg/m<sup>3</sup>)
- ✓ Tipo de cemento.
- ✓ Vibración. Se puede despreciar.

Las presiones laterales se calculan siempre con las siguientes formulas generales:

$$p = wh \left( \frac{\text{lb}}{\text{pie}^2} \right) \quad \text{Ecuación 10}$$

Dónde:

p = presión lateral (lb/pie<sup>2</sup>)

w = peso unitario del concreto (lb/pie<sup>3</sup>)

h = altura de colado (pies)

El comité ACI 347 modifica esta ecuación para tomar en cuenta el peso del concreto y los aditivos.

Presión máxima del concreto en la formaleta ( $P_{MAX}$ )

Considerando un concreto con un revenimiento de 7 pulgadas o menos, y colocado con vibración interna a 4 pies o menos, la formaleta puede ser diseñada en base a lo siguiente:

$P_{MAX}$  = presión lateral máxima (lb/pie<sup>2</sup>)

R = velocidad de colado (pies/h)

T = temperatura del concreto durante la colocación (°F)

w = peso volumétrico (lb/pie<sup>3</sup>)

$C_w$  = coeficiente de peso volumétrico (Tabla 34)

$C_c$  = coeficiente de tipo de cemento (Tabla 35)

Tabla 34. Coeficientes de Peso Volumétrico ( $C_w$ )	
Peso volumétrico del concreto	$C_w$
Menor a 140 lb/pie <sup>3</sup> (2,240 kg/m <sup>3</sup> )	$C_w = 0.5 \left[ 1 + \left( \frac{w}{145 \text{ lb/pie}^3} \right) \right]$ Pero no menor a 0.80
De 140 lb/pie <sup>3</sup> (2,240 kg/m <sup>3</sup> ) a 150 lb/pie <sup>3</sup> (2,400 kg/m <sup>3</sup> )	1.0
Mayor a 150 lb/pie <sup>3</sup> (2,400 kg/m <sup>3</sup> )	$C_w = \frac{w}{145 \text{ lb/pie}^3}$

Tabla 35. Coeficiente de Tipo de Cemento (Cc)	
Tipo de cemento	Cc
Tipo I, II y III, sin retardador*	1.0
Tipo I, II y III, con retardador*	1.2
Otros tipos o mezclas que contengan menos de 70% de escoria o 40% de cenizas volantes, sin retardador*	1.2
Otros tipos o mezclas que contengan menos de 70% de escoria o 40% de cenizas volantes, con retardador*	1.4
Mezclas que contienen más de 70% de escoria o 40% de ceniza volante	1.4
* Retardadores incluyen cualquier aditivo que retrase el fraguado del concreto.	

### Columnas

$$P_{MAX} = C_w C_c \left[ 150 + 9,000 \left( \frac{R}{T} \right) \right] \quad \text{Ecuación 11}$$

Con una  $P_{MAX} = 3,000 C_w C_c$

Con una  $P_{MIN} = 600 C_w$  (lb/pie<sup>2</sup>)

Pero en ningún caso mayor de 150h

En la Tabla 36, se calculan las presiones que el concreto realiza a la formaleta, basándose en la Ecuación 11, y considerando un concreto cuyo peso volumétrico es 150 lb/pie<sup>3</sup>, y que ha sido fabricado con un cemento Tipo I.

Tabla 36. Presiones máximas para formaletas de columnas							
Velocidad del colado (R) Pie/hr	Máxima presión del concreto, lb/pie <sup>2</sup>						
	Temperatura, °F						
	40	50	60	70	80	90	100
1	375	330	300	279	262	250	240
2	600	510	450	409	375	350	330
3	825	690	600	536	487	450	420
4	1,050	870	750	664	600	550	510
5	1,275	1,050	900	793	712	650	600
6	1,500	1,230	1,050	921	825	750	690
7	1,750	1,410	1,200	1,050	937	850	780
8	1,950	1,590	1,350	1,179	1,050	950	870
9	2,175	1,770	1,500	1,307	1,162	1,050	960
10	2,400	1,950	1,650	1,436	1,275	1,150	1,050
12	2,850	2,310	1,950	1,693	1,500	1,350	1,230
15	3,525*	2,850	2,400	2,093	1,837	1,650	1,500
20	4,650*	3,750*	3,150*	2,721	2,400	2,150	1,950

\* Estos valores están limitados a 3000 psf.

### Muros o paredes

Para paredes con una velocidad de colado (R) menor a 7 pies/h y una altura (h) no mayor a 14 pies (4.30 m).

$$P_{MAX} = C_w C_c \left[ 150 + \frac{9,000 (R)}{T} \right] \quad \text{Ecuación 12}$$

Para paredes con una velocidad de colado (R) menor a 7 pies/h y una altura (h) mayor a 14 pies (4.30 m) o con paredes con una velocidad de colado entre 7 pies/h y 15 pies/h.

$$P_{MAX} = C_w C_c \left[ 150 + \frac{43,400}{T} + \frac{2,800 (R)}{T} \right] \quad \text{Ecuación 13}$$

Para ambos casos

Con una  $P_{MAX} = 2,000 C_w C_c$

Con una  $P_{MIN} = 600 C_w$  (lb/pie<sup>2</sup>)

Pero en ningún caso mayor de 150h

En la Tabla 37, se calculan las presiones que el concreto realiza a la formaleta, basándose en la Ecuación 12 y Ecuación 13, considerando un concreto cuyo peso volumétrico es 150 lb/pie<sup>3</sup>, y que ha sido fabricado con un cemento Tipo I.

Tabla 37. Presiones máximas para formaletas de paredes								
Velocidad del colado (R) Pie/hr	Máxima presión del concreto, lb/pie <sup>2</sup>							
	Temperatura, °F							
	40	50	60	70	80	90	100	
1	375	330	300	279	262	250	240	Ecuación 12
2	600	510	450	409	375	350	330	
3	825	690	600	536	487	450	420	
4	1,050	870	750	664	600	550	510	
5	1,275	1,050	900	793	712	650	600	
6	1,500	1,230	1,050	921	825	750	690	
7	1,750	1,410	1,200	1,050	933	850	780	Ecuación 13
8	1,793	1,466	1,246	1,090	972	877	808	
9	1,865	1,522	1,293	1,130	1,007	912	836	
10	1,935	1,578	1,340	1,170	1,042	943	864	
15	2,185*	1,858	1,573	1,370	1,217	1,099	1,004	
20	2,635*	2,138*	1,806	1,570	1,302	1,254	1,144	

\* Estos valores están limitados a 2000 psf.

### **2.5.7. TECHO**

Es la parte superior o exterior de una vivienda que cumple la función de proteger de las variaciones climáticas a la construcción y a quienes la habitan. Está constituido por una estructura y una cubierta.

El techo debe realizarse con materiales livianos tales como láminas de fibrocemento y zinc como los más recomendados y en teja de barro cocido o teja española cuando el diseño arquitectónico así lo amerite.

En cuanto a la configuración del techo, esta debe ser lo más sencilla posible, desde 2 a 4 aguas, y se deben evitar pendientes demasiado pronunciadas para no aumentar altura a la vivienda.

Los techos generalmente descansan sobre paredes que forman las pendientes y estos reciben el nombre de mojinetes, los cuales deben ser rematados con soleras de amarre, llamadas soleras mojinete y en ellas se dejan anclajes para luego ser fijado a ellas la estructura del techo.

#### **Herramientas y materiales**

Al momento de colocar un techo, se cuenta con accesorios de montaje, los cuales sirven para asegurar que eventos naturales tales como el viento, lluvia o sismos, no levanten las cubiertas. Estos sostenedores son unos ganchos metálicos que tienen una tuerca en un extremo un capuchón de sello y un sello adicional para que no filtre el agua. Los materiales usados para la colocación de un techo son los siguientes:

## Materiales

- ✓ Laminas metálicas o de fibrocemento, según el diseño
- ✓ Polines espaciales o tipo C, según el diseño
- ✓ Botaguas
- ✓ Capotes
- ✓ Vigas macomber
- ✓ Alambre de amarre
- ✓ Pines para lámina: rectos y doblados
- ✓ Tuercas
- ✓ Arandelas
- ✓ Protectores plásticos

## Herramientas

- ✓ Serrucho
- ✓ Taladro
- ✓ Alicates
- ✓ Brocas
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Hilo nylon

### **2.5.7.1. Estructura de Techo**

Es el elemento estructural construido en acero, el cual tiene la función de soportar el peso de la cubierta así como su propio peso, además de las cargas externas que

son provocadas por el viento y las cargas vivas. Las estructuras de soporte, según la forma y el material pueden ser de alma abierta o de alma llena en su peralte.

Normalmente se hacen con un tejido a base de polines y vigas macomber, principalmente cuando son hechos con hierro estructural a base de varillas y angulares, y según las cargas que soportan pueden ser estructuras primarias y secundarias. En el medio son utilizados dos tipos de polines:

✓ Polines espaciales

Son estructuras de alma abierta. Están formados por tres varillas, y tienen una forma triangular que las une formando caras en zig-zag, en ángulos de  $60^\circ$  o  $45^\circ$  (Figura 57).

Comúnmente son fabricados en piezas de 6m de longitud y la altura en la sección del polín comúnmente tiene 15cm. Las varillas que se usan son de  $\frac{3}{8}$  pulgadas, o en su defecto se utilizan dos varillas de  $\frac{3}{8}$  pulgadas en combinación con una de  $\frac{1}{2}$  pulgada. Al utilizar este calibre de varillas se garantiza el soporte de las cargas a imponer con la cubierta y el peso de las cargas vivas producto de las personas que instalarán la cubierta.

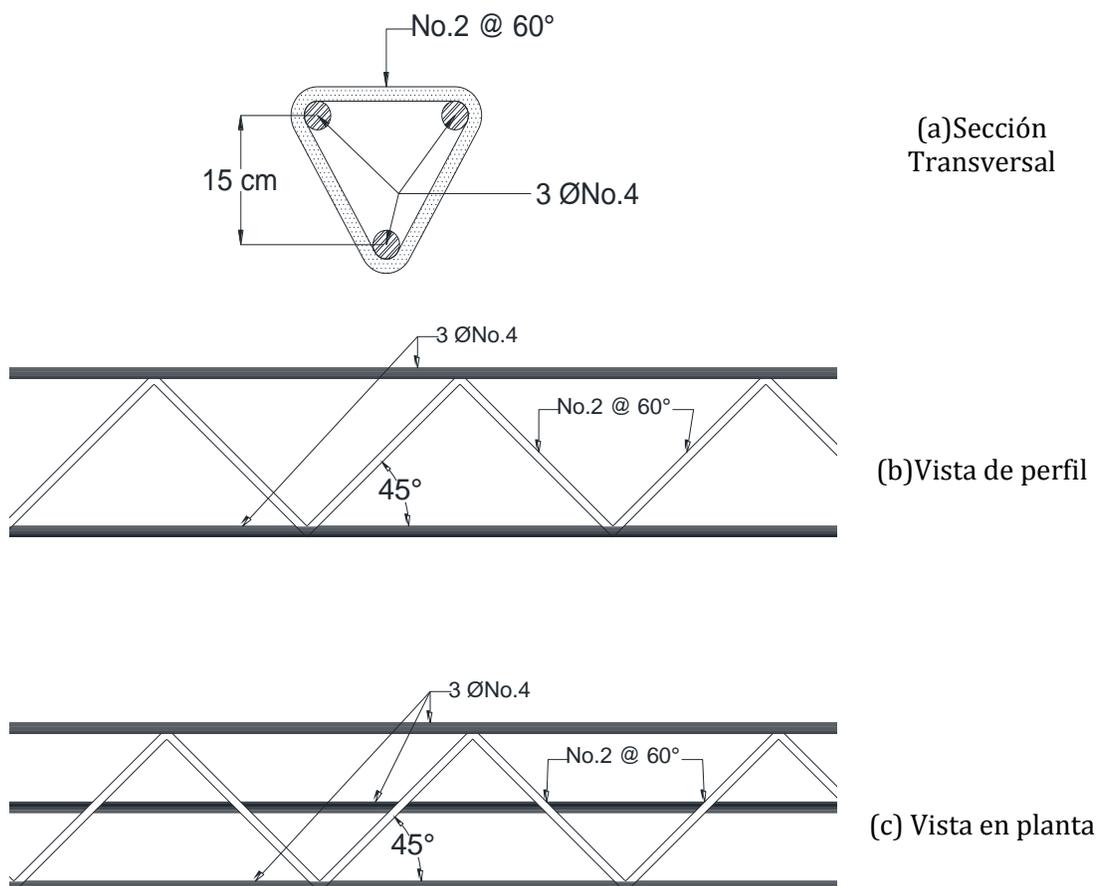


Figura 57. Forma y dimensiones de polín espacial

### ✓ Polines C

También conocidos como perfil laminar, son elementos de alma llena. Es el polín prefabricado más común, y es el más utilizado en viviendas sencillas de una planta en vivienda social económica, en urbanizaciones o en comunidades. Estos elementos van embebidos en la coronación de las paredes, para lo cual se

dejan los huecos donde estos irán apoyados. La altura del polín es comúnmente de 15 cm (Figura 58).

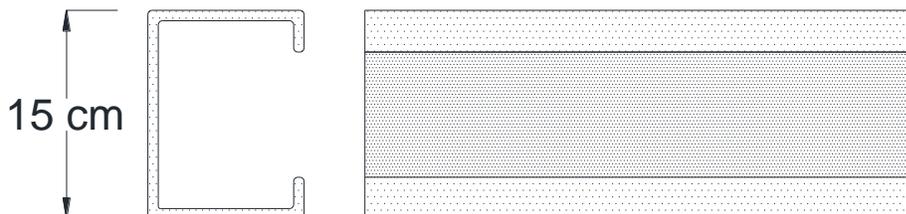


Figura 58. Forma y dimensiones de polín C

#### ✓ Vigas macomber

Son estructuras de alma abierta. Comúnmente se hacen de angulares de 1 ½ pulgadas o según interese puede ser mayor, unidos por varilla en zig-zag con ángulo de 60° y refuerzos atiezadores verticalmente (Figura 59).

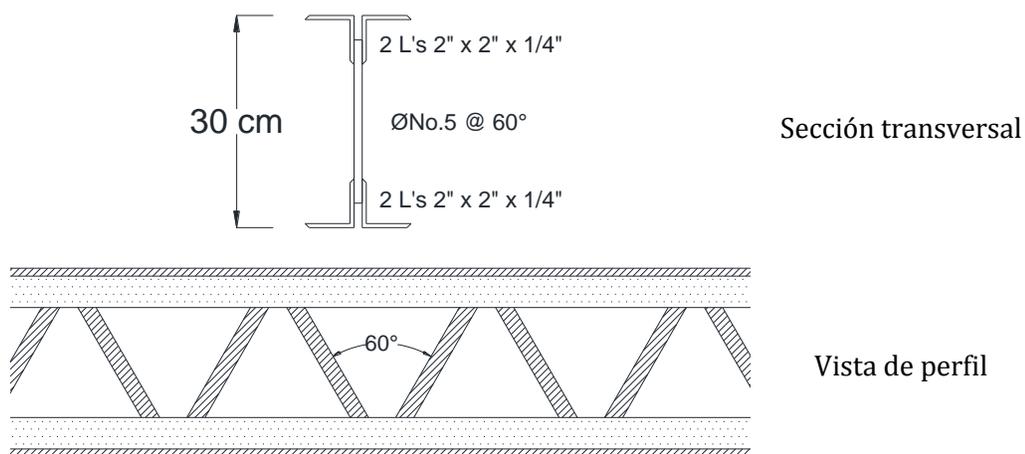


Figura 59. Forma y dimensiones de viga macomber

Al momento del montaje de las estructuras de techo, siempre se pondrán cordeles guías a fin de dejar puesto el trazo y escuadrado que deberán llevar los elementos de la estructura del techo y su forma exacta, para que la colocación de la cubierta a

base de cualquier tipo de láminas también quede exacta con la repartición que estas piezas llevan en los módulos planificados, todo esto en base a lo establecido en el plano constructivo.

### 2.5.7.2. Cubierta de Techo

Tiene como función principal, proteger a los usuarios de una edificación de las inclemencias del clima. Las características que una cubierta debe cumplir son impermeabilidad, ya que evita el paso del agua, y aislamiento, ya que evita el paso del frío y el calor. La configuración de la cubierta de techo debe ser lo más sencilla posible, desde 2 a 4 aguas; así mismo las pendientes no deben demasiado pronunciadas para no aumentar altura a la vivienda (Figura 60).

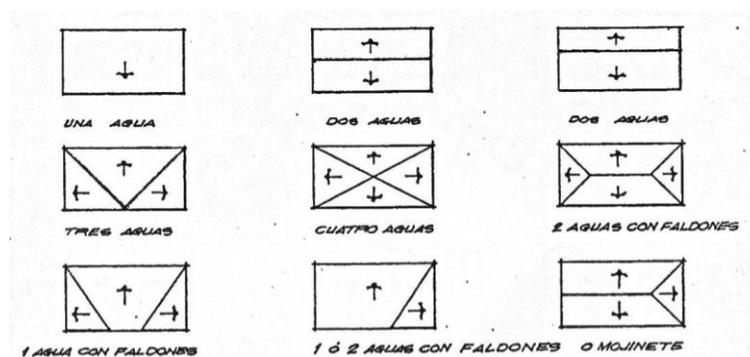


Figura 60. Configuraciones más comunes de cubiertas de techo

Las cubiertas pueden construirse con diversos tipos de materiales, desde fibras orgánicas hasta sofisticados metales.

Según el material y las especificaciones del fabricante, se establecen distintos tipos de módulos para las cubiertas y los más utilizados son:

✓ Cubierta de Lámina Estándar de Fibrocemento

Este tipo de cubierta está conformada por láminas de fibrocemento, que es un sistema modular, es decir de tamaños específicos dados por el fabricante. Con este tipo de cubierta pueden considerarse pendientes del 12% en adelante, y al considerarlo deben tenerse en cuenta las especificaciones mostradas en la Tabla 38.

La Figura 61 muestra cómo se deben hacer los traslapes longitudinales y transversales en las láminas de fibrocemento.

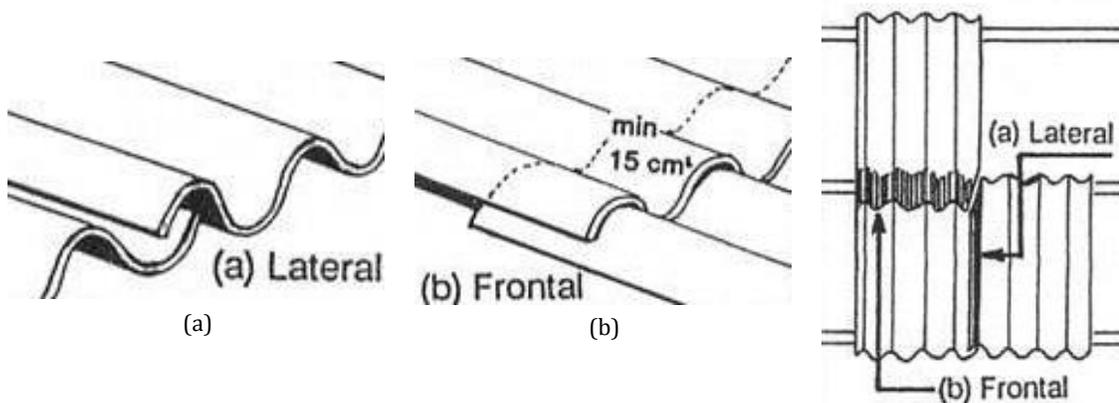


Figura 61. Esquema de traslapes de láminas de fibrocemento

(a) Traslape transversal (b) Traslape longitudinal

Fuente: Manual de instalación de Duralita®

Tabla 38. Características de las láminas de fibrocemento

Longitud comercial	Largo nominal (m)	Ancho nominal (m)	Traslape longitudinal (m)	Traslape transversal (m)	Largo útil (m)	Ancho útil (m)	Distancia máxima entre polines (m)
3 pies	0.91	0.975	0.15	0.09	0.76	0.885	0.76
3 pies 6 pulgadas	1.07	0.975	0.15	0.09	0.92	0.885	0.92
4 pies	1.22	0.975	0.15	0.09	1.07	0.885	1.07
4 pies 6 pulgadas	1.37	0.975	0.15	0.09	1.22	0.885	1.22
5 pies	1.52	0.975	0.15	0.09	1.37	0.885	1.37
5 pies 6 pulgadas	1.68	0.975	0.15	0.09	1.53	0.885	1.53
6 pies	1.83	0.975	0.15	0.09	1.68	0.885	1.68 (0.84)*
6 pies 6 pulgadas	1.98	0.975	0.15	0.09	1.83	0.885	0.92
7 pies	2.13	0.975	0.15	0.09	1.98	0.885	0.99
7 pies 6 pulgadas	2.29	0.975	0.15	0.09	2.14	0.885	1.07
8 pies	2.44	0.975	0.15	0.09	2.29	0.885	1.14
8 pies 6 pulgadas	2.59	0.975	0.15	0.09	2.44	0.885	1.22
9 pies	2.74	0.975	0.15	0.09	2.59	0.885	1.30
9 pies 6 pulgadas	2.90	0.975	0.15	0.09	2.75	0.885	1.37 (1.30)**
10 pies	3.05	0.975	0.15	0.09	2.90	0.885	1.45 (1.30)**
10 pies 6 pulgadas	3.20	0.975	0.15	0.09	3.05	0.885	1.53 (1.30)**
11 pies	3.35	0.975	0.15	0.09	3.20	0.885	1.60 (1.30)**
11 pies 6 pulgadas	3.51	0.975	0.15	0.09	3.36	0.885	1.68 (1.30)**
12 pies	3.66	0.975	0.15	0.09	3.51	0.885	1.75 (1.30)**

\* Una vez instalada funciona satisfactoriamente con espaciamiento de polines de 1.68m, sin embargo, por seguridad adicional se debe dejar el espaciamiento a la mitad, es decir 0.84 m.

\*\* Se recomienda que la distancia entre apoyos no exceda de 1.30m.

✓ **Cubierta de Láminas Metálicas**

Este tipo de cubierta se conforma a base de láminas metálicas, modulares, que tienen la ventaja de cubrir mayores longitudes evitando los traslapes entre piezas y de esta forma considerar en los diseños, menores pendientes.

Las láminas pueden ser lisas, acanaladas y troqueladas, de diversos materiales metálicos. En el medio, las láminas metálicas son fabricadas a la medida, de acuerdo a las características presentadas en la Tabla 39.

Tabla 39. Características de láminas metálicas			
Espesor	Acabado	Longitudes	Protección Catódica
Calibre 28 (0.40 mm)	Zinc-Alum Zinc Pintada	Mínimo: 4 Pies (1.22 m)	El Zinc protege el acero contra la corrosión en áreas dañadas, tales como perforaciones y cortes.
Calibre 26 (0.45 mm)		Máximo: 40 Pies (12.20 m)	
Calibre 24 (0.60 mm)			

**Accesorios**

Dependiendo del sistema constructivo de la cubierta, así será el módulo estructural de soporte y el tipo de accesorios de instalación o complementarios.

Entre los accesorios complementarios para la cubierta pueden encontrarse:

a) Canal para aguas lluvias

La función de recoger el agua de la cubierta para encausarla hacia las bajadas. Está ubicado al final o en el encuentro de pendiente. (Figura 62)

Los canales pueden ser de diversos materiales y de eso depende su sistema de instalación.

En la planta de techos de los planos se especifica la ubicación del canal así como la de las bajadas de aguas lluvias.

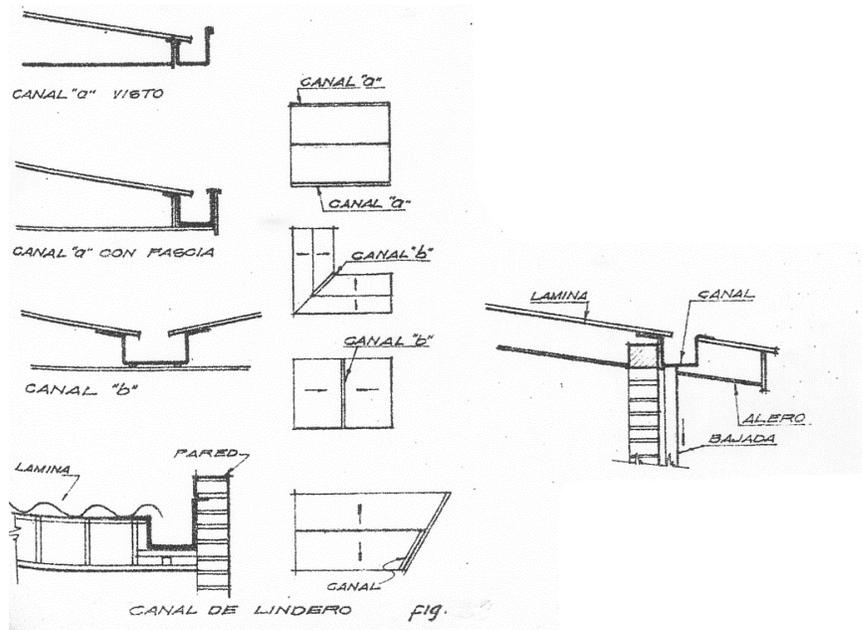


Figura 62. Tipos de canales para aguas lluvias

#### b) Botaguas

Sirven para evitar el ingreso de agua por las juntas que se forman entre las paredes y el techo (Figura 63).

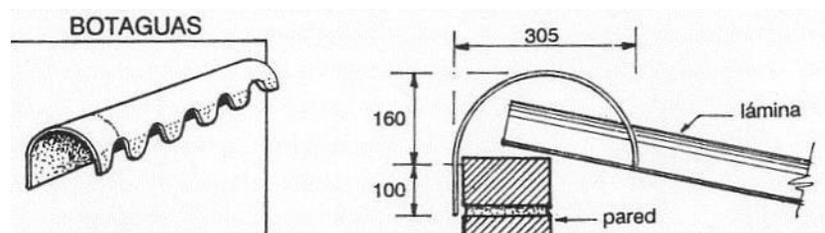


Figura 63. Esquema de botaguas

Fuente: Manual de instalación de Duralita®

c) Capotes para cumbresras

Su función es sellar la unión de las dos aguas de un techo, para impedir el acceso de agua, aves e insectos por ése lugar (Figura 64).

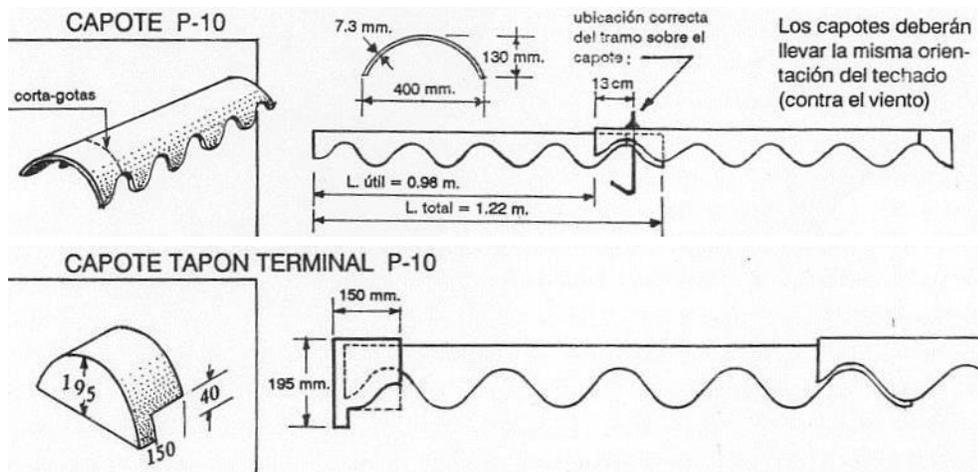


Figura 64. Esquemas de capotes

Fuente: Manual de instalación de Duralita®

### 2.5.7.3. Proceso Constructivo

1. Verificar que la pendiente del techo sea la indicada, que la separación entre polines sea la establecida e iniciar a instalar los polines comprobando que queden bien alineados, a escuadra, formando un solo plano y que no presenten salientes.
2. Después de colocar la estructura de soporte, se procede a colocar las láminas, desde el alero hasta la cumbre, es decir, de abajo hacia arriba, formando columnas. Después de lado a lado buscando la dirección opuesta al viento (Figura 65).



Figura 65. Esquema de colocación de láminas  
Fuente: Manual de instalación de Duralita®

3. Es importante colocar correctamente la primera lámina en una de las esquinas inferiores de la estructura, ya que será la que marcará los ejes vertical y horizontal.
4. Para evitar la superposición de cuatro espesores que permita filtraciones de agua, se cortan las esquinas de dos de las láminas coincidentes, el despunte o corte de las láminas tiene una longitud y ancho igual a los traslapes longitudinal y lateral respectivamente (Figura 66).

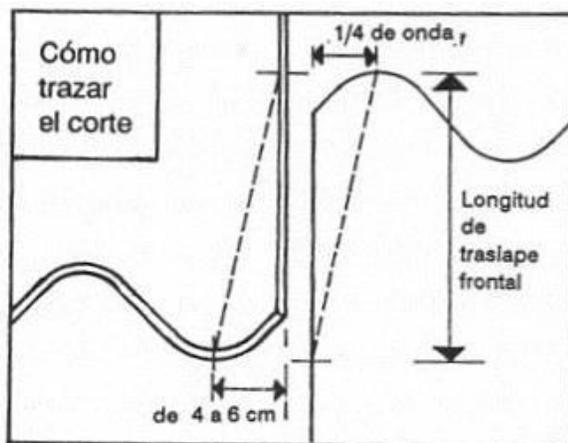


Figura 66. Esquema de cortes cuando hay superposición de esquina  
Fuente: Manual de instalación de Duralita®

5. Una vez colocadas las láminas sobre los polines en los cuales van apoyados se deben abrir los agujeros, usando una broca. La distancia mínima de perforación en el extremo de la lámina debe ser de 5 cm (Figura 67).

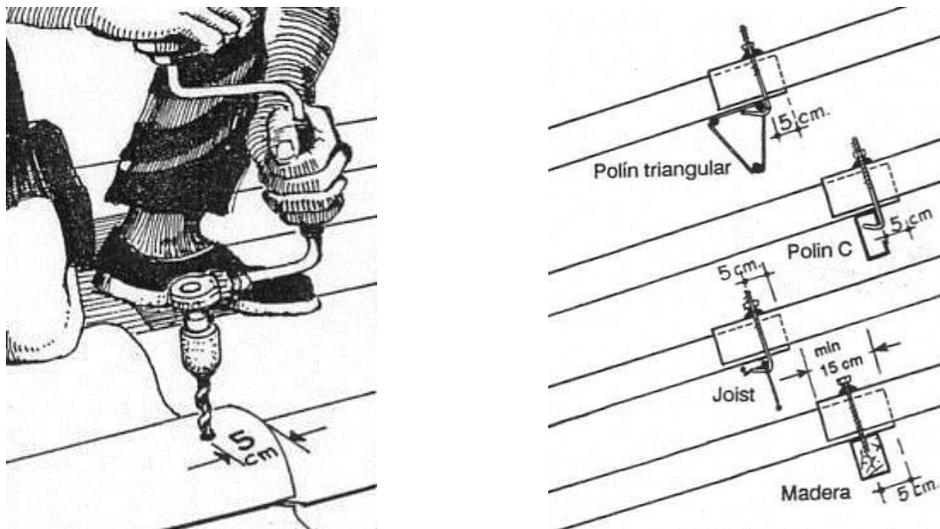


Figura 67. Esquema de perforación para anclajes de láminas

Fuente: Manual de instalación de Duralita®

6. Fijar los pernos utilizando arandelas metálicas, teniendo el cuidado de no apretarlas demasiado, para que los cambios de temperatura no generen fisuras.
7. Colocación del capote sobre la intersección de las láminas en la cumbrera. Este elemento evita la infiltración de agua.
8. Colocación de los botaguas en las uniones de pared y lámina.

### **2.5.8. ACABADOS**

Son todos aquellos trabajos que se realizan en una construcción para darle terminación a las obras quedando ésta con un aspecto habitable.

Algunos acabados en una construcción serían los pisos, cielos falsos, ventanas, puertas, pintura y repello de paredes.

La importancia de los acabados radica en que están expuestos a plena vista, y la calidad de éstos habla mucho de la calidad del constructor.

En el presente documento, se abarcarán los acabados principales: pisos y cielos falsos.

#### **2.5.8.1. PISOS**

Es la capa superior del suelo recubierto por un material que proporciona una superficie plana. En los planos arquitectónicos se especifica el material a utilizar para la construcción de éstos.

El piso desempeña funciones tales como proteger contra la humedad y suciedad del terreno natural, proporcionar una superficie plana, constituir un elemento decorativo, entre otras.

Al mismo tiempo que cumple con dichas funciones, también debe garantizar que su limpieza e higiene debe realizarse con comodidad.

Entre los tipos de pisos que podemos encontrar en el medio tenemos:

- ✓ Pisos de concreto
- ✓ Pisos de terrazo

- ✓ Pisos de mármol
- ✓ Pisos de cerámica
- ✓ Pisos de baldosa de barro

En la Tabla 40, se muestran los tipos, usos y tamaños, utilizados en el medio.

Tabla 40. Medidas y tamaños de elementos de pisos			
Clase	Uso	Dimensiones (cm)	Cantidad por m <sup>2</sup>
Piedrín	Baño	15x15	49
Piedrín	Patios	20x20	25
Piedrín	Aceras	25x25	16
Lisos (rojo, gris)	Habitaciones	20x20	25
Lisos (rojo, gris)	Habitaciones	25x25	16
Marmoleado	Habitaciones	25x25	16
Marmoleado	Habitaciones	30x30	11
Cerámico	Habitaciones	33x33	9.2
Cerámico	Habitaciones	33.5x33.5	8.9
Zócalo	Paredes	25x12.5	4/metro
Zócalo	Paredes	20x10	5/metro
Lisos con bosel	Escaleras	25x25	4/metro
Lisos con bosel	Escaleras	30x30	6.5/metro
Lisos con bosel	Escaleras	15x30	6.5/metro

Existe otro elemento, que a pesar de pertenecer a las paredes, el proceso constructivo se realiza al mismo tiempo que los pisos. Estos elementos son los zócalos, y éstos tienen la función de proteger las partes interiores de las paredes cuando se realiza la limpieza.

### 2.5.8.1.1. Herramientas y materiales

#### Herramientas

Entre las herramientas utilizadas para la preparación del espacio donde será colocado un piso podemos mencionar el nivel de burbuja, cinta métrica, lápiz, escuadra, llana, hilo, entre otras.

Así mismo, para la colocación de las piezas se utilizan crucetas, llana dentada, aplanador, martillo de goma, cortadora de cerámica, entre otras.

#### Materiales

##### ✓ Imprimación

Cuando este material es necesario, se aplica con un rodillo o un cepillo antes de la capa niveladora, o bien, antes de pegar las baldosas.

Cuando la superficie sobre la que se va a colocar no es absorbente, se debe aplicar una imprimación de adherencia. Cuando la superficie es excesivamente porosa, una imprimación tapaporos, y si la superficie tiende a disgregarse, debe usarse una imprimación endurecedora.

En los tres casos, la imprimación mejora la adherencia de las baldosas al soporte.

##### ✓ Mortero

Es un adhesivo en polvo que se amasa con agua y se aplica con una llana dentada. También se utiliza mortero de cemento y arena en proporción 1:4 ó 1:5.

##### ✓ Mortero para juntas

Se aplica con una llana de goma y se utiliza para rellenar el espacio existente entre las baldosas (junta).

#### 2.5.8.1.2. Colocación

La colocación de un piso depende de la superficie en que se va a colocar, ya que para ello deben emplearse técnicas distintas. Los tipos de colocación según el tipo de superficie son:

✓ Sobre un suelo de concreto

Es la típica colocación ya que es la que se realiza por primera vez. Por lo general se hace en edificio que están siendo erigidos, y cuyos pisos o entrepisos están formados por el concreto de la losa.

Para colocar las baldosas en este tipo de superficie, se debe limpiar la solera o losa. Luego debe aplicarse una imprimación. Deben repararse y alisarse todas las irregularidades de la superficie, o en su defecto colocarse una capa de concreto de nivelación.

✓ Sobre baldosas antiguas

Usualmente, esta colocación es la que se realiza cuando se tiene la necesidad de una remodelación. Para este tipo de colocación, se debe limpiar el antiguo pavimento cerámico. Si las baldosas antiguas son esmaltadas, se debe aplicar una imprimación de adherencia, y si éstas presentan irregularidades, deben repararse y alisarse.

Luego colocar el mortero de pegamento, teniendo el cuidado de cruzar las juntas de las nuevas baldosas con las de las antiguas.

✓ Sobre un suelo de madera

Es el caso menos común de una colocación de pisos. Para ello, se debe limpiar la superficie y en caso de ser necesario se debe aplicar una imprimación. En caso de presentar irregularidades, la superficie debe repararse y alisarse.

#### 2.5.8.1.3. Juntas

Se inicia colocando baldosas en la pared opuesta a la puerta de entrada de la habitación. La primera hilada de baldosas estará constituida por baldosas enteras. A continuación se colocan las baldosas cortadas junto a la pared (2ª hilada). Después se fija la 3ª hilada y todas las demás (Figura 68).

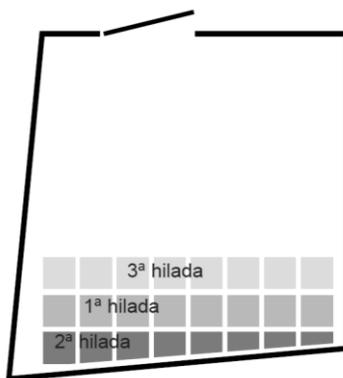


Figura 68. Forma ideal de colocar baldosas

Las juntas de los pisos deben dejarse a 1.0 cm en el perímetro contra la pared, ya que esto permite que el piso no este rígido y no se produzcan levantamientos.

Las juntas que se dejan entre baldosa y baldosa no deben llevar todas un zulaqueado rígido. Se recomienda que cada 4.0m en ambas direcciones se cuente con un zulaqueado flexible.

Así mismo, al momento de colocar las baldosas, es recomendable trabajar por áreas de 1 m<sup>2</sup>, aproximadamente, siguiendo estos pasos:

1. Extender uniformemente el adhesivo sobre el suelo y peinarlo con una llana dentada.
2. Colocar las baldosas sobre el adhesivo. Para tamaños iguales o superiores a 30 x 30 cm, untar el adhesivo en el suelo y en el reverso de la baldosa.
3. Utilizar crucetas para que las juntas entre baldosas sean siempre iguales.
4. Comprobar con un nivel la planeidad de la superficie a medida que se colocan baldosas. Se golpean ligeramente con el martillo de goma las baldosas que sobresalen o se hunden haciendo presión con el aplanador.
5. Retirar las crucetas antes de que el adhesivo se endurezca demasiado.
6. Limpiar los excedentes de adhesivo entre las baldosas.
7. Dejar secar por espacio de 24 horas antes de rellenar las juntas. Abstenerse de pisar las baldosas que acaban de ser colocadas.
8. Rellenar las juntas después de 24 horas trabajando por áreas de 1 m<sup>2</sup>.

No se debe aplicar el mortero en la junta perimetral, pues este es un espacio destinado a absorber la dilatación de las baldosas. Esta junta quedará después totalmente tapada cuando se instale el zócalo.

Para conseguir un reparto homogéneo del color, se deben mezclar las baldosas de los distintos paquetes antes de proceder a instalarlas, pues el tono puede variar ligeramente de un paquete a otro.

#### **2.5.8.2. CIELO FALSO**

Consiste en un techo secundario colocado a cierta distancia de la cara inferior de entresijos o estructuras de cubierta. En forma habitual se construye con losetas prefabricadas de distintos materiales (yeso-cartón, durapax, entre otros), fijándolas a una estructura portante de perfiles metálicos o de madera, mediante tornillos o clavos, ocultando a la vista todo tipo de instalaciones (eléctricas, ductos de aire acondicionado, entre otros).

El cielo falso mejora el comportamiento térmico y acústico de la construcción.

Entre los tipos de cielo falso más utilizados en el medio están:

- ✓ Techos continuos (cielo raso).

Son los que presentan un acabado continuo, generalmente se utiliza tablaroca.

- ✓ Techos desmontables.

Son los formados por losetas y estructura metálica, la presentación de las losetas puede ser lisa o con textura.

#### 2.5.8.2.1. Herramientas y materiales

Para la colocación de cielos falsos es requerida una cuadrilla formada por dos personas: 1 oficial y un ayudante. Entre las herramientas requeridas están niveles, plomadas, taladro, andamios, escalera, alicates, navajas multiusos, marcadores, cinta métrica, escuadra, atornillador, entre otras. Entre los materiales están losetas en su variedad de materiales, ángulo perimetral o perfil L, perfil T, alambre galvanizado, clavos, tornillos.

#### 2.5.8.2.2. Detallado sísmico

La “Norma para Diseño y Construcción de Hospitales y Establecimientos de Salud” de El Salvador, en su numeral 5.3.4.2 estipula los siguientes requisitos de construcción:

- 1) Las riostras T deben ser de tipo pesado.
- 2) El ancho mínimo del ángulo de soporte perimetral es de 50 mm (0.05m).
- 3) Para la colocación de las riostras T en cada dirección horizontal ortogonal, se fijará un extremo al ángulo de soporte perimetral, mientras que el otro extremo se apoyará sobre un ángulo de ancho mínimo de 19 mm (0.019 m) que descansa sobre el soporte perimetral y permitir un libre deslizamiento de 25 (0.025) mm entre ambos ángulos.
- 4) La restricción lateral debe ser proporcionada por medio de alambres inclinados y/o elementos verticales rígidos fijados al sistema estructural superior, con una rigidez tal que se limiten las deformaciones del cielo

cuando actúen fuerzas sísmicas. Las áreas tributarias de las restricciones deben ser aproximadamente iguales. A cada 2.44m en ambas direcciones se debe colocar un tubo rígido de 1"x1/8" que rigidice la estructura.

- 5) En áreas mayores de 200 m<sup>2</sup> debe ser provista una junta sísmica, a menos que un análisis estructural del sistema de soporte del cielo para las fuerzas sísmicas prescritas demuestre que el sistema puede acomodar los desplazamientos correspondientes. Cada área debe ser provista con ángulos de cerramiento y arriostramientos laterales como se indica en los numerales anteriores.
- 6) Cualquier elemento rígido que atraviese el cielo falso deberá hacerlo a través de agujeros que permitan acomodar los desplazamientos relativos entre el cielo y ellos.
- 7) Las instalaciones eléctricas y mecánicas deben tener soporte independiente del cielo falso.
- 8) Los cielos suspendidos deben permitir la fácil inspección de sus componentes y de los elementos o instalaciones que oculten.

#### 2.5.8.2.3. Colocación

- 1) Trazar el nivel con la altura especificada de colocación del cielo falso.
- 2) Clavar perfiles L en todo el perímetro a la altura indicada. En todas las esquinas se deben prever juntas de dilatación.
- 3) Unir con un cordel los extremos para guías de perfil T.

- 4) A lo largo de los cordeles, colocar en un sentido, perfiles T pesados colgándolos de la estructura de techo o losa de entrepiso por medio de tensores rígidos verticales y diagonales a 45° colocados a cada 1m.
- 5) Entre los perfiles T pesados colocar perfiles T livianos para cargar las losetas.
- 6) Colocación de las losetas sujetándolas a los perfiles por medio de grapas.
- 7) Es conveniente dejar losetas sin grapas contiguo a las losetas con luminarias para facilitar el mantenimiento.

Las losetas deben acopiarse en espacios secos y protegidos de la intemperie, procurando que no se golpeen ni se agrieten. Así mismo, al momento de la colocación, las losetas no deben estar húmedas.

### **2.5.9. SISTEMAS ESPECIALES**

Al momento de erigir una edificación, no es suficiente solo realizar el levantamiento de la estructura de concreto reforzado o mampostería, y hacerla lucir elegante o bonita con los acabados.

Para que la edificación sea habitable, todo edificio o vivienda necesita ser complementado con ciertos sistemas especiales. Estos sistemas especiales ayudan al ser humano a que la estadía o habitación de un espacio sea más fácil.

Entre los sistemas especiales más utilizados en nuestro medio podemos mencionar:

- ✓ Instalaciones eléctricas
- ✓ Instalaciones hidráulicas
  - Sistema de abastecimiento de agua
  - Sistema de drenaje de aguas lluvias
  - Sistema de drenaje de aguas negras
  - Sistema contra incendio
- ✓ Sistema de aire acondicionado.

Sin embargo, para que estos sistemas especiales funcionen según lo esperado, es necesario que el proceso constructivo de la instalación de éstos sea llevado a cabo según los planos y especificaciones. Por lo tanto, resulta de vital importancia que se realicen planos constructivos de estos sistemas especiales, ya que en ellos pueden preverse problemas que pueden anticiparse.

En el presente documento no se profundizará sobre los sistemas especiales, o como realizar un plano constructivo de ellos. Sin embargo se dará una breve descripción sobre lo que son, y los diferentes tipos de sistemas.

#### **2.5.9.1. Instalaciones Eléctricas**

Son las que suministran energía eléctrica a las edificaciones para proveerlos de los servicios de alumbrado, funcionamiento de electrodomésticos y climatización.

Previo a la realización de un diseño, todo proyectista debe tener conocimiento sobre cómo funcionan éstas instalaciones, saber de sus complejidad y de las precauciones que deberá tomar al proyectar dicha instalación; deberá ceñirse estrictamente a la normativa en vigor.

La instalación eléctrica abastece de energía de distintas formas, y esto requiere un control minucioso tanto para su instalación como para su mantenimiento. Se dividen en instalaciones eléctricas interiores e instalaciones eléctricas exteriores.

##### Instalaciones Eléctricas Interiores

Son un conjunto de circuitos formados por un conductor de fase, un neutro y uno de protección. Partiendo desde el cuadro general de distribución, alimentan a cada punto de utilización en el interior del edificio o vivienda.

Estas instalaciones pueden ser:

✓ Empotradas

Los ductos se colocan con anticipación, y luego se cuela el concreto o se erige la pared (según corresponda). Se efectúan con tubo corrugado de PVC. Por lo general son fáciles de realizar para el electricista pero requieren de la ayuda del albañil. La Figura 69 muestra las distancias a las que deben colocarse los ductos para instalaciones eléctricas para que no interfieran con la estructura.

✓ Instalaciones sobre cielos falsos

Son colocadas en ductos corrugados tal como en las empotradas, pero en este caso van ancladas al techo de obra, y quedan protegidas al colocarse el cielo falso.

Es importante que el cielo falso sea accesible en algún punto, para efectos de mantenimiento o reparaciones.

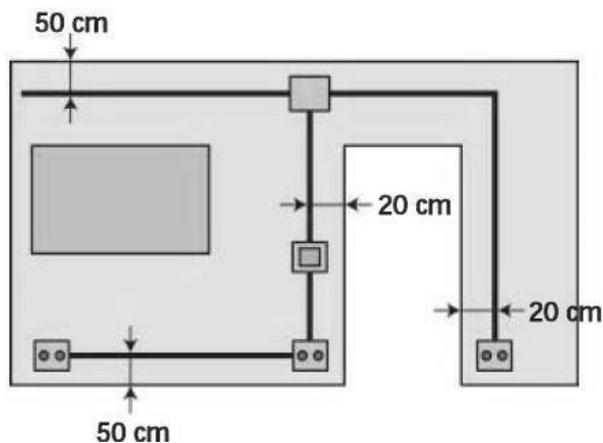


Figura 69. Distancias de colocación de ductos eléctricos

✓ Conducciones por canales

Los conductores pueden alojarse en canales metálicos o plásticos, anclados a techos o paredes. Este es un sistema eficaz para líneas distribuidoras; por lo general se ejecuta sobre cielos falsos.

Si los canales alojan líneas diferentes, por ejemplo de alumbrado, líneas de transmisión de datos o de enchufes; llevarán tabiquillos de separación.

Nunca deben realizarse las conexiones dentro de los canales; para las conexiones se instalan cajas de conexión en su parte exterior.

✓ Conducciones bajo suelo flotante

Este es un sistema costoso en su ejecución pero muy apropiado para grandes edificios de oficinas. Sobre el suelo de la obra, se instalan los conductores en canales especiales.

En la superficie se colocan repartidas las cajas registrables equipadas con tomas de corriente o de transmisión de datos.

Realizada la instalación y ya en funcionamiento, pueden modificarse las ubicaciones de los despachos.

✓ Conducciones bajo tubo visto

Este es un sistema de bajo costo y de gran resistencia ante malos tratos, golpes, aunque no resulta muy estético.

Suele realizarse en instalaciones industriales o locales de servicio, donde los conductores van bajo tubo rígido de PVC anclado directamente a la pared.

Si es un local donde hay riesgo de golpes, como para destruir los tubos, se realiza la instalación bajo tubo de acero galvanizado.

Cualquiera que sea el caso del tipo de instalación que se haga, deben respetarse las alturas de colocación de los mecanismos eléctricos (Tabla 41).

Tabla 41. Alturas de colocación de mecanismos eléctricos desde el nivel de piso terminado		
Mecanismo	Cocina	Resto de la casa
Interruptores	110 cm	110 cm
Tomacorrientes	110 cm	20 cm – 30 cm
Tomacorriente de horno	30 cm – 40 cm	-
Tomas tv y teléfono	-	20 cm – 30 cm

### Instalaciones Eléctricas Exteriores

Como su nombre lo indica, son las instalaciones eléctricas que son colocadas a la intemperie. Hay que tener en cuenta la influencia de los factores atmosféricos tales como descarga de rayos, lluvias o vientos fuertes para instalaciones de iluminación exterior (pública o privada), instalaciones sobre postes y todas las instalaciones realizadas en exteriores.

### **2.5.9.2. Instalaciones Hidráulicas**

Son el conjunto de tuberías, accesorios y otros aparatos necesarios para llevar el suministro de agua potable y evacuar las aguas servidas y las aguas lluvias de una edificación

Toda instalación hidráulica debe dotar de un adecuado sistema de abastecimiento de agua en lo que se refiere a cantidad y calidad, proteger la salud de los habitantes y dar seguridad a las instalaciones, y a su vez proveer de un sistema adecuado y eficiente de evacuación de las aguas servidas.

Debido a los aspectos anteriores, cada proyecto es particular, por lo que el diseño y construcción de estos sistemas debe hacerse de forma satisfactoria para que trabajen eficientemente y se mantengan cumpliendo las funciones para las que fueron diseñadas.

Cuando se coloquen las tuberías, no debe existir peligro de debilitar la estructura, y cuando se utilicen los aparatos no deben deteriorarse las paredes y el piso. Es por esto que es importante el planeamiento de su colocación y construcción mediante el uso de planos constructivos. Estas instalaciones dependen de la presión en la red pública de agua o fuente de abastecimiento, del uso que se le da a la edificación, del tipo de aparatos sanitarios a ser conectados, entre otros.

Las instalaciones hidráulicas se dividen como siguen:

✓ Sistema de abastecimiento de agua

Es el sistema encargado del abastecimiento y suministro de agua potable; y es de carácter básico en cualquier edificación. Por lo general, los edificios están conectados a la red de abastecimiento urbano que les provee de agua.

Desde los depósitos, habitualmente ubicados en sitios elevados, se distribuye por una red ramificada de tuberías, llegando así a cada edificación y garantizando sus características de caudal y presión, necesarias para una provisión correcta.

Cuando no es posible abastecer de manera directa a todos los puntos de una edificación, es necesario el uso de equipos de impulsión. Estos equipos deben instalarse sobre fundaciones de concreto de 15 cm de altura como mínimo, y deberán ser diseñadas adecuadamente para soportar vibraciones. Los equipos deben fijarse sobre las fundaciones por medio de pernos de anclaje.

✓ Sistema de drenaje de aguas servidas y aguas negras

Es el sistema destinado a retirar las aguas servidas y aguas negras en las edificaciones, desde los aparatos o registros hasta la red colectora pública o cualquier otro destino final.

Las tuberías de este sistema deben evacuar rápidamente las aguas servidas, alejándolas de los aparatos sanitarios y, a su vez, deben impedir el paso de aire,

olores y organismos patógenos de las tuberías al interior de la vivienda o edificio.

Las tuberías deben ser de materiales durables y resistentes a la corrosión del terreno en que estén instaladas y de las aguas que transporten, y deben ser instaladas de manera que no provoquen alteraciones en el movimiento de los edificios.

✓ Sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias

Es el sistema de canaletas, tuberías de bajada y red colectora que captan el agua proveniente de las precipitaciones pluviales que caen sobre los techos, y zona pavimentadas de una edificación y la conducen hacia un sistema de disposición final adecuado.

✓ Sistema contra incendio

Para el combate de incendios es imprescindible el uso de materiales de extinción (Agua o sustancias químicas), los cuales pueden ser aplicados mediante alguno de los siguientes sistemas:

- a) Tuberías alimentadoras y mangueras con boquillas.
- b) Tuberías alimentadoras y distribuidores con rociadores automáticos.
- c) Extinguidores manuales

### **2.5.9.3. Sistema de Aire Acondicionado**

Este sistema permite crear un clima artificial en el interior de un edificio o vivienda.

El acondicionamiento de aire es el proceso que se considera más completo de tratamiento del aire ambiente de los locales habitados y consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura (calefacción o refrigeración), humedad, limpieza (renovación, filtrado) y el movimiento del aire dentro de los locales.

La expresión aire acondicionado suele referirse a la refrigeración, pero no es correcto, puesto que también debe referirse a la calefacción, siempre que se traten (acondicionen) todos o algunos de los parámetros del aire de la atmósfera. Lo que ocurre es que el más importante que trata el aire acondicionado, la humedad del aire, no ha tenido importancia en la calefacción, puesto que casi toda la humedad necesaria cuando se calienta el aire, se añade de modo natural por los procesos de respiración y transpiración de las personas. De ahí que cuando se inventaron máquinas capaces de refrigerar, hubiera necesidad de crear sistemas que redujesen también la humedad ambiente. Entre los sistemas de acondicionamiento se cuentan los autónomos y los centralizados:

- ✓ Sistema de acondicionamiento autónomo

Producen el calor o el frío y tratan el aire (aunque a menudo no del todo).

✓ Sistema de acondicionamiento centralizado

Tienen uno o varios acondicionadores que solamente tratan el aire y obtienen la energía térmica (calor o frío) de un sistema centralizado. En este caso, la producción de calor suele confiarse a calderas que funcionan con combustibles. La de frío a máquinas frigoríficas, que funcionan por compresión o por absorción y llevan el frío producido mediante sistemas de refrigeración.

## **2.6. PLANOS CONSTRUCTIVOS**

### **2.6.1. Concepto**

Los planos constructivos son representaciones esquemáticas de los detalles de procesos constructivos, tiempos de ejecución, materiales, equipo y mano de obra a ser utilizados en el desarrollo de las distintas actividades que componen un proyecto de construcción en particular.

Tienen como objetivo fundamental comunicar al personal de campo en la obra la intención del diseñador, la cuál ha sido expresada en los planos y especificaciones técnicas y es responsabilidad de los ejecutores cumplir a cabalidad lo especificado en los planos constructivos para que las actividades se desarrollen de forma eficiente, económica y funcional. Además, son una herramienta valiosa para la compra de materiales con exactitud, para el control de costos e inventarios, así como la identificación del equipo necesario para la ejecución de las diferentes actividades del proyecto.

Son generados en la etapa de planificación del proyecto y son desarrollados por ingenieros, arquitectos y dibujantes. En esta etapa sirven como herramienta que permite la detección de errores de diseño previo a la ejecución del proyecto, posibilitando de esta manera generar estrategias de solución a los mismos.

Son aplicados en la etapa de ejecución. En esta etapa ayudan a controlar la calidad, ya que permiten verificar si lo plasmado en planos ha sido materializado en la obra,

así como también, contribuyen a un mayor control de cantidad y costo de mano de obra, materiales y cantidad de obra ejecutada.

Cabe destacar que los planos constructivos son distintos a los planos de diseño. La diferencia radica en que los planos de diseño son aquellos en los cuales el ingeniero especialista plasma el diseño del sistema o estructura (electricidad, hidráulica, etc.) de forma general, sin llegar al detalle. Los planos constructivos son los que plantean detalles más específicos, como equipos y procesos con los cuales se construirán o instalarán dichas estructuras o sistemas.

Para la elaboración de planos constructivos se deben tomar en cuenta las normas y códigos que rigen el diseño y los procesos constructivos de los diferentes elementos y sistemas que componen al proyecto.

### **2.6.2. Generalidades**

El ACI 315-99 plantea un formato bajo el cual deben elaborarse los planos constructivos, específicamente los respectivos al acero de refuerzo.

Sin embargo, la información que deben presentar los planos constructivos de otras partidas, tales como encofrados, mampostería, terracería, etc. es distinta a la de acero de refuerzo, en estos casos, el formato puede adaptarse y presentar la información según sea conveniente. Esto significa que el formato que se presenta en la Figura 70 se puede considerar universal, es decir, ser aplicado a todos los tipos de planos constructivos.

## Estándares de planos

### Materiales

En la antigüedad, los medios que se utilizaban para la producción de planos constructivos, eran el lápiz y papel. Actualmente, debido al avance de la tecnología, es posible realizarlos en otros materiales o medios, con los cuales se garantiza la reproducibilidad y durabilidad de éstos. Entre estos medios tenemos máquinas impresoras, fotocopadoras, archivos electrónicos, entre otros.

### Tamaño

Los dibujos de los planos constructivos deberían hacerse en tamaños estándares. Todas las hojas de una serie de dibujos deberían tener el mismo tamaño. Se cuenta con dos series de tamaños estándar conocidos:

### Estándares comerciales

18 x 24 in. (457 x 610 mm)

24 x 36 in. (610 x 914 mm)

27 x 36 in. (686 x 914 mm)

30 x 42 in. (762 x 1067 mm)

### Agencias federales

17 x 22 in. (432 x 559 mm)

22 x 34 in. (559 x 864 mm) + 2 in. (51 mm) de encuadernación (AASHTO)

28 x 40 in. (711 x 1016 mm) + 2 in. (51 mm) de encuadernación

30 x 42 in. (762 x 1067 mm)

Todas estas dimensiones son las del papel a utilizar. Las líneas de margen están dentro de éstas dimensiones.

Las dimensiones anteriores son las propuestas por el ACI 315-99, sin embargo, en el medio por economía y facilidad de manejo en campo, los planos constructivos son, por lo general, impresos en tamaño doble carta (27.94 x 43.18 cm).

En la Figura 70 se presentan los requerimientos para la colocación de los dibujos en el papel.

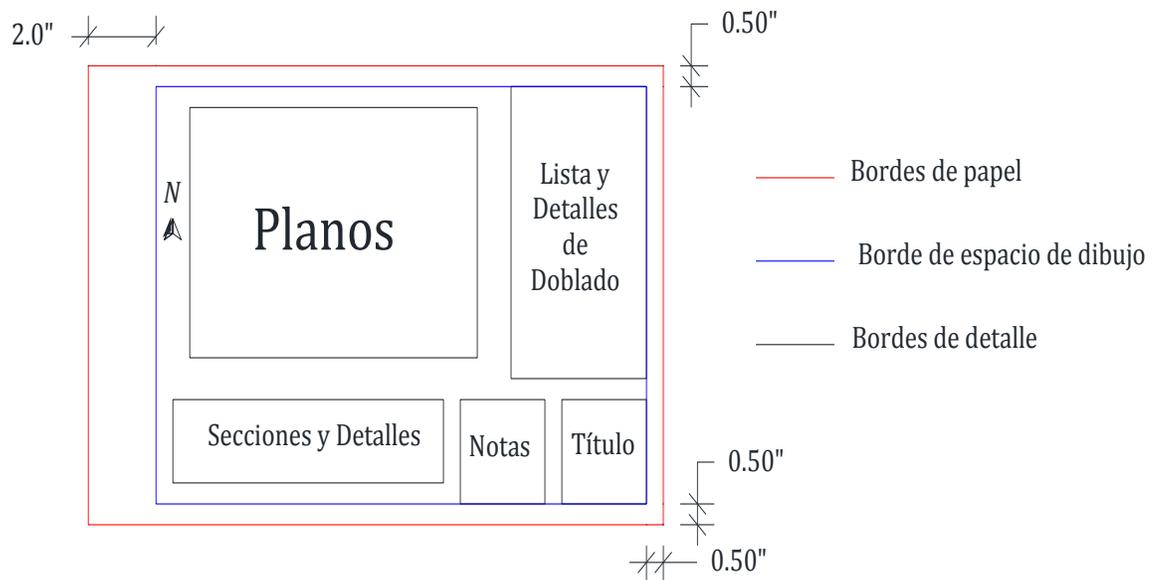


Figura 70. Formato para la presentación de planos constructivos.

### Dirección

Una flecha indicando el Norte debe ser colocada en cada dibujo que contenga una vista.

### Escala

Las escalas usadas deben ser indicadas en todos los planos constructivos, preferiblemente bajo el título de cada vista. Los planos que pueden ser aumentados o reducidos al reproducirse, deben contener una escala gráfica y descriptiva, para ayudar al usuario.

### Texto

Todos los textos deben ser claros y legibles. Si se hacen reducciones de los planos para uso en campo, la letra debe ser proporcionalmente mayor para que sea apreciado con claridad.

### Membrete

Todo plano debe presentar información básica del mismo. Entre dicha información está: el nombre del plano, el contenido, código de plano, nombre de diseñador, nombre de dibujante, nombre de empresa y fecha de elaboración.

### **2.6.3. Áreas de aplicación**

Los planos constructivos son aplicables en prácticamente todas las partidas de una obra civil. Desde el trazo, topografía, terracería general, terracería estructural, estructuras, pasando por acabados y finalizando en los sistemas especiales. Los planos constructivos más importantes son:

- Instalaciones provisionales: casetas, barda perimetral, bodegas, comedores, oficinas, área de talleres, baños, parqueo, etc.

- Trazo: ejes, niveles, colindancia.
  - Terracería general: indicar cortes, taludes, niveles, pendientes.
  - Terracería estructural: indicar ejes, área excavación, niveles, profundidad de excavación, movimiento de tierra, orden de las excavaciones.
- ✓ Estructuras
- Proceso constructivo: proceso de colado de fundaciones, columnas, vigas, losas de cada entrepiso, dónde se ubicarán las juntas de construcción, tiempos de ejecución por nivel.
  - Acero de refuerzo: fundaciones, columnas, tensores, vigas, losas.
  - Encofrados: molde de todo el sistema moldes de cada elemento como zapatas, columnas, vigas, losas paredes de concreto.
  - Estructura metálica techo y/o ultimo nivel.
  - Paredes de block no estructurales.
  - Losa de piso sobre tierra.
  - Cisterna.
  - Estructuras para sistemas especiales: bloques de anclaje en tuberías, ganchos de soporte, etc.
- ✓ Acabados
- Cielo falso.
  - Pisos: cerámica, enchape, etc.
  - Divisiones de tabla roca.

- Muebles fijos de concreto o mampostería.
- Ventanería.
- Puertas.
- ✓ Sistema hidráulico
  - Sistema de tubería de aguas lluvias y drenajes con canales, cajas de inspección y desagües, niveles, excavaciones.
  - Sistema de tubería de aguas negras, cajas, y sifones, niveles, excavaciones.
  - Sistema de tubería y accesorios de agua potable, válvulas, accesorios.
- ✓ Sistema eléctrico: (a presentarse por el subcontratista).
- ✓ Sistema contra incendio: (a presentarse por el subcontratista).
- ✓ Elevadores y escaleras eléctricas: (obra civil y obra mecánica).
- ✓ Planos de como construido (planos “as built”): hacer un levantamiento como quedaron las estructuras, niveles, dimensiones, plomo alineamiento. Es en estos planos en los que deben dejarse plasmados los cambios en refuerzo o dimensiones de los elementos estructurales.

## **CAPÍTULO III**

# **EJEMPLIFICACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS PARA EDIFICACIONES**

### **3.1. PROYECTO: EDIFICIO**

#### Descripción

Edificio de concreto reforzado de dos niveles, con 384 m<sup>2</sup> de construcción.

El edificio está diseñado para ser utilizado como una escuela.

El espacio disponible en cada nivel está distribuido de la siguiente manera:

- ✓ 7 aulas de 64 m<sup>2</sup> cada una.
- ✓ 1 espacio de 64 m<sup>2</sup> en los que se distribuyen baños de mujeres, baños de hombres y bodega.

Para el desarrollo de los planos constructivos correspondientes a este proyecto sólo se considerará la mitad de la estructura debido a que es simétrico, por lo que sólo se tomarán en cuenta tres aulas y el espacio destinado a baños y bodega por nivel.

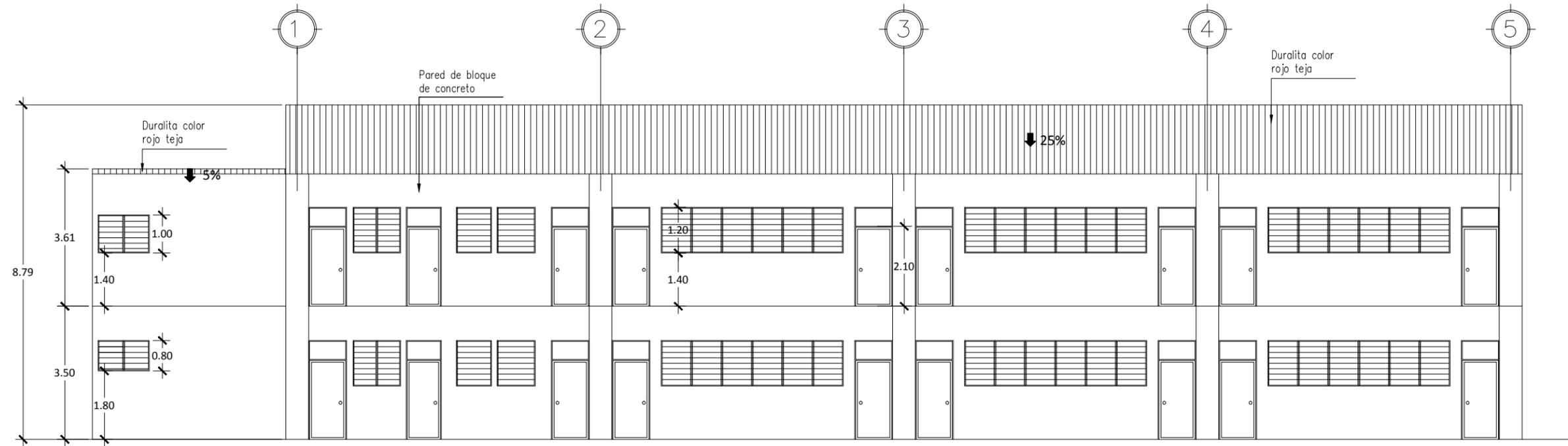
### DE-01-VISTA DE FACHADA Y SECCIÓN

Vista de fachada principal donde se visualizan en elevación los dos niveles del edificio y la intención del diseñador del edificio terminado.

En la vista de sección se observan detalles internos de las aulas y la estructura de techo, la cual es de dos aguas.

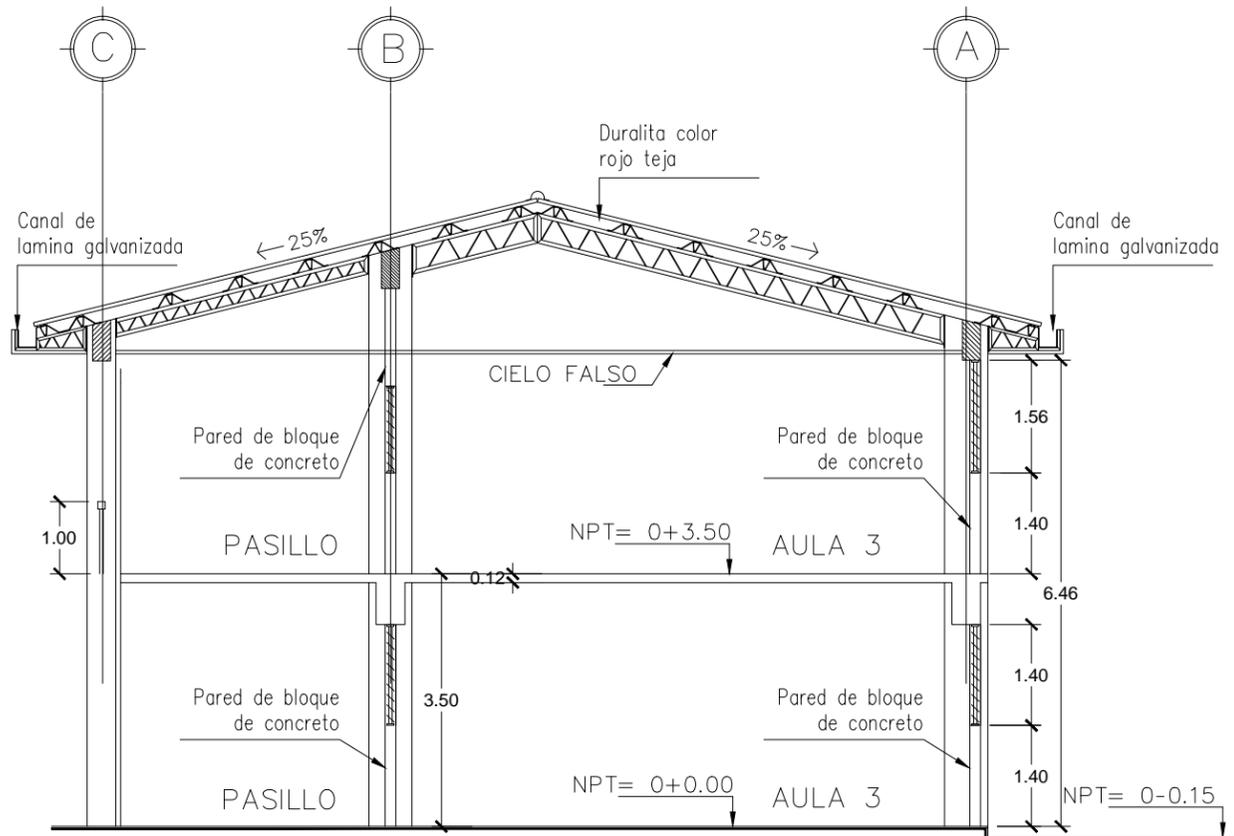
# VISTA DE FACHADA PRINCIPAL

ESC. 1:125



# VISTA DE SECCIÓN

ESC. 1:100



DE-01

DESCRIPCIÓN

DESCRIPCIÓN DE EDIFICIO  
 Contenido: VISTA DE FACHADA Y SECCIÓN

EDIFICIO

### DE-02-VISTA ARQUITECTÓNICA DE 1ER Y 2DO NIVEL

Plantas arquitectónicas de primer y segundo nivel, donde se presenta la distribución de los espacios y sus usos.

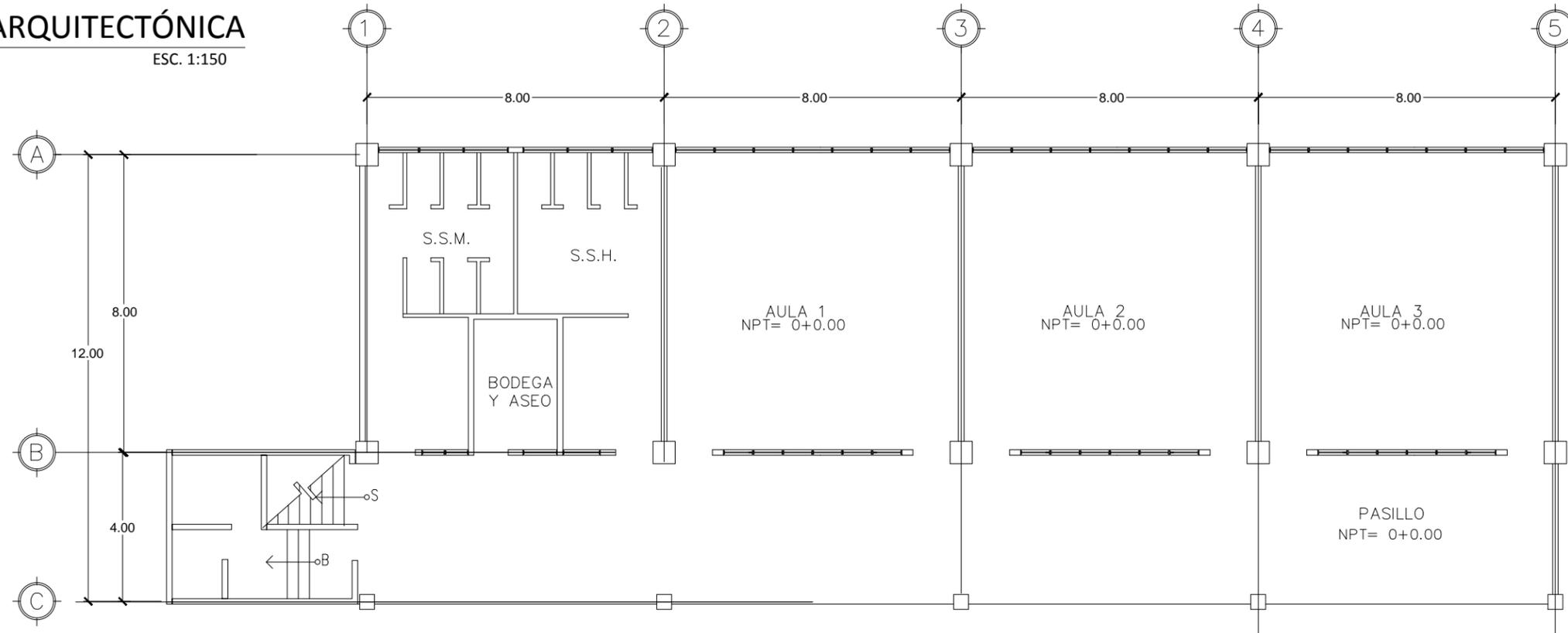
En este plano sólo se muestran en planta los espacios a ser desarrollados en esta ejemplificación, los cuales son:

- ✓ Espacios de tres aulas, de 64 m<sup>2</sup> cada uno del primer y segundo nivel.
- ✓ Espacio destinado a baños y bodega, de 64 m<sup>2</sup> del primer y segundo nivel.
- ✓ Espacio que será utilizado para el pasillo, de 128 m<sup>2</sup> del primer y segundo nivel.

# PLANTA ARQUITECTÓNICA

PRIMER NIVEL

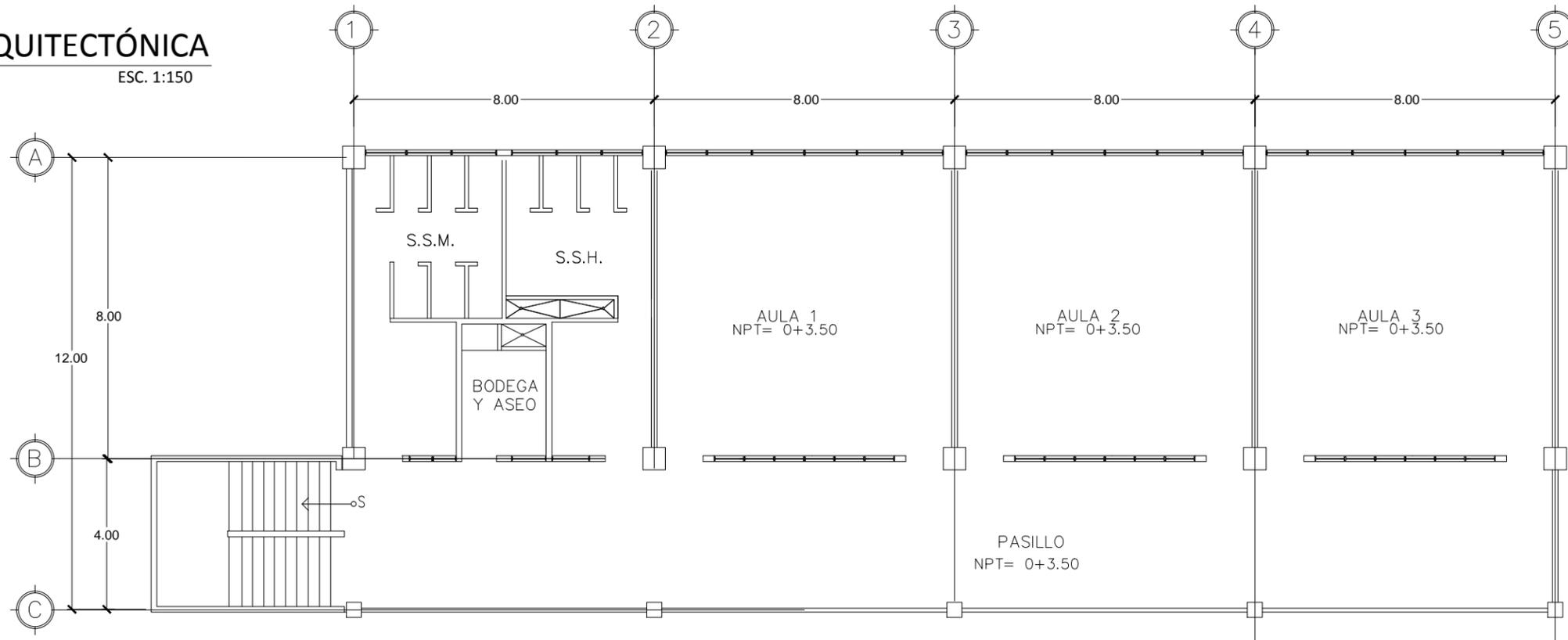
ESC. 1:150



# PLANTA ARQUITECTÓNICA

SEGUNDO NIVEL

ESC. 1:150



DE-02

DESCRIPCIÓN

DESCRIPCIÓN DE EDIFICIO

Contenido: VISTA ARQUITECTÓNICA DE 1ER Y 2DO NIVEL

EDIFICIO

### TR-01-COORDENADAS DE PUNTOS Y MOJONES

Plano constructivo de trazo del proyecto, donde se muestran la ubicación y coordenadas de los bancos de marca y mojones.

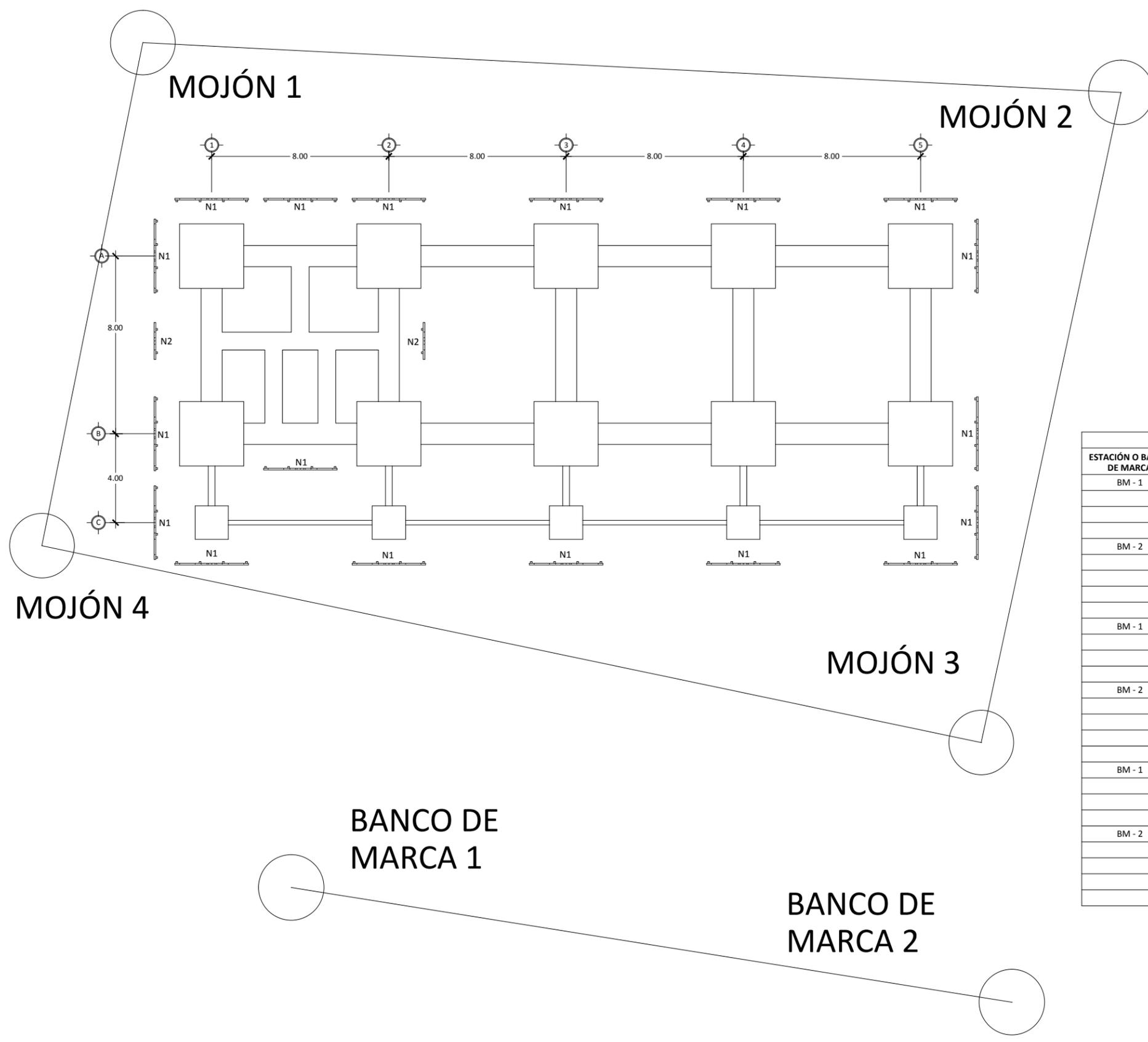
En las tablas anexas se presentan las lecturas, longitudes y elevaciones de cada uno de estos puntos. También se presenta la ubicación y cantidad de niveletas que se utilizarán para llevar a cabo la actividad de trazo.

**TR-01**  
TRAZO

**TRAZO**  
Contenido: COORDENADAS DE PUNTOS Y MOJONES

**EDIFICIO**

N1 = 18 Unidades  
N2 = 2 Unidades



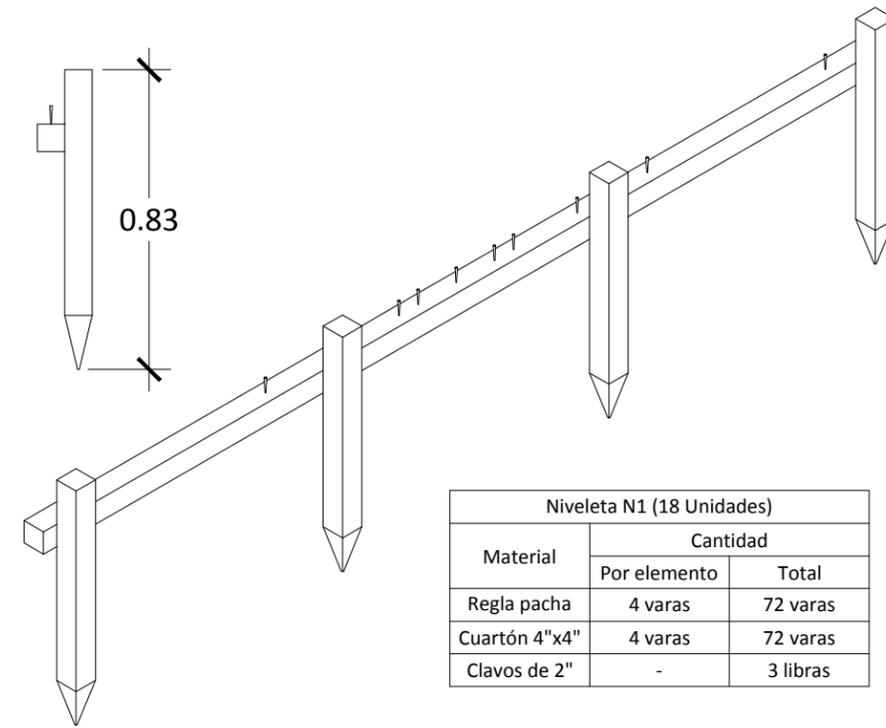
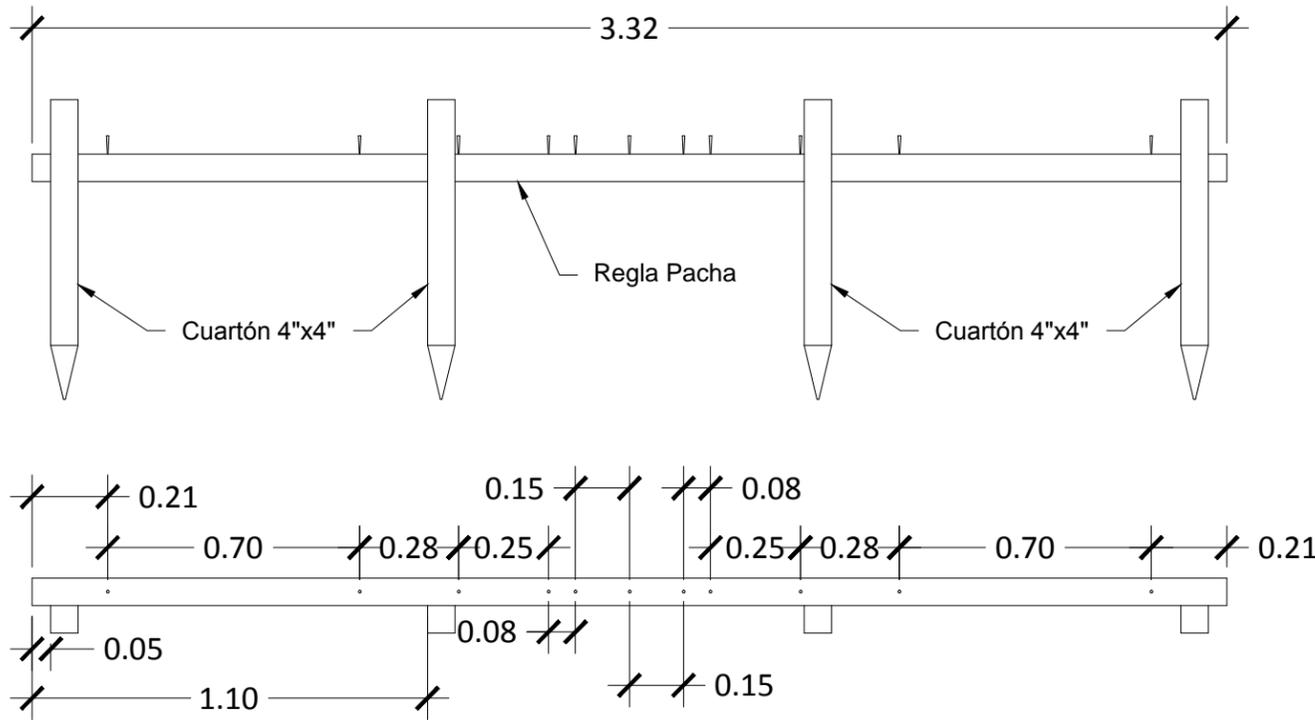
COORDENADAS DE MOJONES			
	PUNTO OBSERVADO	LECTURA	LONGITUD (m)
BM - 1	M - 1	109° 0' 41"	38.63
	M - 2	52° 43' 30"	51.81
	M - 3	20° 51' 36"	31.82
	M - 4	135° 11' 31"	19.06
MB - 2	M - 1	38° 44' 26"	58.36
	M - 2	87° 50' 16"	41.26
	M - 3	74° 12' 50"	11.78
	M - 4	16° 7' 33"	48.36

COORDENADAS				
ESTACIÓN O BANCO DE MARCA	PUNTO OBSERVADO	LECTURA	DISTANCIA	ELEVACIÓN
BM - 1	1 - A	106° 11' 8.00"	28.68	0+943.50
	2 - A	90° 11' 16.00"	28.80	0+943.50
	3 - A	75° 26' 23.00"	31.05	0+943.50
	4 - A	63° 21' 28.00"	35.03	0+943.50
BM - 2	5 - A	74° 0' 47.00"	33.87	0+943.50
	6 - A	87° 34' 52.00"	33.85	0+943.50
	7 - A	100° 27' 21.00"	35.66	0+943.50
	8 - A	100° 27' 21.00"	39.07	0+943.50
	9 - A	100° 27' 21.00"	43.69	0+943.50
BM - 1	1 - B	108° 56' 20.00"	20.77	0+943.50
	2 - B	86° 49' 23.00"	20.92	0+943.50
	3 - B	67° 45' 20.00"	23.94	0+943.50
	4 - B	67° 45' 20.00"	28.91	0+943.50
BM - 2	5 - B	67° 45' 20.00"	25.95	0+943.50
	6 - B	67° 45' 20.00"	25.92	0+943.50
	7 - B	67° 45' 20.00"	28.25	0+943.50
	8 - B	118° 48' 2.00"	32.44	0+943.50
	9 - B	128° 24' 18.00"	37.88	0+943.50
BM - 1	1 - C	111° 17' 38.00"	16.83	0+943.50
	2 - C	83° 58' 2.00"	17.03	0+943.50
	3 - C	61° 57' 7.00"	20.61	0+943.50
	4 - C	47° 51' 43.00"	26.22	0+943.50
BM - 2	5 - C	70° 12' 54.00"	22.00	0+943.50
	6 - C	91° 11' 19.00"	21.96	0+943.50
	7 - C	109° 48' 13.00"	24.67	0+943.50
	8 - C	123° 36' 34.00"	29.37	0+943.50
	9 - C	133° 12' 44.00"	35.28	0+943.50

### TR-02-DETALLES DE NIVELETAS N-1 Y N-2

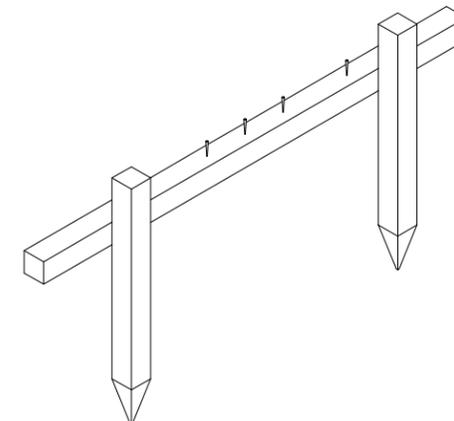
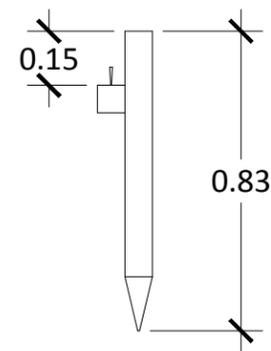
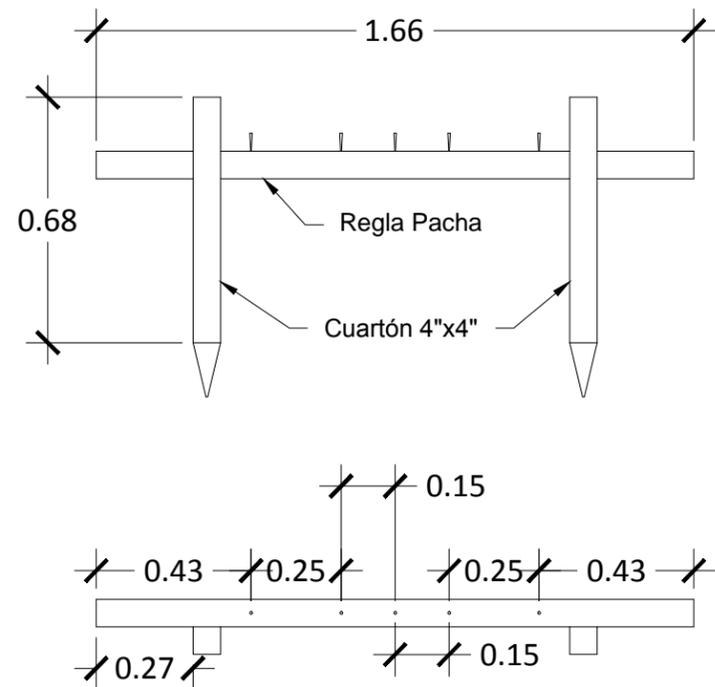
Plano constructivo donde se muestran los detalles y dimensiones para la construcción de niveletas a utilizar en la actividad de trazo. Los materiales a emplear son: cartón 4" x 4", regla pacha, clavos y alambre de amarre.

### DETALLE DE NIVELETA N1



Niveleta N1 (18 Unidades)		
Material	Cantidad	
	Por elemento	Total
Regla pacha	4 varas	72 varas
Cuartón 4"x4"	4 varas	72 varas
Clavos de 2"	-	3 libras

### DETALLE DE NIVELETA N2



Niveleta N2 (2 Unidades)		
Material	Cantidad	
	Por elemento	Total
Regla pacha	2 varas	4 varas
Cuartón 4"x4"	2 varas	4 varas
Clavos de 2"	-	1 libra

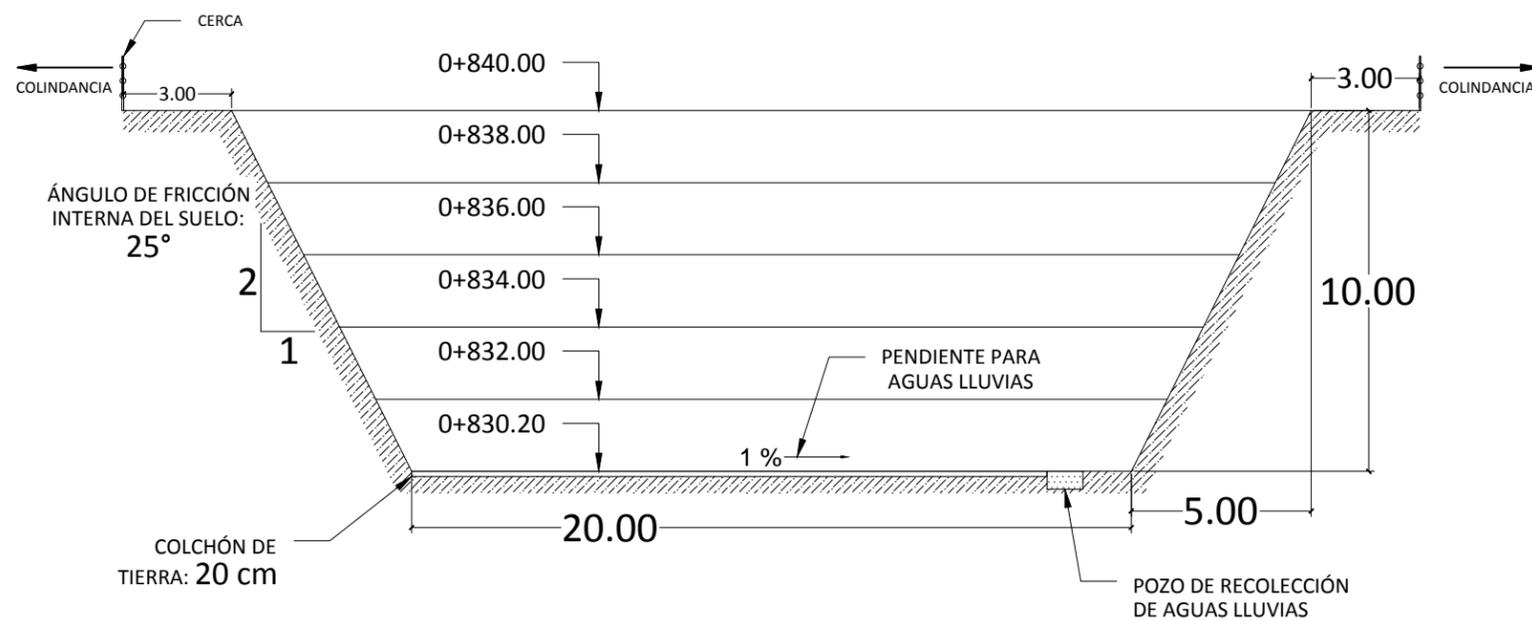
TR-02  
TRAZO

TRAZO  
Contenido: DETALLES DE NIVELETAS N-1 Y N-2

EDIFICIO

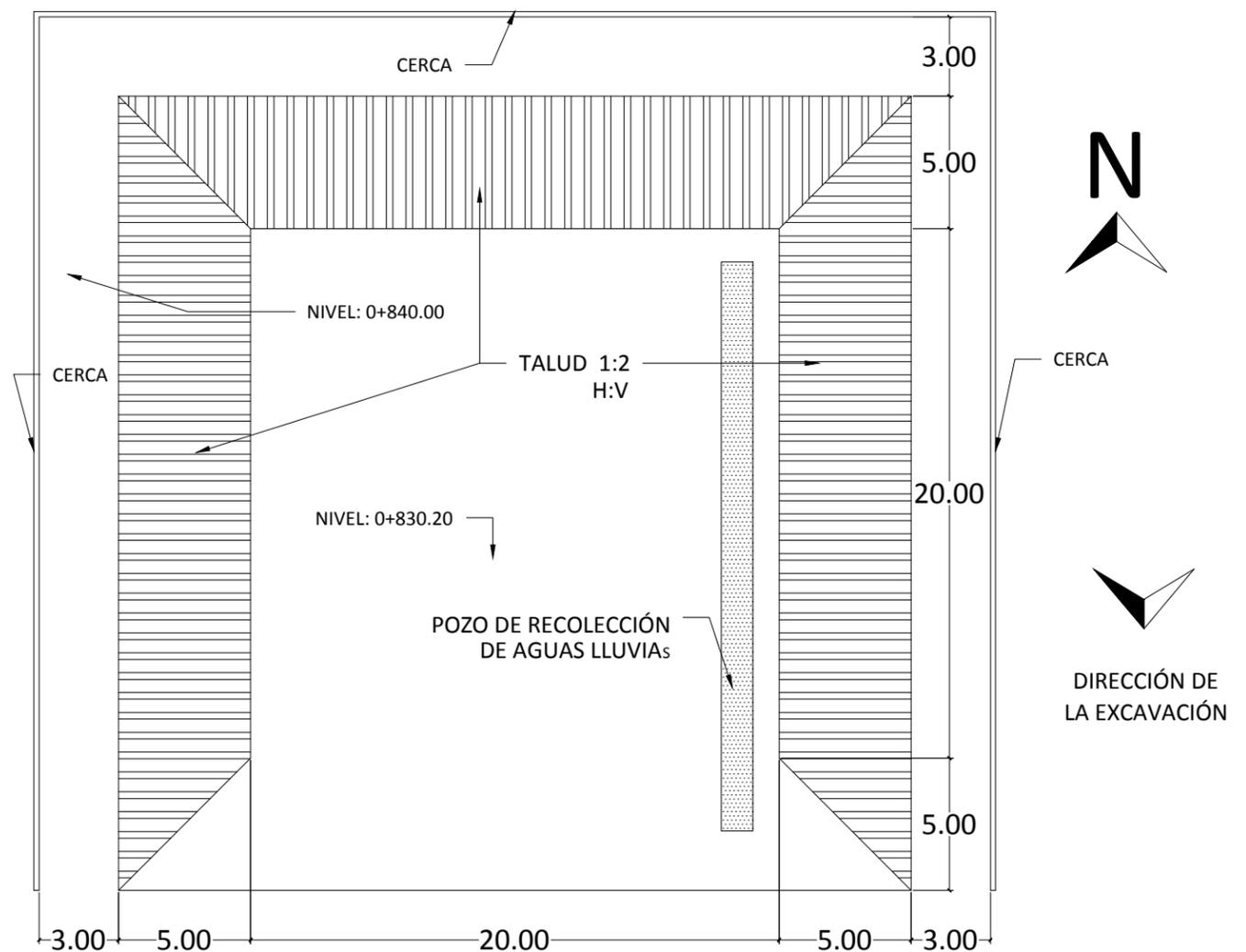
### TG-01-VISTA EN PLANTA Y SECCIÓN DE EXCAVACIÓN

Plano constructivo que presenta la vista de sección y planta de la excavación general correspondiente al proyecto, en donde se muestran las colindancias, los niveles de desplante, el talud de la excavación, el ángulo de fricción interna del suelo, las dimensiones y el cercado de la excavación. También incluye detalles tales como: pendiente para aguas lluvias ubicado al fondo de la excavación y la ubicación del pozo de recolección de aguas lluvias.



**PLANO CONSTRUCTIVO DE  
TERRACERÍA GENERAL**  
VISTA EN SECCIÓN ESC. 1:200

**PLANO CONSTRUCTIVO  
DE TERRACERÍA GENERAL**  
VISTA EN PLANTA ESC. 1:250



**TG-01**  
TERRACERÍA GENERAL

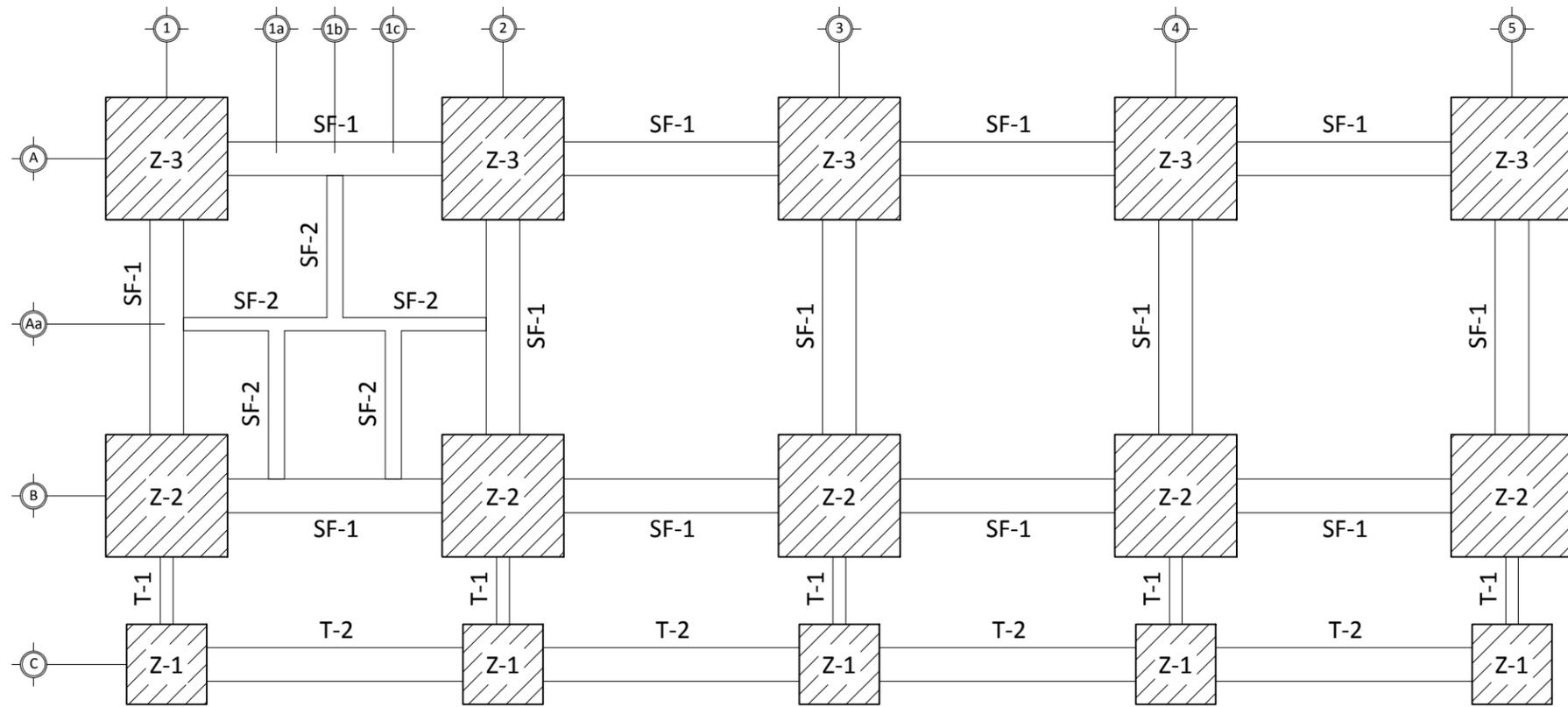
**TERRACERÍA GENERAL**  
Contenido: **VISTA EN PLANTA Y SECCIÓN DE EXCAVACIÓN**

**EDIFICIO**

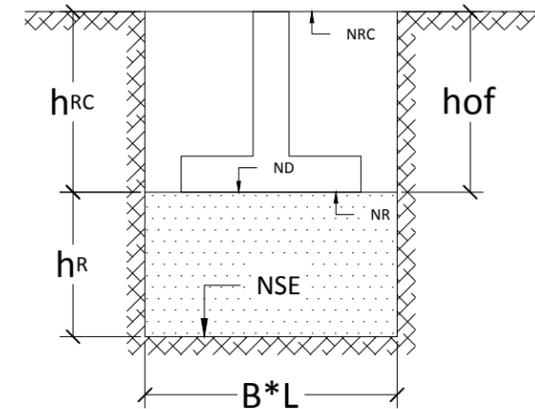
### TE-01-ZAPATAS: EXCAVACIÓN Y RELLENO

Plano constructivo donde se muestra la vista en planta de todas las fundaciones del proyecto. Se desarrolla la terracería estructural correspondiente a las zapatas.

En las tablas anexas se presenta la información de excavación, relleno, niveles de desplante, sobre excavación, niveles y material de relleno correspondiente a cada una de las zapatas.



**TERRACERÍA ESTRUCTURAL**  
ZAPATAS ESC.1:150



DIRECCIÓN DE LA EXCAVACIÓN



CUADRO DE EXCAVACIÓN EN ZAPATAS

ZAPATA	BxL	hof	Nivel de Desplante (ND)	Nivel de Sobre Excavación (NSE)
Z-3	A-1	2.90m*2.90m	1.50 m	0+942.00
Z-3	A-2	2.90m*2.90m	1.50 m	0+942.00
Z-3	A-3	2.90m*2.90m	1.50 m	0+942.00
Z-3	A-4	2.90m*2.90m	1.50 m	0+942.00
Z-3	A-5	2.90m*2.90m	1.50 m	0+942.00
Z-2	B-1	2.90m*2.90m	1.50 m	0+942.00
Z-2	B-2	2.90m*2.90m	1.50 m	0+942.00
Z-2	B-3	2.90m*2.90m	1.50 m	0+942.00
Z-2	B-4	2.90m*2.90m	1.50 m	0+942.00
Z-2	B-5	2.90m*2.90m	1.50 m	0+942.00
Z-1	C-1	1.90m*1.90m	1.50 m	0+942.00
Z-1	C-2	1.90m*1.90m	1.50 m	0+942.00
Z-1	C-3	1.90m*1.90m	1.50 m	0+942.00
Z-1	C-4	1.90m*1.90m	1.50 m	0+942.00
Z-1	C-5	1.90m*1.90m	1.50 m	0+942.00

CUADRO DE RELLENO DE ZAPATAS

ZAPATA	Altura de Relleno (hR)	Nivel de Relleno (NR)	Material de Relleno	Altura de Relleno Compactado (hRC)	Nivel de Relleno Compactado (NRC)	Material de Relleno
Z-3	A-1	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-3	A-2	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-3	A-3	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-3	A-4	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-3	A-5	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-2	B-1	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-2	B-2	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-2	B-3	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-2	B-4	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-2	B-5	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-1	C-1	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-1	C-2	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-1	C-3	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-1	C-4	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50
Z-1	C-5	2.50 m	0+941.00	Lodocreto 40% + Piedra 60%	1.50 m	0+943.50

**TE-01**  
TERRACERÍA ESTRUCTURAL

**TERRACERÍA ESTRUCTURAL**  
Contenido: ZAPATAS: EXCAVACIÓN Y RELLENO

**EDIFICIO**

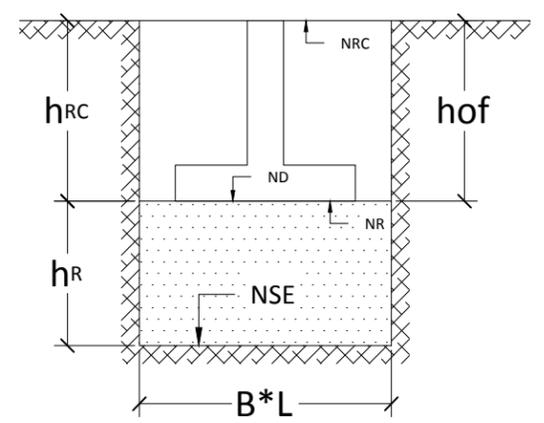
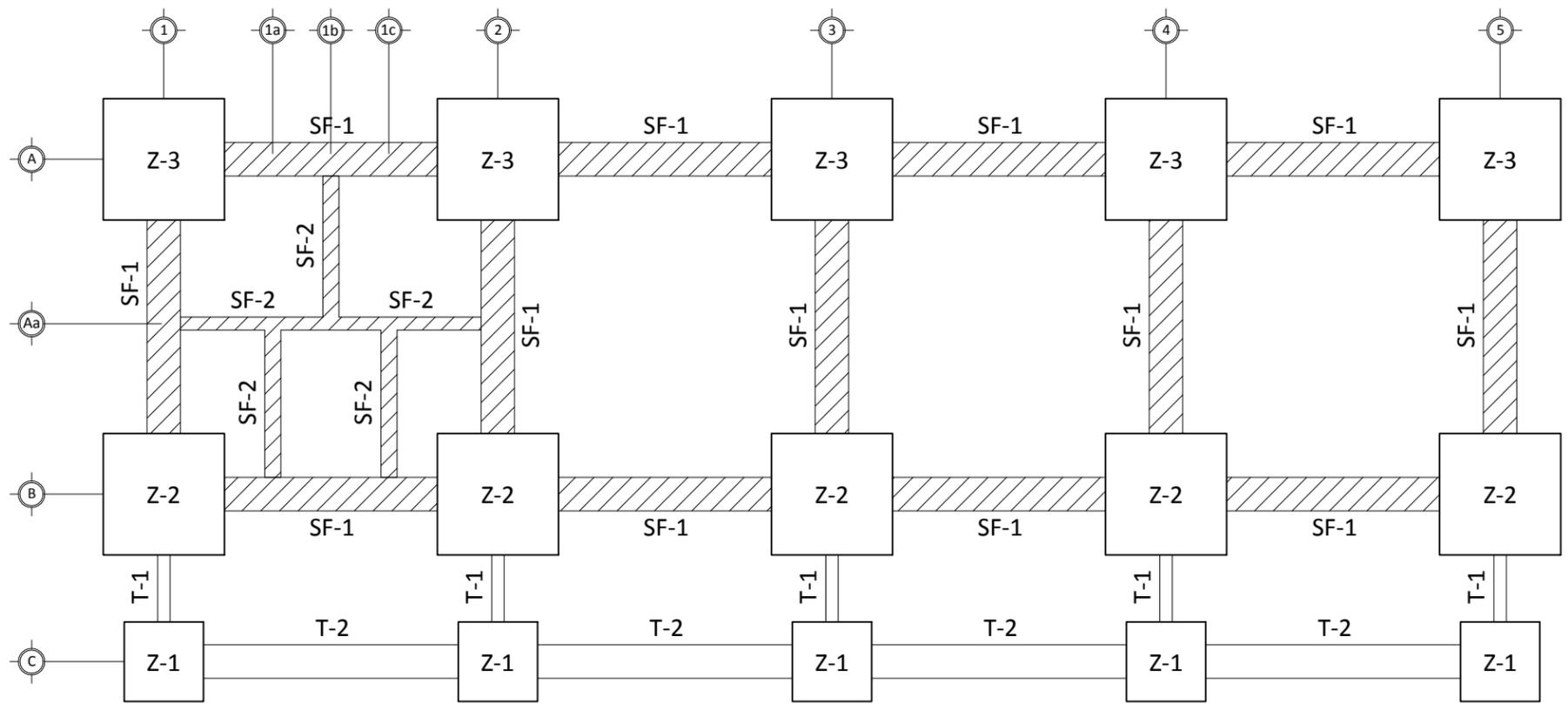
## TE-02-SOLERAS DE FUNDACIÓN: EXCAVACIÓN Y RELLENO

Plano constructivo donde se muestra la vista en planta de todas las fundaciones del proyecto. Se desarrolla la terracería estructural correspondiente a las soleras de fundación

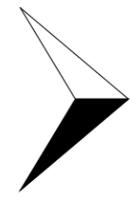
En las tablas anexas se presenta la información de excavación, relleno, niveles de desplante, sobre excavación, niveles y material de relleno correspondiente a cada una de las zapatas.

**TERRACERÍA ESTRUCTURAL**

SOLERAS DE FUNDACIÓN ESC.1:150



DIRECCIÓN DE LA EXCAVACIÓN



CUADRO DE EXCAVACIÓN DE SOLERAS DE FUNDACIÓN					
SOLERA	B*L	hof	Nivel de Desplante (ND)	Nivel de Sobre Excavación (NSE)	
SF-1	1-AB	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-1	2-AB	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-1	3-AB	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-1	4-AB	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-1	5-AB	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-1	A-12	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-1	A-23	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-1	A-34	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-1	A-45	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-1	B-12	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-1	B-23	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-1	B-34	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-1	B-45	0.95m*5.50m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-2	1a-AaB	0.80m*3.30m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-2	1b-Aaa	0.80m*4.10m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-2	1c-AaB	0.80m*3.30m	0.60 m	0+942.90	0+939.40
SF-2	Aa-12	0.80*7.70m	0.60 m	0+942.90	0+939.40

CUADRO DE RELLENO DE SOLERAS DE FUNDACIÓN						
SOLERA	Altura de Relleno (hR)	Nivel de Relleno (NR)	Material de Relleno	Altura de Relleno Compactado (hRC)	Nivel de Relleno Compactado (NRC)	Material de Relleno
SF-1	1-AB	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-1	2-AB	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-1	3-AB	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-1	4-AB	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-1	5-AB	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-1	A-12	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-1	A-23	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-1	A-34	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-1	A-45	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-1	B-12	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-1	B-23	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-1	B-34	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-1	B-45	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-2	1a-AaB	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-2	1b-Aaa	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-2	1c-AaB	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano
SF-2	Aa-12	3.50 m	Lodocreto 40% + Piedra 60%	0.60 m	0+943.50	Suelo Sano

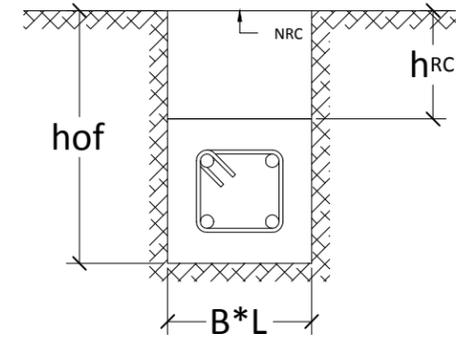
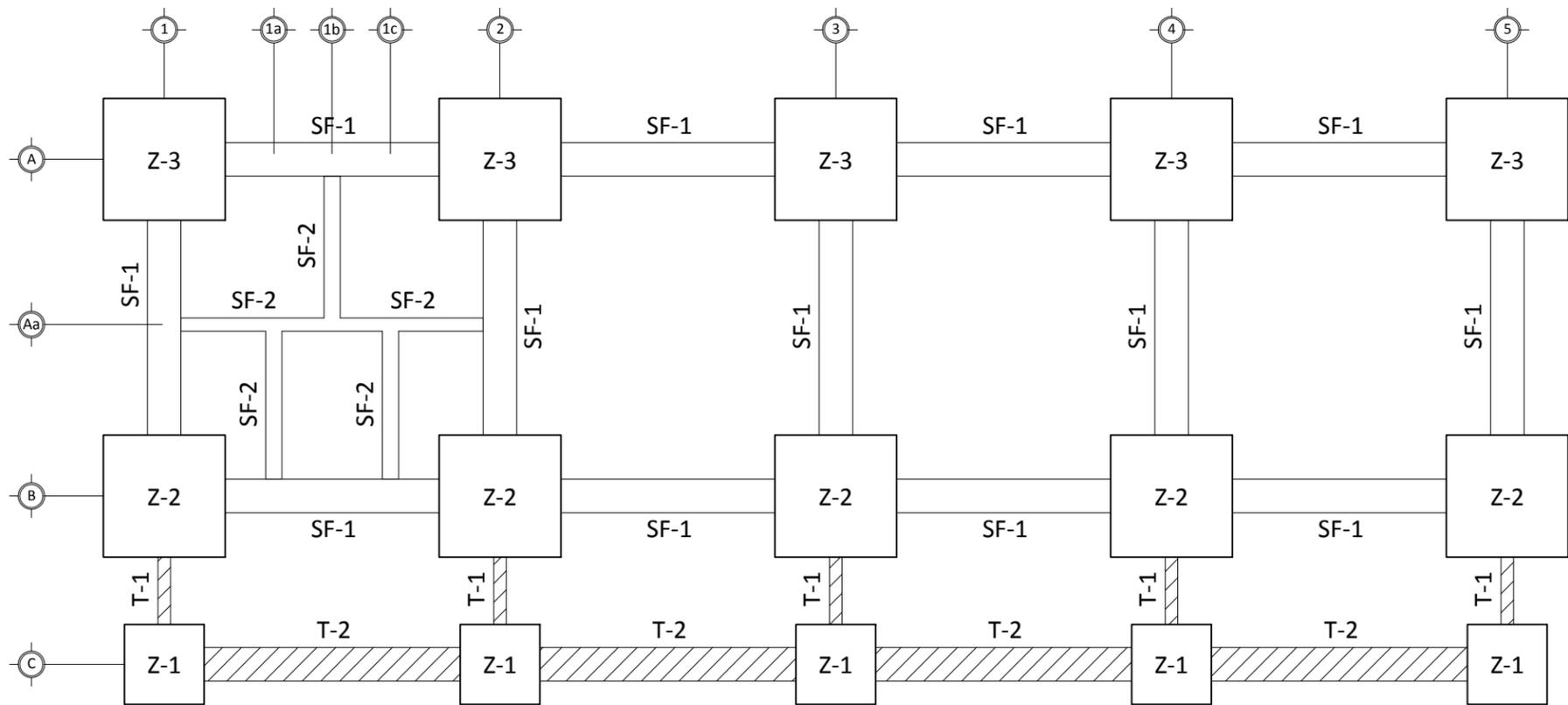
### TE-03-TENSORES: EXCAVACIÓN Y RELLENO

Plano constructivo donde se muestra la vista en planta de todas las fundaciones del proyecto. Se desarrolla la terracería estructural correspondiente a las soleras de tensores

En las tablas anexas se presenta la información de excavación, relleno, niveles de desplante, sobre excavación, niveles y material de relleno correspondiente a cada una de las zapatas.

**TERRACERÍA ESTRUCTURAL**

TENSORES ESC.1:150



DIRECCIÓN DE LA EXCAVACIÓN

CUADRO DE EXCAVACIÓN DE TENSORES				
TENSOR		B*L	hof	Nivel de Desplante (ND)
T-1	1-BC	0.30m*2.00m	0.50 m	0+943.50
T-1	2-BC	0.30m*2.00m	0.50 m	0+943.50
T-1	3-BC	0.30m*2.00m	0.50 m	0+943.50
T-1	4-BC	0.30m*2.00m	0.50 m	0+943.50
T-1	5-BC	0.30m*2.00m	0.50 m	0+943.50
T-2	C-12	0.20*6.50m	0.40 m	0+943.10
T-2	C-23	0.20*6.50m	0.40 m	0+943.10
T-2	C-34	0.20*6.50m	0.40 m	0+943.10
T-2	C-45	0.20*6.50m	0.40 m	0+943.10

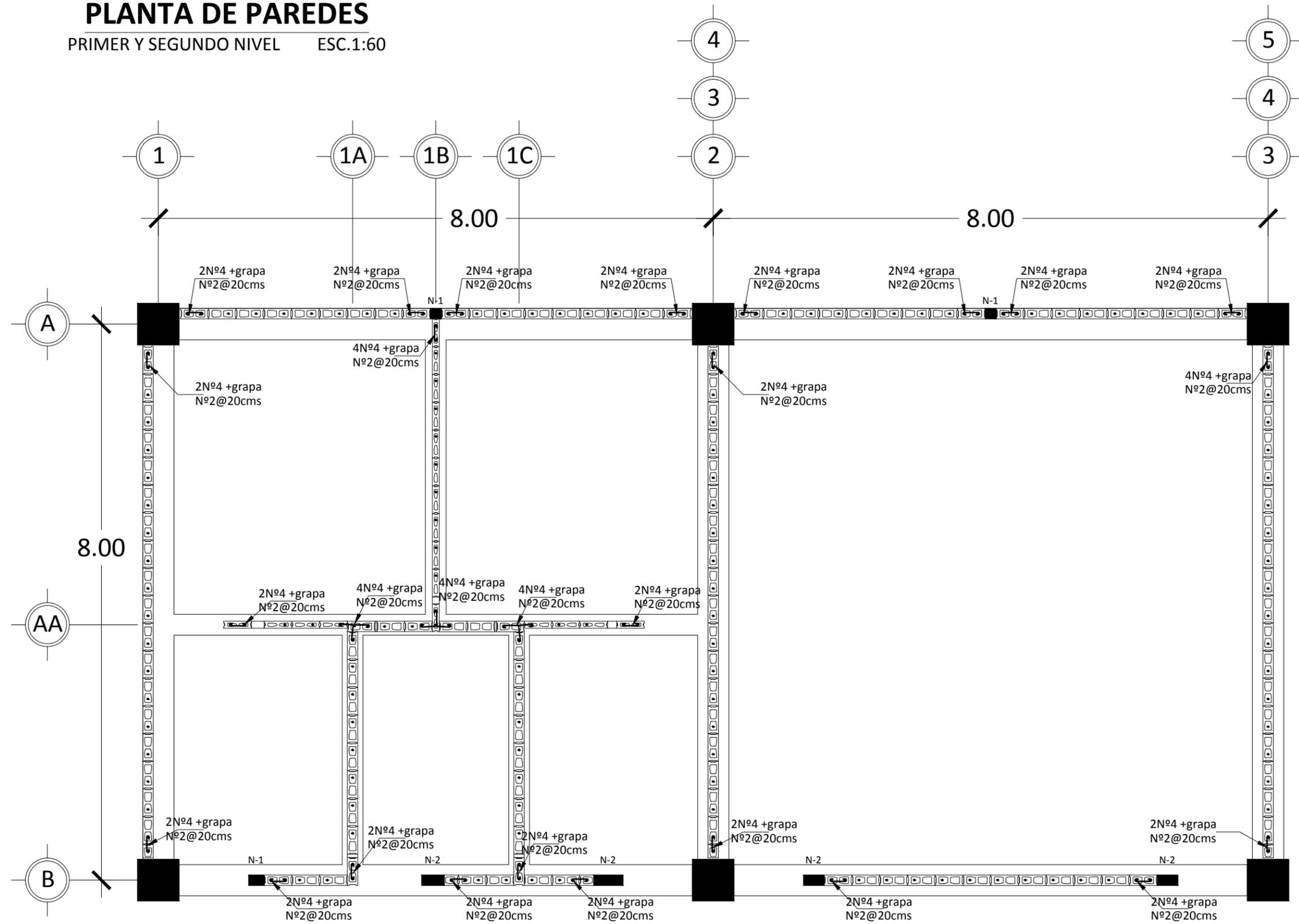
CUADRO DE RELLENO DE TENSORES				
TENSOR		Altura de Relleno Compactado (hRC)	Nivel de Relleno Compactado (NRC)	Material de Relleno
T-1	1-BC	0.20 m	0+943.50	Suelo Sano
T-1	2-BC	0.20 m	0+943.50	Suelo Sano
T-1	3-BC	0.20 m	0+943.50	Suelo Sano
T-1	4-BC	0.20 m	0+943.50	Suelo Sano
T-1	5-BC	0.20 m	0+943.50	Suelo Sano
T-2	C-12	0.20 m	0+943.50	Suelo Sano
T-2	C-23	0.20 m	0+943.50	Suelo Sano
T-2	C-34	0.20 m	0+943.50	Suelo Sano
T-2	C-45	0.20 m	0+943.50	Suelo Sano

MA-01-PLANTA DE PAREDES DE PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer y segundo nivel. Se muestra la vista en planta de las paredes, ejes de ubicación, nervios, ubicación de bloques, grapas y acero de refuerzo vertical.

# PLANTA DE PAREDES

PRIMER Y SEGUNDO NIVEL ESC.1:60



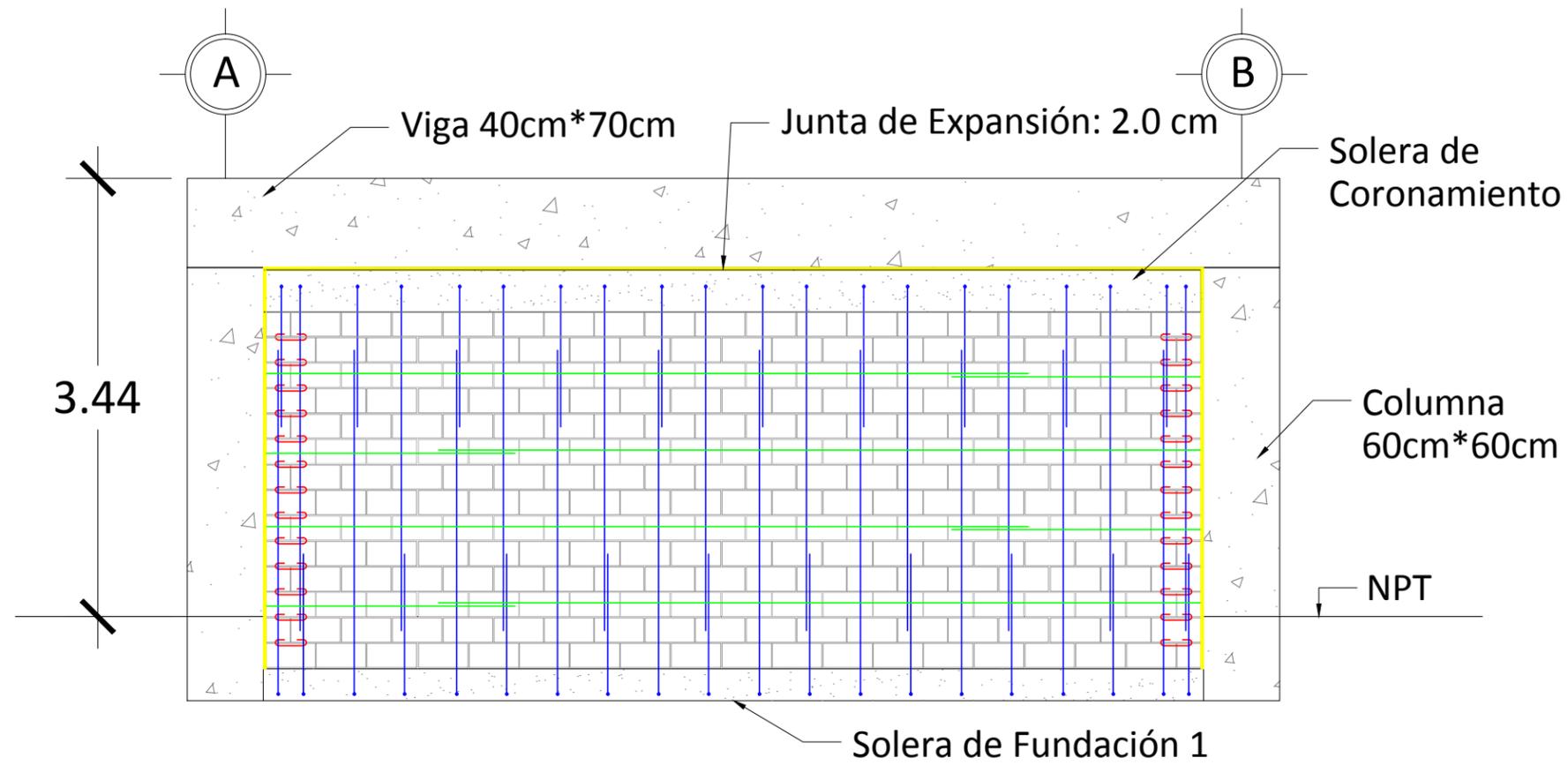
**MA-01**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**  
Contenido: PLANTA DE PAREDES DE PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

**EDIFICIO**

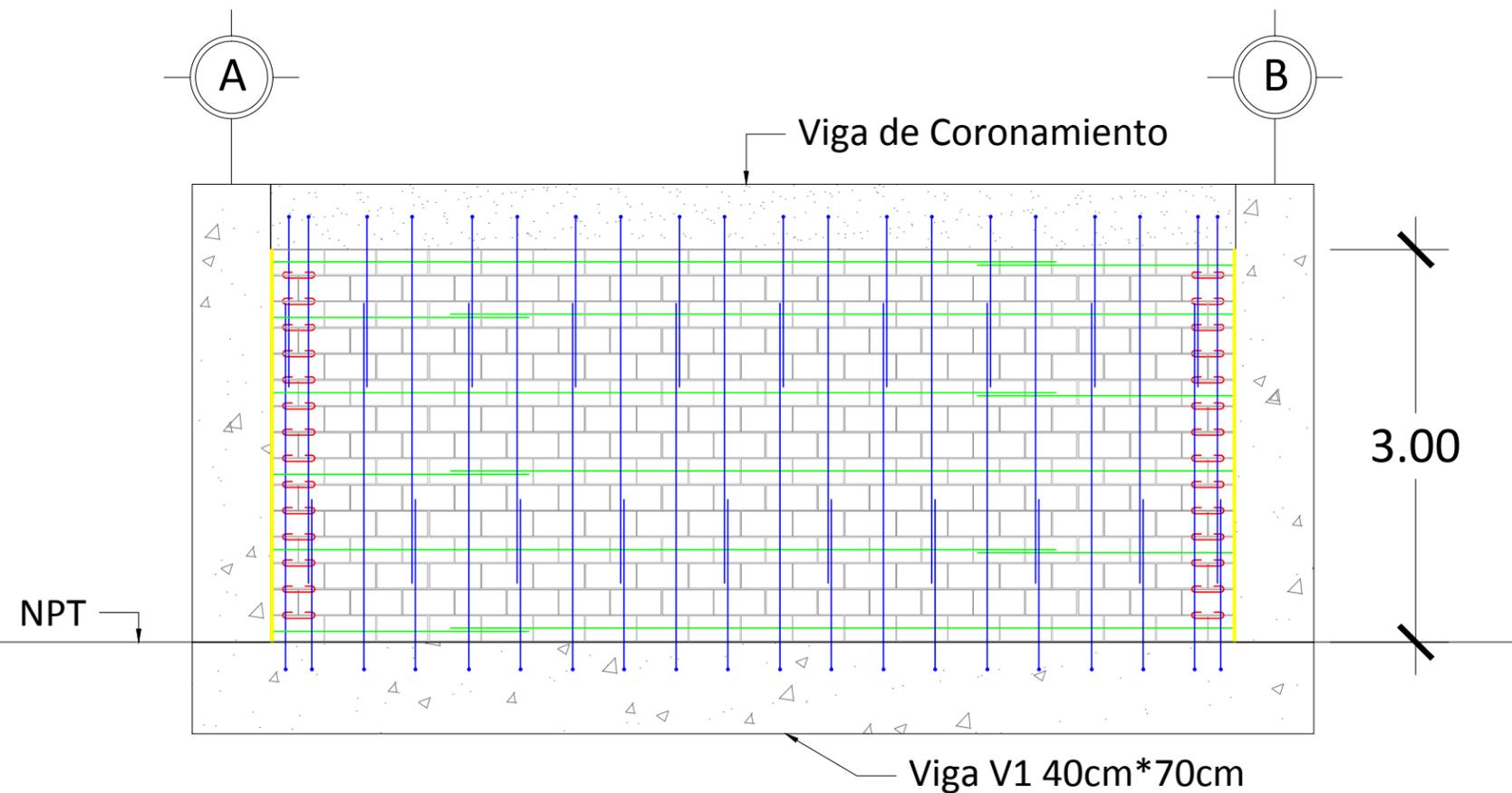
MA-02-EJES 1, 2, 3, 4, Y 5: PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer y segundo nivel ubicadas en los ejes 1, 2, 3, 4, entre los ejes A y B. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal, traslapes, juntas de expansión y en las tablas anexas, la cantidad de materiales necesarios para su construcción.



**PARED EJES 1, 2, 3, 4, 5**  
PRIMER NIVEL ESC. 1:50

Ejes 1, 2, 3, 4, 5: Primer Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	180	900
	15x20x20	10	50
Bloque solera	15x20x40	72	360
	15x20x20	4	20
Refuerzo horizontal	No. 4 de 6.00 m	4	20
	No. 4 de 2.00 m	4	20
Refuerzo Vertical	No. 4 de 3.00 m	20	100
	No. 4 de 1.30 m	20	100
Grapas	No. 2 de 0.40 m	26	130



**PARED EJES 1, 2, 3, 4, 5**  
SEGUNDO NIVEL ESC. 1:50

Ejes 1, 2, 3, 4, 5: Segundo Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	162	810
	15x20x20	9	45
Bloque solera	15x20x40	108	540
	15x20x20	6	30
Refuerzo horizontal	No. 4 de 6.00 m	6	30
	No. 4 de 2.00 m	6	30
Refuerzo Vertical	No. 4 de 3.00 m	20	100
	No. 4 de 1.50 m	20	100
Grapas	No. 2 de 0.40 m	28	140

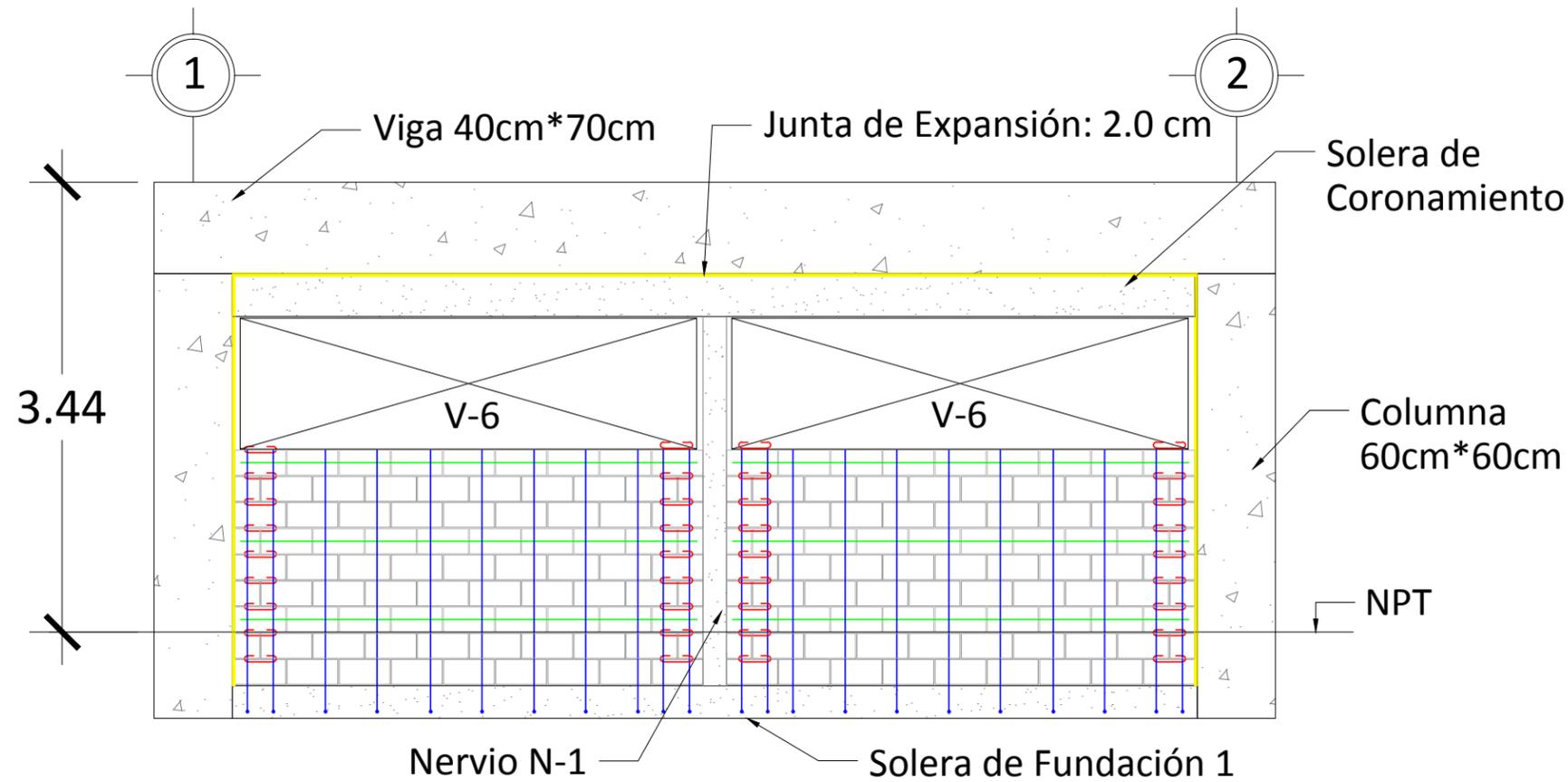
**MA-02**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**  
Contenido: EJES 1, 2, 3, 4, 5: PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

**EDIFICIO**

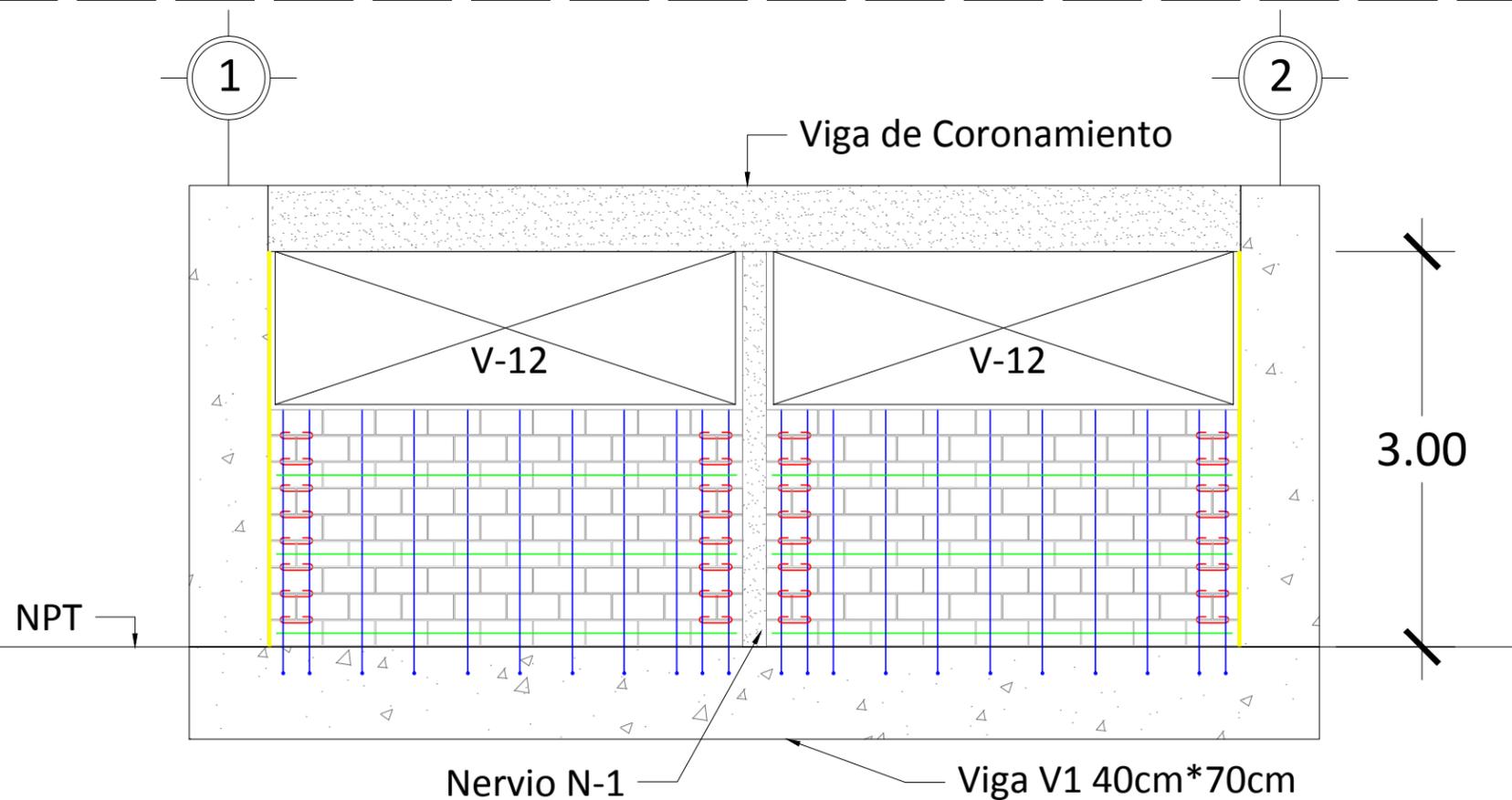
MA-03-EJE A (1-2): PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer y segundo nivel, ubicadas en el eje A, entre los ejes 1 y 2. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal, traslapes, juntas de expansión y en las tablas anexas, la cantidad de materiales necesarios para su construcción.



**PARED EJE A (1-2)**  
PRIMER NIVEL ESC. 1:50

Eje A (1-2): Primer Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	102	102
	15x20x20	12	12
Bloque solera	15x20x40	52	52
	15x20x20	4	4
Refuerzo horizontal	No. 4 de 3.00 m	6	6
	No. 4 de 1.10 m	6	6
Refuerzo Vertical	No. 4 de 2.00 m	22	22
	No. 4 de 0.90 m	22	22
Grapas	No. 2 de 0.40 m	32	32



**PARED EJE A (1-2)**  
SEGUNDO NIVEL ESC. 1:50

Eje A (1-2): Segundo Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	102	102
	15x20x20	12	12
Bloque solera	15x20x40	52	52
	15x20x20	4	4
Refuerzo horizontal	No. 4 de 3.00 m	6	6
	No. 4 de 1.10 m	6	6
Refuerzo Vertical	No. 4 de 2.00 m	22	22
	No. 4 de 0.80 m	22	22
Grapas	No. 2 de 0.40 m	32	32

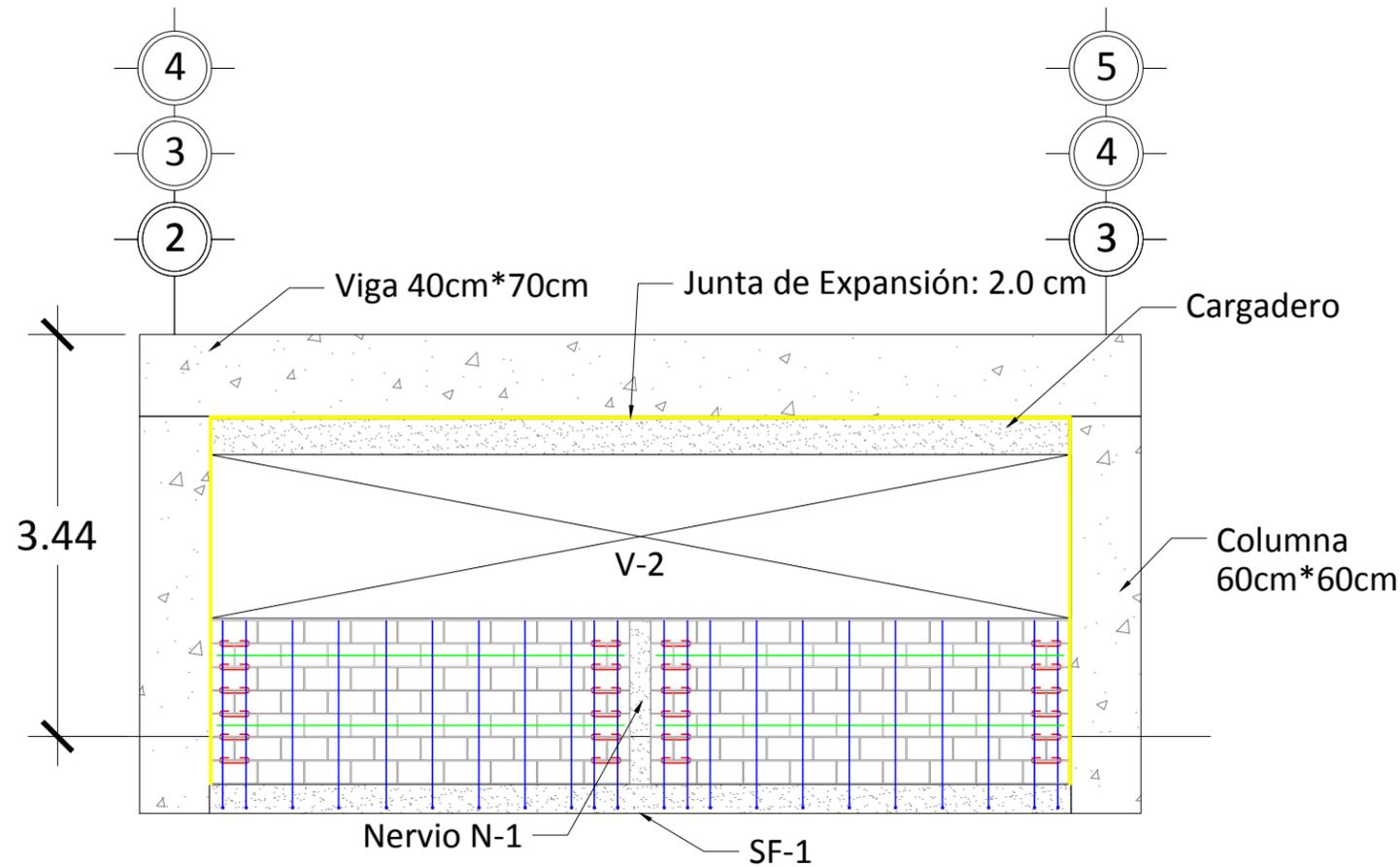
**MA-03**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**  
Contenido: EJE A (1-2): PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

**EDIFICIO**

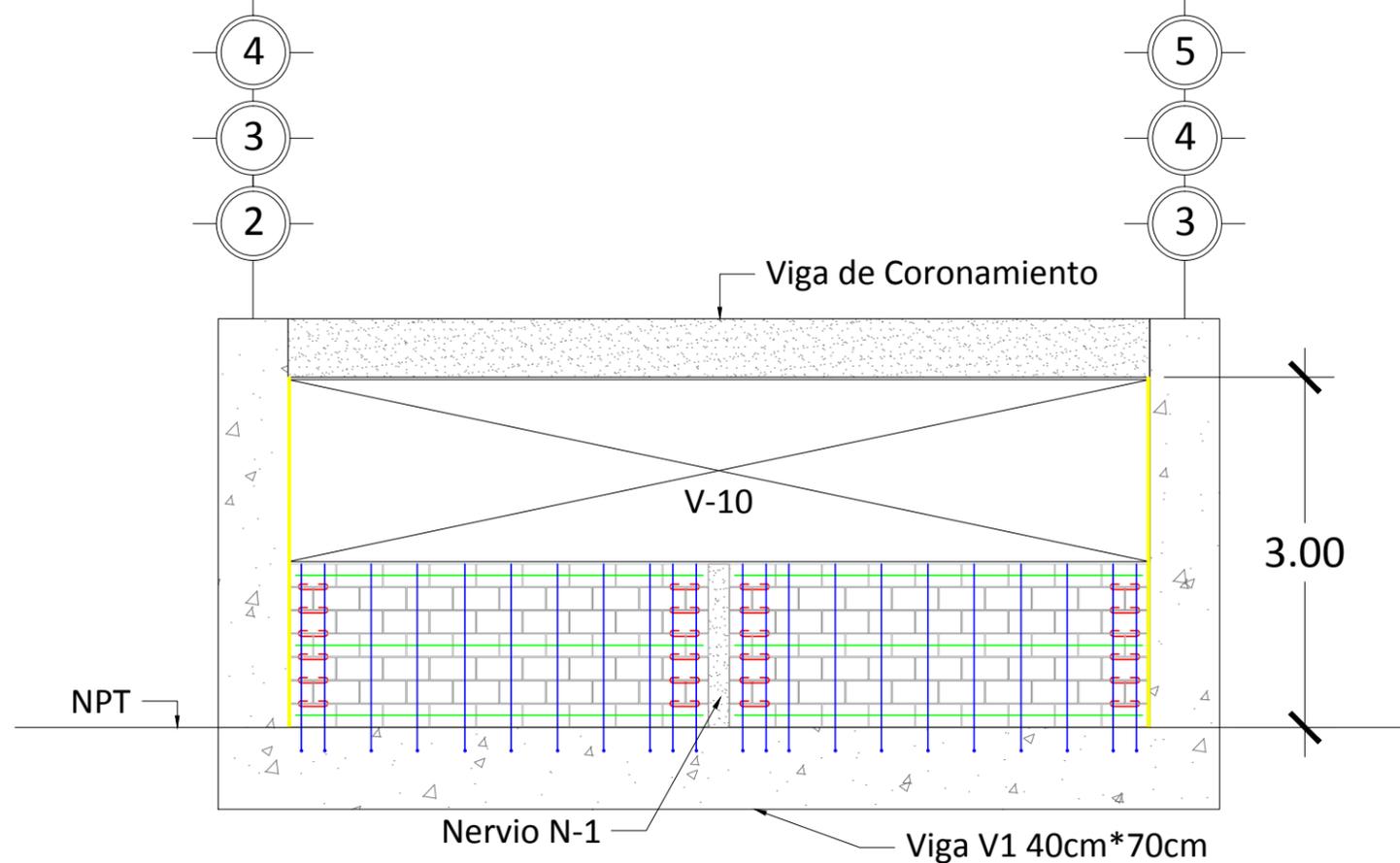
MA-04-EJE A (2-3, 3-4, 4-5): PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer y segundo nivel, ubicadas en el eje A, entre los ejes 2-3, 3-4 y 4-5. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal, traslapes, juntas de expansión y en las tablas anexas, la cantidad de materiales necesarios para su construcción.



**PARED EJE A (2-3, 3-4, 4-5)**  
PRIMER NIVEL ESC. 1:60

Eje A (2-3, 3-4, 4-5): Primer Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	86	258
	15x20x20	8	24
Bloque solera	15x20x40	34	102
	15x20x20	4	12
Refuerzo horizontal	No. 4 de 3.00 m	6	18
	No. 4 de 1.10 m	6	18
Refuerzo Vertical	No. 4 de 1.90 m	22	66
Grapas	No. 2 de 0.40 m	24	72



**PARED EJE A (2-3, 3-4, 4-5)**  
SEGUNDO NIVEL ESC. 1:60

Eje A (2-3, 3-4, 4-5): Segundo Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	68	204
	15x20x20	8	24
Bloque solera	15x20x40	52	156
	15x20x20	4	12
Refuerzo horizontal	No. 4 de 3.00 m	6	18
	No. 4 de 1.10 m	6	18
Refuerzo Vertical	No. 4 de 1.80 m	22	66
Grapas	No. 2 de 0.40 m	24	72

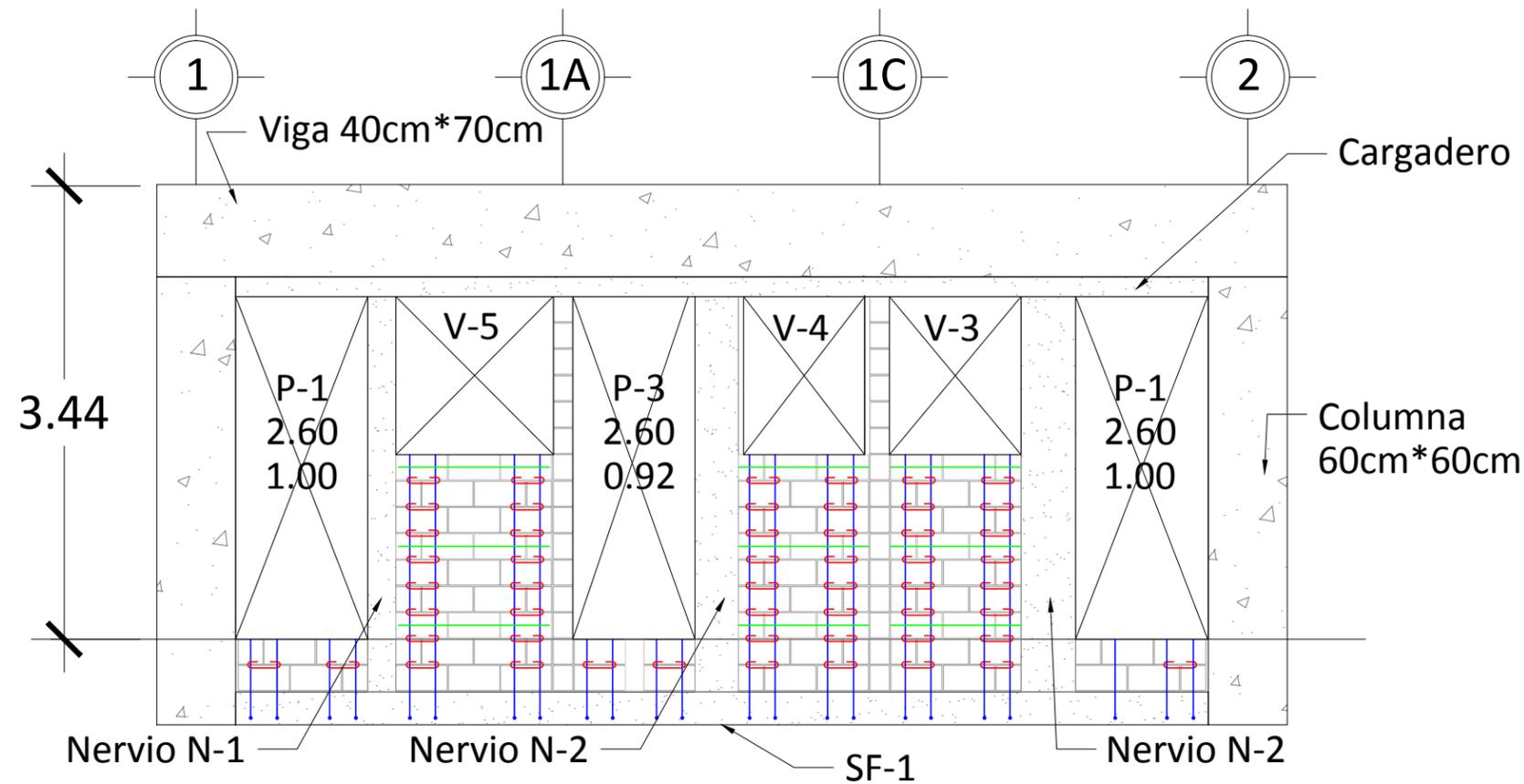
**MA-04**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**  
Contenido: EJE A (2-3, 3-4, 4-5): PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

**EDIFICIO**

MA-05-EJE B (1-2): PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer y segundo nivel, ubicadas en el eje B, entre los ejes 1-2. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal, traslapes, juntas de expansión y en las tablas anexas, la cantidad de materiales necesarios para su construcción.



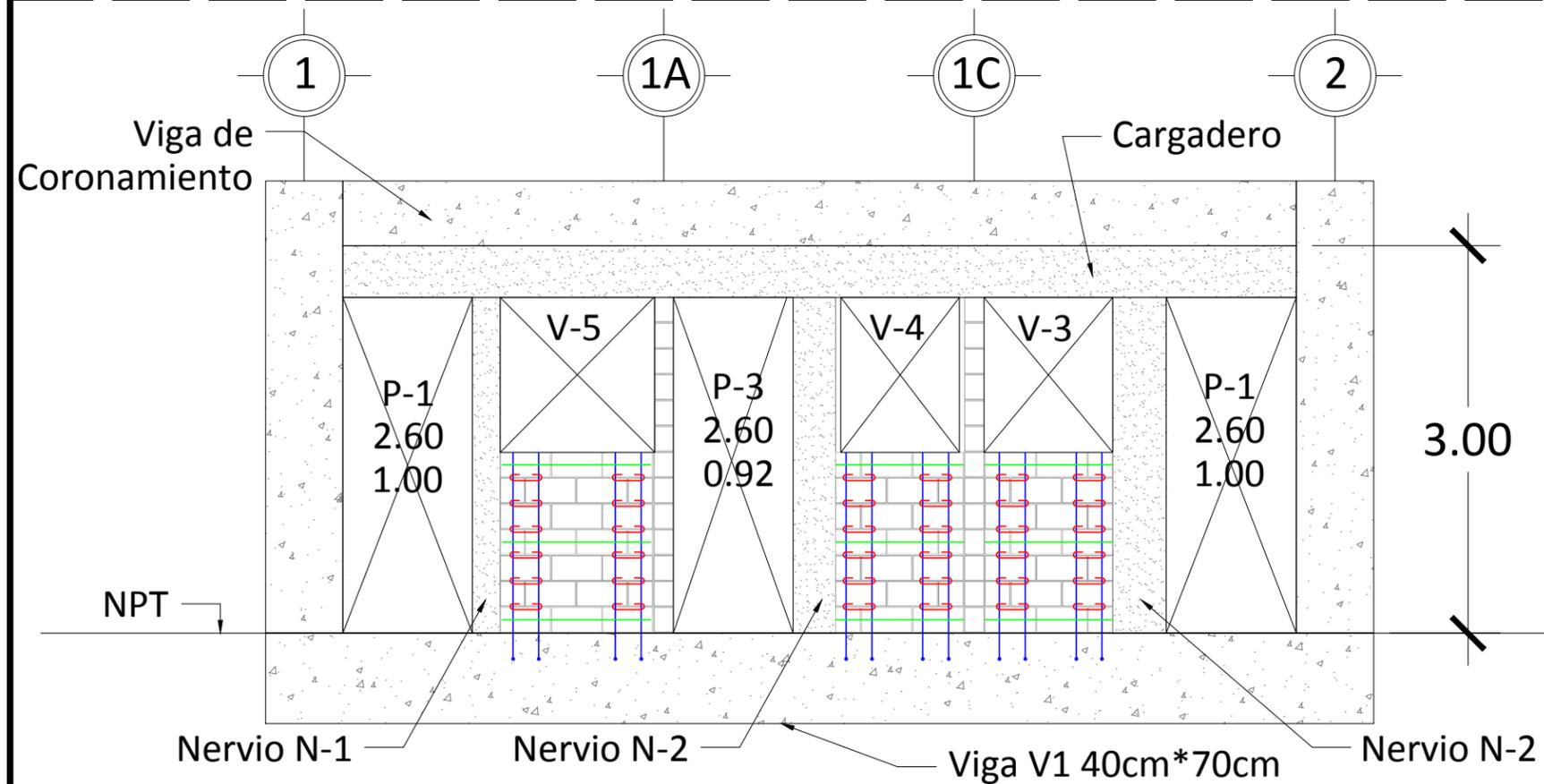
**PARED EJE B (1-2)**  
PRIMER NIVEL ESC. 1:50

Eje B (1-2): Primer Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	51	51
	15x20x20	22	22
Bloque solera	15x20x40	20	20
	15x20x20	8	8
Refuerzo horizontal	No. 4 de 1.00 m	6	6
	No. 4 de 1.2 m	3	3
Refuerzo Vertical	No. 4 de 2.00 m	12	12
	No. 4 de 0.90 m	23	23
Grapas	No. 2 de 0.40 m	53	53

**MA-05**  
MAMPOSTERÍA

MAMPOSTERÍA  
Contenido: EJE B (1-2): PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

**EDIFICIO**

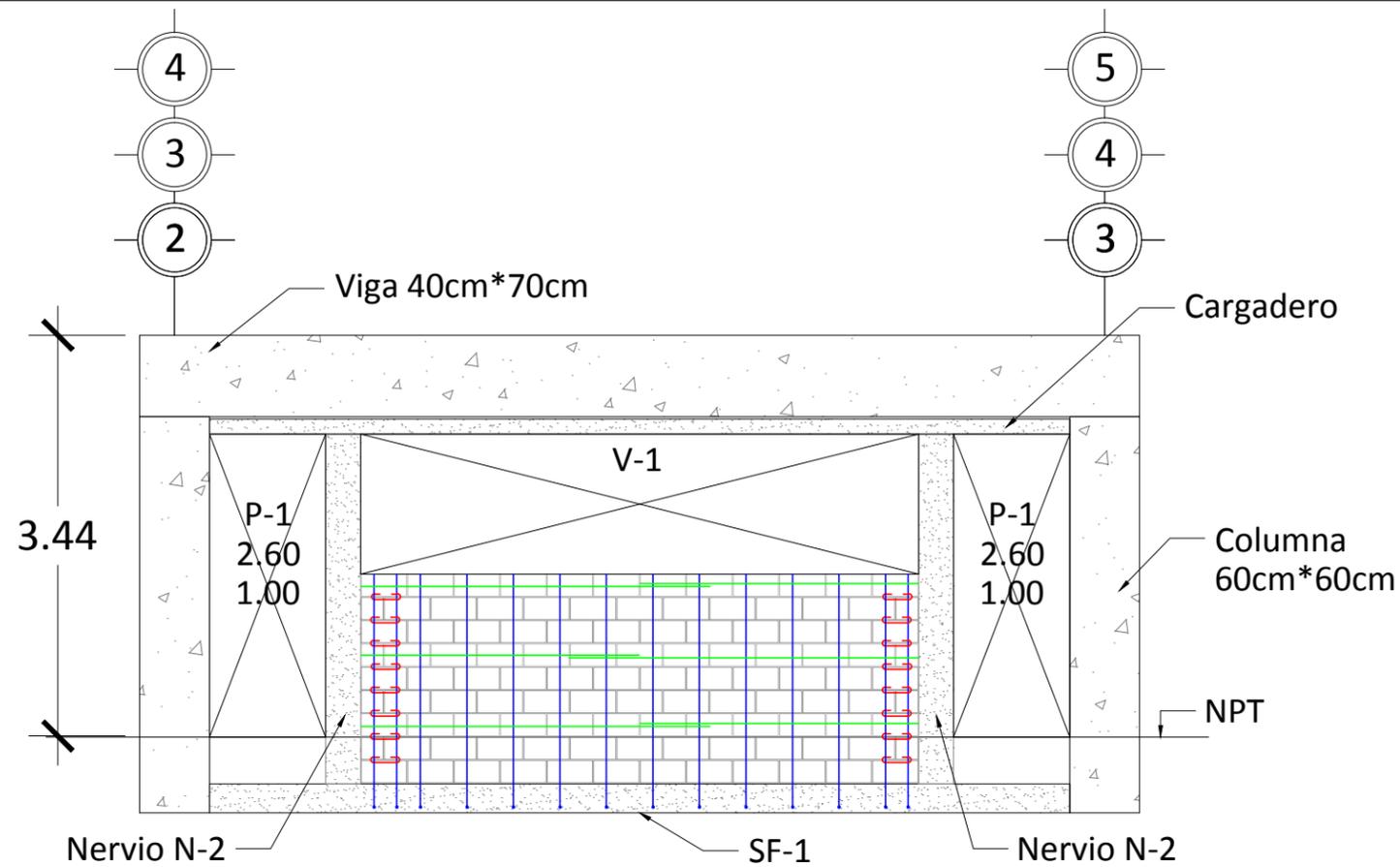


**PARED EJE B (1-2)**  
SEGUNDO NIVEL ESC. 1:50

Eje B (1-2): Segundo Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	26	26
	15x20x20	12	12
Bloque solera	15x20x40	20	20
	15x20x20	8	8
Refuerzo horizontal	No. 4 de 1.00 m	6	6
	No. 4 de 1.2 m	3	3
Refuerzo Vertical	No. 4 de 1.80 m	12	12
Grapas	No. 2 de 0.40 m	36	36

MA-06-EJE B (2-3, 3-4, 4-5): PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer y segundo nivel, ubicadas en el eje B, entre los ejes 2-3, 3-4, 4-5. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal, traslapes, juntas de expansión y en las tablas anexas, la cantidad de materiales necesarios para su construcción.

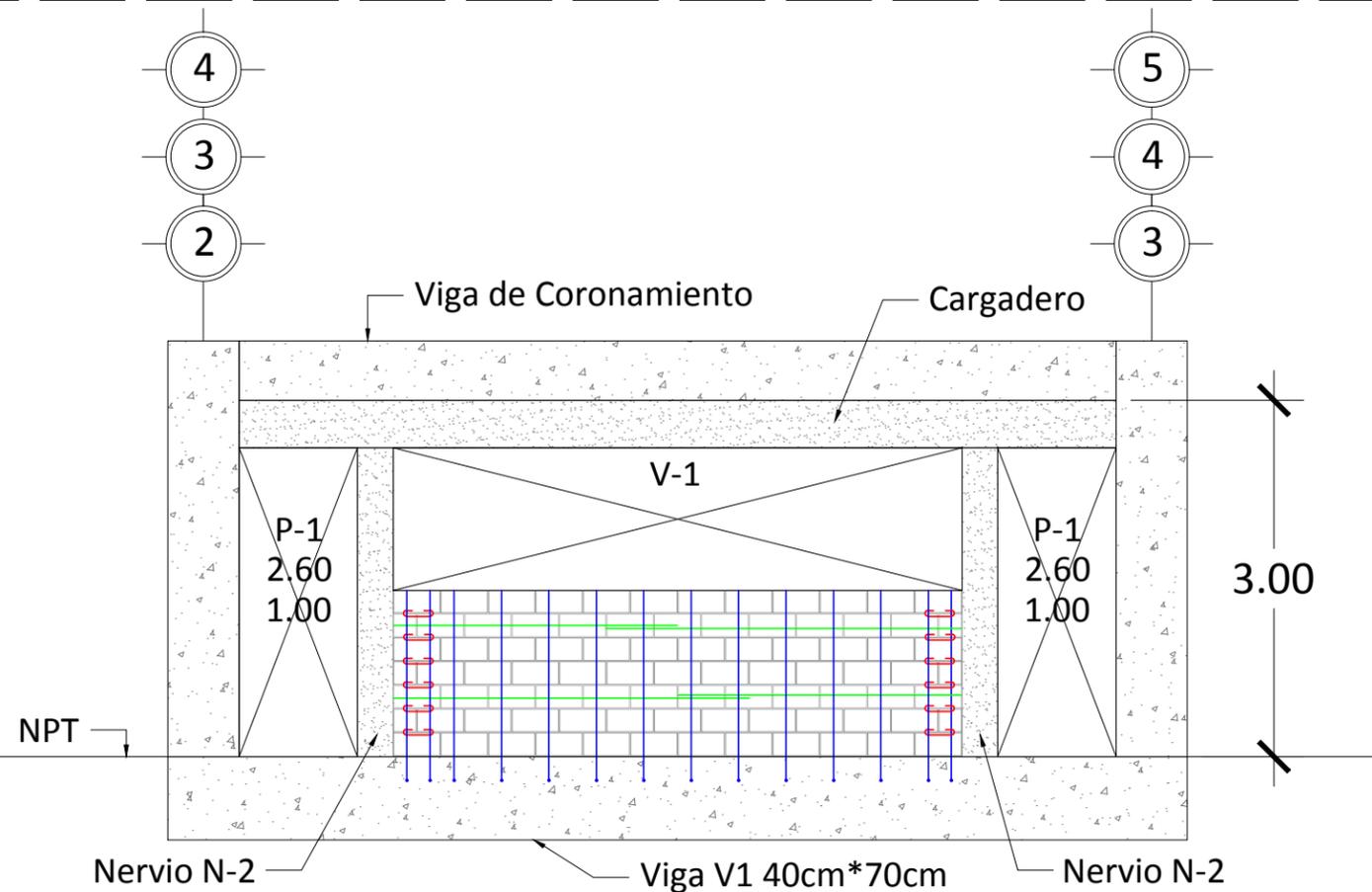


### PARED EJE B (2-3, 3-4, 4-5)

PRIMER NIVEL

ESC. 1:60

Eje B (2-3, 3-4, 4-5): Primer Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	69	207
	15x20x20	6	18
Bloque solera	15x20x40	35	105
	15x20x20	2	6
Refuerzo horizontal	No. 4 de 3.00 m	3	9
	No. 4 de 2.4 m	3	9
Refuerzo Vertical	No. 4 de 2.00 m	14	42
	No. 4 de 0.90 m	14	42
Grapas	No. 2 de 0.40 m	16	48



### PARED EJE B (2-3, 3-4, 4-5)

SEGUNDO NIVEL

ESC. 1:60

Eje B (2-3, 3-4, 4-5): Segundo Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	58	174
	15x20x20	4	12
Bloque solera	15x20x40	23	69
	15x20x20	2	6
Refuerzo horizontal	No. 4 de 3.00 m	2	6
	No. 4 de 2.4 m	2	6
Refuerzo Vertical	No. 4 de 1.80 m	14	42
	No. 2 de 0.40 m	12	36

MA-06  
MAMPOSTERÍA

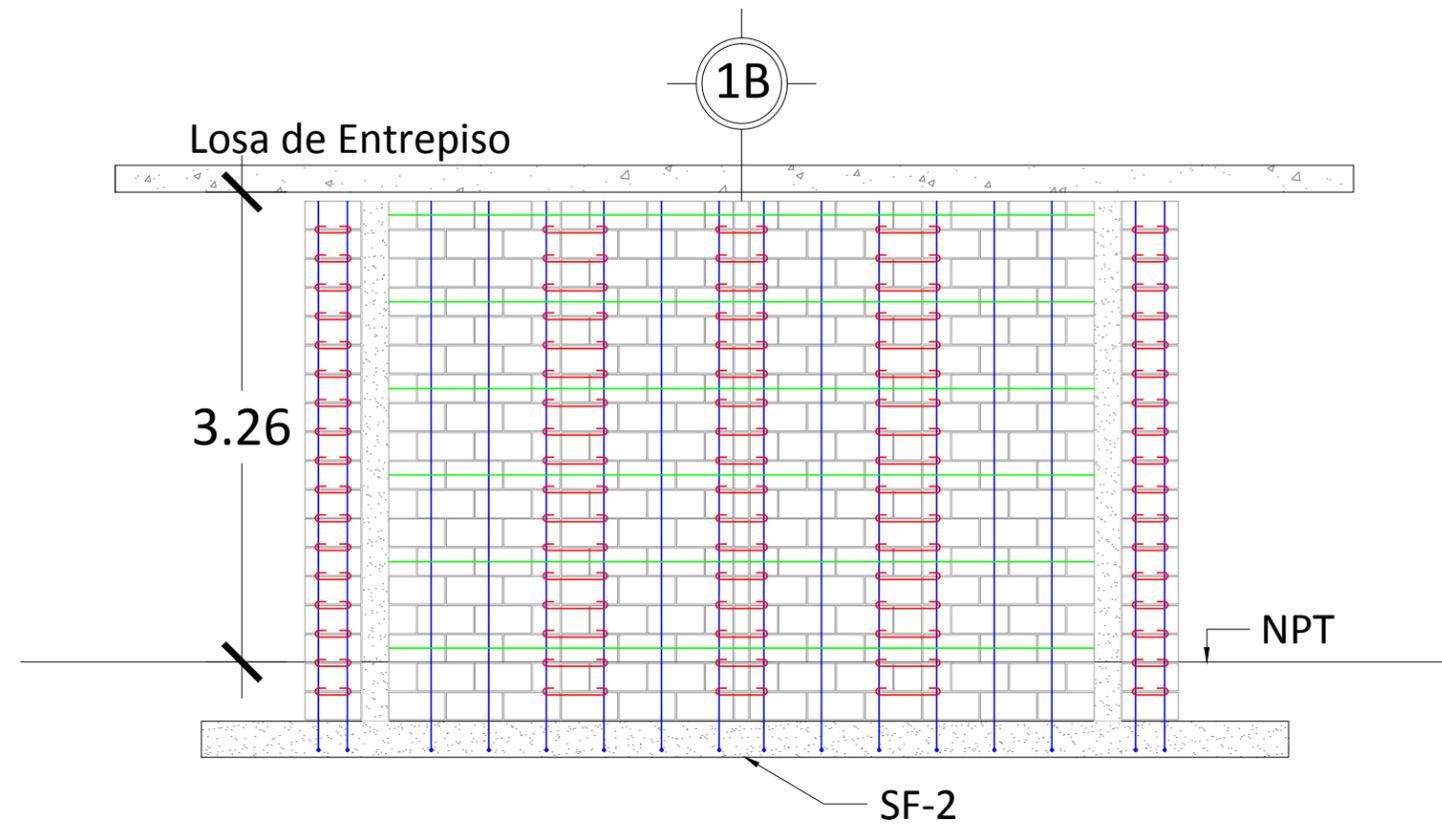
MAMPOSTERÍA

Contenido: EJE B (2-3, 3-4, 4-5): PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

EDIFICIO

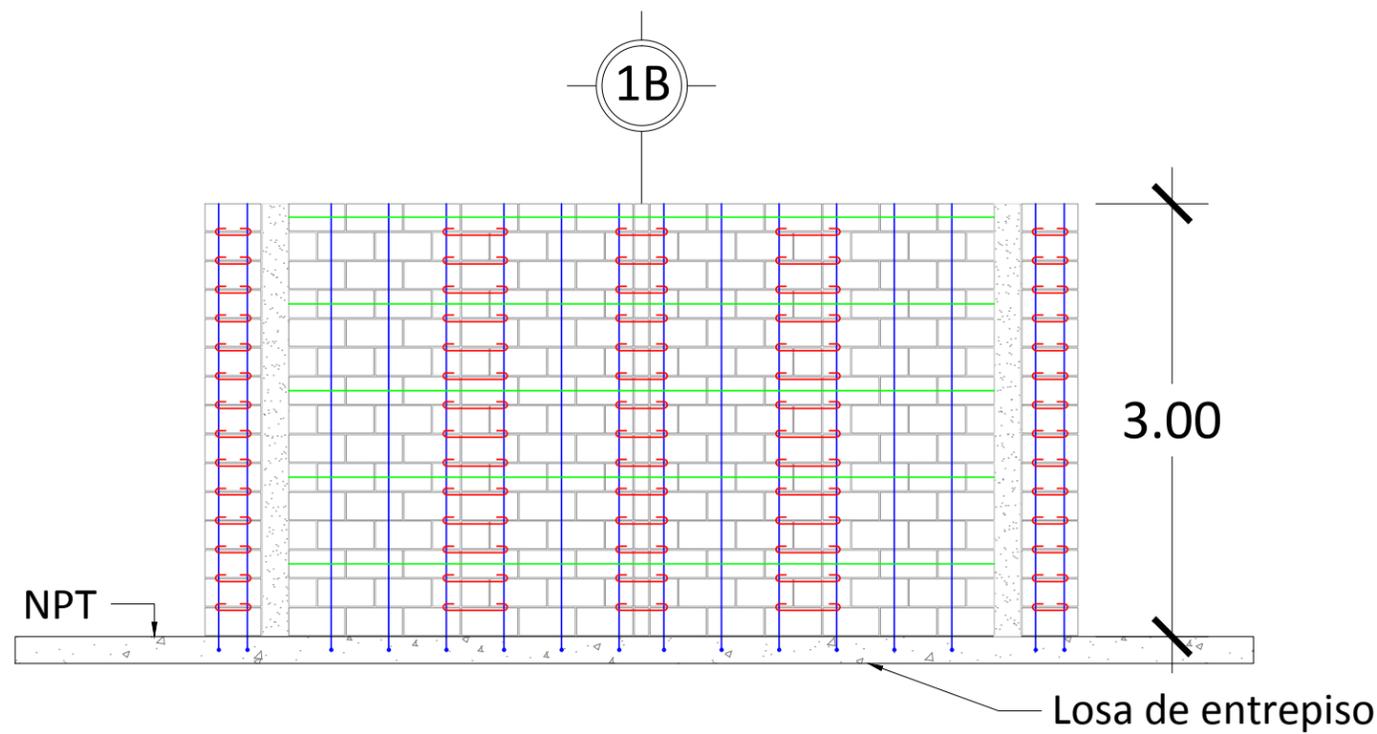
MA-07-EJE Aa: PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer y segundo nivel, ubicadas en el eje Aa. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal, traslapes, juntas de expansión y en las tablas anexas, la cantidad de materiales necesarios para su construcción.



**PARED EJE Aa**  
PRIMER NIVEL ESC. 1:50

Eje Aa: Primer Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	60	60
	15x20x20	24	24
	10x20x40	96	96
	10x20x20	24	24
Bloque solera	15x20x40	30	30
	15x20x20	12	12
	10x20x40	30	30
	10x20x20	12	12
Refuerzo horizontal	No. 4 de 4.00 m	6	6
	No. 4 de 1.50 m	6	6
Refuerzo Vertical	No. 4 de 3.00 m	16	16
	No. 4 de 1.70 m	16	16
Grapas	No. 2 de 0.40 m	34	34
	No. 2 de 0.50 m	31	31
	No. 2 de 0.60 m	34	34



**PARED EJE Aa**  
SEGUNDO NIVEL ESC. 1:50

Eje Aa: Segundo Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	50	50
	15x20x20	20	20
	10x20x40	80	80
	10x20x20	20	20
Bloque solera	15x20x40	26	26
	15x20x20	8	8
	10x20x40	26	26
Refuerzo horizontal	No. 4 de 4.00 m	5	5
	No. 4 de 1.50 m	5	5
	No. 4 de 3.00 m	16	16
Refuerzo Vertical	No. 4 de 0.90 m	16	16
	No. 2 de 0.40 m	28	28
	No. 2 de 0.50 m	14	14
Grapas	No. 2 de 0.60 m	28	28

**MA-07**  
MAMPOSTERÍA

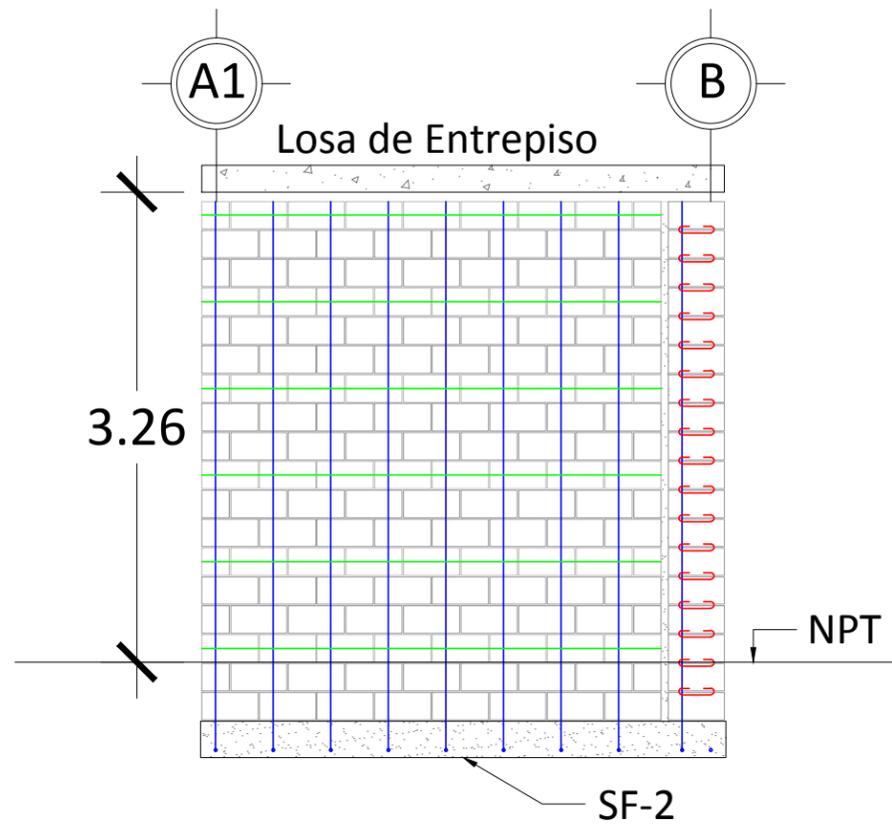
**MAMPOSTERÍA**

Contenido: EJE Aa: PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

**EDIFICIO**

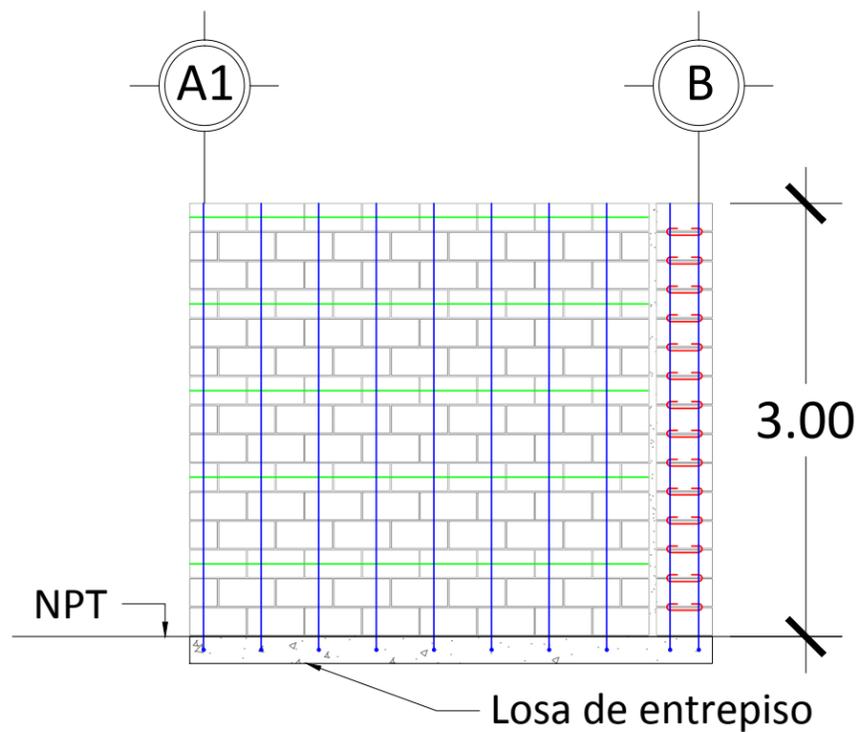
MA-08-EJE 1a y 1c: PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer y segundo nivel, ubicadas en los ejes 1a y 1c. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal, traslapes, juntas de expansión y en las tablas anexas, la cantidad de materiales necesarios para su construcción.



**PARED EJES 1a y 1c**  
PRIMER NIVEL ESC. 1:50

Eje 1a, 1c: Primer Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	108	216
	15x20x20	12	24
Bloque solera	15x20x40	45	90
	15x20x20	6	12
Refuerzo horizontal	No. 4 de 3.00 m	6	12
Refuerzo Vertical	No. 4 de 3.00 m	10	20
	No. 4 de 1.70 m	10	20
Grapas	No. 2 de 0.40 m	17	34



**PARED EJES 1a y 1c**  
SEGUNDO NIVEL ESC. 1:50

Eje 1a, 1c: Segundo Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	90	180
	15x20x20	10	20
Bloque solera	15x20x40	38	76
	15x20x20	4	8
Refuerzo horizontal	No. 4 de 3.00 m	5	10
Refuerzo Vertical	No. 4 de 3.00 m	10	20
	No. 4 de 0.90 m	10	20
Grapas	No. 2 de 0.40 m	14	28

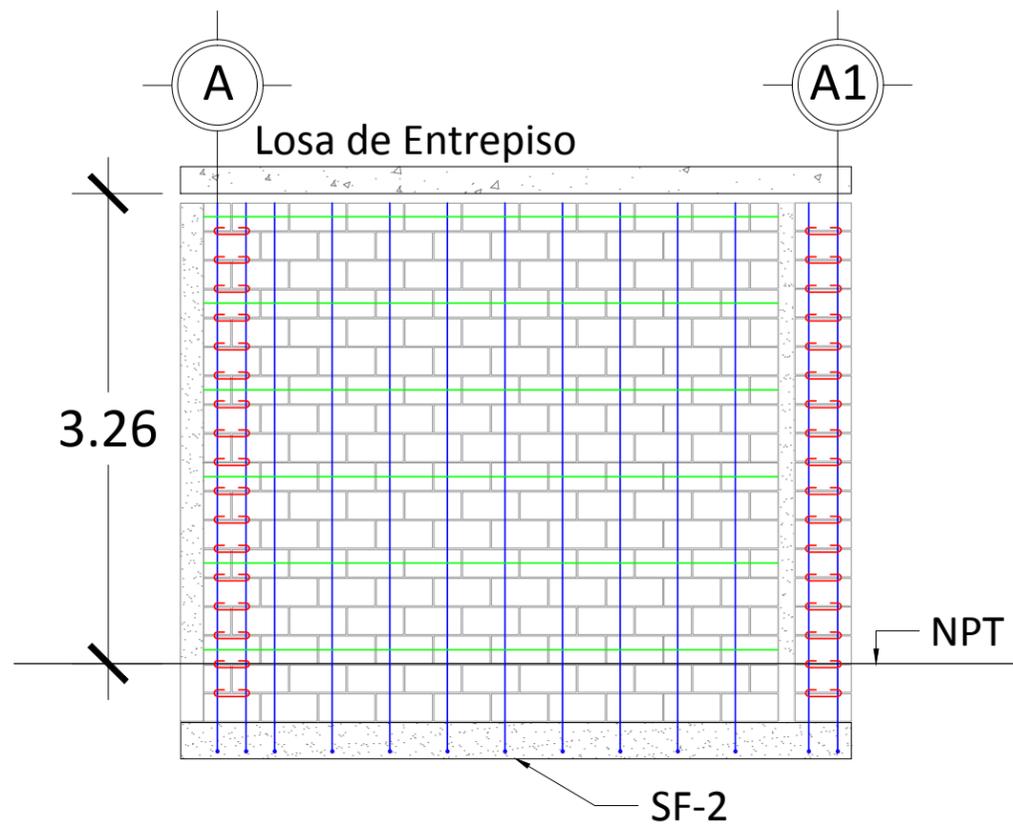
**MA-08**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**  
Contenido: EJE 1a y 1c: PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

**EDIFICIO**

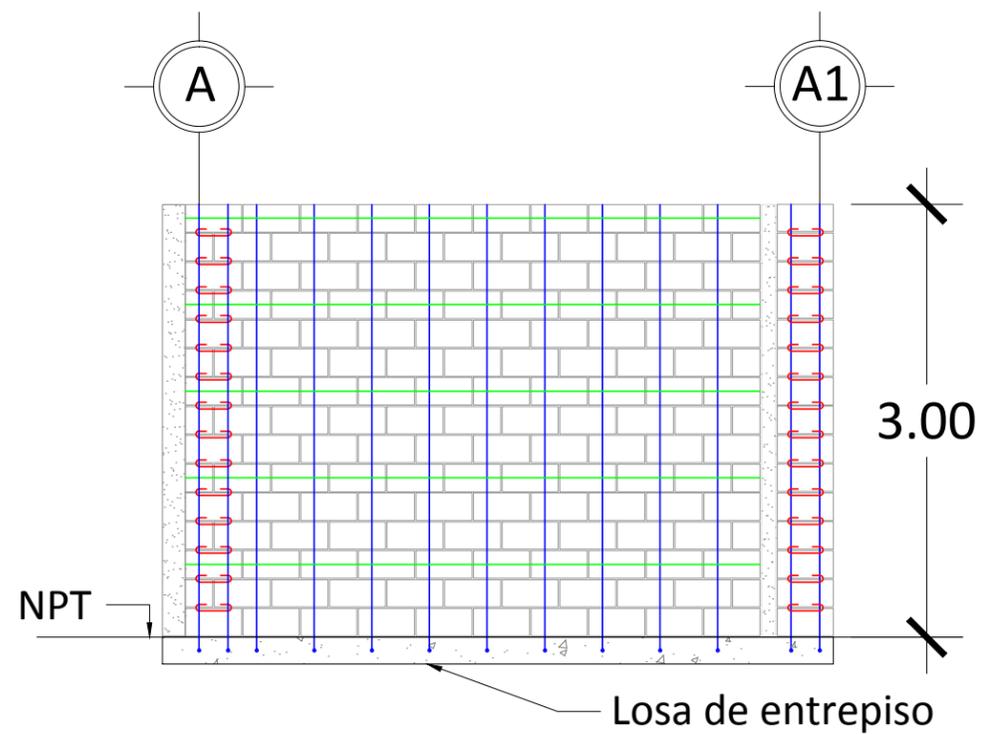
MA-09-EJE 1b: PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer y segundo nivel, ubicadas en el eje 1b. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal, traslapes, juntas de expansión y en las tablas anexas, la cantidad de materiales necesarios para su construcción.



**PARED EJE 1b**  
PRIMER NIVEL ESC. 1:50

Eje 1b: Primer Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	10x20x40	114	114
	10x20x20	12	12
Bloque solera	10x20x40	57	57
	10x20x20	6	6
Refuerzo horizontal	No. 4 de 4.00 m	6	6
Refuerzo Vertical	No. 4 de 3.00 m	13	13
	No. 4 de 1.70 m	13	13
Grapas	No. 2 de 0.40 m	34	34



**PARED EJE 1b**  
SEGUNDO NIVEL ESC. 1:50

Eje 1b: Segundo Nivel			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
Bloque	15x20x40	95	95
	15x20x20	10	10
Bloque solera	15x20x40	48	48
	15x20x20	4	4
Refuerzo horizontal	No. 4 de 4.00 m	5	5
Refuerzo Vertical	No. 4 de 3.00 m	13	13
	No. 4 de 0.90 m	13	13
Grapas	No. 2 de 0.40 m	28	28

**MA-09**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**  
Contenido: EJE 1b: PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

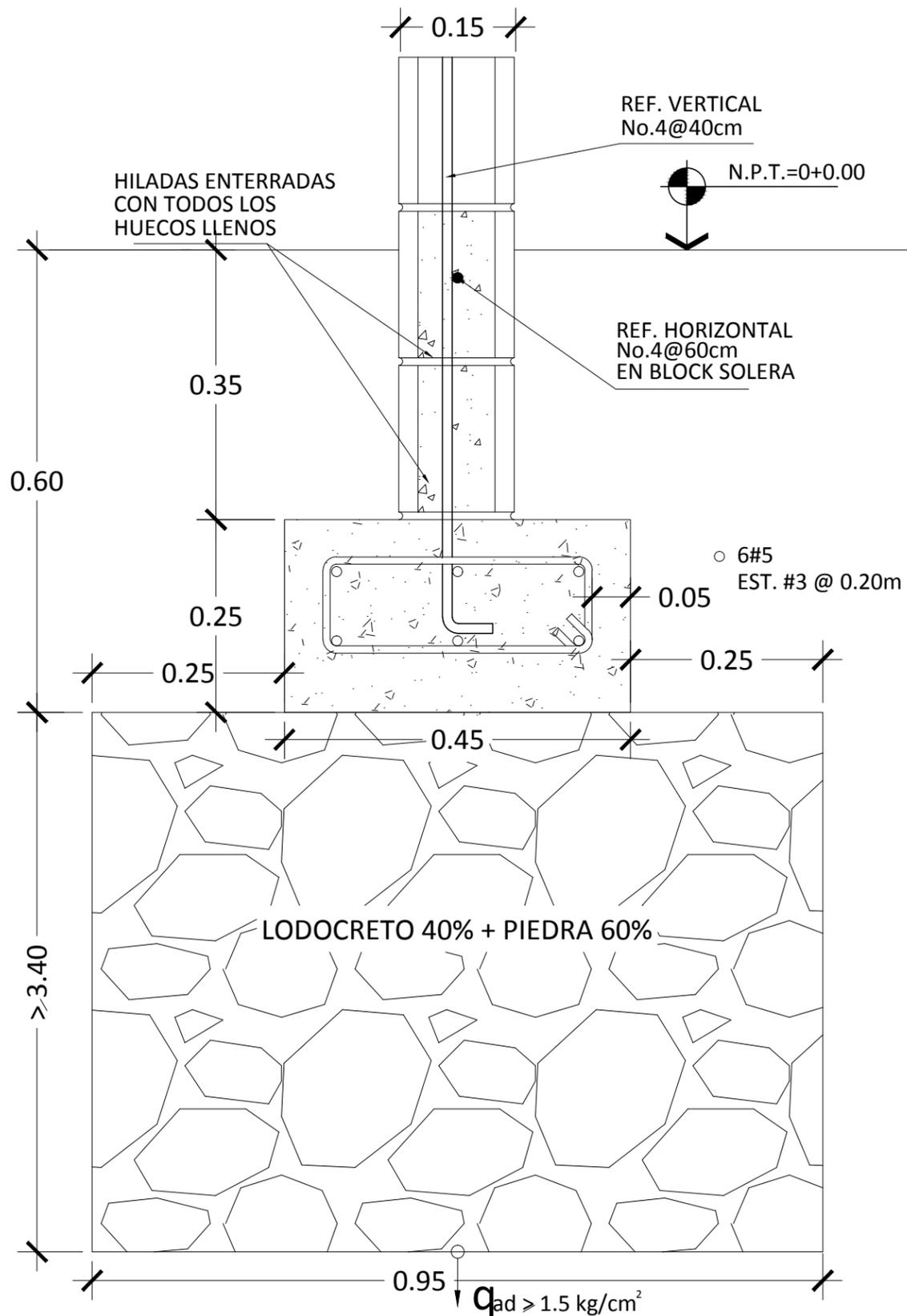
**EDIFICIO**

### MA-10-DETALLES DE SOLERAS DE FUNDACIÓN SF-1 Y SF-2

Plano constructivo donde se detallan las soleras de fundación SF-1 y SF-2. Se muestran las dimensiones de cada solera, su refuerzo longitudinal y transversal. También se presenta la altura de excavación y tipo de material requerido para el mejoramiento del suelo.

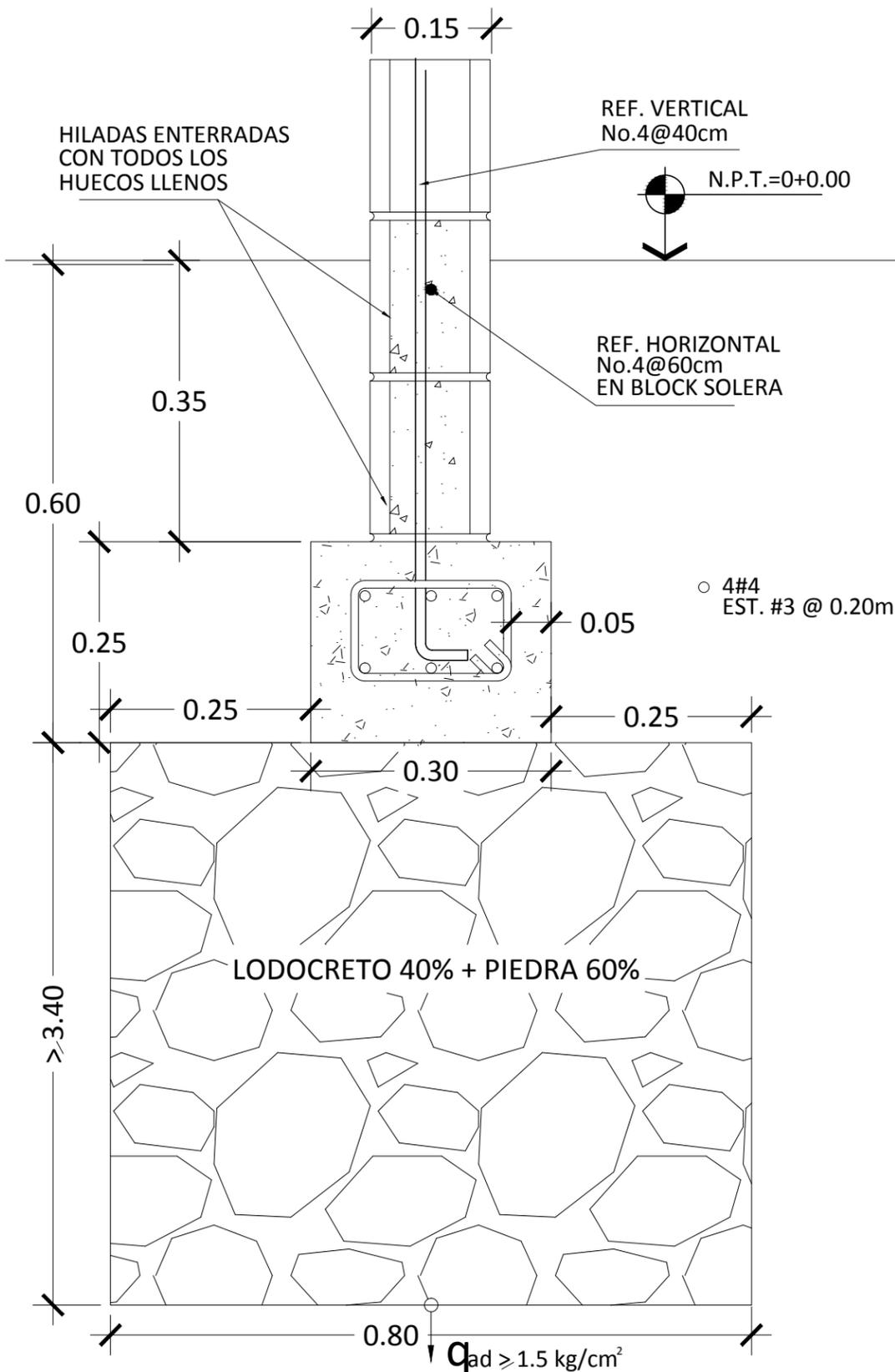
# SOLERA DE FUNDACIÓN SF-1

ESC. 1:7.5



# SOLERA DE FUNDACIÓN SF-2

ESC. 1:7.5



MA-10  
MAMPOSTERÍA

MAMPOSTERÍA  
Contenido: DETALLES DE SOLERAS DE FUNDACIÓN SF-1 Y SF-2

EDIFICIO

### MA-11-DETALLES DE UNIONES Y ELEMENTOS DE UNIÓN

Plano constructivo de conexiones de paredes con la estructura principal.

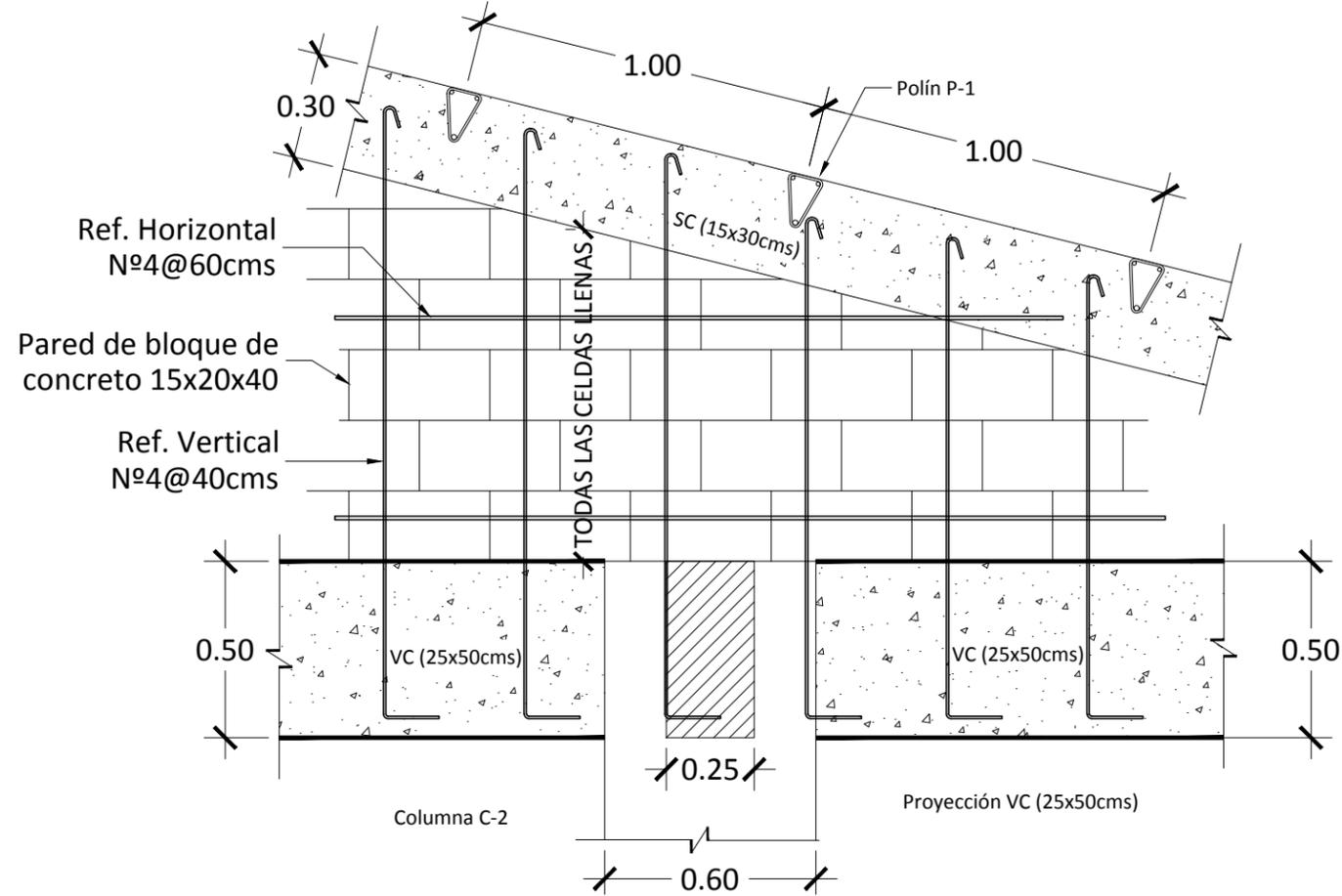
Se muestran los detalles, dimensiones, refuerzo vertical y horizontal de la conexión CX-10, la cual es la que une a la pared con la estructura de techo.

También se presentan los detalles, dimensiones y materiales para las paredes desligadas de la estructura principal (pared-losa, pared-viga, pared-columna).

Para la unión entre viga y pared se coloca un elemento llamado cañuela dentro de la solera de coronamiento, que consiste en un tubo de lámina y que tiene la función de alojar una varilla colocada desde la viga hasta la solera de coronamiento, la cual permite el movimiento controlado de la pared en caso de sismo.

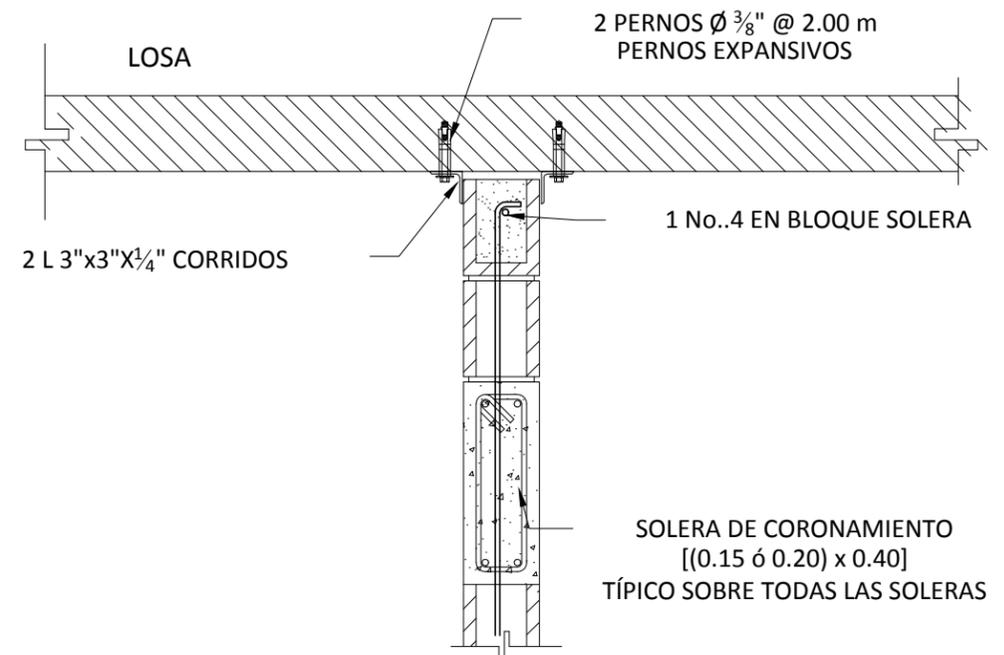
### DETALLE DE CONEXIÓN CX-10

ESC. 1:20

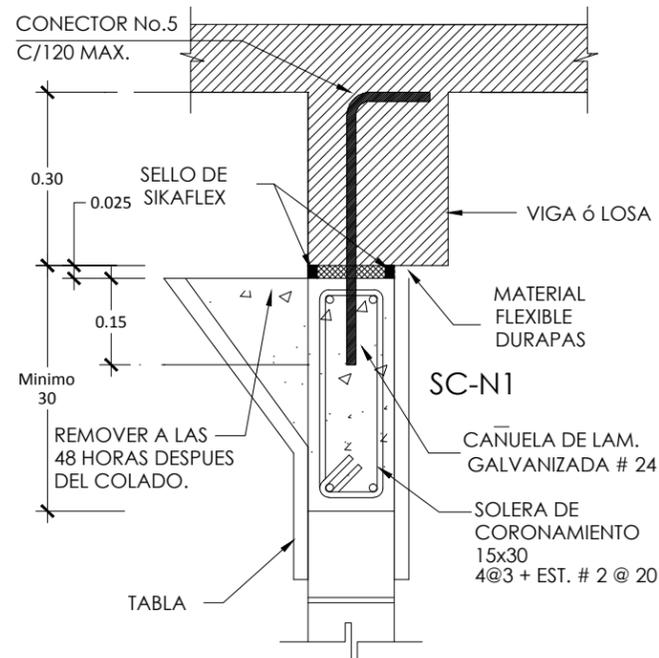


### DETALLE DE PAREDES DESLIGADAS A LOSA

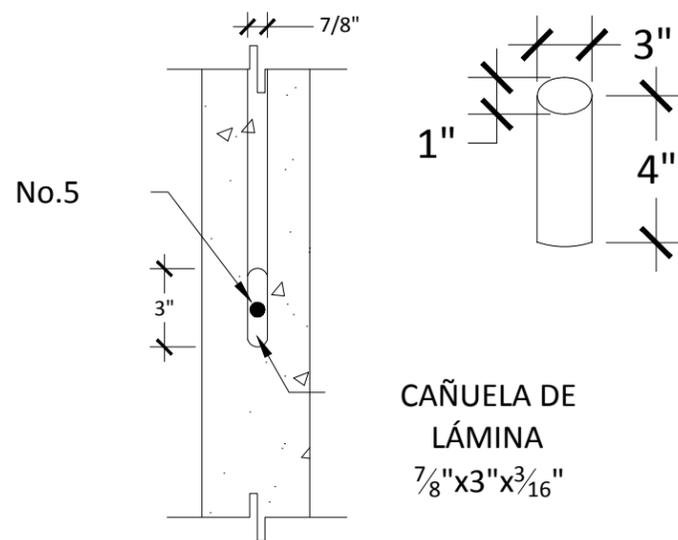
SIN ESCALA



### DETALLE DE PARED DESLIGADA A VIGA INTERNA O DE BORDE SIN ESCALA

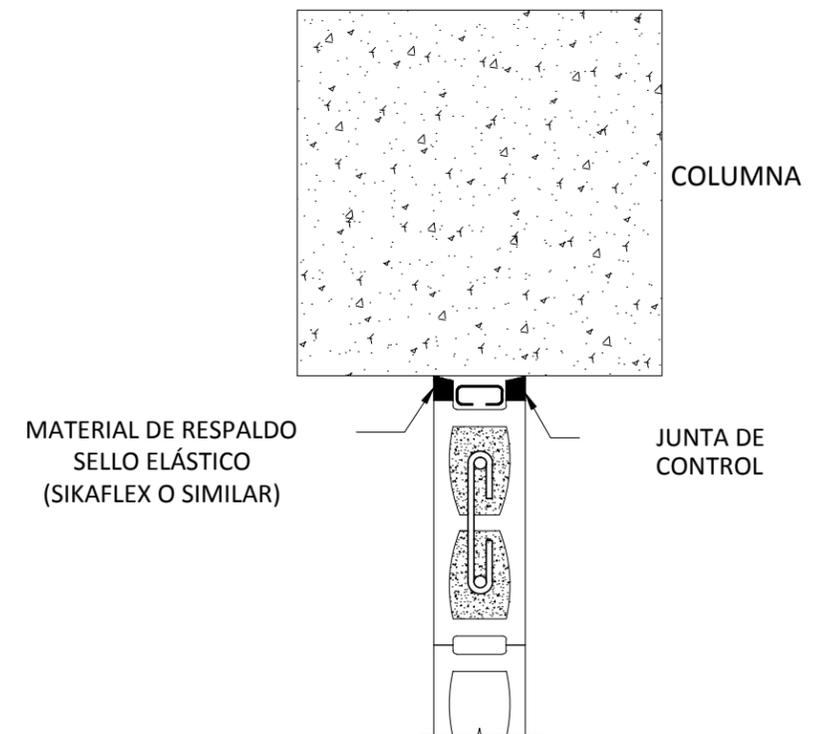


### DETALLE DE CAÑUELA



### DETALLE DE DESLIGUE PARED-COLUMNA

SIN ESCALA



**MA-11**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**  
Contenido: **DETALLES DE UNIONES Y ELEMENTOS DE UNIÓN**

**EDIFICIO**

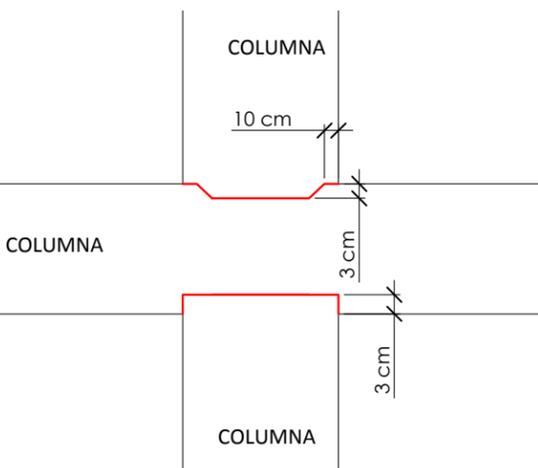
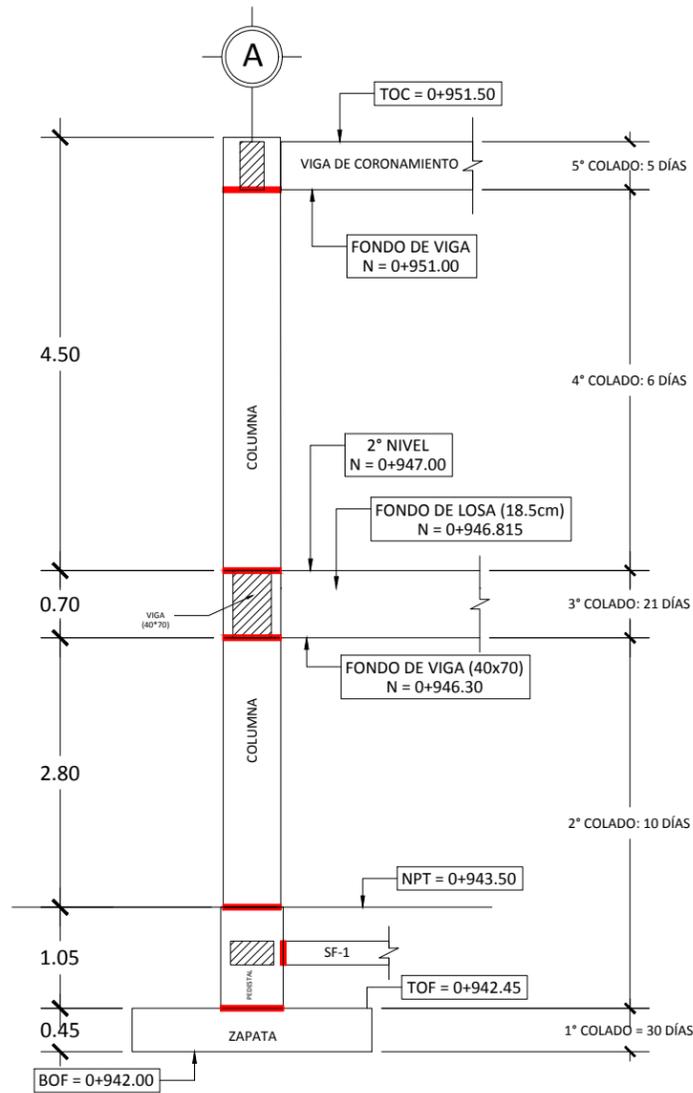
### JC-01-JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN VERTICALES

Plano constructivo de ubicación de juntas de construcción en columnas del edificio.

Muestra tipos, detalles y dimensiones de las juntas.

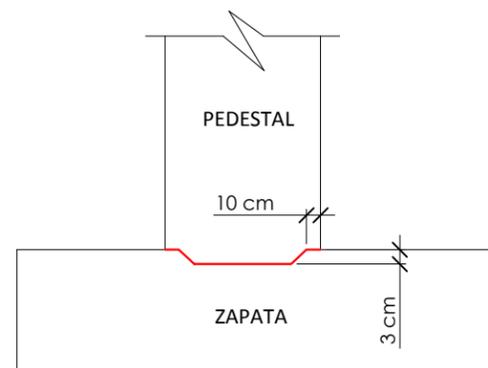
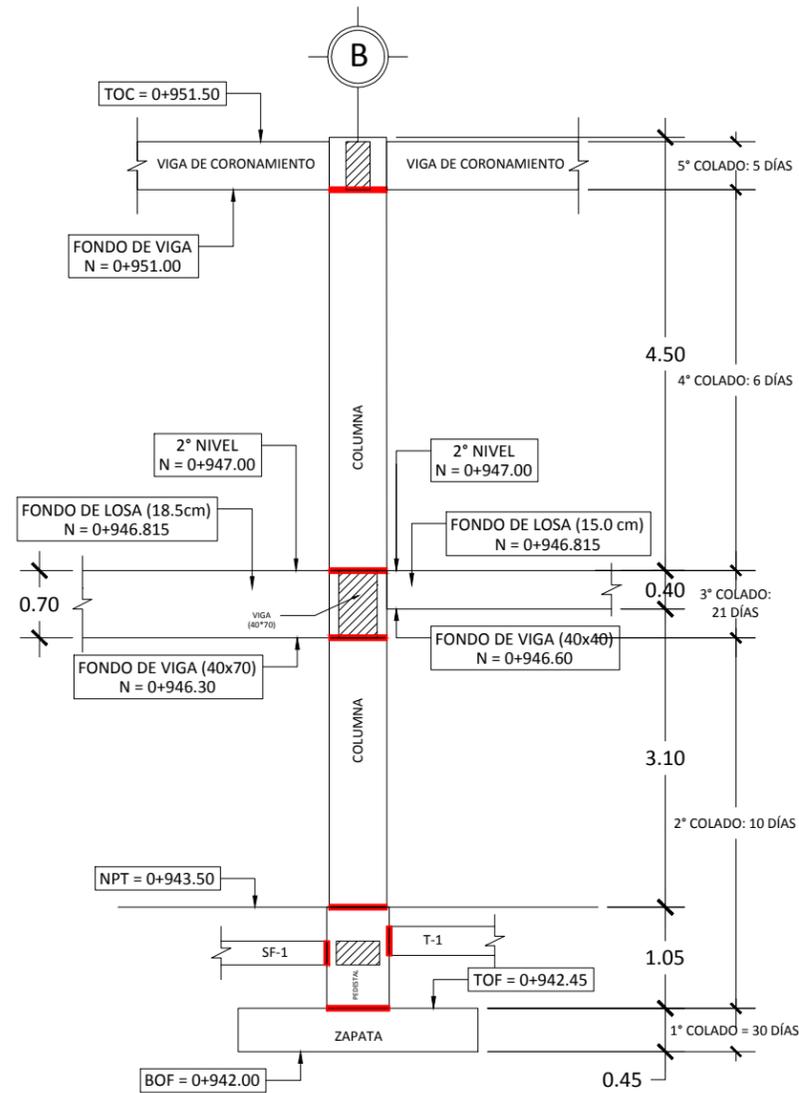
Se presenta el proceso constructivo de las columnas, el cual comprende el detalle del orden y los días requeridos para cada colado, los niveles en coordenadas geodésicas de cada uno de los elementos y los ejes en donde están colocados.

**JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN**  
COLUMNA C-3 ESC.1:75



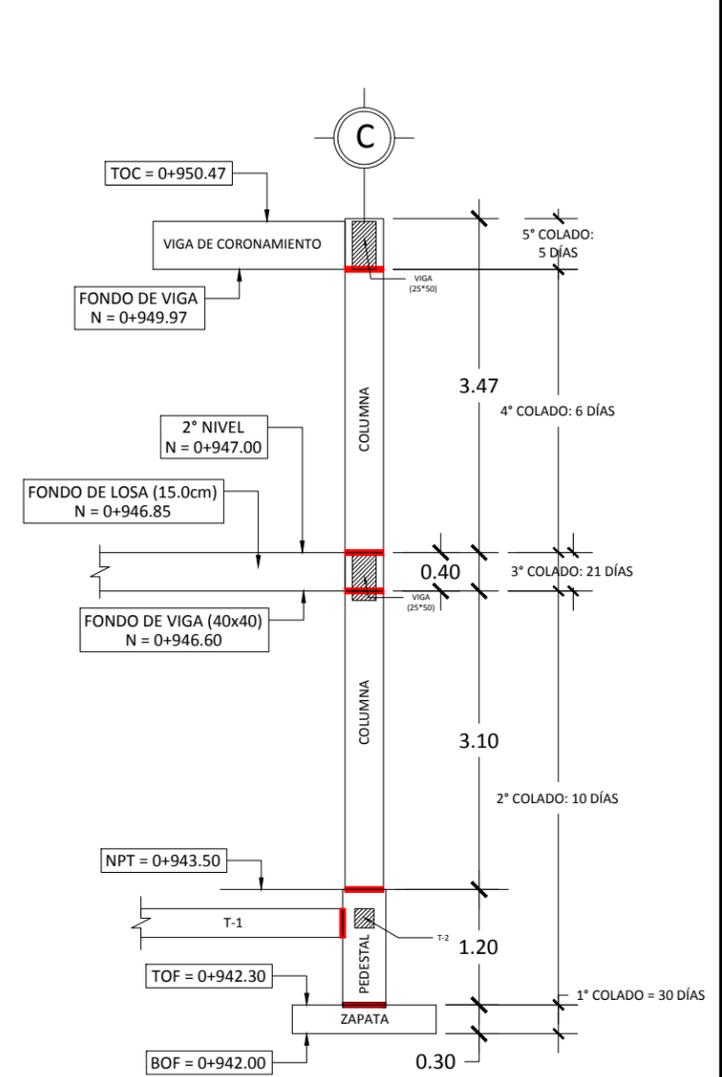
**DETALLE DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN:**  
COLUMNA-VIGA

**JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN**  
COLUMNA C-2 ESC.1:75



**DETALLE DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN:**  
ZAPATA-COLUMNA

**JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN**  
COLUMNA C-1 ESC.1:75



**Notas:**  
BOF: Fondo de llenado (Bottom of Fulling)  
TOF: Top de llenado (Top of Fulling)  
TOC: Top de Concreto (Top of Concret)

**JC-01**  
JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

**DETALLE DE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN**  
Contenido: JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN VERTICALES

**EDIFICIO**

### AR-01a-ZAPATA Z-1 Y COLUMNA C-1

Plano constructivo de acero de refuerzo para zapata Z-1 y columna C-1.

Se muestra la vista en planta de las zapatas y columnas del proyecto, el armado de la zapata Z-1 y la columna C-1.

Se presenta esquemáticamente el desglose de la cantidad y dimensiones de elementos tales como: estribos y acero longitudinal, requeridos para columnas y zapatas.

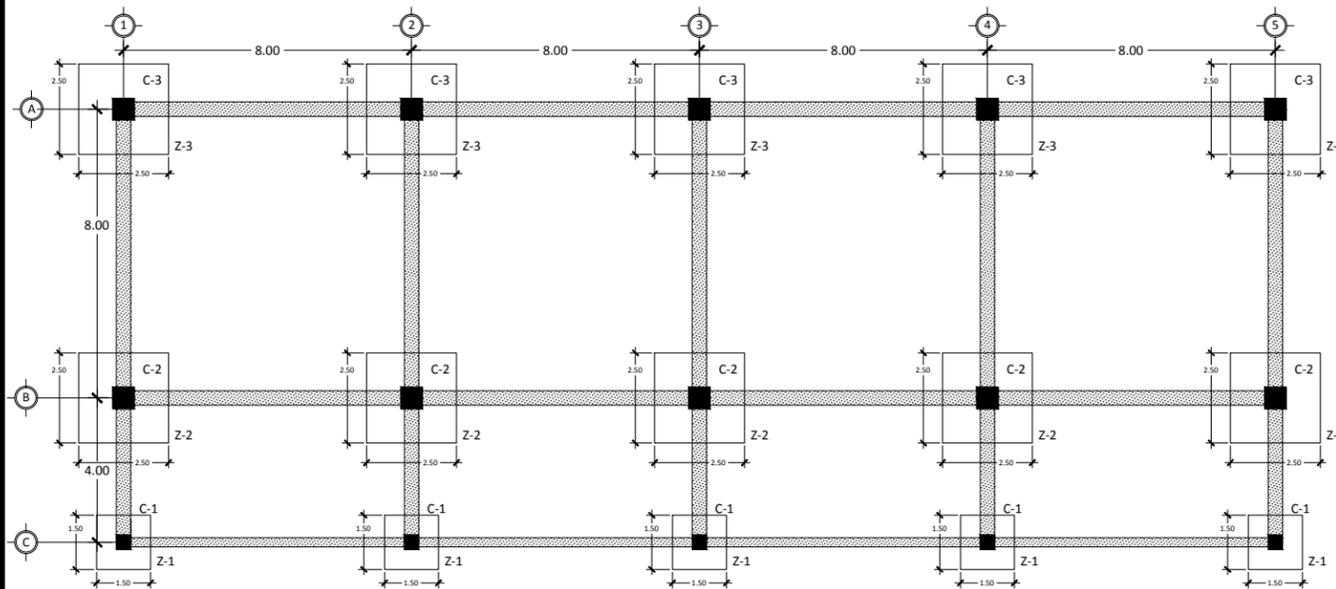
En la tabla anexa se presenta la cantidad total de acero de refuerzo requerido para las 5 zapatas Z-1 y 5 columnas C-1.

# PLANTA DE ZAPATAS Y COLUMNAS

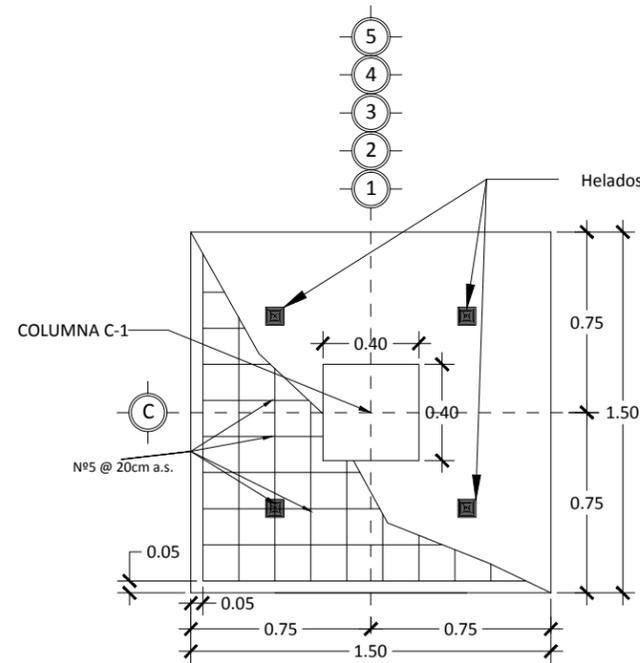
ZAPATAS Z-1 (5 UNIDADES): 1C, 2C, 3C, 4C, 5C

ESC 1:200

COLUMNAS C-1 (5 UNIDADES): 1C, 2C, 3C, 4C, 5C



$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$   
 Grado 60  
 ASTM A-615



**DETALLE DE ARMADO DE ZAPATA Z-1**  
 ESC. 1:30

## VARILLAS DE ZAPATA

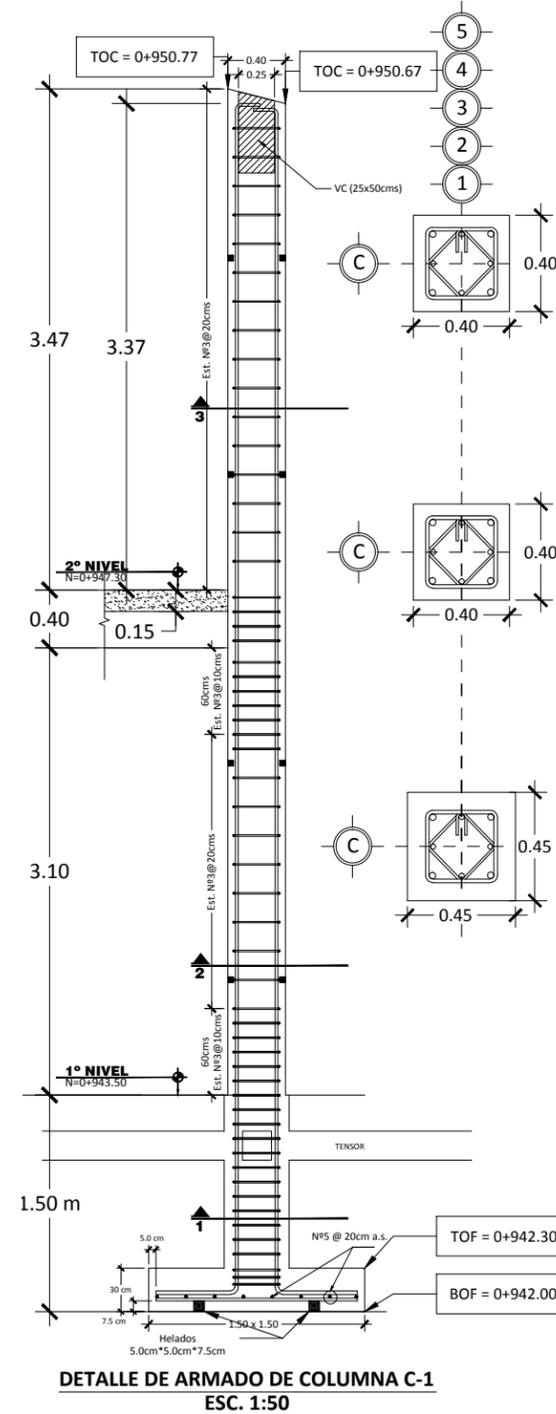


16 No. 5 @ 20 cm  
 (Por zapata)



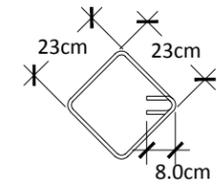
Helados de concreto @ 1.00 m  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
 5.0cm\*5.0cm\*7.5cm  
 4 Unidades (Por zapata)

Alambre de amarre: 62 lbs



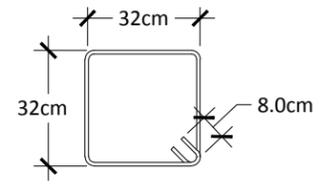
**DETALLE DE ARMADO DE COLUMNA C-1**  
 ESC. 1:50

## VARILLAS DE COLUMNA



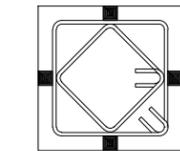
L = 1.10m  
 56 Estribos No.3  
 (Por columna)

○ 8N#6  
 2 EST. N#3 @ 0.20m  
**SECCIÓN 3-3'**  
 COLUMNA C-1 ESC. 1:30



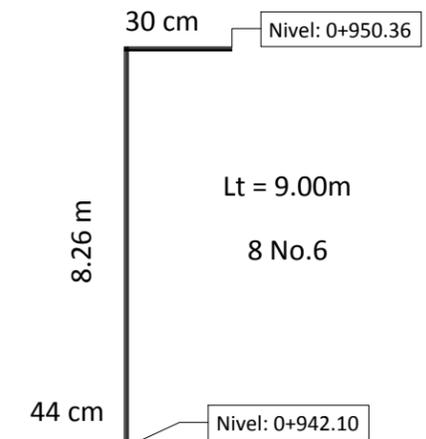
L = 1.45m  
 56 Estribos No.3  
 (Por columna)

○ 8N#6  
 2 EST. N#3 @ 0.10m @ 0.20m  
**SECCIÓN 2-2'**  
 COLUMNA C-1 ESC. 1:30



Helados de concreto @ 1.50 m  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
 4.0cm\*4.0cm\*4.0cm  
 16 Unidades (Por columna)

○ 8N#6  
 2 EST. N#3 @ 0.10m @ 0.20m  
**SECCIÓN 1-1'**  
 COLUMNA C-1 ESC. 1:30



CANTIDAD DE BARRAS					
ZAPATA Z-1 (5 UNIDADES): 1C, 2C, 3C, 4C, 5C					
COLUMNA C-1 (5 UNIDADES): 1C, 2C, 3C, 4C, 5C					
COMPRA			SOBRANTE		
CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)	CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)
2 No.3	6.00 m	0.15	1 No.3 de 0.75m	0.75 m	0.01
46 No.3	9.00 m	5.11	46 No.3 de 0.30m	13.80 m	0.17
25 No.3	12.00 m	3.70	0.00	0.00	0.00
10 No.5	12.00 m	4.11	10 No.5 de 0.80m	8.00 m	0.27
40 No.6	9.00 m	17.74	0.00	0.00	0.00

**AR-DIA**  
 ACERO DE REFUERZO

**ZAPATA Z-1 Y COLUMNA C-1: DETALLE DE REFUERZO**

Contenido: ZAPATA Z-1 Y COLUMNA C-1

**EDIFICIO**

### AR-01b-ZAPATA Z-2 Y COLUMNA C-2

Plano constructivo de acero de refuerzo para zapata Z-2 y columna C-2.

Se muestra la vista en planta de las zapatas y columnas del proyecto, el armado de la zapata Z-2 y la columna C-2.

Se presenta esquemáticamente el desglose de la cantidad y dimensiones de elementos tales como: estribos y acero longitudinal, requeridos para columnas y zapatas.

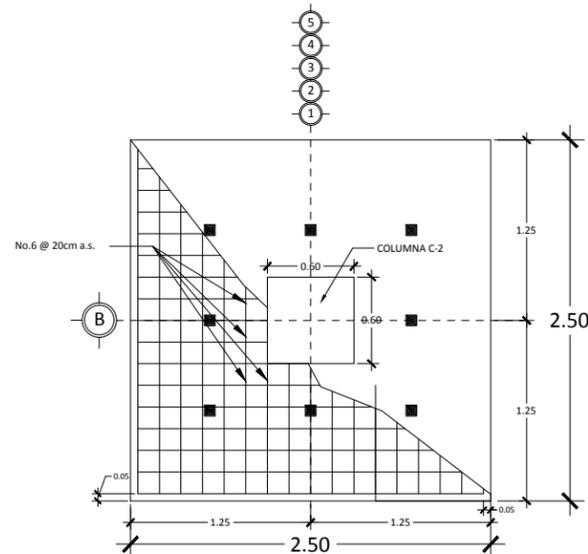
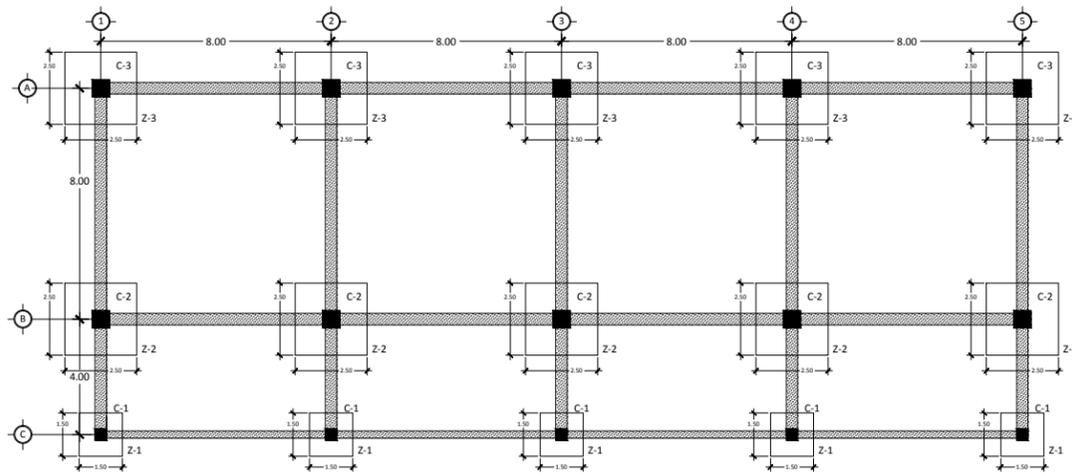
En la tabla anexa se presenta la cantidad total de acero de refuerzo requerido para las 5 zapatas Z-2 y 5 columnas C-2.

# PLANTA DE ZAPATAS Y COLUMNAS

ZAPATAS Z-2 (5 UNIDADES): 1B, 2B, 3B, 4B, 5B

ESC 1:200

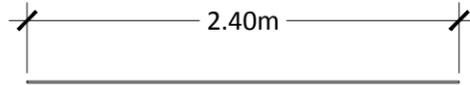
COLUMNAS C-2 (5 UNIDADES): 1B, 2B, 3B, 4B, 5B



DETALLE DE ARMADO DE ZAPATA Z-2  
ESC. 1:50

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$   
Grado 60  
ASTM A-615

## VARILLAS DE ZAPATA

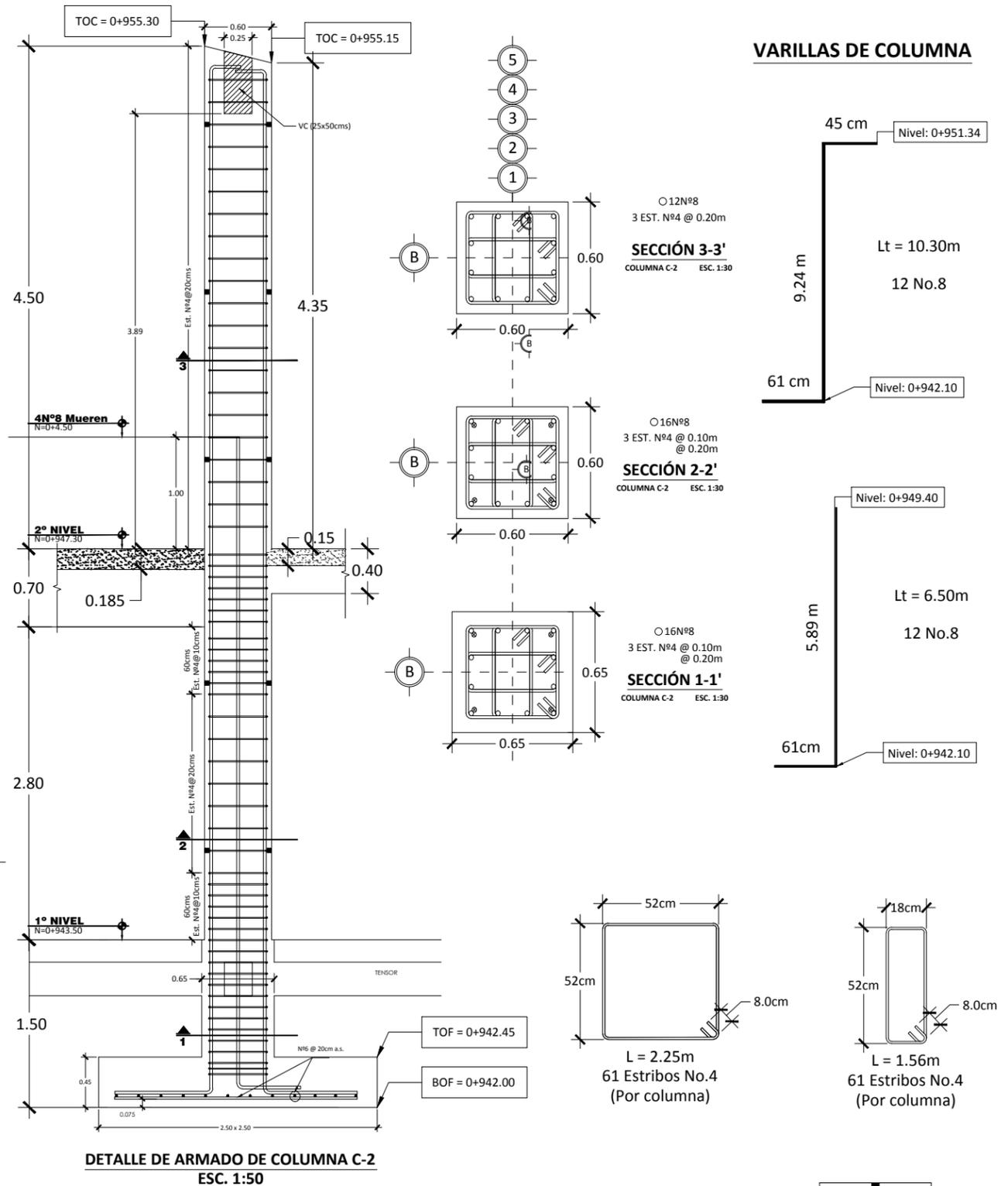


26 No. 6 @ 20 cm  
(Por zapata)



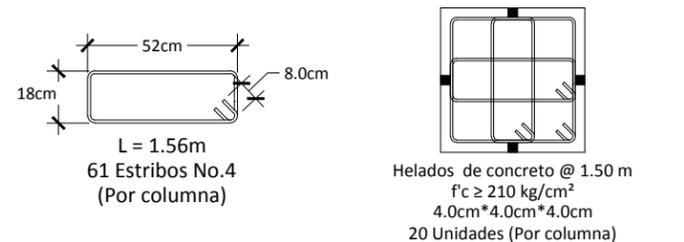
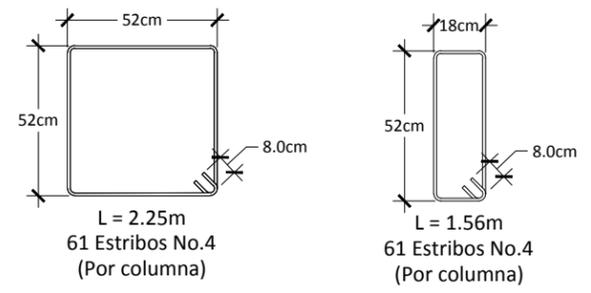
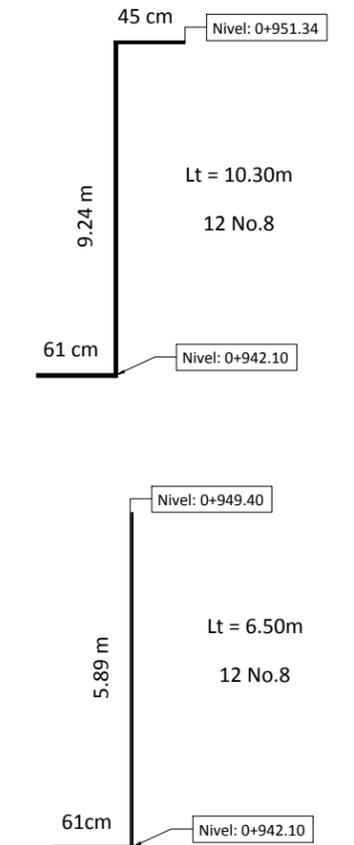
Helados de concreto @ 1.00 m  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
5.0cm\*5.0cm\*7.5cm  
8 Unidades (Por zapata)

Alambre de amarre: 390 lbs



DETALLE DE ARMADO DE COLUMNA C-2  
ESC. 1:50

## VARILLAS DE COLUMNA



CANTIDAD DE BARRAS					
ZAPATA Z-2 (5 UNIDADES): 1B, 2B, 3B, 4B, 5B					
COLUMNA C-2 (5 UNIDADES): 1B, 2B, 3B, 4B, 5B					
COMPRA			SOBRANTE		
CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)	CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)
1 No.4	6.00 m	0.13	1 No.4 de 0.63 m	0.63 m	0.01
76 No.4	9.00 m	14.99	1 No.4 de 2.64 m	2.64 m	0.06
87 No.4	12.00 m	22.88	86 No.4 de 1.08 m	92.88 m	2.04
26 No.6	12.00 m	15.38	0.00 m	0.00 m	0.00
60 No.8	9.00 m	47.31	60 No.8 de 2.50 m	150 m	13.14
60 No.8	12.00 m	63.08	60 No.8 de 1.70 m	102 m	8.94

**AR-01B**  
ACERO DE REFUERZO

**ZAPATA Z-2 Y COLUMNA C-2: DETALLE DE REFUERZO**  
Contenido: ZAPATA Z-2 Y COLUMNA C-2

**EDIFICIO**

### AR01c-ZAPATA Z-3 Y COLUMNA C-3

Plano constructivo de acero de refuerzo para zapata Z-3 y columna C-3.

Se muestra la vista en planta de las zapatas y columnas del proyecto, el armado de la zapata Z-3 y la columna C-3.

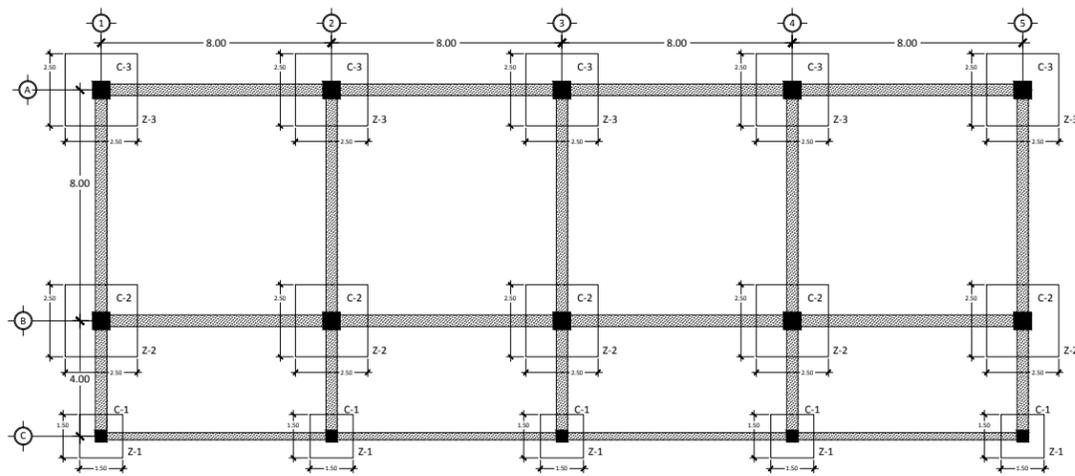
Se presenta esquemáticamente el desglose de la cantidad y dimensiones de elementos tales como: estribos y acero longitudinal, requeridos para columnas y zapatas.

En la tabla anexa se presenta la cantidad total de acero de refuerzo requerido para las 5 zapatas Z-3 y 5 columnas C-3.

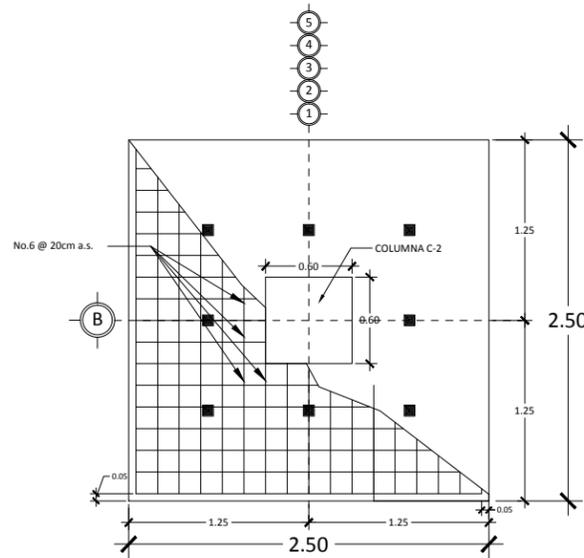
# PLANTA DE ZAPATAS Y COLUMNAS

ZAPATAS Z-3 (5 UNIDADES): 1A, 2A, 3A, 4A, 5A  
 COLUMNAS C-3 (5 UNIDADES): 1A, 2A, 3A, 4A, 5A

ESC 1:200

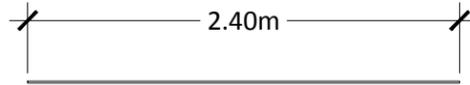


$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$   
 Grado 60  
 ASTM A-615



DETALLE DE ARMADO DE ZAPATA Z-2  
 ESC. 1:50

## VARILLAS DE ZAPATA

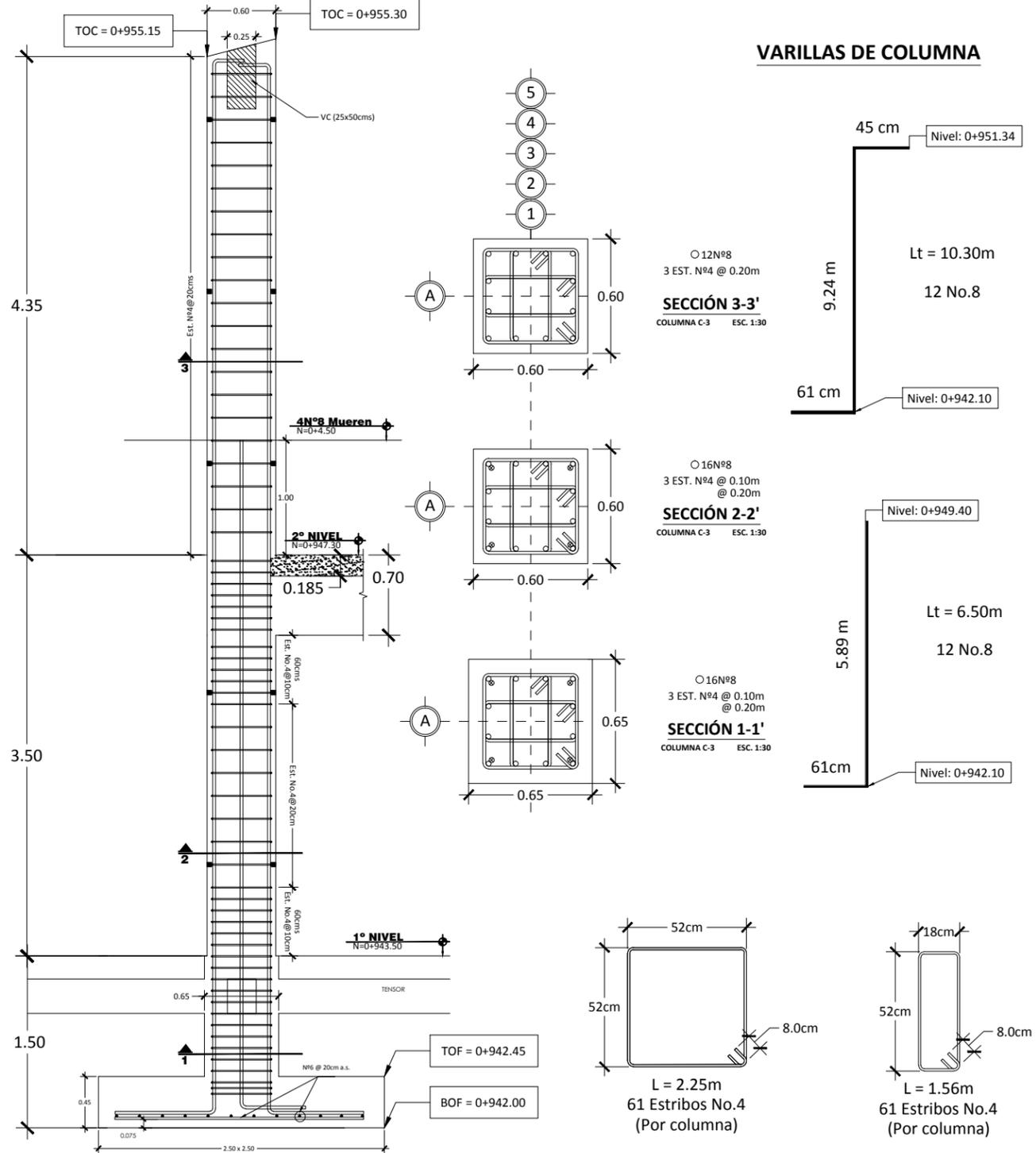


26 No. 6 @ 20 cm  
 (Por zapata)



Helados de concreto @ 1.00 m  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
 5.0cm\*5.0cm\*7.5cm  
 8 Unidades (Por zapata)

Alambre de amarre: 390 lbs



DETALLE DE ARMADO DE COLUMNA C-3  
 ESC. 1:50

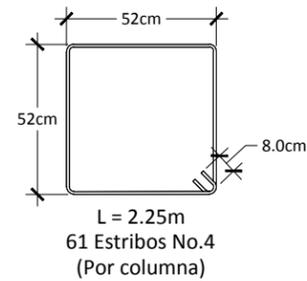
CANTIDAD DE BARRAS					
ZAPATA Z-3 (5 UNIDADES): 1A, 2A, 3A, 4A, 5A					
COLUMNA C-3 (5 UNIDADES): 1A, 2A, 3A, 4A, 5A					
COMPRA			SOBRANTE		
CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)	CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)
1 No.4	6.00 m	0.13	1 No.4 de 0.63 m	0.63 m	0.01
76 No.4	9.00 m	14.99	1 No.4 de 2.64 m	2.64 m	0.06
87 No.4	12.00 m	22.88	86 No.4 de 1.08 m	92.88 m	2.04
26 No.6	12.00 m	15.38	0.00 m	0.00 m	0.00
60 No.8	9.00 m	47.31	60 No.8 de 2.50 m	150 m	13.14
60 No.8	12.00 m	63.08	60 No.8 de 1.70 m	102 m	8.94

## VARILLAS DE COLUMNA

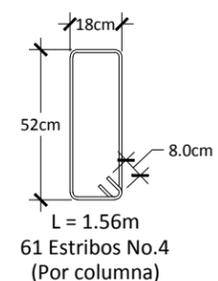
SECCIÓN 3-3'  
 COLUMNA C-3  
 ESC. 1:30

SECCIÓN 2-2'  
 COLUMNA C-3  
 ESC. 1:30

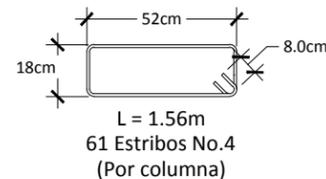
SECCIÓN 1-1'  
 COLUMNA C-3  
 ESC. 1:30



L = 2.25m  
 61 Estribos No.4  
 (Por columna)



L = 1.56m  
 61 Estribos No.4  
 (Por columna)



L = 1.56m  
 61 Estribos No.4  
 (Por columna)

Helados de concreto @ 1.50 m  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
 4.0cm\*4.0cm\*4.0cm  
 20 Unidades (Por columna)

AR-DIC  
 ACERO DE REFUERZO

ZAPATA Z-3 Y COLUMNA C-3: DETALLE DE REFUERZO

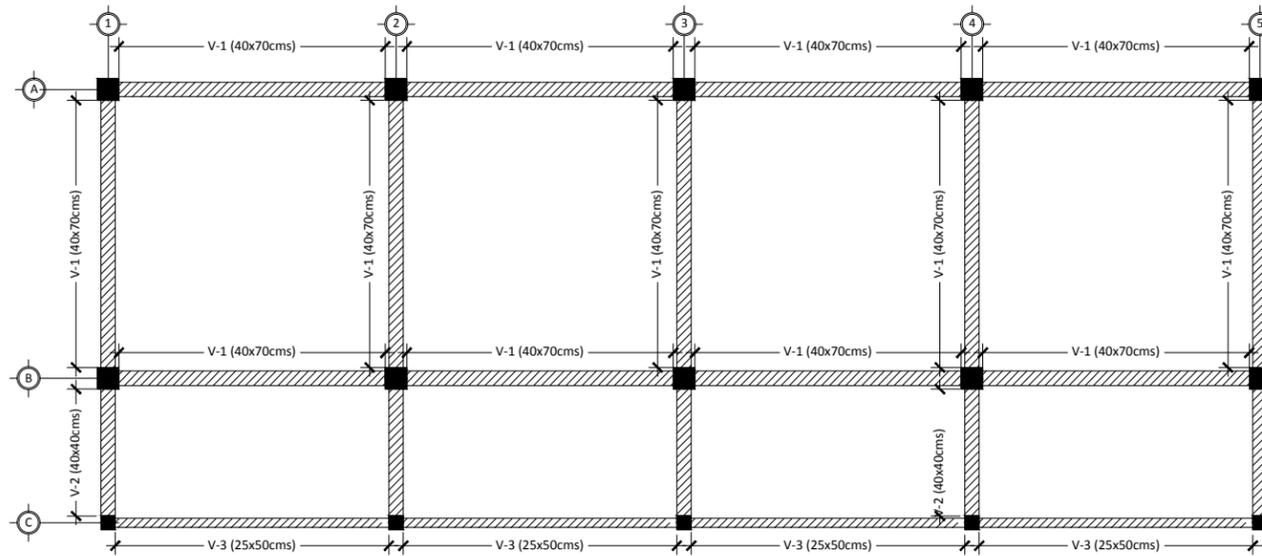
Contenido: ZAPATA Z-3 Y COLUMNA C-3

EDIFICIO

AR-02a-VIGAS: PLANTA Y SECCIÓN

Plano constructivo del acero de refuerzo para las vigas de entrepiso V-1 V-2.

Se presenta la vista en planta y en sección de ambas vigas, sus dimensiones y ejes de ubicación.

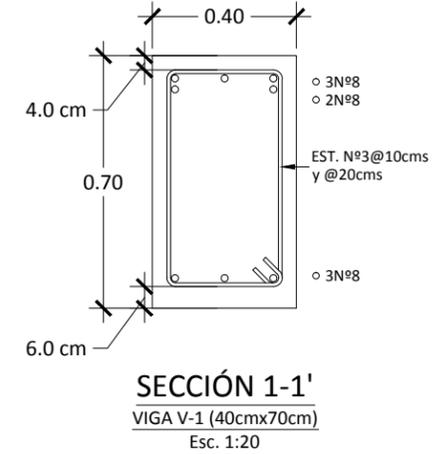
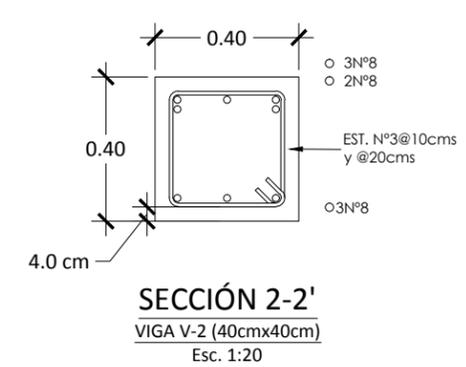


# PLANTA DE ENTREPISO

(0+3.50)

VIGAS

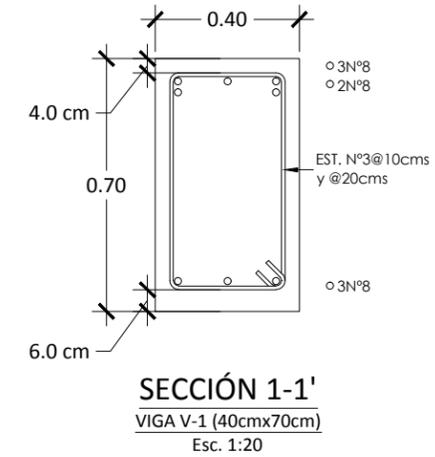
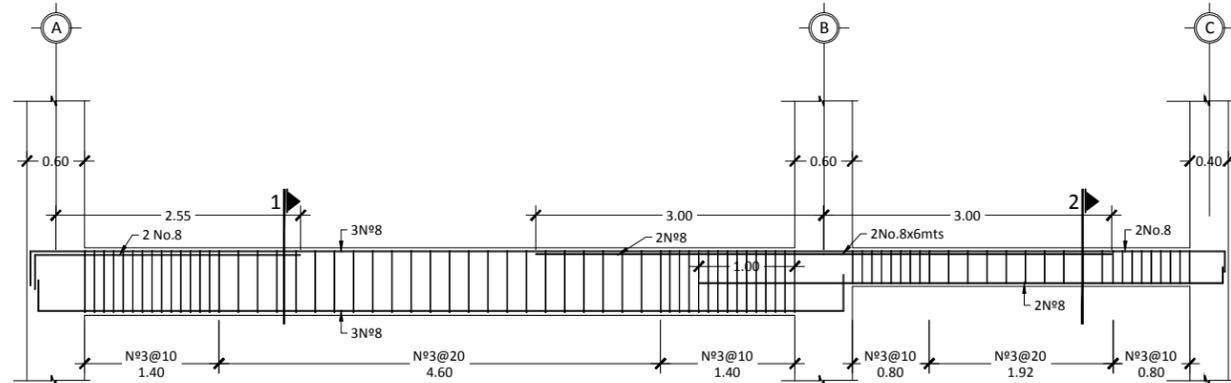
ESC 1:200



SECCIÓN EJES DEL 1 AL 9  
VIGA V-1 (0.40mx0.70m)

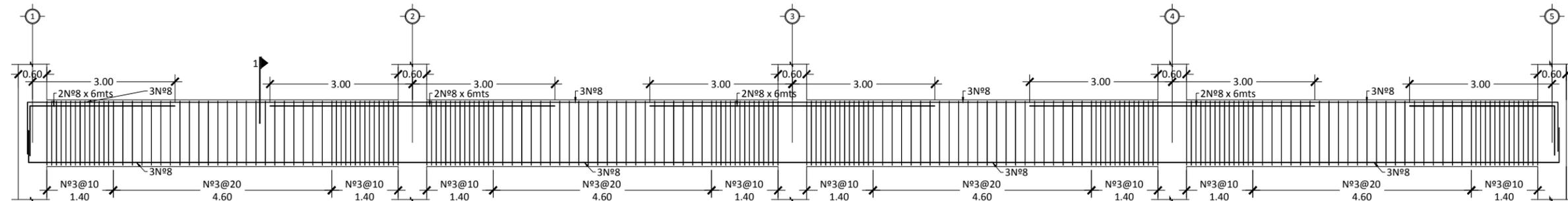
VIGA V-2 (0.40mx0.40m)

ESC 1:75



SECCIÓN EJE A Y B  
VIGA V-1 (0.40mx0.70m)

ESC 1:100



**AR-02a**  
ACERO DE REFUERZO

**VIGAS: DETALLE DE ARMADO**  
Contenido: **VIGAS: PLANTA Y SECCIÓN**

**EDIFICIO**

AR-02b-VIGA V-1 UBICADA EN EJE A Y EJE B

Plano constructivo de acero de refuerzo correspondiente a la viga V-1, ubicada en los ejes A y B.

Se presenta la vista en planta de los lechos inferior y superior, en donde esquematizan las zonas de traslape, zonas de confinamiento, disposición y codificación de cada una de las barras de acero de refuerzo.

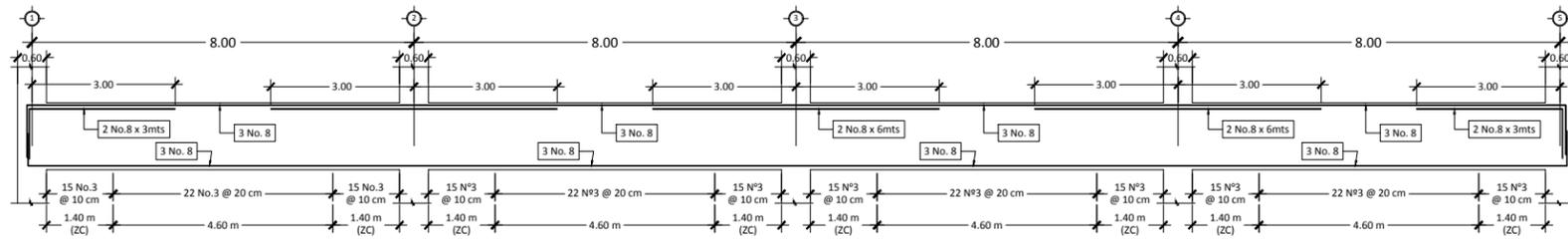
En las tablas anexas se presenta el listado de varillas de los lechos superior e inferior, donde se muestran los códigos, formas, longitudes y cantidad de barras requeridas para ambos lechos. Se presenta también la cantidad de material total y sobrante para dos unidades de viga V-1.

**AR-02b**  
ACERO DE REFUERZO

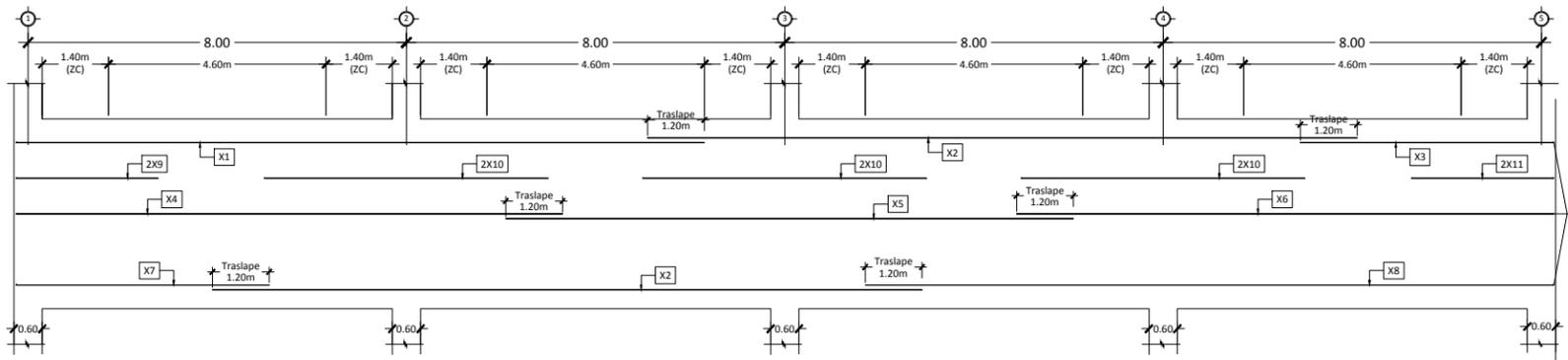
**VIGA V-1: DETALLE DE REFUERZO**  
Contenido: **VIGA V-1 UBICADA EN EJE A Y EJE B**

**EDIFICIO**

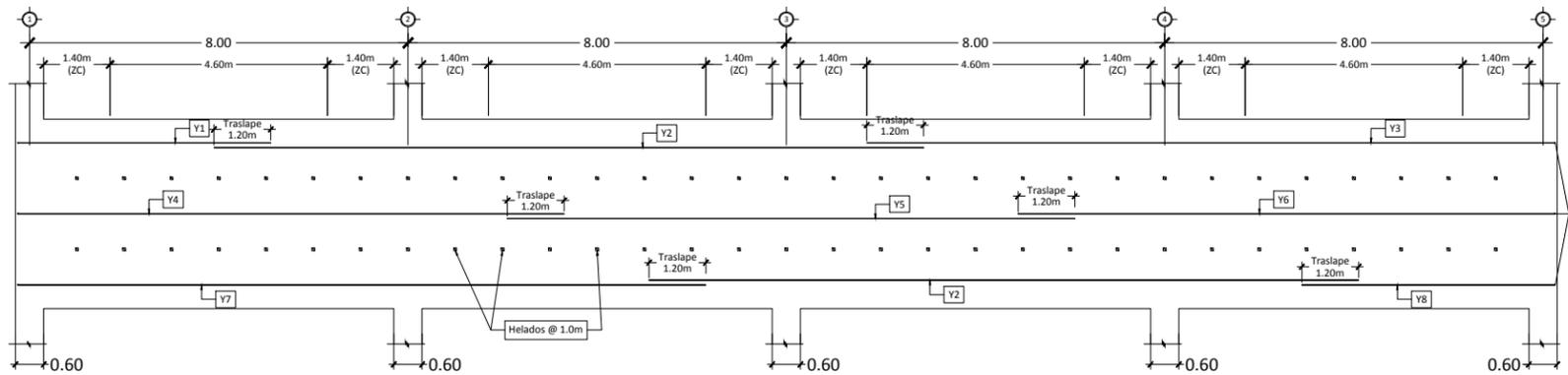
PLANO CONSTRUCTIVO - SECCIÓN EJE A Y B  
VIGA V-1 (0.40mx0.70m) ESC 1:150



LECHO SUPERIOR - SECCIÓN EJE A Y B  
VIGA V-1 (0.40mx0.70m) ESC 1:150



LECHO INFERIOR - SECCIÓN EJE A Y B  
VIGA V-1 (0.40mx0.70m) ESC 1:150



Helados de concreto  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
4.0cm\*4.0cm\*4.0cm  
62 Unidades @ 1.0m

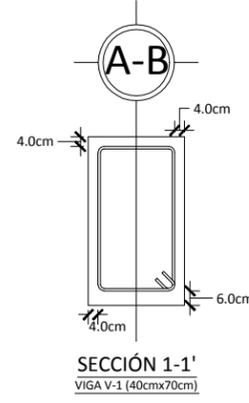


Helados de concreto  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
6.0cm\*6.0cm\*6.0cm  
62 Unidades @ 1.0m

Alambre de amarre: 120 lbs

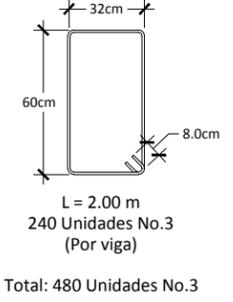
LISTA DE VARILLAS: LECHO SUPERIOR			
CÓDIGO	FORMA DE LA BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD
X1	0.45 14.55	15.00	1 No.8
X2	15.00	15.00	2 No.8
X3	5.35 0.45	5.80	1 No.8
X4	0.45 11.55	12.00	1 No.8
X5	12.00	12.00	1 No.8
X6	11.35 0.45	11.80	1 No.8
X7	0.45 5.35	5.80	1 No.8
X8	14.55 0.45	15.00	1 No.8
X9	0.45 3.00	3.45	2 No.8
X10	6.00	6.00	6 No.8
X11	3.00 0.45	3.45	2 No.8

LISTA DE VARILLAS: LECHO INFERIOR			
CÓDIGO	FORMA DE LA BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD
Y1	0.45 5.35	5.80	1 No.8
Y2	15.00	15.00	2 No.8
Y3	14.55 0.45	15.00	1 No.8
Y4	0.45 11.55	12.00	1 No.8
Y5	12.00	12.00	1 No.8
Y6	11.35 0.45	11.80	1 No.8
Y7	0.45 14.55	15.00	1 No.8
Y8	5.35 0.45	5.80	1 No.8



SECCIÓN 1-1'  
VIGA V-1 (40cmx70cm)

Nivel: 0+350  
 $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
Grado 60  
ASTM A-615



CANTIDAD DE BARRAS VIGA V-1 (2 UNIDADES): EJES A Y EJE B					
COMPRA			SOBRANTE		
CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)	CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)
80 No.3	12.00 m	11.85	0.00 m	0.00 m	0.00
28 No.8	6.00 m	14.72	8 No.8 de 2.55 m	20.40 m	1.79
			8 No.8 de 0.20 m	1.60 m	0.14
12 No.8	12.00 m	12.62	4 No.8 de 0.20 m	0.80 m	0.07
16 No.8	15.00 m	21.03	0.00 m	0.00 m	0.00

AR-02c-VIGA V-1 y V-2 UBICADA EN EJES 1, 2, 3, 4, 5

Plano constructivo de acero de refuerzo correspondiente a la viga V-1 y V-2, ubicada en los ejes 1, 2, 3, 4, 5.

Se presenta la vista en planta de los lechos inferior y superior, en donde esquematizan las zonas de traslape, zonas de confinamiento, disposición y codificación de cada una de las barras de acero de refuerzo.

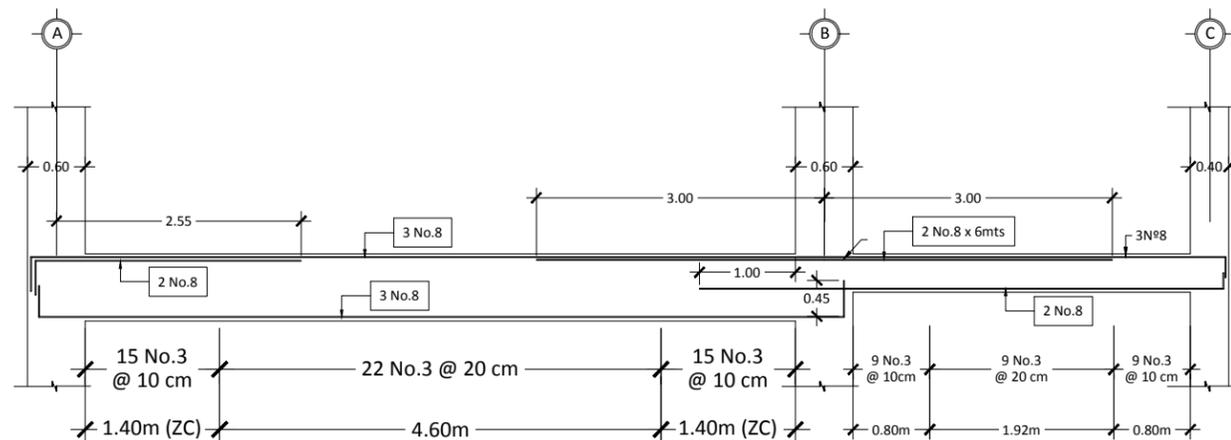
En las tablas anexas se presenta el listado de varillas de los lechos superior e inferior, donde se muestran los códigos, formas, longitudes y cantidad de barras requeridas para ambos lechos. Se presenta también la cantidad de material total y sobrante para dos unidades de viga V-1.

PLANO CONSTRUCTIVO - SECCIÓN EJES DEL 1 AL 5

VIGA V-1 (0.40mx0.70m)

VIGA V-2 (0.40mx0.40m)

ESC 1:75



LISTA DE VARILLAS: LECHO SUPERIOR			
CÓDIGO	FORMA DE LA BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD
X1	0.45 12.42 0.45	13.32	3 No.8
X2	0.45 2.55	3.00	2 No.8
X3	6.00	6.00	2 No.8

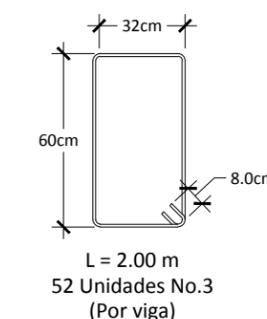
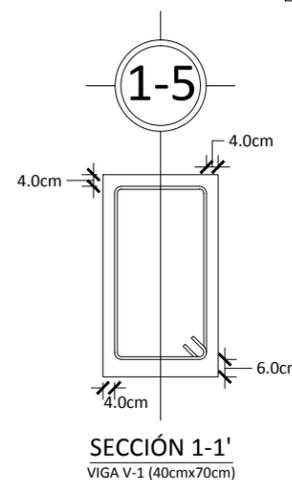
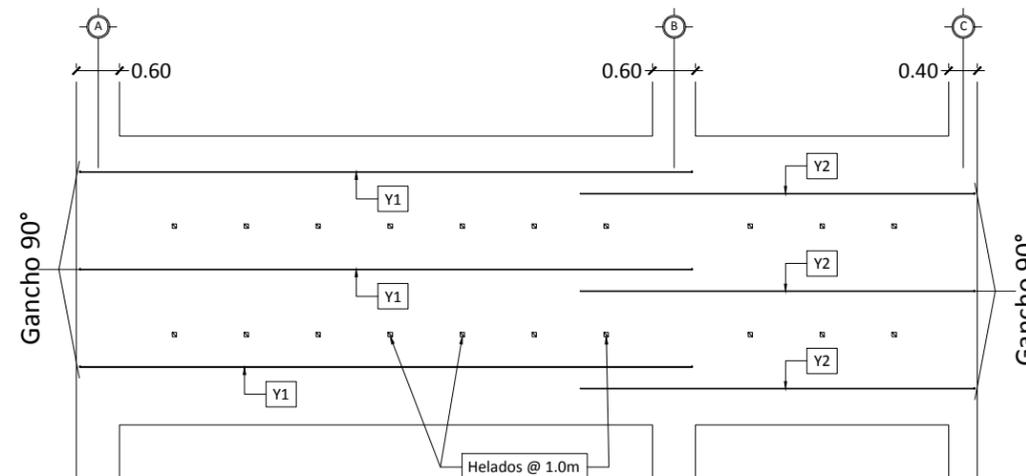
LISTA DE VARILLAS: LECHO INFERIOR			
CÓDIGO	FORMA DE LA BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD
Y1	0.45 8.50 0.45	9.40	3 No.8
Y2	5.47 0.45	5.92	3 No.8

LECHO INFERIOR - SECCIÓN EJES DEL 1 AL 5

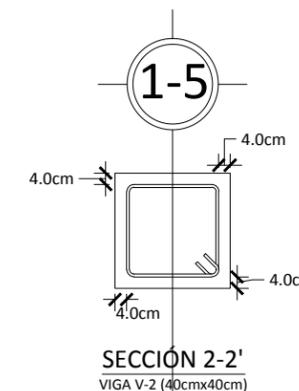
VIGA V-1 (0.40mx0.70m)

VIGA V-2 (0.40mx0.40m)

ESC 1:100



Total: 260 Unidades No.3



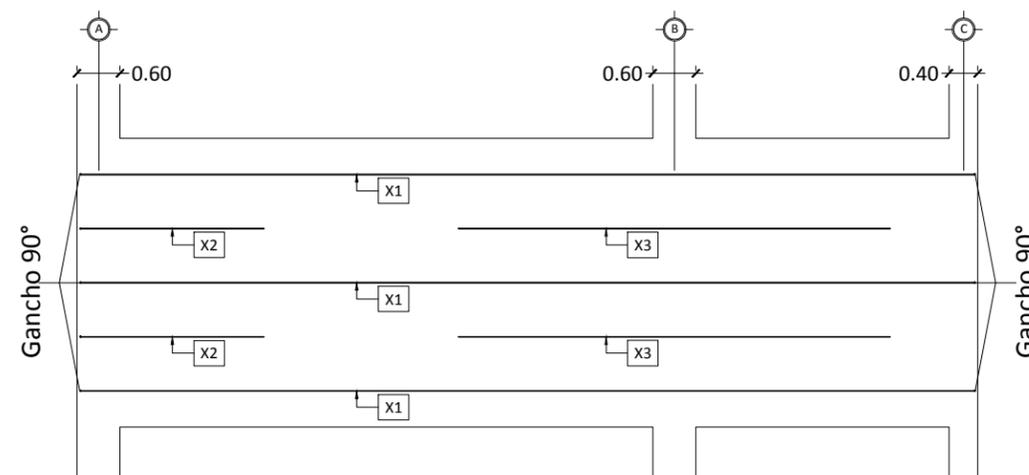
Total: 135 Unidades No.3

LECHO SUPERIOR - SECCIÓN EJES DEL 1 AL 5

VIGA V-1 (0.40mx0.70m)

VIGA V-2 (0.40mx0.40m)

ESC 1:100



Nivel: 0+350  
 $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
 Grado 60  
 ASTM A-615

Alambre de amarre: 120 lbs

Helados de concreto  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
 4.0cm\*4.0cm\*4.0cm  
 26 Unidades @ 1.0m  
 (Por viga)

Helados de concreto  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
 6.0cm\*6.0cm\*6.0cm  
 14 Unidades @ 1.0m  
 (Por viga)

CANTIDAD DE BARRAS VIGA V-1 A VIGA V-2: EJES 1, 2, 3, 4 Y 5					
COMPRA			SOBRANTE		
CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)	CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)
1 No.3	6.00 m	0.07	1 No.3 de 2.00 m	2.00m	0.02
60 No.3	12.00 m	8.89	17 No.3 de 0.40 m	6.80 m	0.08
30 No.8	6.00 m	15.77	0.00 m	0.00 m	0.00
15 No.8	12.00 m	15.77	15 No.8 de 2.60 m	39.00 m	3.42
15 No.8	15.00 m	19.71	15 No.8 de 1.68 m	25.20 m	2.21

AR-02G  
ACERO DE REFUERZO

VIGA V-1 Y V-2: DETALLE DE REFUERZO  
 Contenido: VIGA V-1 y V-2 UBICADA EN EJES 1, 2, 3, 4, 5

EDIFICIO

AR-03a-LOSA DENSA: VISTA DE PLANTA Y SECCIÓN

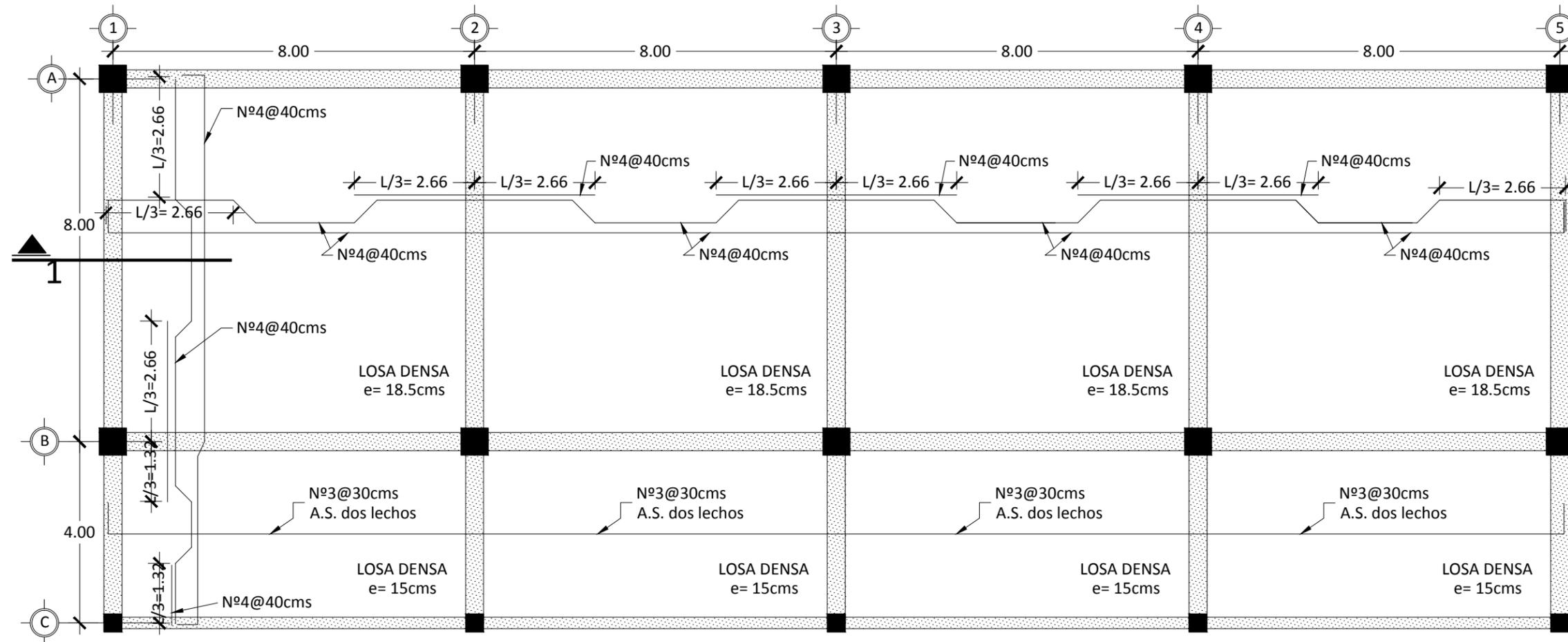
Plano constructivo de acero de refuerzo correspondiente a la losa densa..

Se presenta la vista en planta y en sección del elemento, sus dimensiones, distribución de acero de refuerzo y ejes de ubicación.

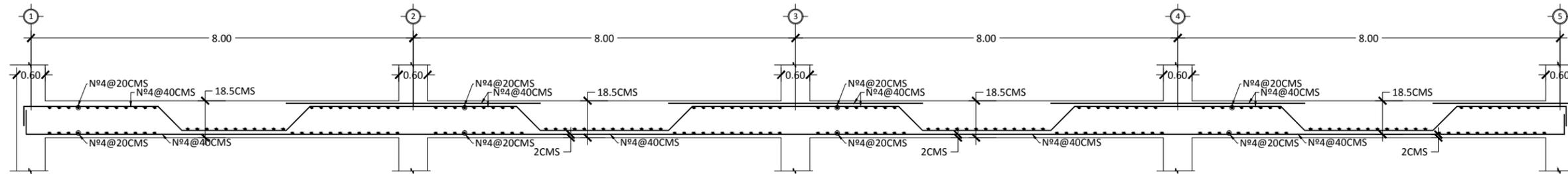
PLANTA DE ENTREPISO (0+3.50)

LOSA DENSA

ESC 1:110



SECCIÓN 1-1': LOSA DENSA  
 ESPESOR: 18.5 CM ESC.1:100



AR-03a  
 ACERO DE REFUERZO

LOSA DENSA: DETALLE DE ARMADO  
 Contenido: VISTA DE PLANTA Y SECCIÓN

EDIFICIO

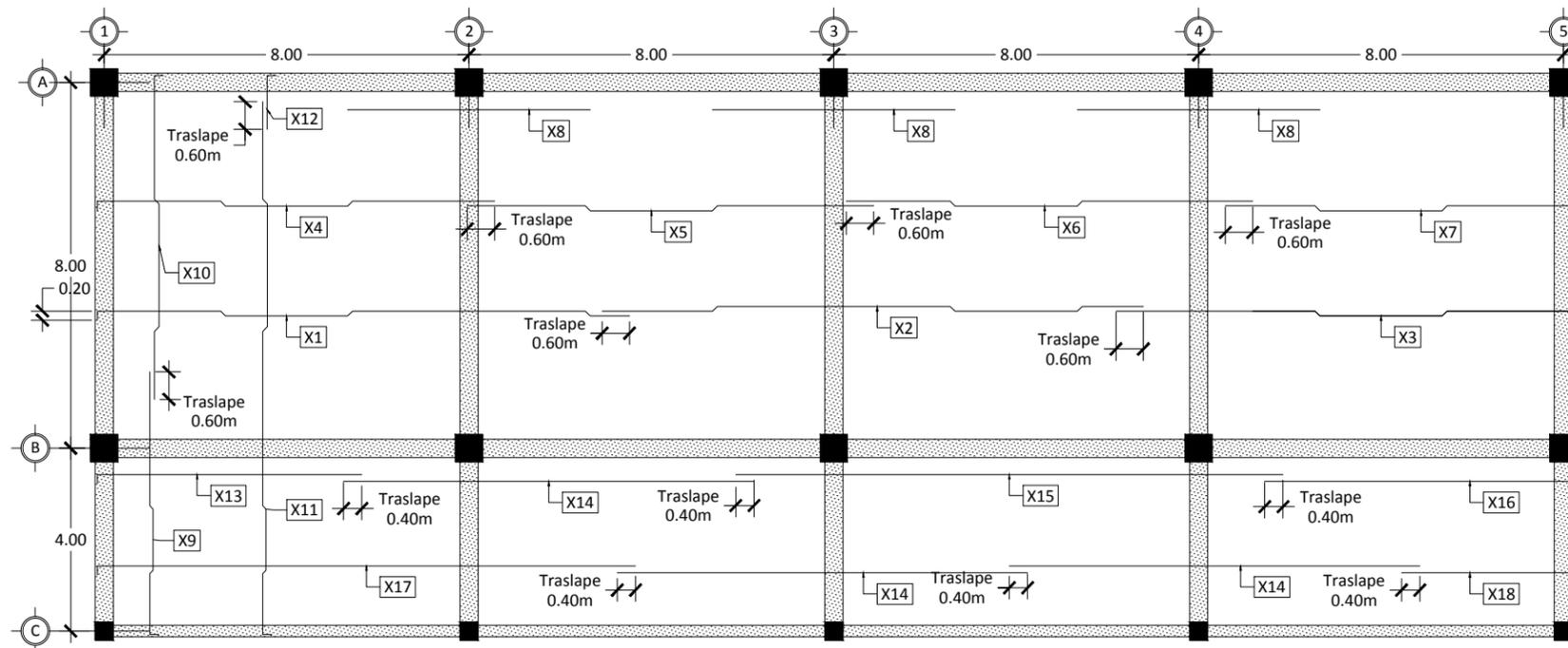
### AR-03b-REFUERZO DE LECHO SUPERIOR

Plano constructivo de acero de refuerzo correspondiente a la losa densa.

Se presenta la vista en planta del lecho superior, en donde esquematizan las zonas de traslape, disposición y codificación de cada una de las barras de acero de refuerzo.

En las tablas anexas se presenta el listado de varillas del lecho superior, donde se muestran los códigos, formas, longitudes y cantidad de barras requeridas. Se presenta también la cantidad de material total y sobrante para el lecho superior de la losa densa.

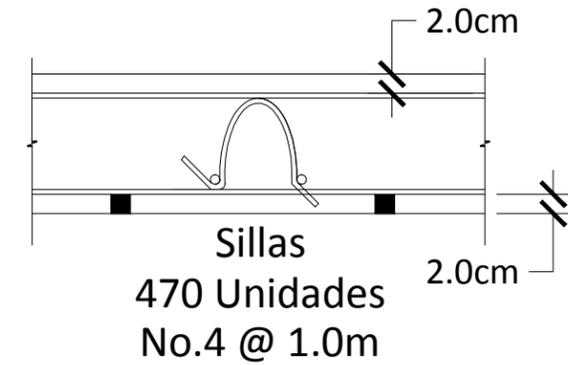
DETALLE DE REFUERZO - LECHO SUPERIOR  
LOSA DENSA ESC. 1:150



Nivel: 0+350  
f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>  
fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup>  
Grado 60  
ASTM A615

Nota: Longitudes de Traslape

Losa de 18.5cm = 0.60m  
Losa de 15.0cm = 0.40m



LISTA DE VARILLAS: LECHO SUPERIOR (LOSA 18.5cm)											
CÓDIGO	FORMA DE LA BARRA	A	B	C	D	E	F	G	H	LONGITUD (m)	CANTIDAD
X1		0.20	2.70	0.15	2.68	5.11	0.86	-	-	12.00	9 No.4 @ 80 cm
X2		2.42	0.15	5.11	2.68	1.34	-	-	-	12.00	9 No.4 @ 80 cm
X3		4.37	0.15	2.68	2.70	0.20	-	-	-	10.25	9 No.4 @ 80 cm
X4		0.20	2.70	0.15	2.68	3.12	-	-	-	9.00	9 No.4 @ 80 cm
X5		2.59	0.15	2.68	3.43	-	-	-	-	9.00	9 No.4 @ 80 cm
X6		2.28	0.15	2.68	3.74	-	-	-	-	9.00	9 No.4 @ 80 cm
X7		1.97	0.15	2.68	2.70	0.20	-	-	-	7.85	9 No.4 @ 80 cm
X8		-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	54 No.4 @ 40 cm
X9		0.20	1.33	0.10	1.34	2.93	-	-	-	6.00	36 No.4 @ 80 cm
X10		1.52	0.15	2.68	2.70	0.20	-	-	-	7.40	36 No.4 @ 80 cm
X11		0.20	1.33	0.10	1.34	3.81	0.15	2.68	2.14	12.00	36 No.4 @ 80 cm
X12		1.20	0.20	-	-	-	-	-	-	1.40	36 No.4 @ 80 cm

LISTA DE VARILLAS: LECHO SUPERIOR (LOSA 15.0cm)			
CÓDIGO	FORMA DE LA BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD
X13		6.00	6 No.3 @ 60 cm
X14		9.00	18 No.3 @ 30 cm
X15		12.00	6 No.3 @ 60 cm
X16		6.90	6 No.3 @ 60 cm
X17		12.00	6 No.3 @ 60 cm
X18		3.90	6 No.3 @ 60 cm

CANTIDAD DE BARRAS LOSA DENSA: LECHO SUPERIOR					
COMPRA			SOBRANTE		
CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)	CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)
6 No.3	6.00 m	0.44	0.00 m	0.00 m	0.00
63 No.3	9.00 m	7.00	0.00 m	0.00 m	0.00
18 No.3	12.00 m	2.67	6 No.3 de 1.90 m	11.40 m	0.07
90 No.4	6.00 m	11.84	0.00 m	0.00 m	0.00
72 No.4	9.00 m	14.20	9 No.4 de 1.15 m	10.35 m	0.23
			36 No.4 de 0.20 m	7.20 m	0.16
63 No.4	12.00 m	16.57	9 No.4 de 1.75 m	15.75 m	0.35

Alambre de amarre: 105 lbs

AR-03b  
ACERO DE REFUERZO

LOSA DENSA: DETALLE DE REFUERZO  
Contenido: REFUERZO DE LECHO SUPERIOR

EDIFICIO

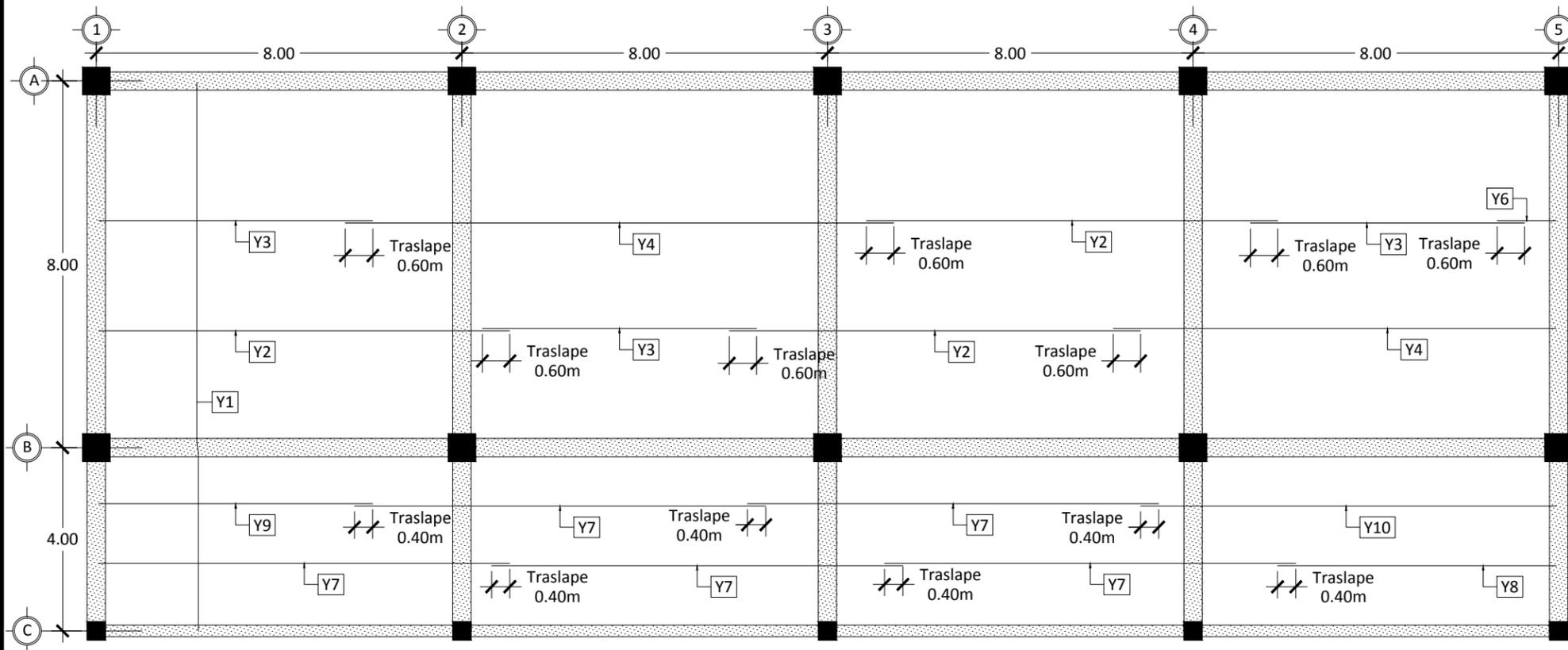
### AR-03c-REFUERZO DE LECHO INFERIOR

Plano constructivo de acero de refuerzo correspondiente a la losa densa.

Se presenta la vista en planta del lecho inferior, en donde esquematizan las zonas de traslape, disposición y codificación de cada una de las barras de acero de refuerzo.

En las tablas anexas se presenta el listado de varillas del lecho inferior, donde se muestran los códigos, formas, longitudes y cantidad de barras requeridas. Se presenta también la cantidad de material total y sobrante para el lecho inferior de la losa densa.

**DETALLE DE REFUERZO - LECHO INFERIOR  
LOSA DENSA**  
ESC. 1:125



Nivel: 0+350  
 $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
 Grado 60  
 ASTM A615

Helados de concreto  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
 2.0cm\*2.0cm\*2.0cm  
 470 Unidades @ 1.0m

Nota: Longitudes de Traslape

Losa de 18.5cm = 0.60m

Losa de 15.0cm = 0.40m

LISTA DE VARILLAS: LECHO INFERIOR (LOSA 18.5CM Y 15.0CM)

CÓDIGO	FORMA DE LA BARRA	A	B	C	LONGITUD (m)	CANTIDAD
Y1		3.93	0.20	7.87	12.00	72 No.4 @ 40 cm
Y2		-	-	-	9.00	27 No.4 @ 40 cm
Y3		-	-	-	6.00	27 No.4 @ 40 cm
Y4		-	-	-	9.70	9 No.4 @ 80 cm
Y5		-	-	-	12.00	9 No.4 @ 80 cm
Y6		-	-	-	1.30	9 No.4 @ 80 cm
Y7		-	-	-	9.00	30 No.3 @ 30 cm
Y8		-	-	-	6.10	6 No.3 @ 60 cm
Y9		-	-	-	6.00	6 No.3 @ 60 cm
Y10		-	-	-	9.10	6 No.3 @ 60 cm

CANTIDAD DE BARRAS

COMPRA		SOBRANTE			
CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)	CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)
6 No.3	6.00 m	0.44	0.00 m	0.00 m	0.00
36 No.3	9.00 m	4.00	6 No.3 de 2.90 m	17.40 m	0.21
6 No.3	12.00 m	0.89	6 No.3 de 2.90 m	17.40 m	0.21
27 No.4	6.00 m	3.55	0.00 m	0.00 m	0.00
27 No.4	9.00 m	5.33	0.00 m	0.00 m	0.00
90 No.4	12.00 m	23.67	9 No.4 de 1.00 m	9.00 m	0.20

Alambre de amarre: 76 lbs

**AR-03C**  
ACERO DE REFUERZO

**LOSA DENSA: DETALLE DE REFUERZO**  
Contenido: REFUERZO DE LECHO INFERIOR

**EDIFICIO**

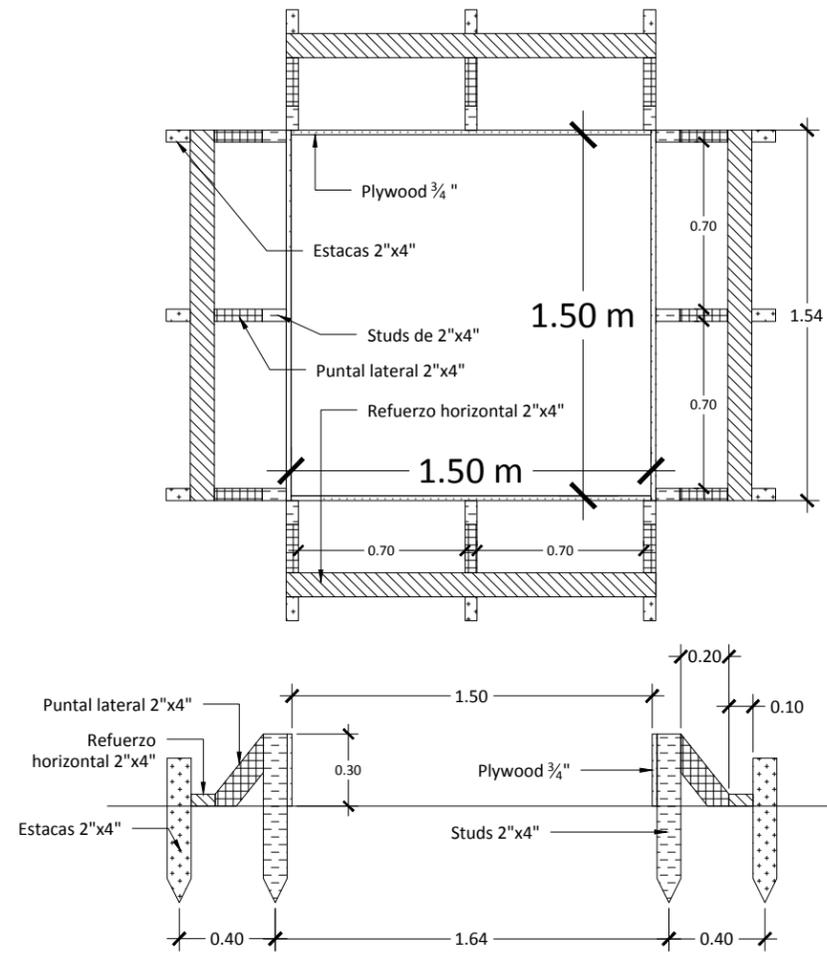
EN-01-ZAPATAS Z-1, Z-2 Y Z-3

Plano constructivo de encofrados correspondientes a zapatas Z-1, Z-2, Z-3.

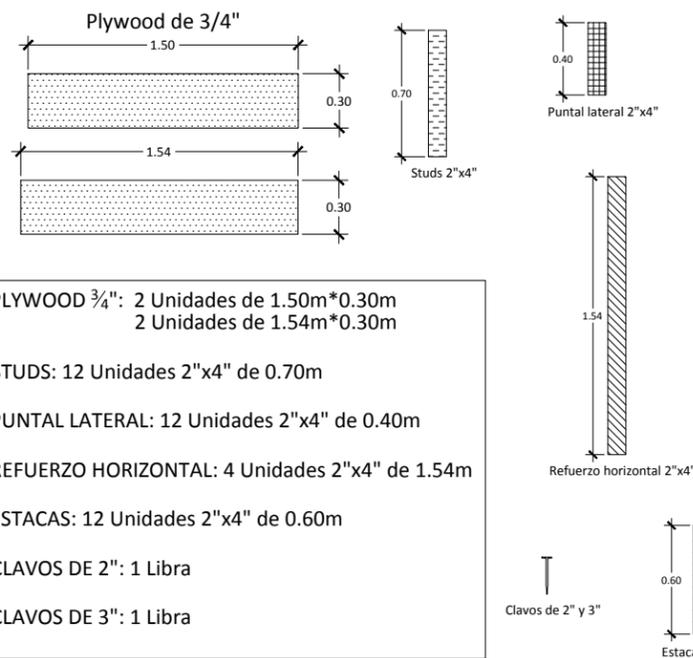
Se muestran las dimensiones, la disposición y la cantidad de materiales para el sistema de encofrados de las zapatas.

El diseño de este sistema está desarrollado en el Anexo 1.

**ENCOFRADO DE ZAPATA Z-1**  
1.50m\*1.50m\*0.30m ESC.1:30

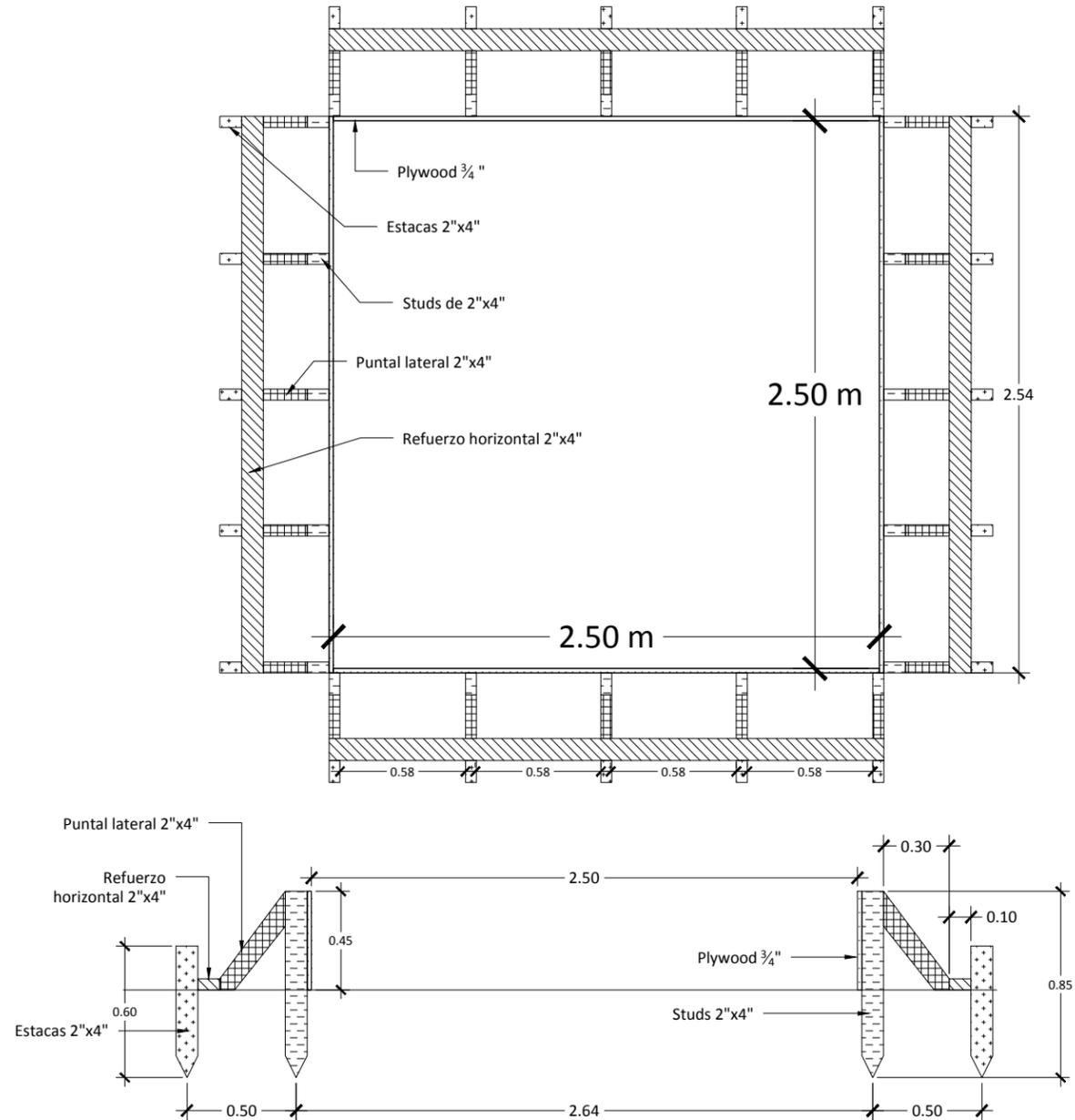


**MATERIALES DE ENCOFRADO DE ZAPATA Z-1**  
ESC.1:40

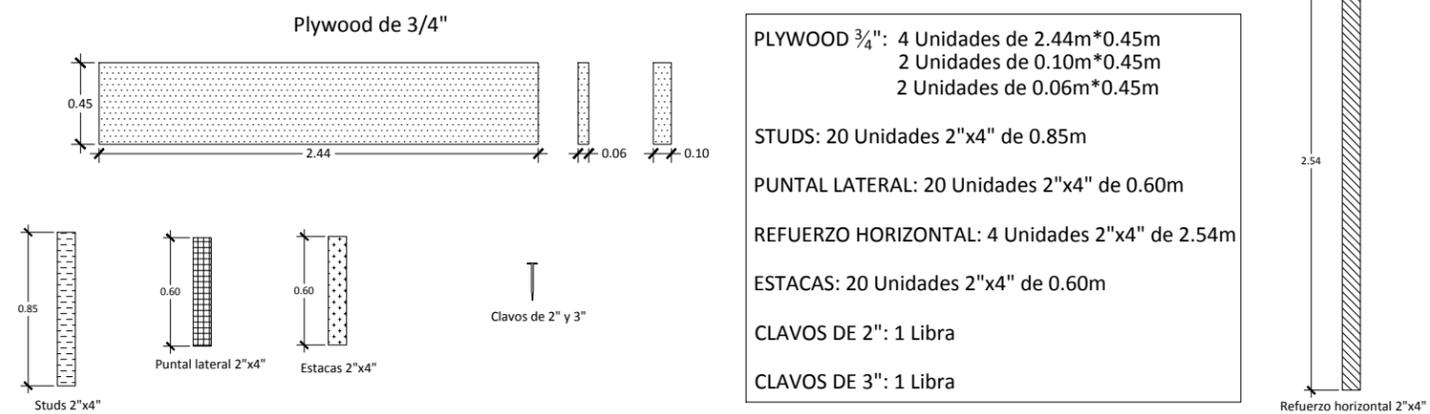


- PLYWOOD 3/4": 2 Unidades de 1.50m\*0.30m  
2 Unidades de 1.54m\*0.30m
- STUDS: 12 Unidades 2"x4" de 0.70m
- PUNTAL LATERAL: 12 Unidades 2"x4" de 0.40m
- REFUERZO HORIZONTAL: 4 Unidades 2"x4" de 1.54m
- ESTACAS: 12 Unidades 2"x4" de 0.60m
- CLAVOS DE 2": 1 Libra
- CLAVOS DE 3": 1 Libra

**ENCOFRADO DE ZAPATAS Z-2 Y Z-3**  
2.50m\*2.50\*0.45m ESC.1:30



**MATERIALES DE ENCOFRADO DE ZAPATAS Z-2 Y Z-3**  
ESC. 1:40



- PLYWOOD 3/4": 4 Unidades de 2.44m\*0.45m  
2 Unidades de 0.10m\*0.45m  
2 Unidades de 0.06m\*0.45m
- STUDS: 20 Unidades 2"x4" de 0.85m
- PUNTAL LATERAL: 20 Unidades 2"x4" de 0.60m
- REFUERZO HORIZONTAL: 4 Unidades 2"x4" de 2.54m
- ESTACAS: 20 Unidades 2"x4" de 0.60m
- CLAVOS DE 2": 1 Libra
- CLAVOS DE 3": 1 Libra

**EN-01**  
ENCOFRADOS

**ENCOFRADOS DE ZAPATAS**  
Contenido: ZAPATAS Z-1, Z-2 Y Z-3

**EDIFICIO**

EN-02-PEDESTALES P-1, P-2 Y P-3

Plano constructivo de encofrados correspondientes a pedestales P-1, P-2, P-3.

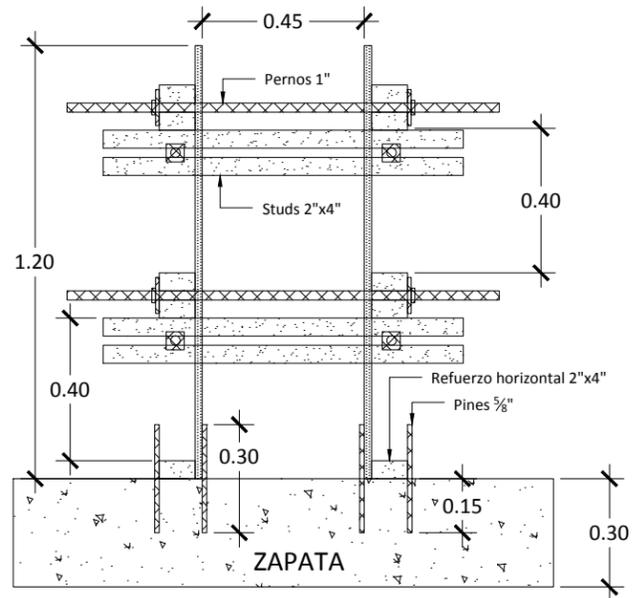
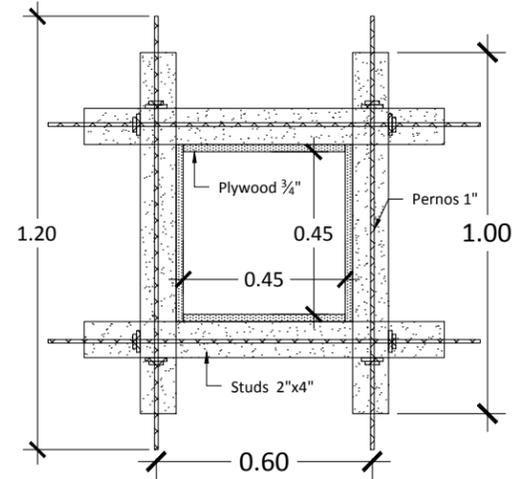
Se muestran las dimensiones, la disposición y la cantidad de materiales para el sistema de encofrados de los pedestales.

El diseño de este sistema está desarrollado en el Anexo 2.

# ENCOFRADO DE PEDESTAL P-1

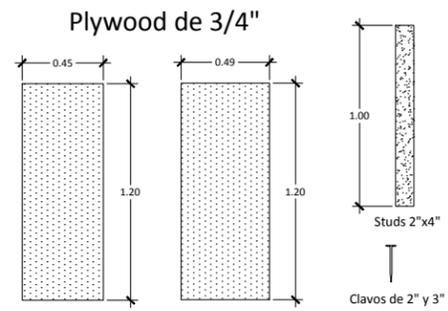
0.45m\*0.45m\*1.20m

ESC.1:20



## MATERIALES DE ENCOFRADO DE PEDESTAL P-1

ESC. 1:40



PLYWOOD 3/4": 2 Unidades de 1.20m\*0.45m  
2 Unidades de 1.20m\*0.49m

STUDS: 16 Unidades 2"x4" de 1.00m

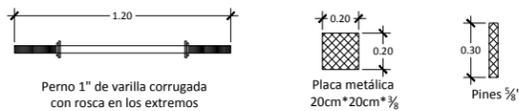
REFUERZO HORIZONTAL: 4 Unidades 2"x4" de 0.45m

PERNOS: 8 Unidades 1" de 1.20m

PINES: 24 Unidades 5/8" de 0.30m

CLAVOS DE 2": 1 Libra

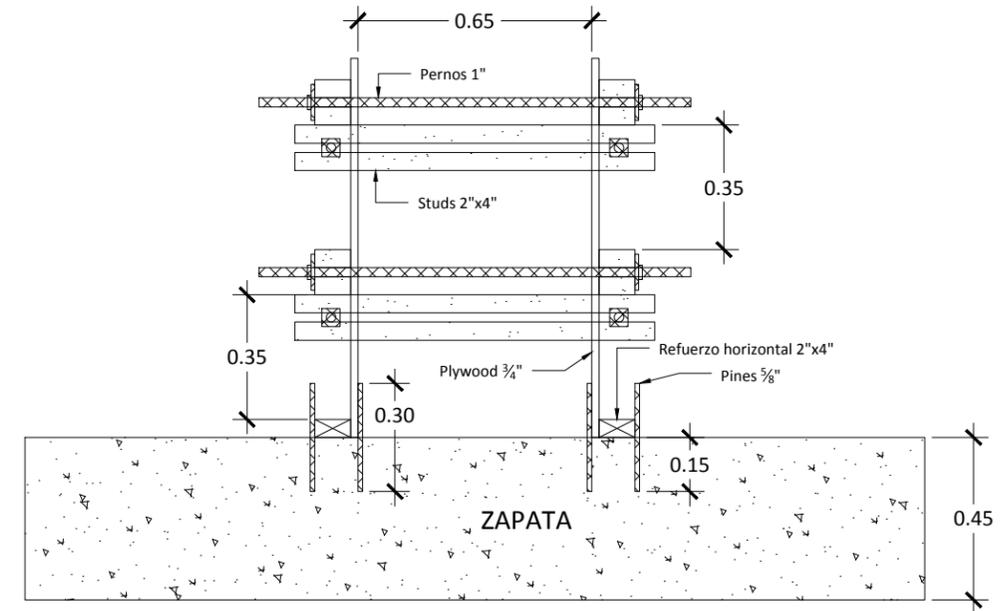
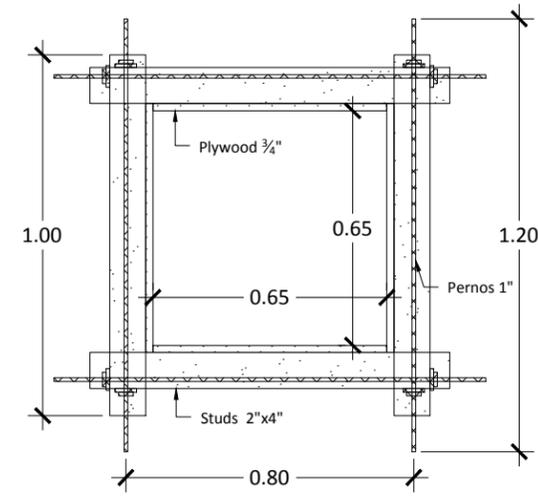
CLAVOS DE 3": 1 Libra



# ENCOFRADO DE PEDESTALES P-2 Y P-3

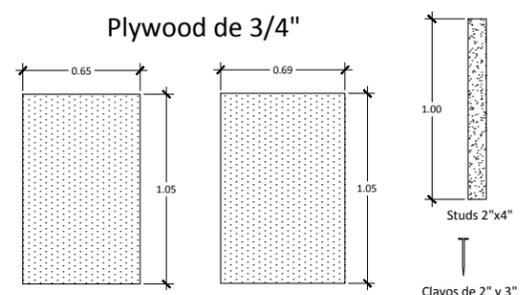
0.65m\*0.65m\*1.05m

ESC.1:20



## MATERIALES DE ENCOFRADO DE PEDESTALES P-2 Y P-3

ESC. 1:40



PLYWOOD 3/4": 2 Unidades de 1.05m\*0.65m  
2 Unidades de 1.05m\*0.69m

STUDS: 16 Unidades 2"x4" de 1.00m

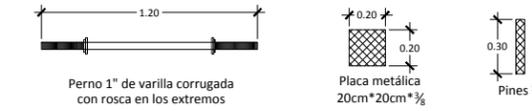
REFUERZO HORIZONTAL: 4 Unidades 2"x4" de 0.45m

PERNOS: 8 Unidades 1" de 1.20m

PINES: 24 Unidades 5/8" de 0.30m

CLAVOS DE 2": 1 Libra

CLAVOS DE 3": 1 Libra



EN-02  
ENCOFRADOS

ENCOFRADOS DE PEDESTALES  
Contenido: PEDESTALES P-1, P-2 Y P-3

EDIFICIO

### EN-03-COLUMNAS C-1, C-2 Y C-3

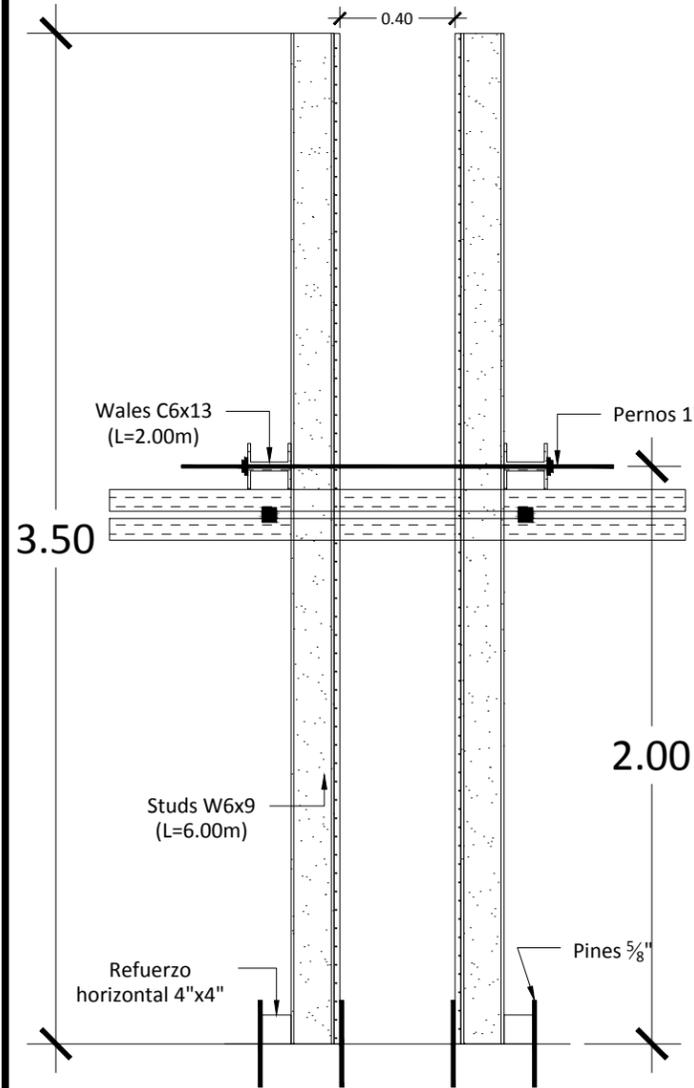
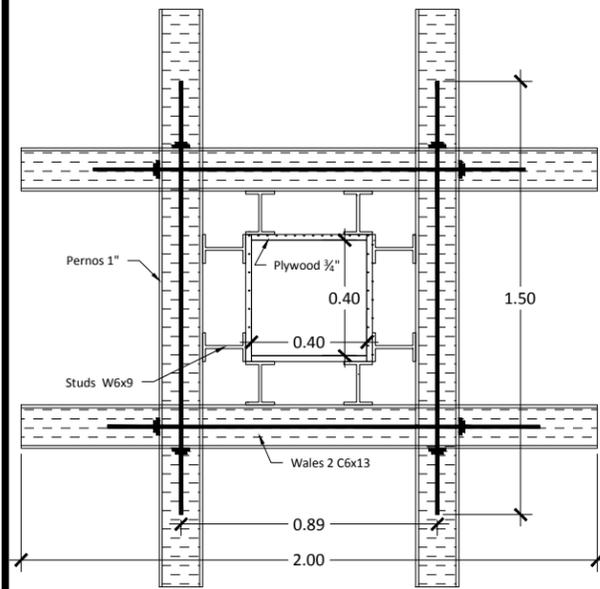
Plano constructivo de encofrados correspondientes a columnas C-1, C-2, C-3.

Se muestran las dimensiones, la disposición y la cantidad de materiales para el sistema de encofrados de las columnas.

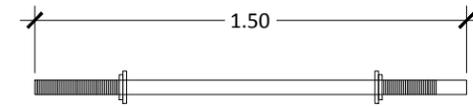
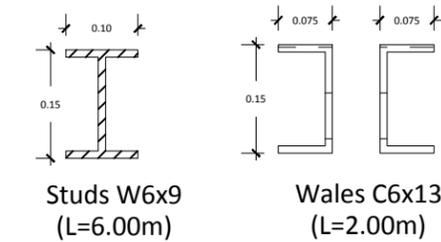
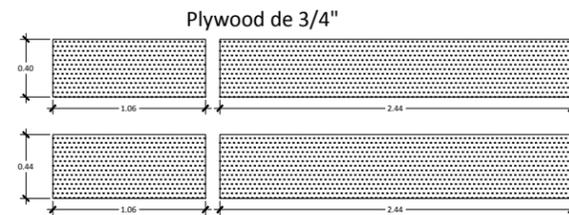
El sistema de encofrados es de tipo mixto, es decir, se utilizan elementos metálicos y de madera.

El diseño de este sistema está desarrollado en el Anexo 4.

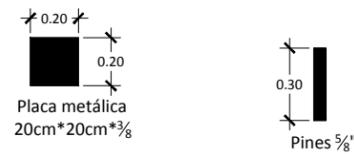
**ENCOFRADO DE COLUMNA C-1**  
0.40m\*0.40m ESC.1:25



**MATERIALES DE ENCOFRADO DE COLUMNA C-1**



Perno 1" de varilla corrugada con rosca en los extremos



PLYWOOD 3/4": 2 Unidades de 2.44m\*0.40m  
2 Unidades de 2.44m\*0.44m  
2 Unidades de 1.06m\*0.40m  
2 Unidades de 1.06m\*0.44m

STUDS: 8 Unidades W6x9 de 6.00m

WALES: 8 Unidades C6x13 de 2.00m

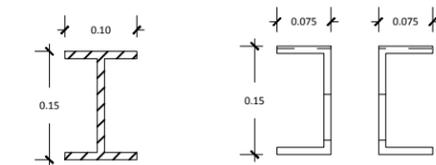
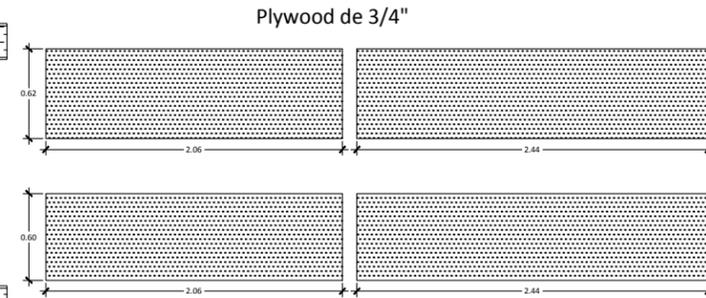
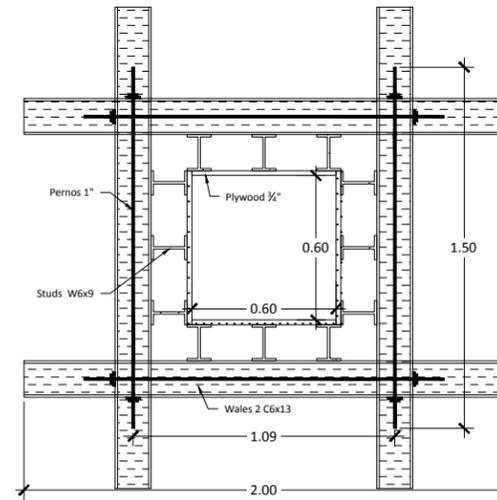
REF. HORIZONTAL: 4 Unidades 4"x4" de 0.60m

PERNOS: 4 Unidades 1" de 1.50m

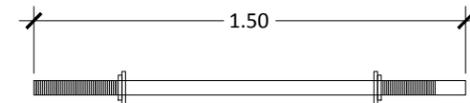
PINES: 24 Unidades 5/8" de 0.30m

CLAVOS DOBLE CABEZA: De 2": 1 Libra  
De 3": 1 Libra

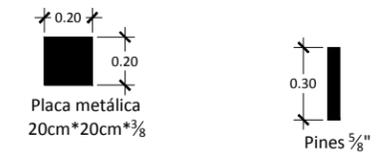
**ENCOFRADO DE COLUMNAS C-2 Y C-3**  
0.60m\*0.60m ESC.1:30



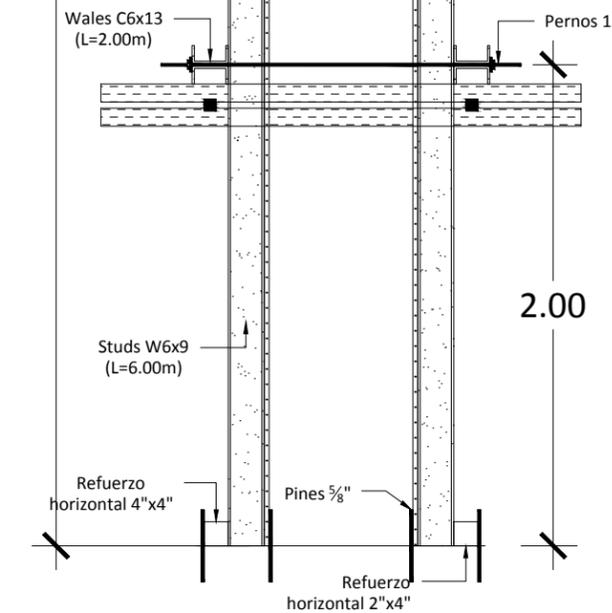
Studs W6x9 (L=6.00m) Wales C6x13 (L=2.00m)



Perno 1" de varilla corrugada con rosca en los extremos



4.50



PLYWOOD 3/4": 2 Unidades de 2.44m\*0.60m  
2 Unidades de 2.44m\*0.62m  
2 Unidades de 2.06m\*0.60m  
2 Unidades de 2.06m\*0.62m

STUDS: 12 Unidades W6x9 de 6.00m

WALES: 8 Unidades C6x13 de 2.00m

REF. HORIZONTAL: 4 Unidades 4"x4" de 0.60m

PERNOS: 4 Unidades 1" de 1.20m

PINES: 24 Unidades 5/8" de 0.30m

CLAVOS DOBLE CABEZA: De 2": 1 Libra  
De 3": 1 Libra

**EN-03**  
ENCOFRADOS

**ENCOFRADOS DE COLUMNAS**

Contenido: COLUMNAS C-1, C-2 Y C-3

**EDIFICIO**

#### EN-04a-UBICACIÓN Y CANTIDAD DE PLYWOOD Y STUDS

Plano constructivo de encofrado correspondiente a losa densa.

Se muestra la ubicación y la cantidad de plyform HDO de  $\frac{3}{4}$ " y studs W6x9 de 12 pies para el sistema de encofrados de la losa densa.

El diseño de este sistema está desarrollado en el Anexo 5.

**EN-04a**  
ENCOFRADOS

Contenido: **UBICACIÓN Y CANTIDAD DE PLYWOOD Y STUDS**

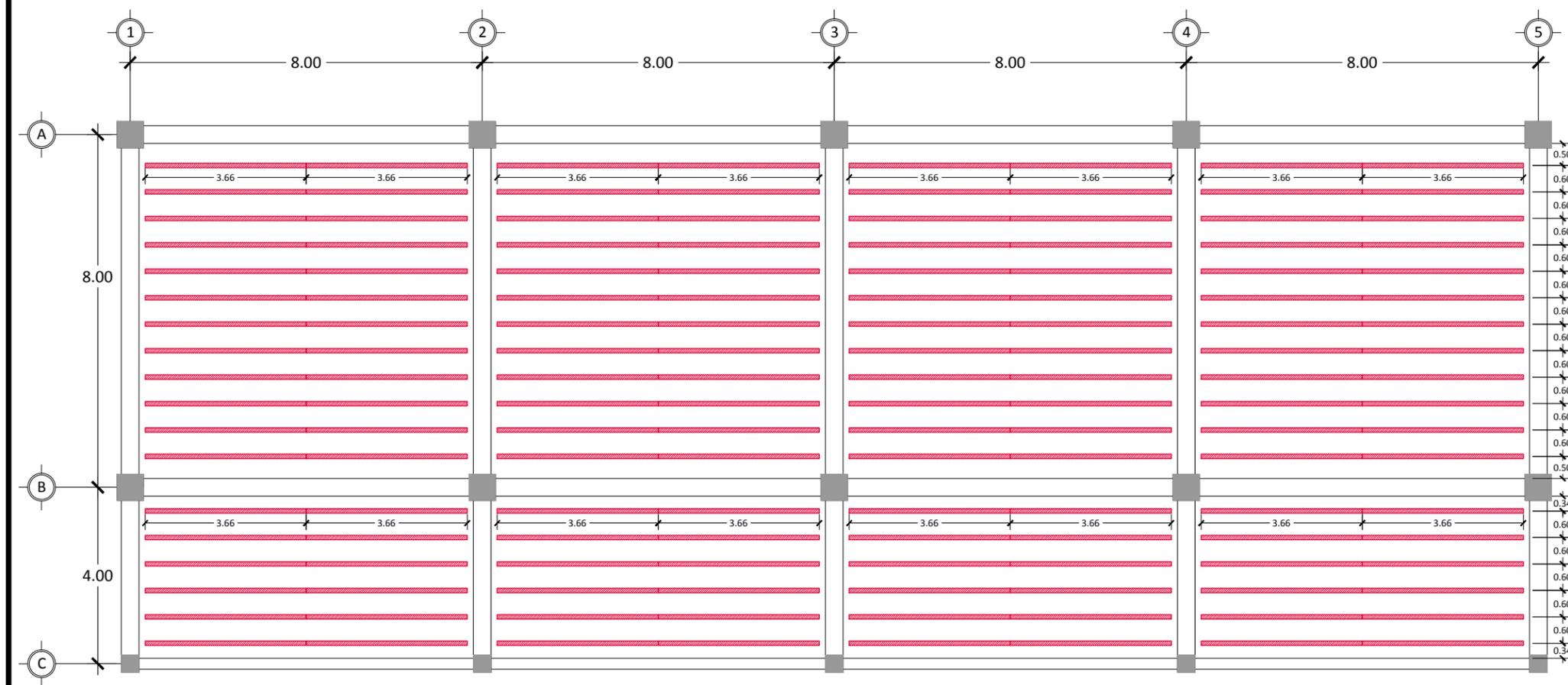
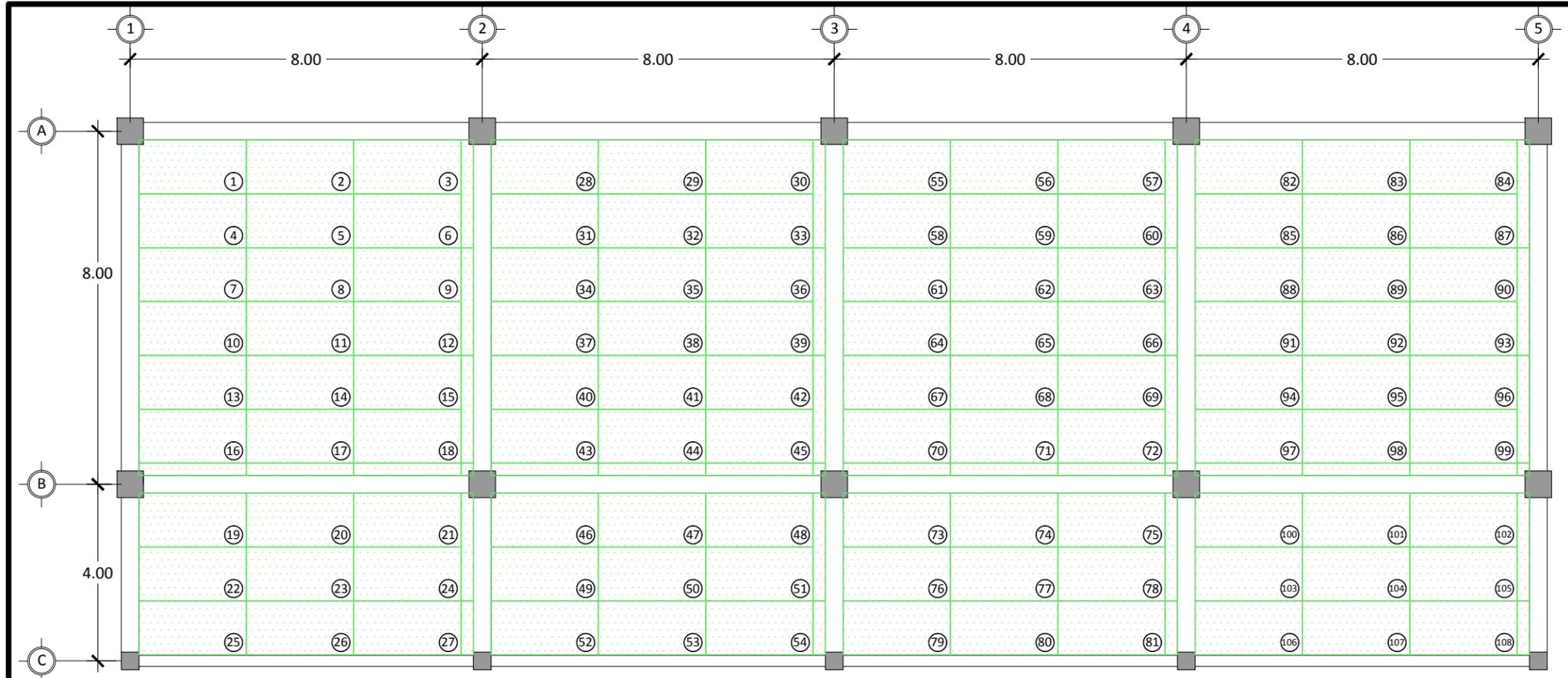
**EDIFICIO**

**UBICACIÓN DE PLYWOOD**  
LOSA DENSA ESC. 1:125

**108** PLYFORM HDO 3/4"

**UBICACIÓN STUDS**  
W6x9 @ 60cm  
LOSA DENSA ESC. 1:125

**144** STUDS W6x9 DE 3.66m (12 PIES)

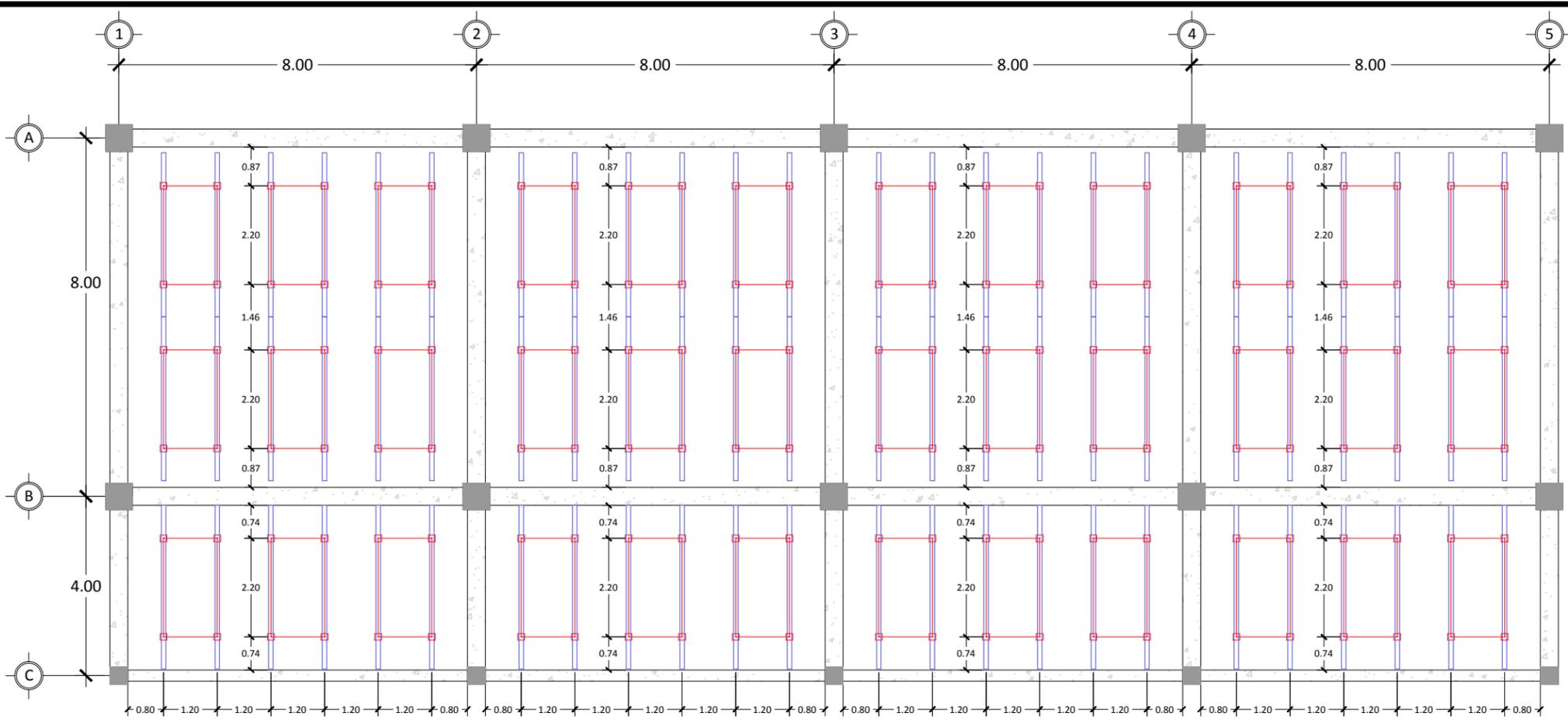


#### EN-04b-UBICACIÓN DE WALES Y ANDAMIO ESTRUCTURAL

Plano constructivo de encofrado correspondiente a losa densa.

Se muestra la ubicación y la cantidad de wales W6x9 de 12 pies y andamios estructurales de  $1\frac{1}{2}$ "x $\frac{1}{8}$ " para el sistema de encofrados de la losa densa.

El diseño de este sistema está desarrollado en el Anexo 5.



**144** BASES INFERIORES

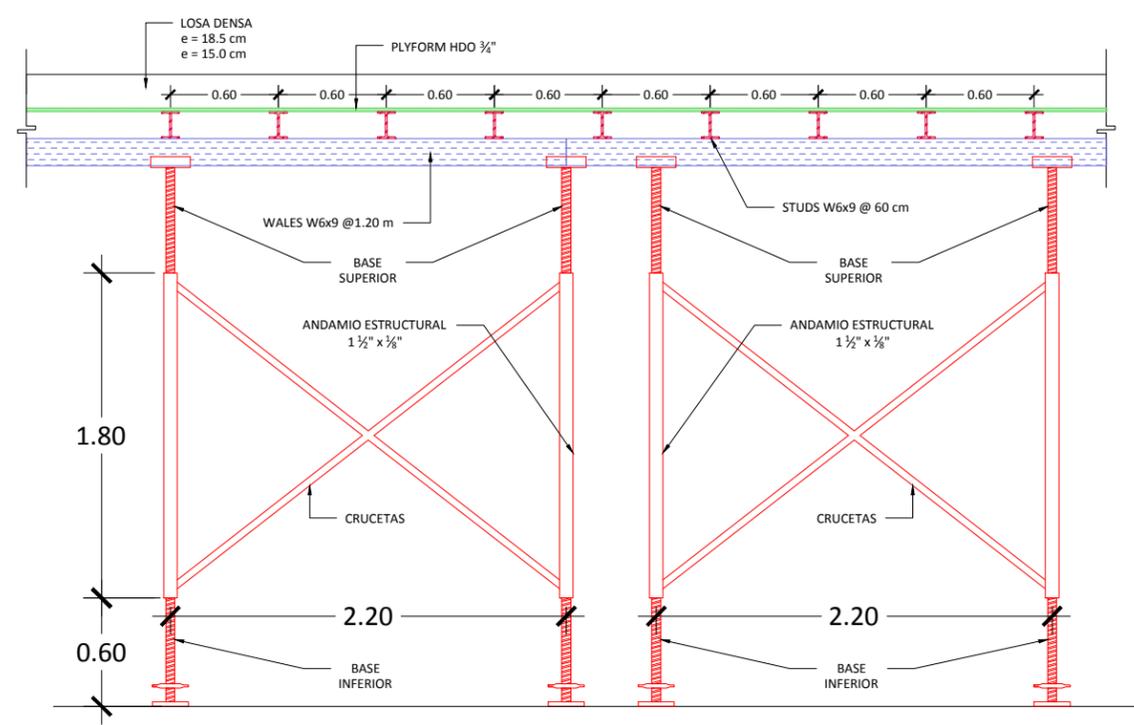
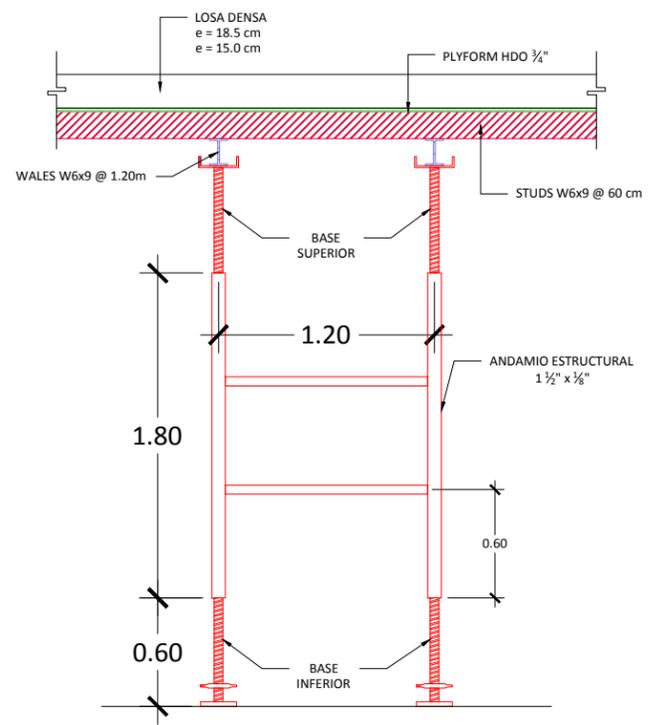
**144** BASES SUPERIORES

**72** WALES W6x9 DE 3.66m (12 PIES)

**72** MARCOS DE 1.80m

**72** CRUCETAS

**DETALLE DE ANDAMIO ESTRUCTURAL**  
LOSA DENSA ESC. 1:40



**ENCOFRADOS DE LOSA DENSA**  
Contenido: UBICACIÓN DE WALES Y ANDAMIO ESTRUCTURAL

### EN-05a-UBICACIÓN DE ANDAMIOS, WALES Y JOIST'S

Plano constructivo de encofrado correspondiente a vigas de entrepiso.

Se muestra, para el sistema de encofrados de las vigas de entrepiso, la ubicación y cantidad de:

- ✓ Plywood de 1"
- ✓ Joist de cartón 4"x4"
- ✓ Las partes que componen los andamios estructurales de 1 ½"x1/8"
- ✓ Wales W6x9 de 12 pies y 3.10 m.

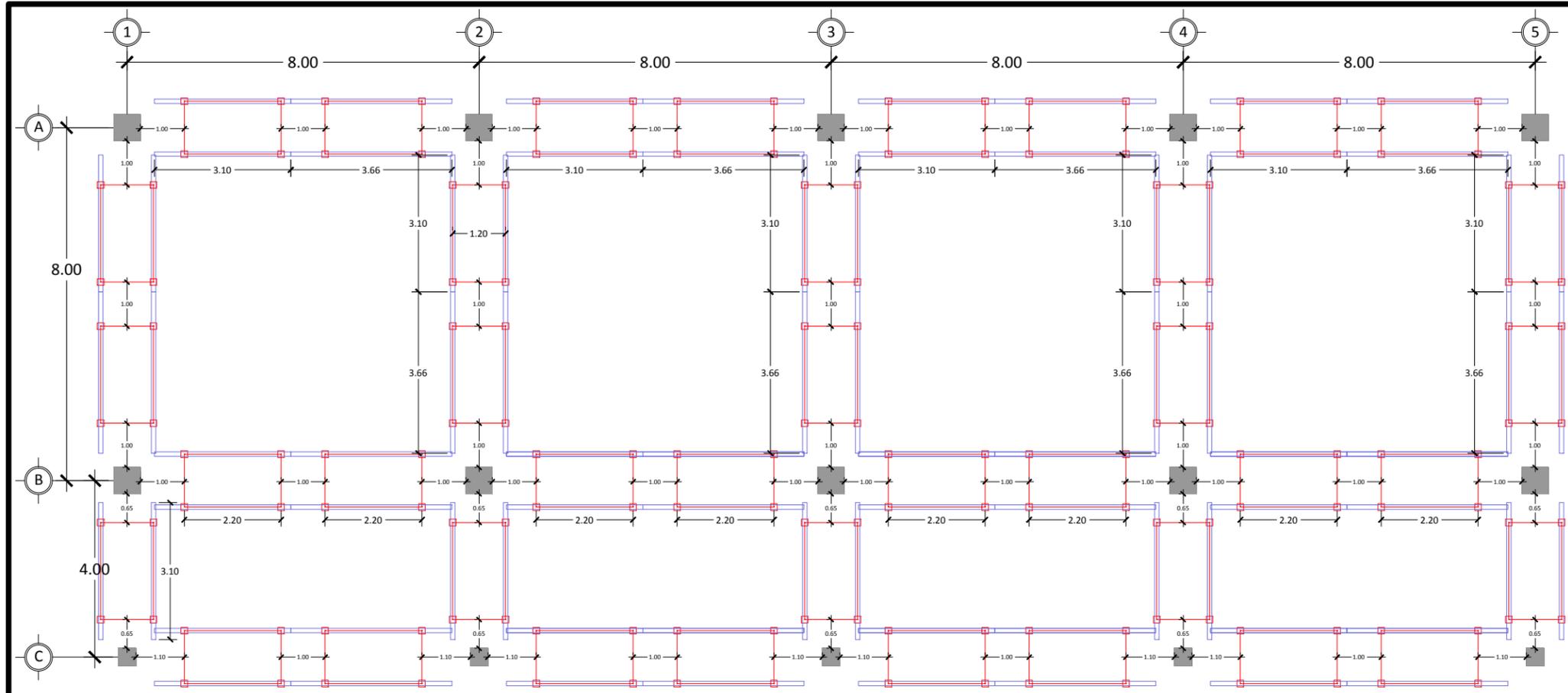
El diseño de este sistema está desarrollado en el Anexo 6.

# EN-05a

ENCOFRADOS

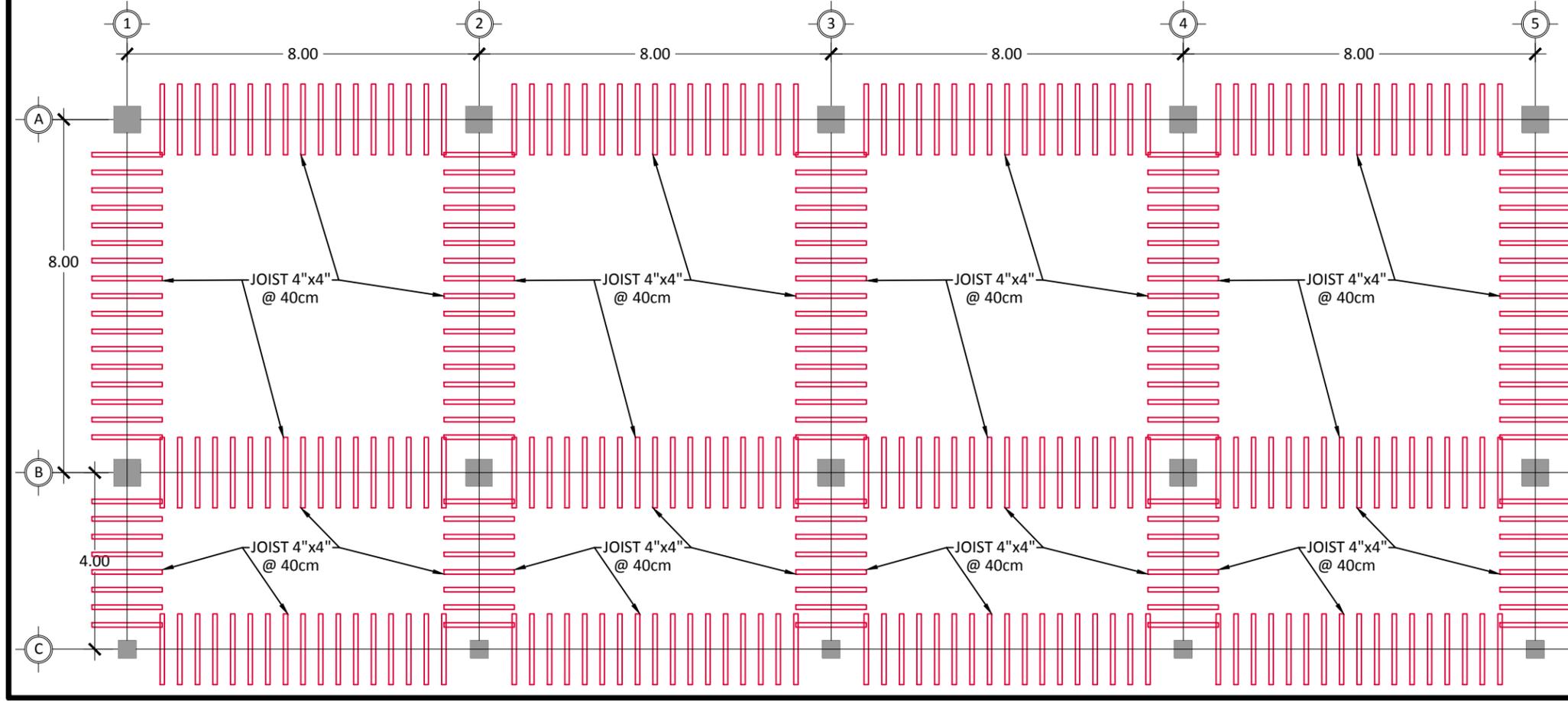
Contenido: UBICACIÓN DE ANDAMIOS, WALES Y JOIST'S

# EDIFICIO



UBICACIÓN DE WALES Y ANDAMIOS ESTRUCTURALES  
VIGAS ESC. 1:125

- 156** BASES SUPERIORES
- 156** BASES SUPERIORES
- 40** WALES W6x9 DE 3.66m (12 PIES)
- 50** WALES W6x9 DE 3.10m
- 78** MARCOS DE 1.80m
- 78** CRUCETAS



UBICACIÓN DE JOIST'S  
VIGAS ESC. 1:150

- 80** PLYWOOD DE 1"
- 329** JOIST'S 4"x4" DE 1.60m
- 236 m** DE 4"x4" PARA COSTILLAS
- 115 m** DE 2"x4" PARA PUNTAL INFERIOR
- 354 m** DE 2"x2" PARA PUNTAL LATERAL

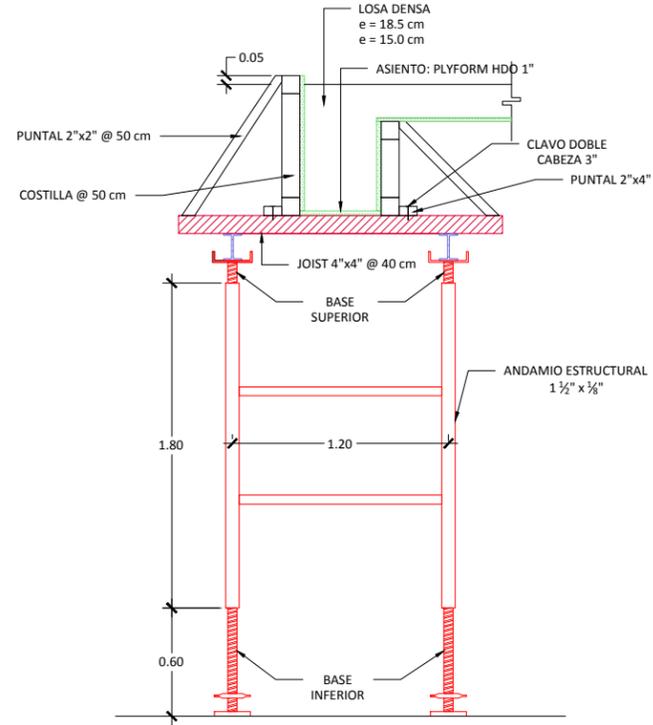
### EN-05b-DETALLE DE ANDAMIOS ESTRUCTURALES

Plano constructivo de andamios estructurales correspondiente a:

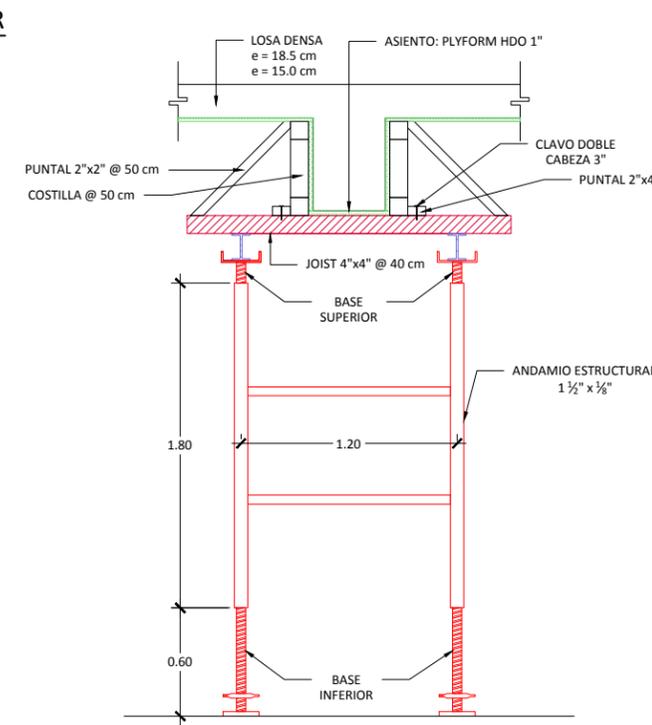
- ✓ Vigas de entrepiso interiores
- ✓ Vigas de entrepiso exteriores

Se muestran las dimensiones y componentes de los andamios estructurales a utilizar para el sistema de encofrados.

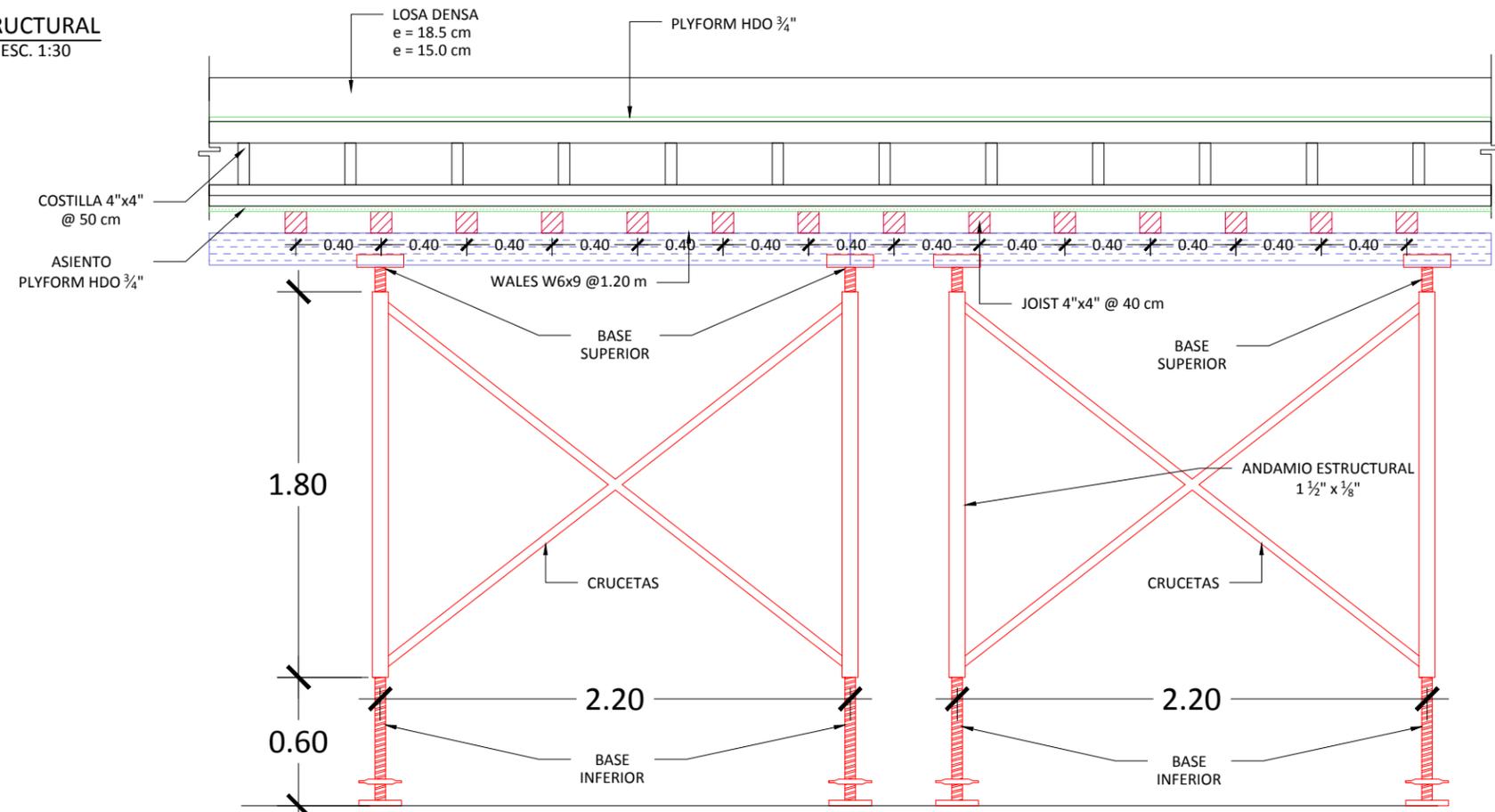
**DETALLE DE VIGA EXTERIOR**  
VIGAS ESC. 1:40



**DETALLE DE VIGA INTERIOR**  
VIGAS ESC. 1:40



**DETALLE DE ANDAMIO ESTRUCTURAL**  
VIGAS ESC. 1:30



**EN-05b**  
ENCOFRADOS

**ENCOFRADOS VIGAS**  
Contenido: **DETALLE DE ANDAMIOS ESTRUCTURALES**

**EDIFICIO**

### ET-01-DETALLES DE VIGAS MACOMBER

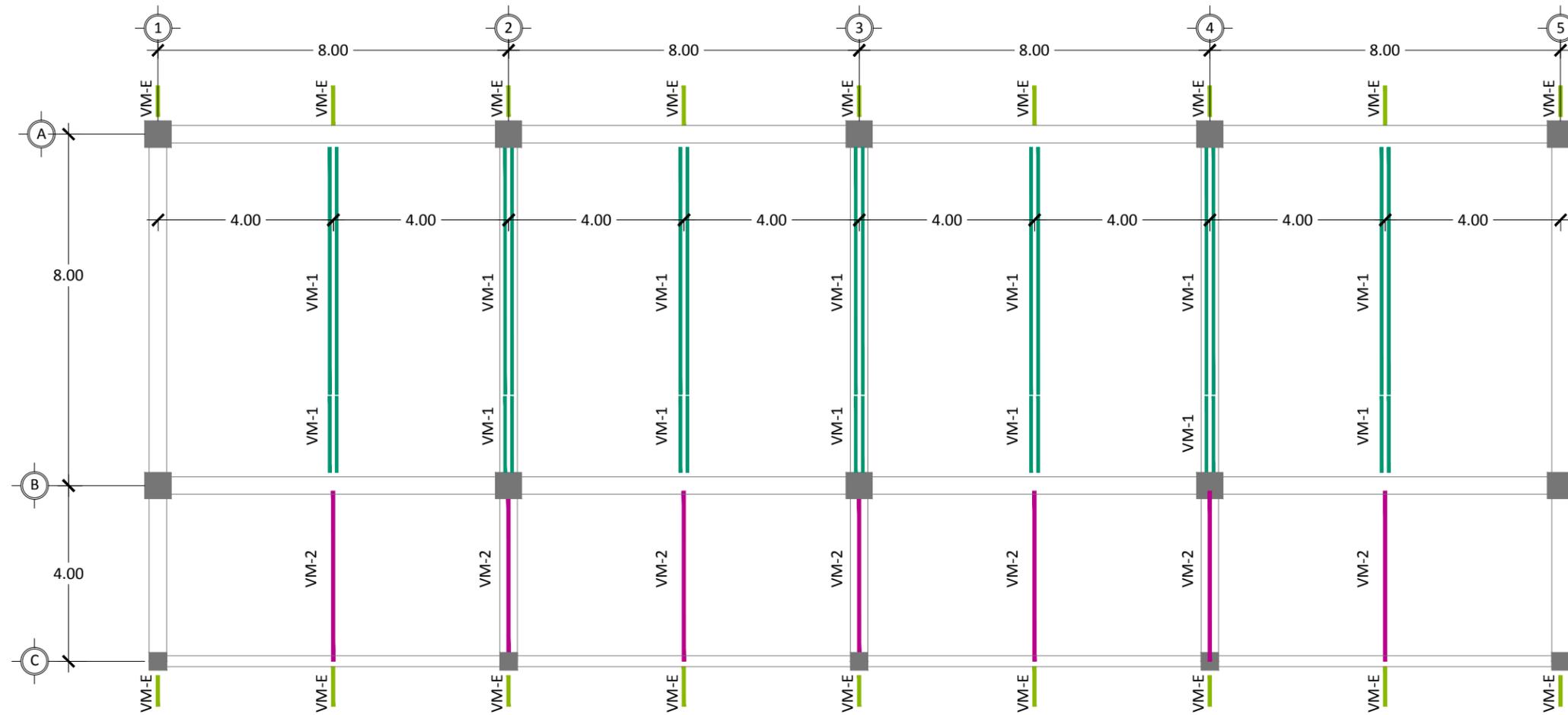
Plano constructivo de estructura de techo correspondiente a las vigas macomber VM-1, VM-2 y VM-E.

Se muestra ubicación, las dimensiones, cantidades y componentes que conforman cada uno de estos elementos.

# DETALLES DE VIGA MACOMBER

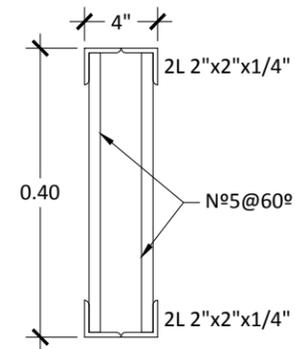
ESTRUCTURA DE TECHO

ESC.1:125



## VIGA VM-1

ESC. 1:10

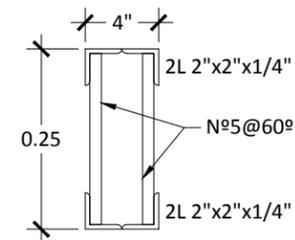


### Viga VM-1

- \* 101.10 m de ángulo L 2"x2"x1/4"
- \* 96.0 m de varilla No.5
- \*\* Comprar: 8 No.5 de 12.0 m
- \*\* Sobrante: 0.00m

## VIGA VM-2

ESC. 1:10

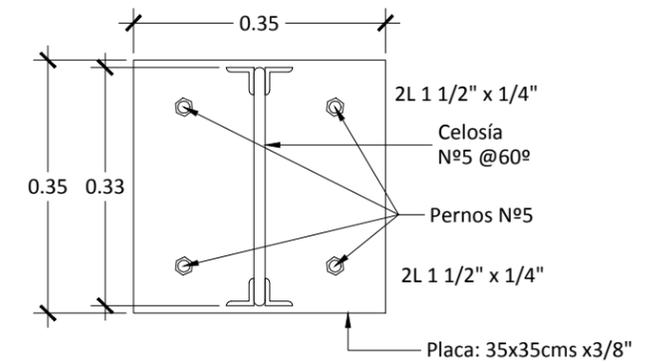


### Viga VM-2

- \* 213.10 m de ángulo L 2"x2"x1/4"
- \* 188.20 m de varilla No.5
- \*\* Comprar: 15 No.5 de 12.0 m + 1 No.5 de 9.00 m
- \*\* Sobrante: 0.80m

## VIGA VM-E

ESC. 1:10



### Viga VM-E

- \* 50.40 m de ángulo L 2"x2"x1/4"
- \* 43.20 m de varilla No.5
- \*\* Comprar: 3 No.5 de 12.0 m + 1 No.5 de 9.00 m
- \*\* Sobrante: 1.80m

ET-01

ESTRUCTURA DE TECHO

ESTRUCTURA DE TECHO  
Contenido: DETALLES DE VIGAS MACOMBER

EDIFICIO

### ET-02a-DETALLE DE CONEXIÓN CX-1

Plano constructivo de estructura de techo.

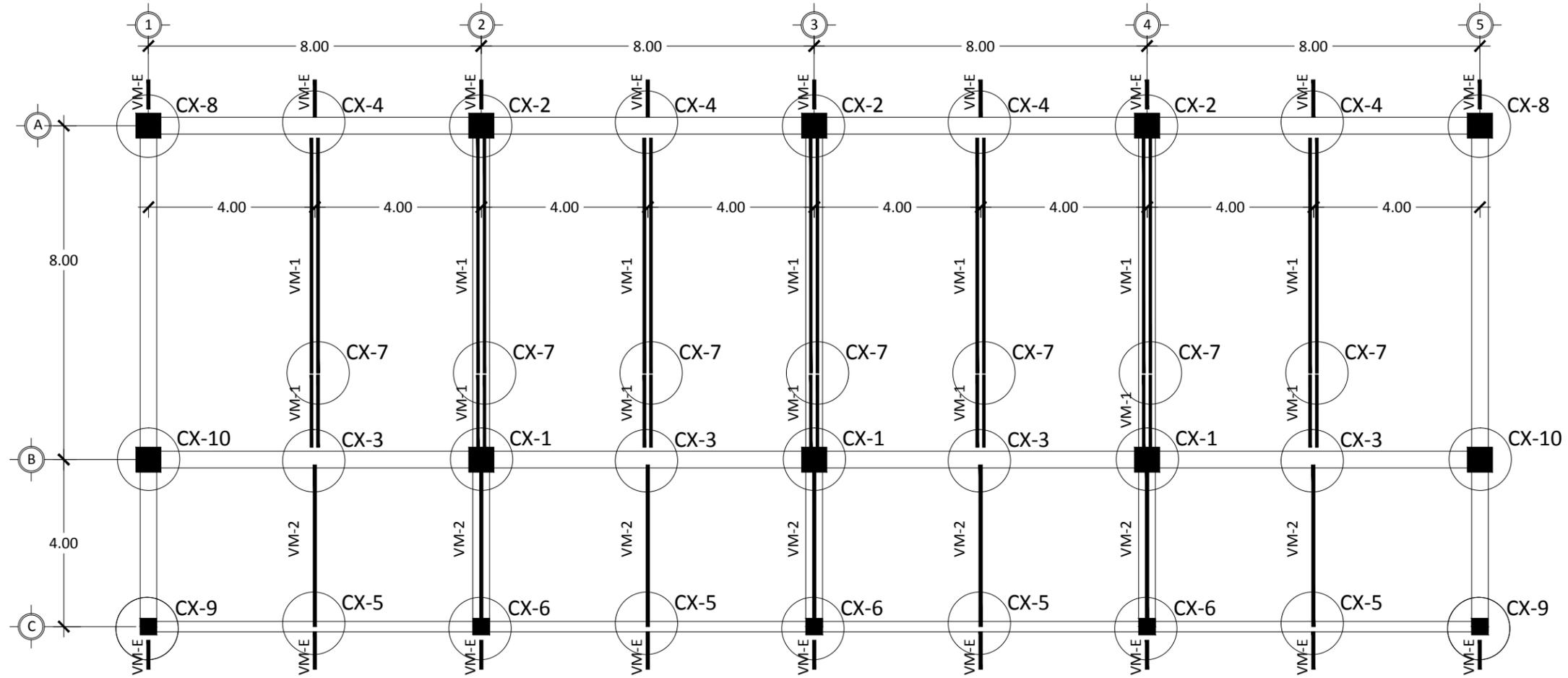
Se muestra la vista en planta del techo, en donde se visualiza la ubicación de cada una de las conexiones de la estructura.

Se presenta el detalle, la cantidad de conexiones y materiales requeridos para la conexión CX-1.

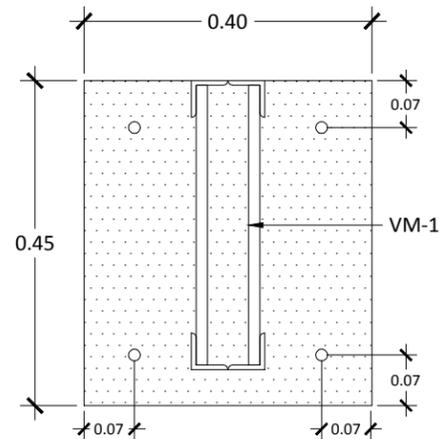
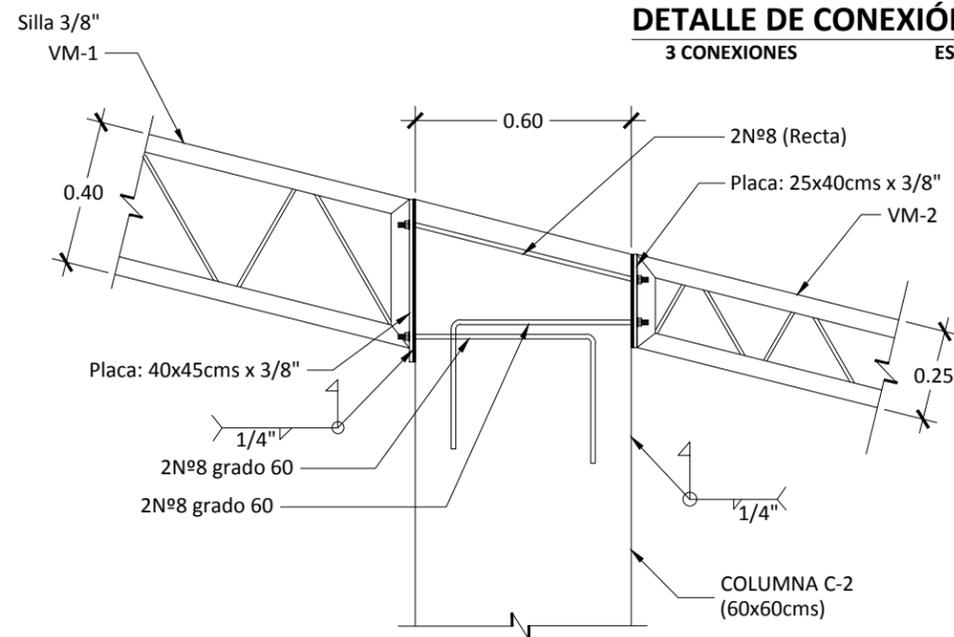
# DETALLES DE UNIÓN VIGA MACOMBER-ESTRUCTURA

ESTRUCTURA DE TECHO

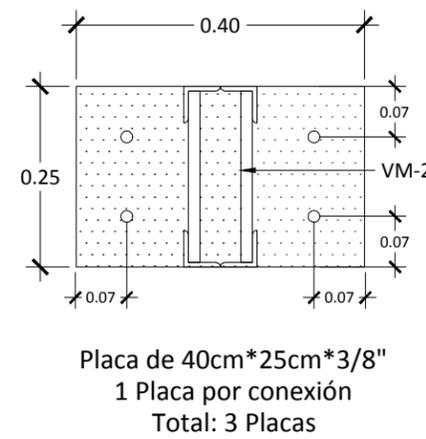
ESC.1:125



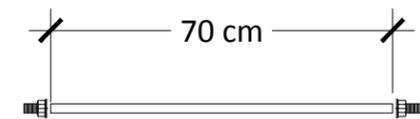
**DETALLE DE CONEXIÓN CX-1**  
3 CONEXIONES  
ESC. 1:20



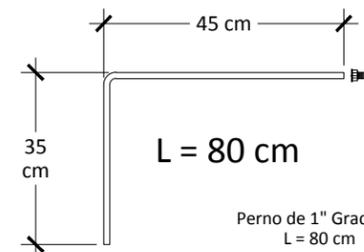
Placa de 40cm\*45cm\*3/8"  
1 Placa por conexión  
Total: 3 Placas



Placa de 40cm\*25cm\*3/8"  
1 Placa por conexión  
Total: 3 Placas



Perno de 1" Grado 60  
L = 70 cm  
2 Pernos por conexión  
Total: 6 Pernos



Perno de 1" Grado 60  
L = 80 cm  
4 Pernos por conexión  
Total: 12 Pernos

**ET-02a**  
ESTRUCTURA DE TECHO

**ESTRUCTURA DE TECHO**  
Contenido: **DETALLE DE CONEXIÓN CX-1**

**EDIFICIO**

ET-02b-DETALLE DE CONEXIONES CX-2 Y CX-3

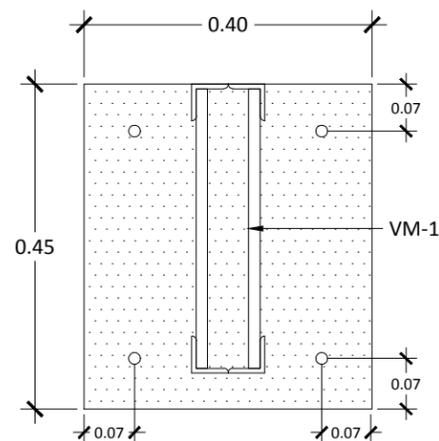
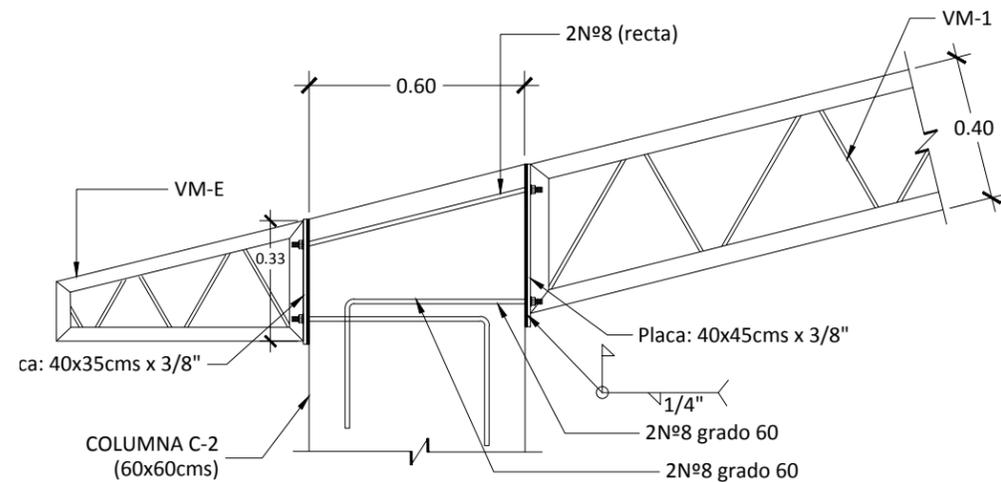
Plano constructivo de estructura de techo.

Se presenta el detalle, la cantidad de conexiones y materiales requeridos para cada una de las conexiones CX-2 y CX-3.

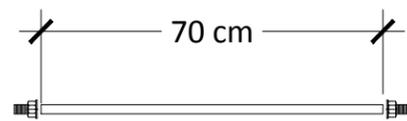
## DETALLE DE CONEXIÓN CX-2

3 CONEXIONES

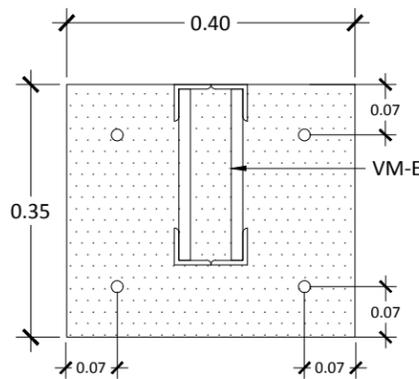
ESC. 1:20



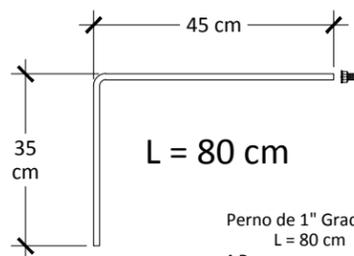
Placa de 40cm\*45cm\*3/8"  
1 Placa por conexión  
Total: 3 Placas



Perno de 1" Grado 60  
L = 70 cm  
2 Pernos por conexión  
Total: 6 Pernos



Placa de 40cm\*35cm\*3/8"  
1 Placa por conexión  
Total: 3 Placas

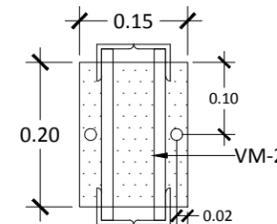
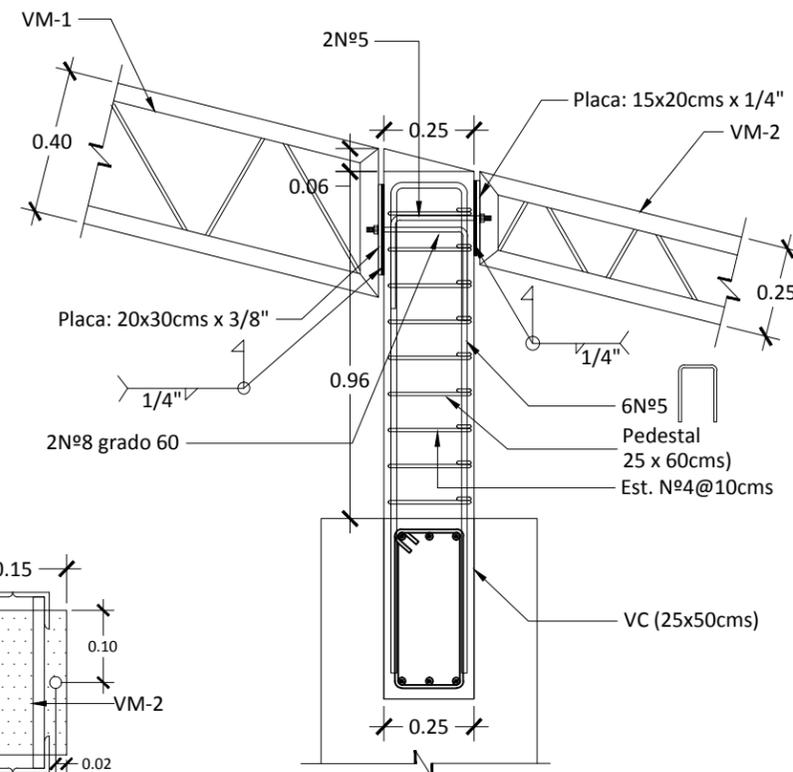


Perno de 1" Grado 60  
L = 80 cm  
4 Pernos por conexión  
Total: 12 Pernos

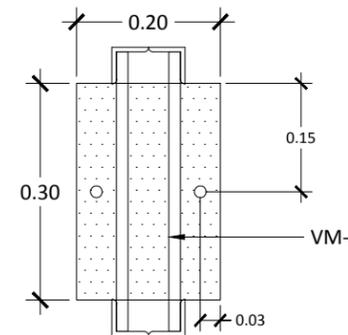
## DETALLE DE CONEXIÓN CX-3

4 CONEXIONES

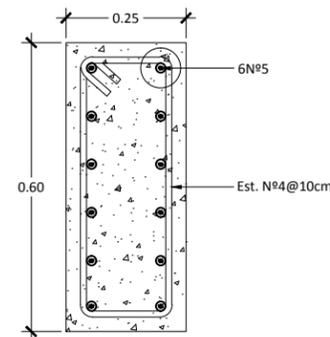
ESC. 1:20



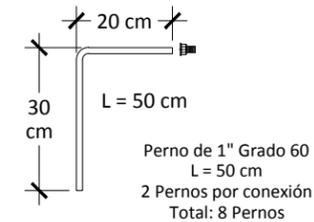
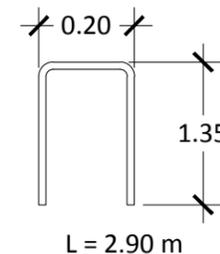
Placa de 15cm\*20cm\*1/4"  
1 Placa por conexión  
Total: 4 Placas



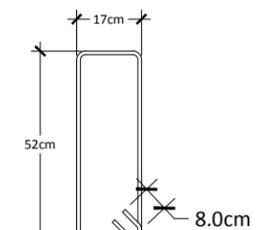
Placa de 20cm\*30cm\*3/8"  
1 Placa por conexión  
Total: 4 Placas



PEDESTAL  
CONEXIÓN CX-3 ESC. 1:15



Perno de 1" Grado 60  
L = 50 cm  
2 Pernos por conexión  
Total: 8 Pernos



9 Estructos No.4 por pedestal  
Total: 36 Estructos No.4

ET-02b

ESTRUCTURA DE TECHO

ESTRUCTURA DE TECHO

Contenido: DETALLE DE CONEXIONES CX-2 Y CX-3

EDIFICIO

ET-02c-DETALLE DE CONEXIONES CX-4 Y CX-5

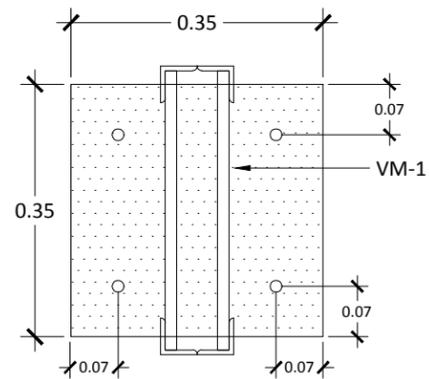
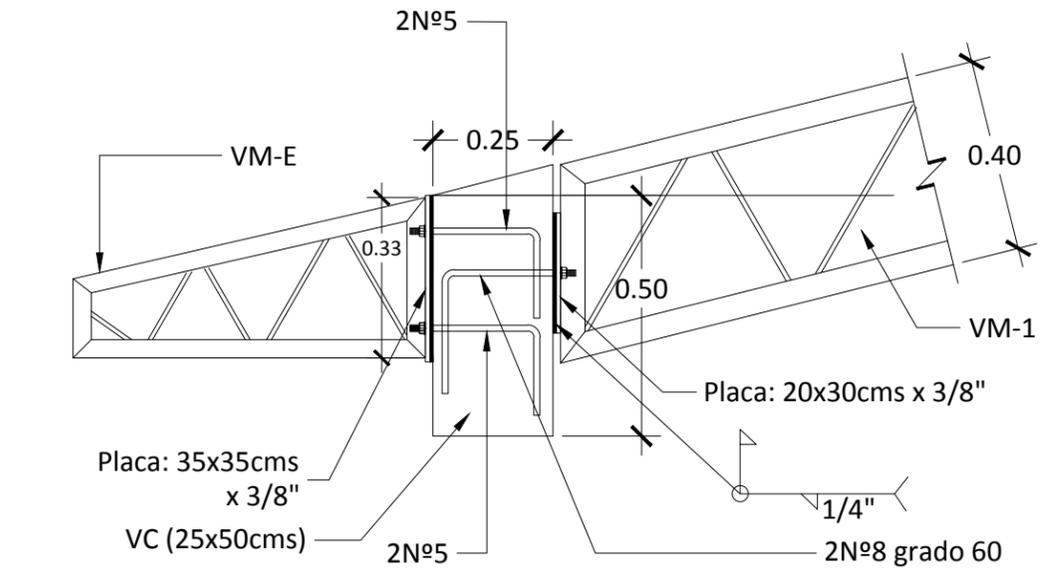
Plano constructivo de estructura de techo.

Se presenta el detalle, la cantidad de conexiones y materiales requeridos para cada una de las conexiones CX-4 y CX-5.

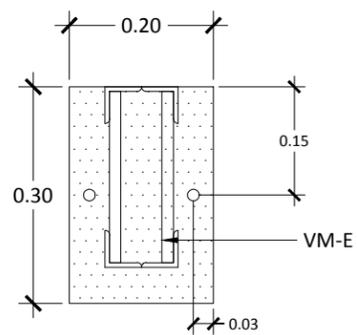
## DETALLE DE CONEXIÓN CX-4

4 CONEXIONES

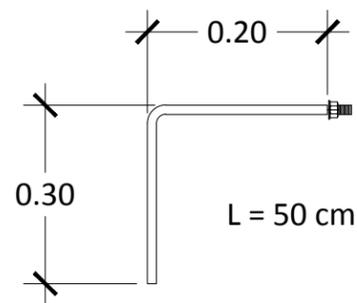
ESC. 1:15



Placa de 35cm\*35cm\*3/8"  
1 Placa por conexión  
Total: 4 Placas



Placa de 20cm\*30cm\*3/8"  
1 Placa por conexión  
Total: 4 Placas



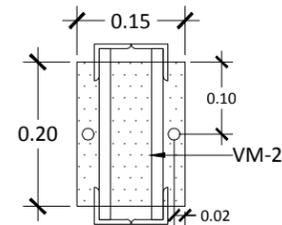
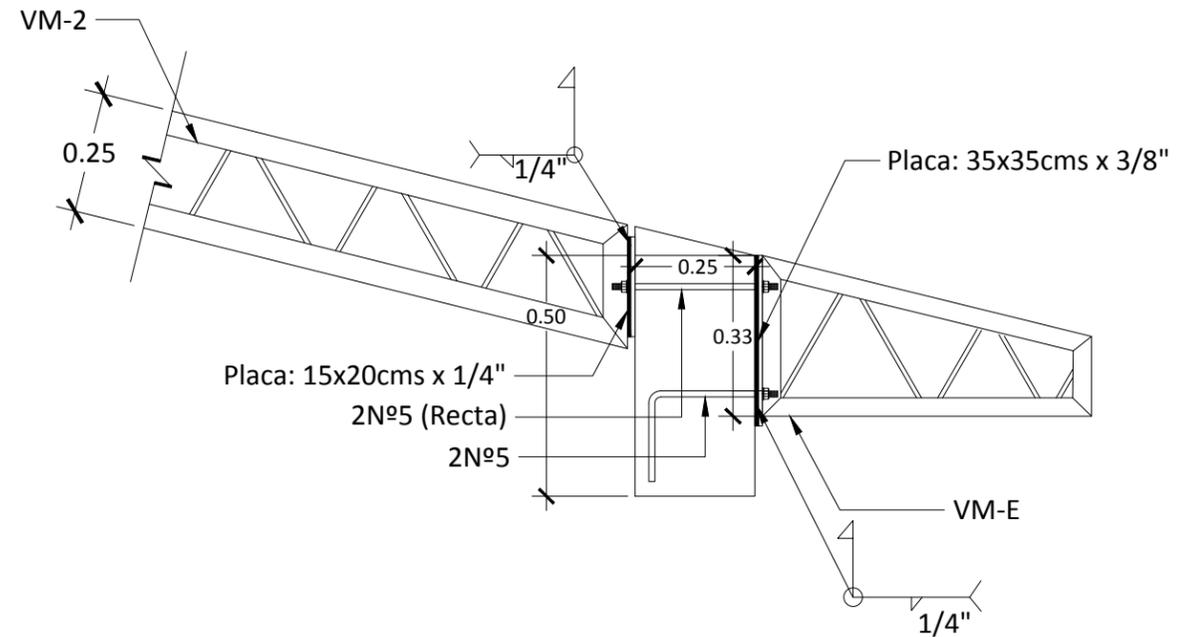
Perno de 5/8"  
L = 50 cm  
4 Pernos por conexión  
Total: 16 Pernos

Perno de 1" Grado 60  
L = 50 cm  
2 Pernos por conexión  
Total: 8 Pernos

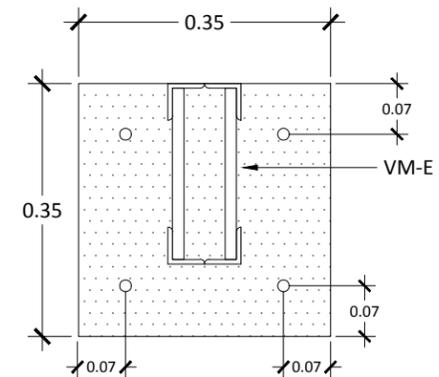
## DETALLE DE CONEXIÓN CX-5

4 CONEXIONES

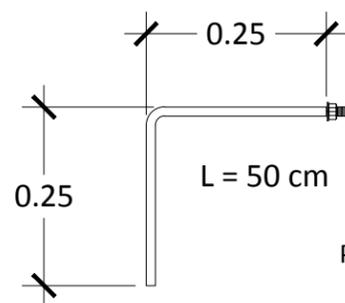
ESC. 1:15



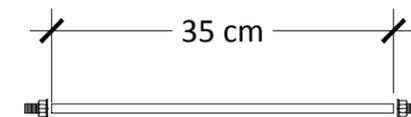
Placa de 15cm\*20cm\*1/4"  
1 Placa por conexión  
Total: 4 Placas



Placa de 35cm\*35cm\*3/8"  
1 Placa por conexión  
Total: 4 Placas



Perno de 5/8"  
L = 50 cm  
2 Pernos por conexión  
Total: 8 Pernos



Perno de 5/8"  
L = 35 cm  
2 Pernos por conexión  
Total: 8 Pernos

ET-02c

ESTRUCTURA DE TECHO

ESTRUCTURA DE TECHO

Contenido: DETALLE DE CONEXIONES CX-4 Y CX-5

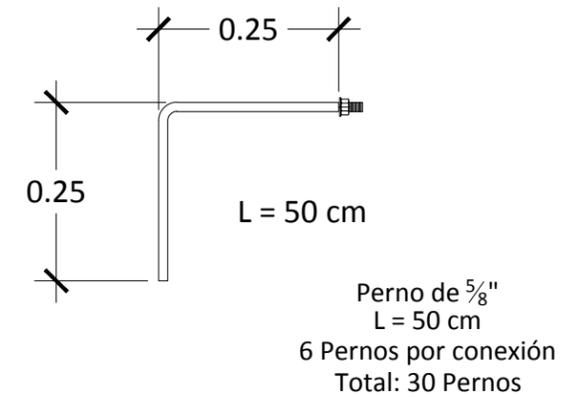
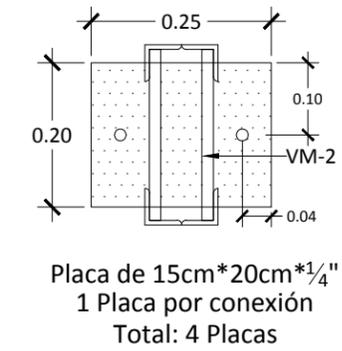
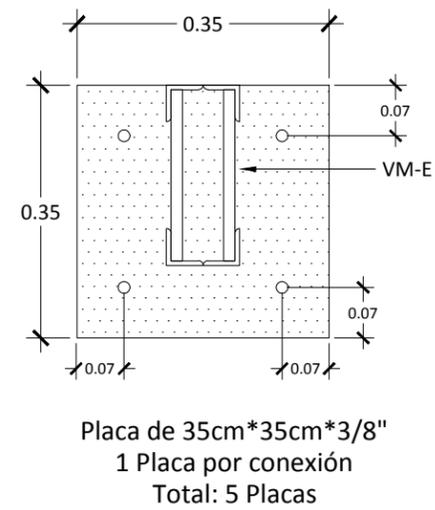
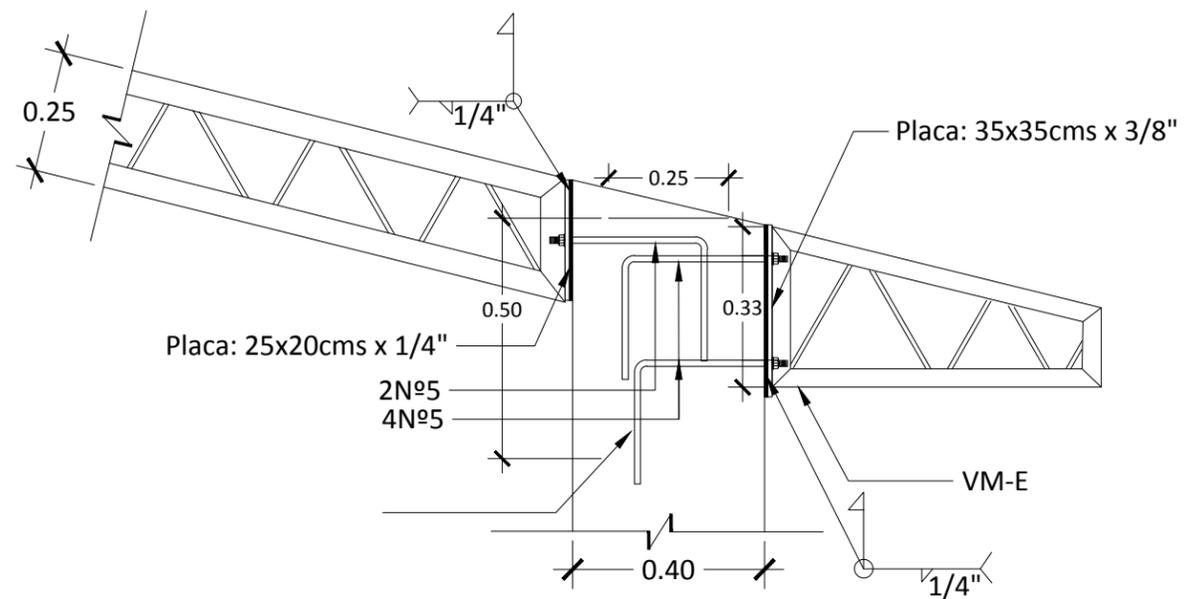
EDIFICIO

ET-02d-DETALLE DE CONEXIONES CX-6 Y CX-7

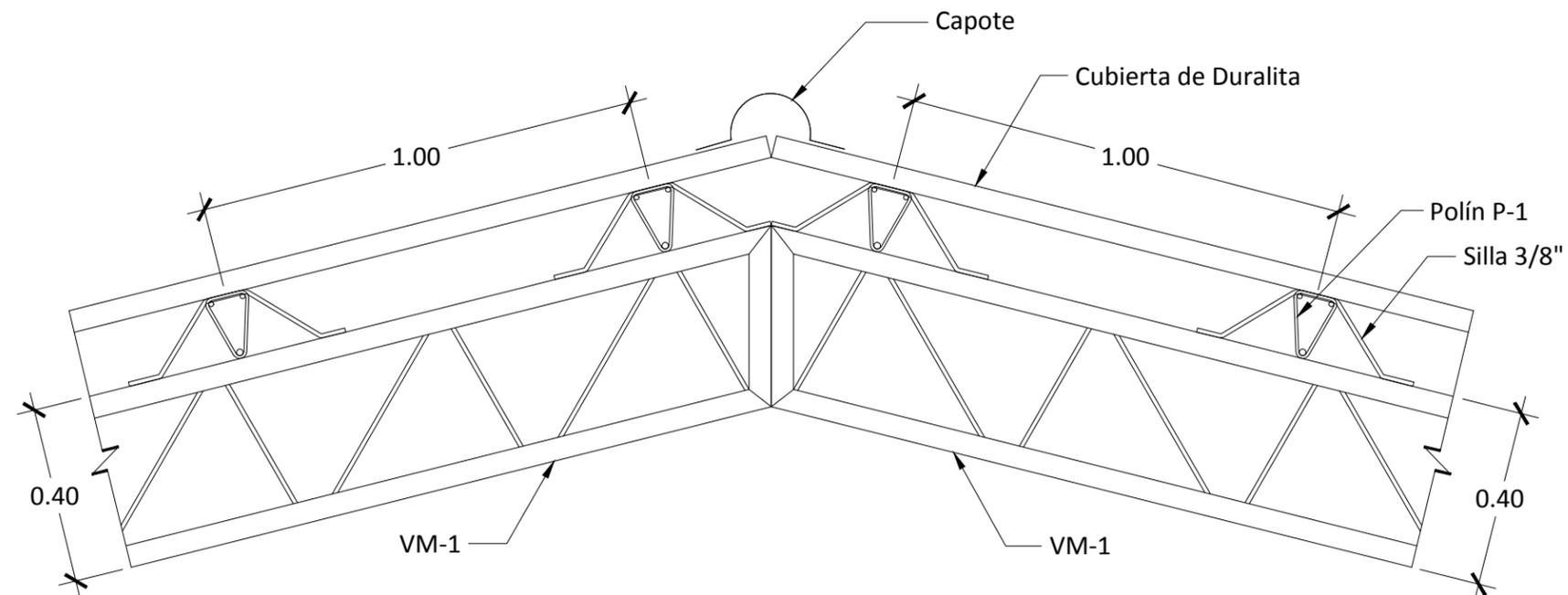
Plano constructivo de estructura de techo.

Se presenta el detalle, la cantidad de conexiones y materiales requeridos para cada una de las conexiones CX-6 y CX-7.

**DETALLE DE CONEXIÓN CX-6**  
5 CONEXIONES ESC. 1:15



**DETALLE DE CONEXIÓN CX-7**  
7 CONEXIONES ESC. 1:15



**ET-02d**  
ESTRUCTURA DE TECHO

**ESTRUCTURA DE TECHO**  
Contenido: **DETALLE DE CONEXIONES CX-6 Y CX-7**

**EDIFICIO**

ET-02e-DETALLE DE CONEXIONES CX-8 Y CX-9

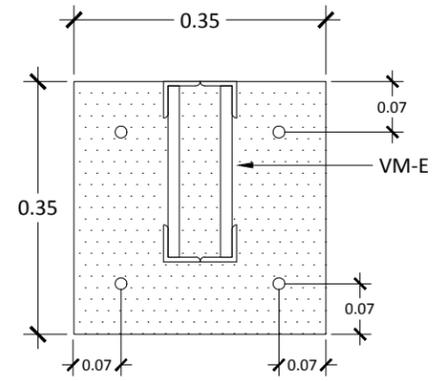
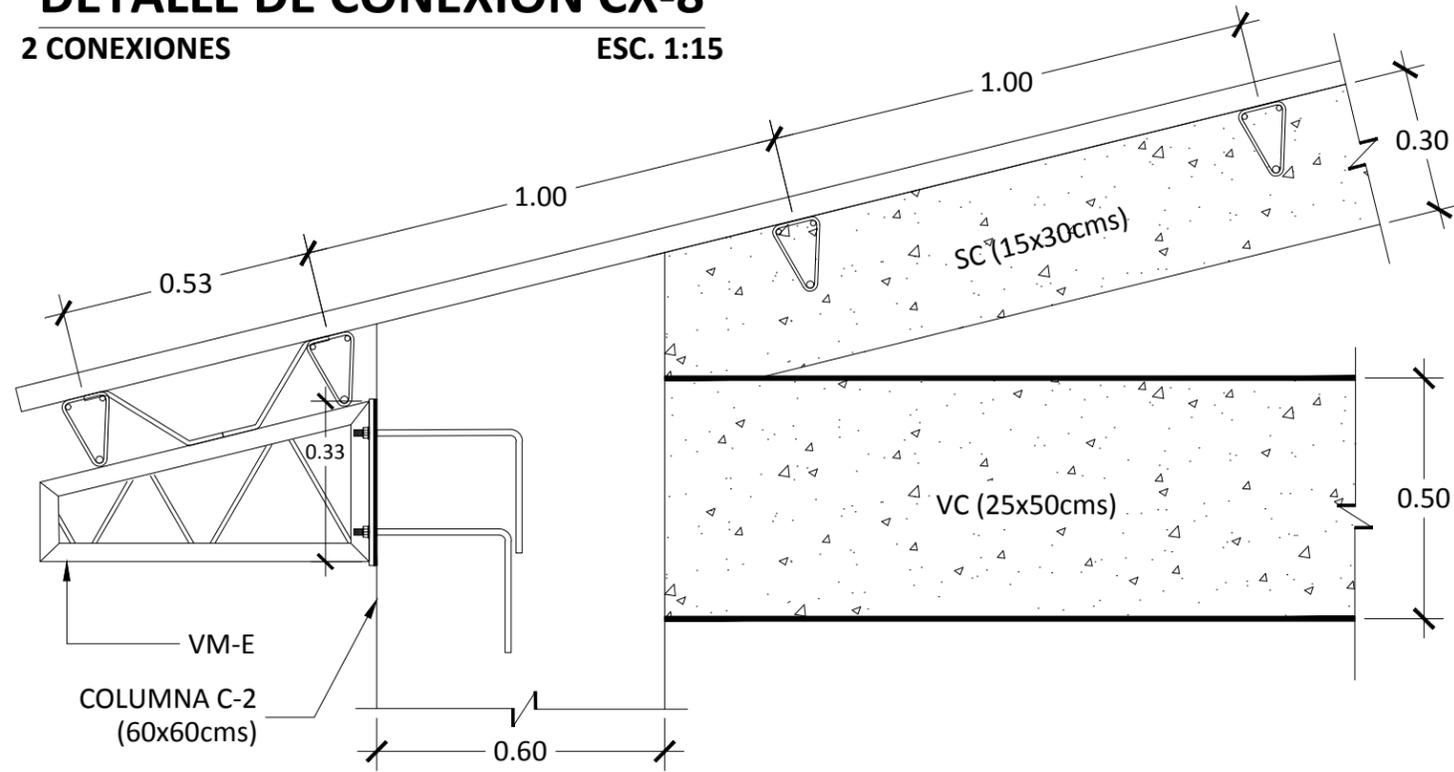
Plano constructivo de estructura de techo.

Se presenta el detalle, la cantidad de conexiones y materiales requeridos para cada una de las conexiones CX-8 y CX-9.

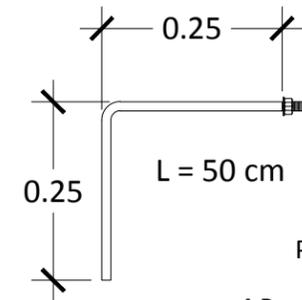
# DETALLE DE CONEXIÓN CX-8

2 CONEXIONES

ESC. 1:15



Placa de 35cm\*35cm\*3/8"  
1 Placa por conexión  
Total: 2 Placas

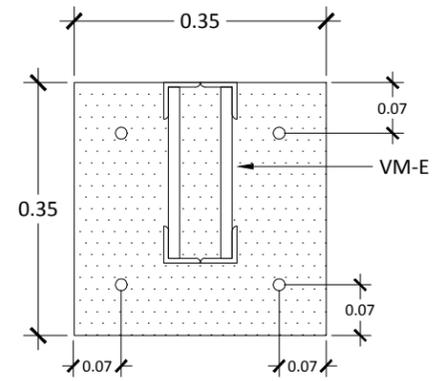
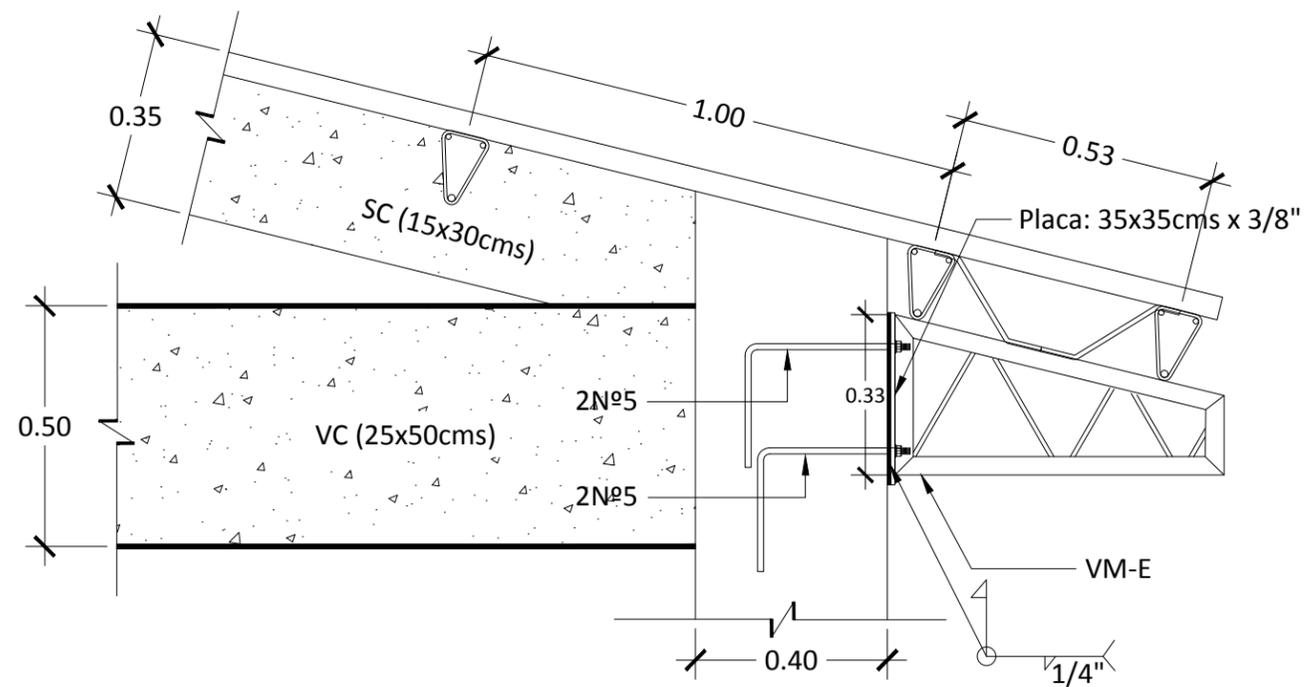


Perno de 5/8"  
L = 50 cm  
4 Pernos por conexión  
Total: 8 Pernos

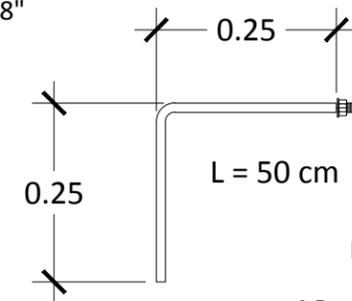
# DETALLE DE CONEXIÓN CX-9

2 CONEXIONES

ESC. 1:15



Placa de 35cm\*35cm\*3/8"  
1 Placa por conexión  
Total: 2 Placas



Perno de 5/8"  
L = 50 cm  
4 Pernos por conexión  
Total: 8 Pernos

ET-02e  
ESTRUCTURA DE TECHO

ESTRUCTURA DE TECHO  
Contenido: DETALLE DE CONEXIONES CX-8 Y CX-9

EDIFICIO

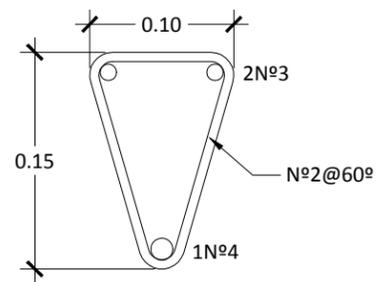
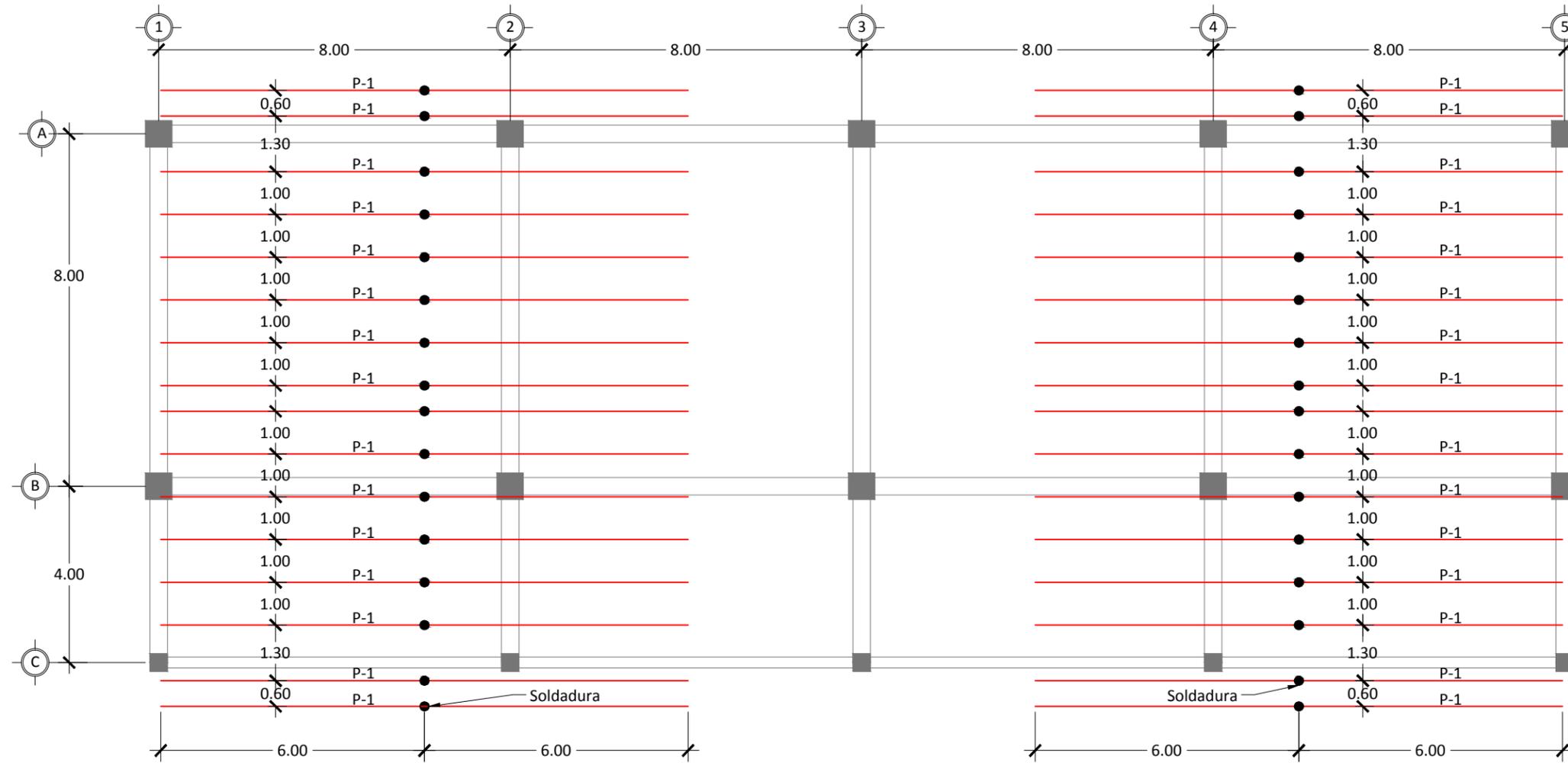
### ET-03-DETALLES DE POLINES

Plano constructivo de estructura de techo.

Se muestra el detalle, cantidad, dimensiones y ubicación de los polines espaciales P-

1. También se muestra el detalle de la unión o soldadura y la silla con la que se unen a las vigas macomber.

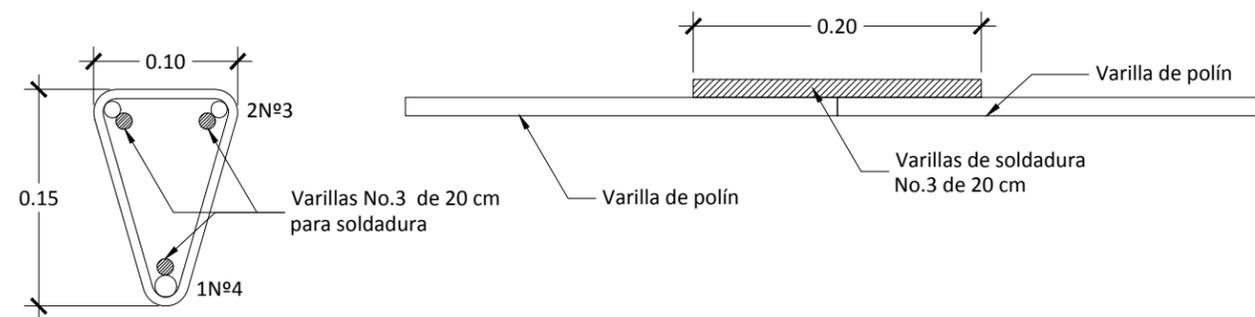
**DETALLES DE POLINES P-1**  
ESTRUCTURA DE TECHO ESC.1:125



**POLÍN P-1**  
ESC. 1:5

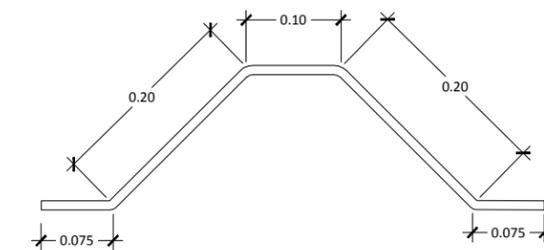
64 polines espaciales de 6.00 m

**DETALLE DE UNIÓN DE POLINES**



96 varillas No.3 de 20 cm para soldadura = 19.20 m

**DETALLE DE SILLA DE POLÍN**



L = 65 cm  
Total = 107 Sillas de Varilla No.3

#### ET-04-DETALLE DE CUBIERTA

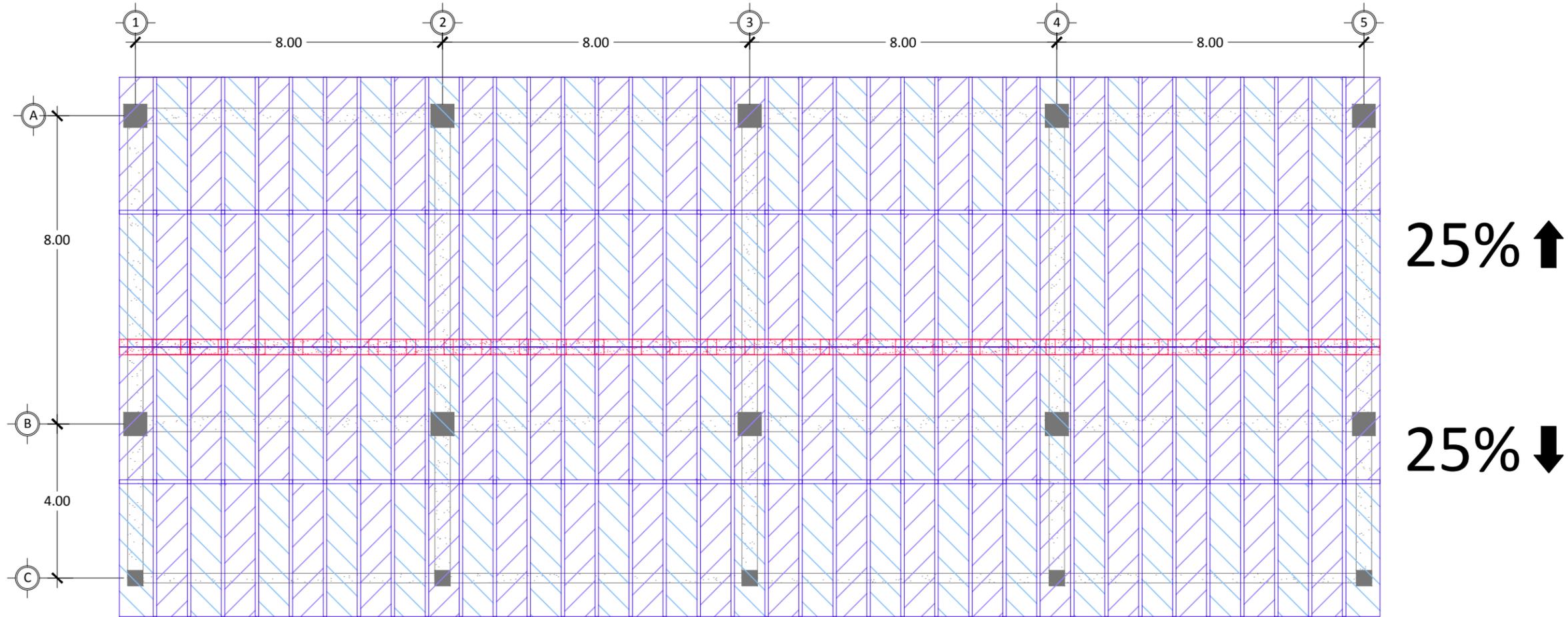
Plano constructivo de estructura de techo.

Se muestra el detalle, cantidad, dimensiones y ubicación de las láminas correspondientes a la cubierta de techo. También se muestra el detalle de los traslapes y la cantidad de accesorios adicionales para su instalación.

# DETALLES DE CUBIERTA DE TECHO

ESTRUCTURA DE TECHO

ESC.1:125



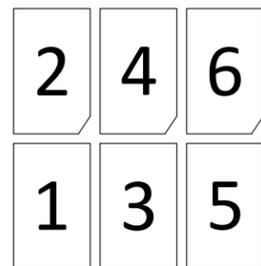
148 láminas duralita color rojo teja de 12 pies (3.66 m)

1,200 pines de fijación de 9"

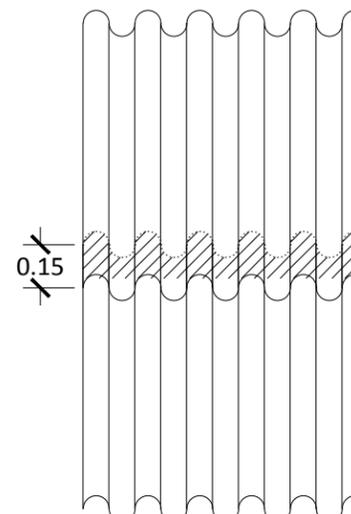
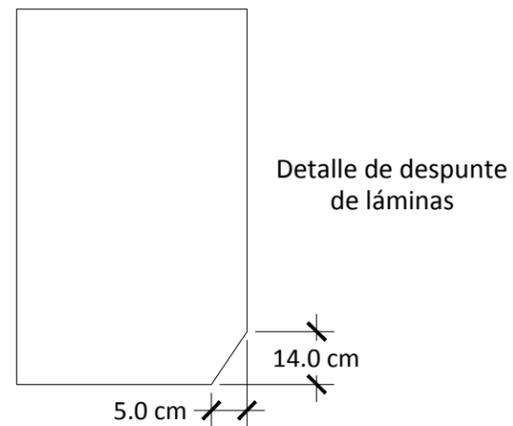
2 capotes estándar terminal color rojo teja

35 capotes estándar intermedios color rojo teja

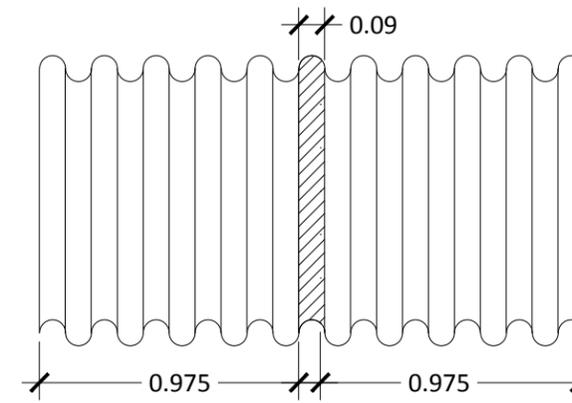
35 pines de fijación de 12"



Orden de colocación de láminas



Detalle de traslape longitudinal



Detalle de traslape transversal

ET-04

ESTRUCTURA DE TECHO

ESTRUCTURA DE TECHO

Contenido: DETALLE DE CUBIERTA

EDIFICIO

### ET-05-DETALLE DE SECCIÓN Y CANAL DE LÁMINA

Plano constructivo de estructura de techo.

Se muestra la vista en sección de la estructura, en donde se visualiza la colocación de todos los elementos que componen el techo, desarrollados en los planos anteriores.

También se muestra el detalle, dimensiones y cantidad de materiales que conforman el canal para aguas lluvias.



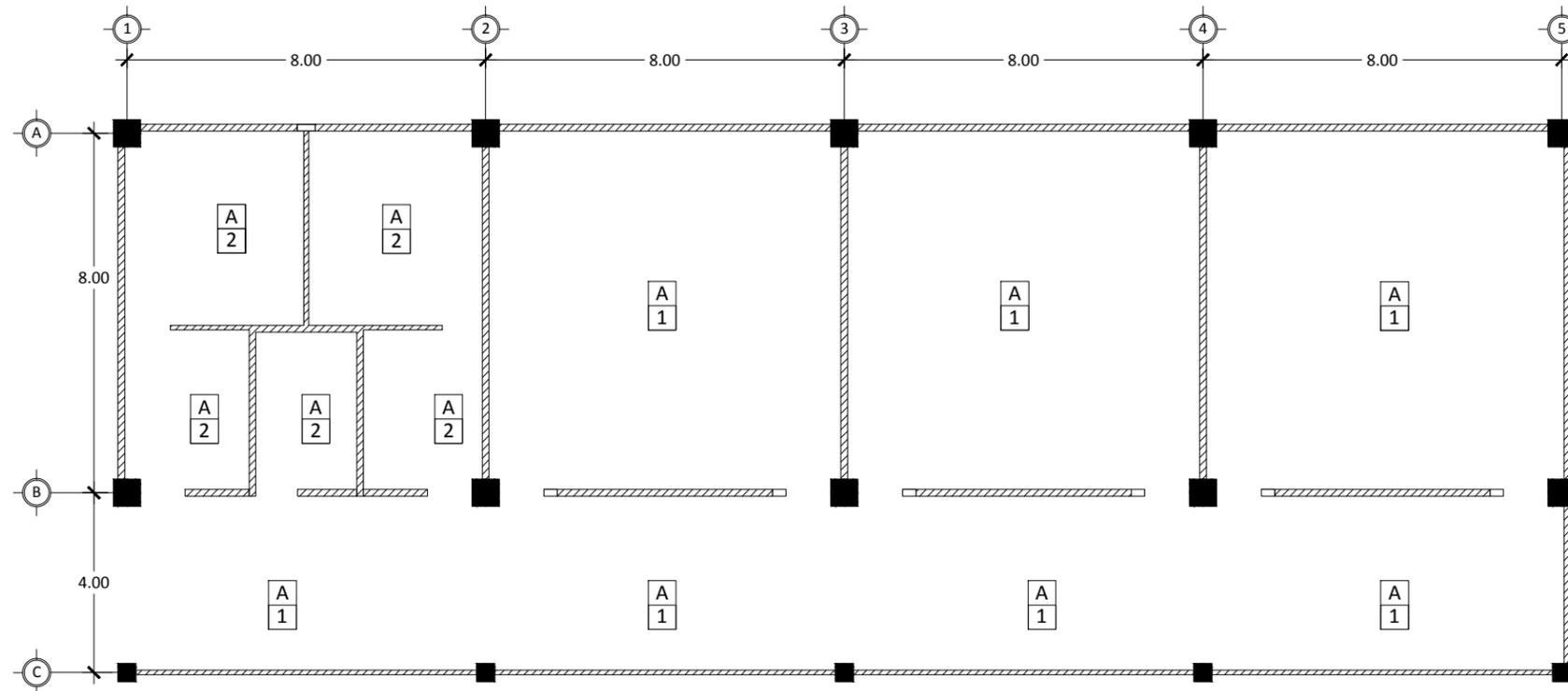
### PI-01-DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA DE MATERIALES

Plano constructivo de acabados.

Se muestra la vista en planta del primer y segundo nivel, en donde se visualiza la distribución y materiales de pisos y cielo falso.

**PLANTA DE CIELO FALSO Y PISOS**  
PRIMER NIVEL

ESC. 1:150

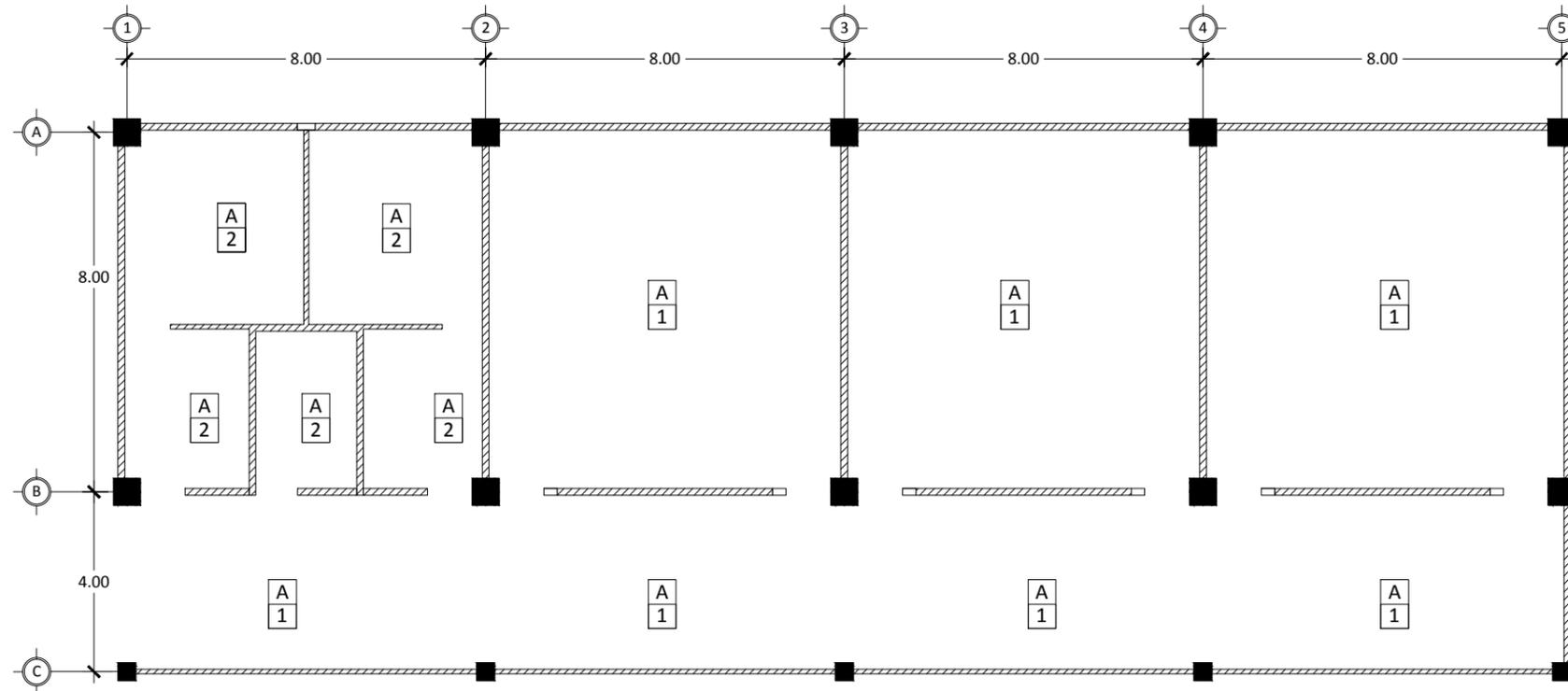


PISOS	
1	Piso cerámico de 60cm*60cm
2	Piso cerámico antideslizante de 60cm*60cm

CIELO FALSO	
A	Tabla yeso de 2'x4' con lámparas empotradas de 2'x2'

**PLANTA DE CIELO FALSO Y PISOS**  
SEGUNDO NIVEL

ESC. 1:150



**PI-01**  
PISOS

**ACABADOS: PISOS Y CIELO FALSO**  
Contenido: DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA DE MATERIALES

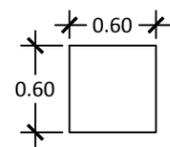
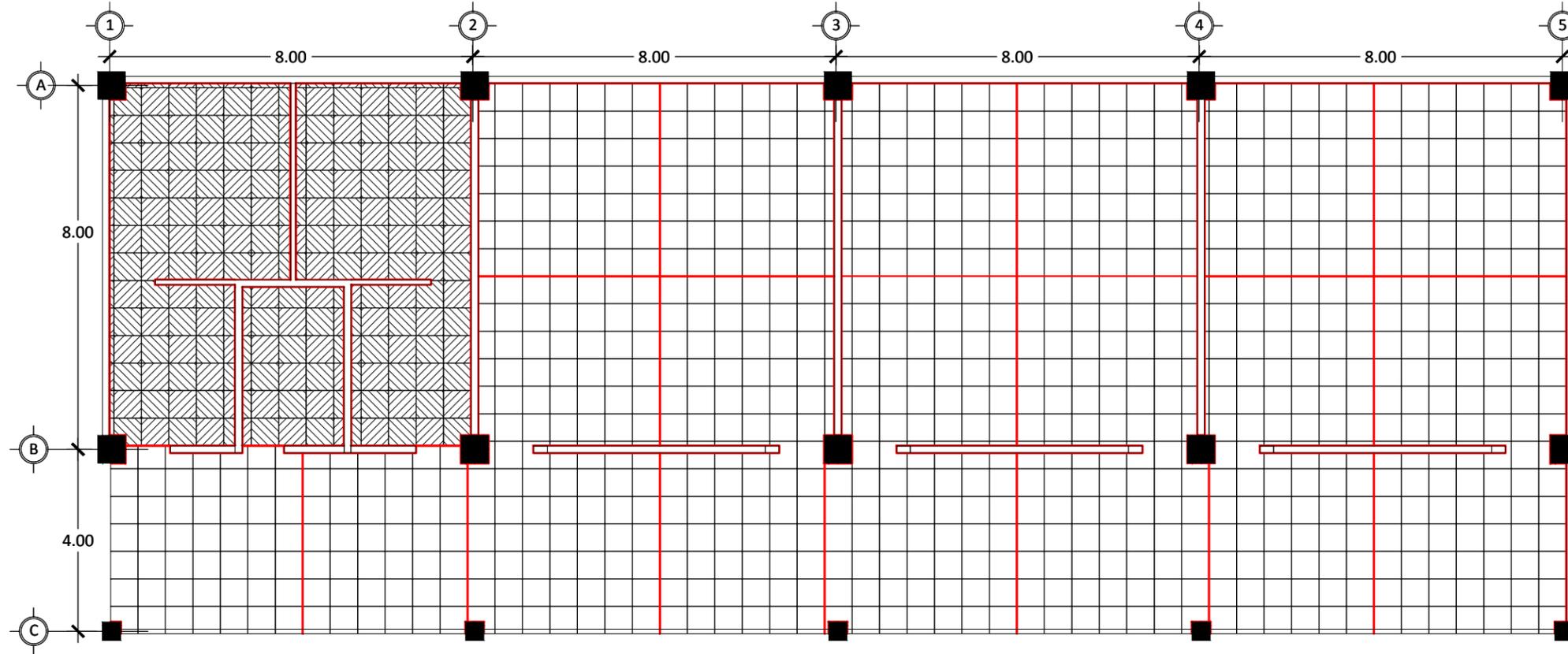
**EDIFICIO**

### PI-02-DETALLE DE COLOCACIÓN DE PISOS

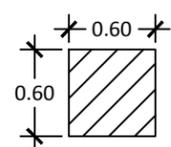
Plano constructivo de acabados correspondiente a pisos de primero y segundo nivel.

Se muestra el tipo y cantidad de materiales a utilizar, la esquematización de la junta de dilatación y especificaciones que deben ser tomadas en cuenta al colocar el piso.

**PISOS: DETALLE DE COLOCACIÓN**  
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL ESC. 1:125

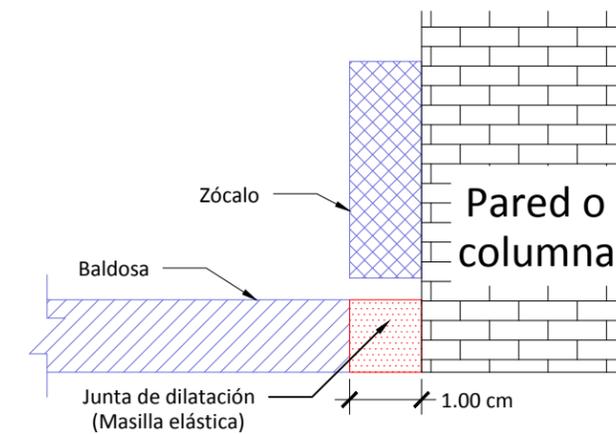


Cerámica  
60cm\*60cm  
1,782 piezas



Cerámica Antideslizante  
60cm\*60cm  
348 piezas

**DETALLE DE JUNTA DE DILATACIÓN**



**Notas:**

1. Las juntas de dilatación perimetrales serán de 1.00 cm.
2. Se colocarán juntas de dilatación (representadas por líneas rojas) aproximadamente a cada 4.00 m, en los lugares donde especifica el plano, y su ancho será de 5 mm.
3. Las juntas de dilatación serán rellenas con masilla elástica.
4. La separación entre baldosa y baldosa es de 5 mm.

**PI-02**  
PISOS

**ACABADOS: PISOS**  
Contenido: **DETALLE DE COLOCACIÓN DE PISOS**

**EDIFICIO**

CF-01-DETALLE DE ÁNGULO PERIMETRAL Y CRUCEROS

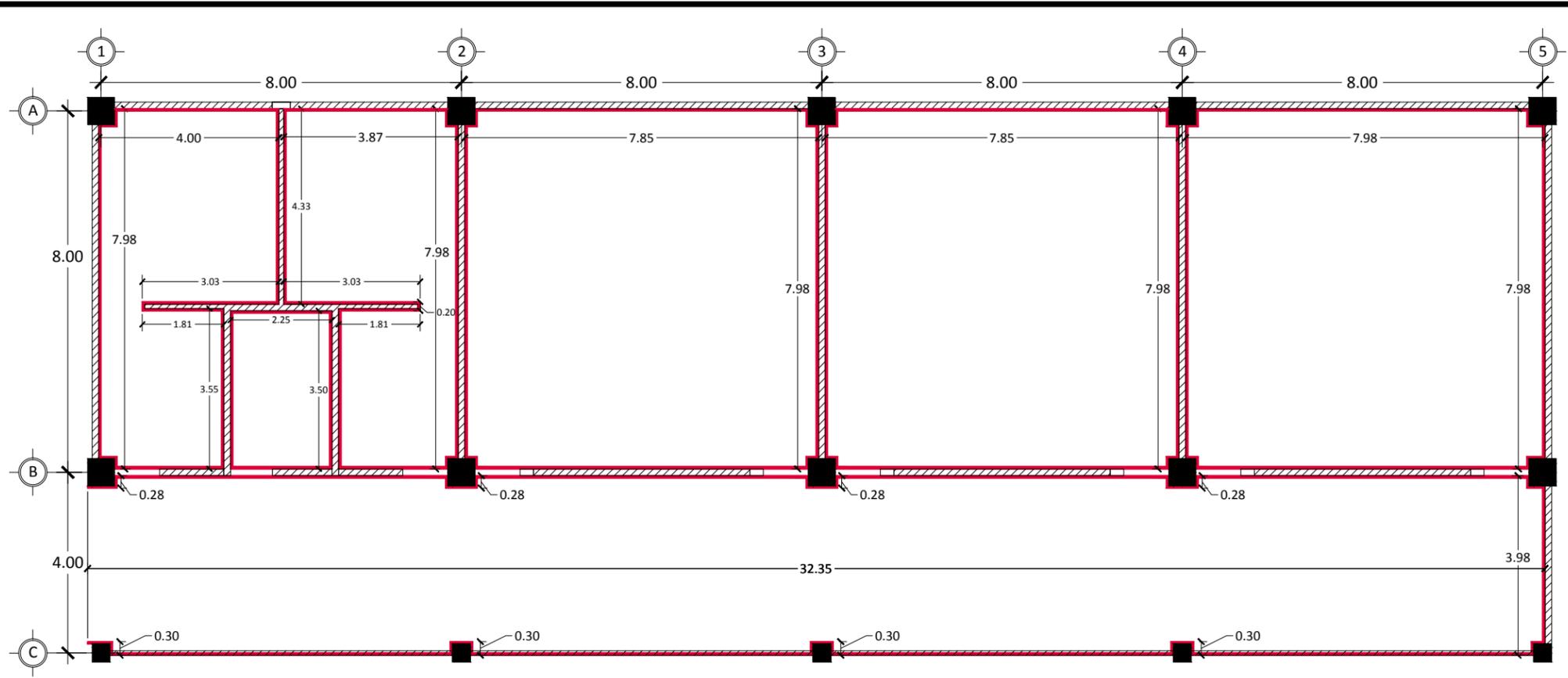
Plano constructivo de acabados correspondiente a cielo falso de primer y segundo nivel.

Se muestra el detalle, dimensiones y cantidades de ángulo perimetral y de cruceros que sostendrán las losetas de tablayeso.

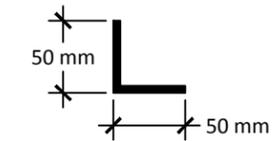
**CF-01**  
CIELO FALSO

**ACABADOS: CIELO FALSO**  
Contenido: **DETALLE DE ÁNGULO PERIMETRAL Y CRUCEROS**

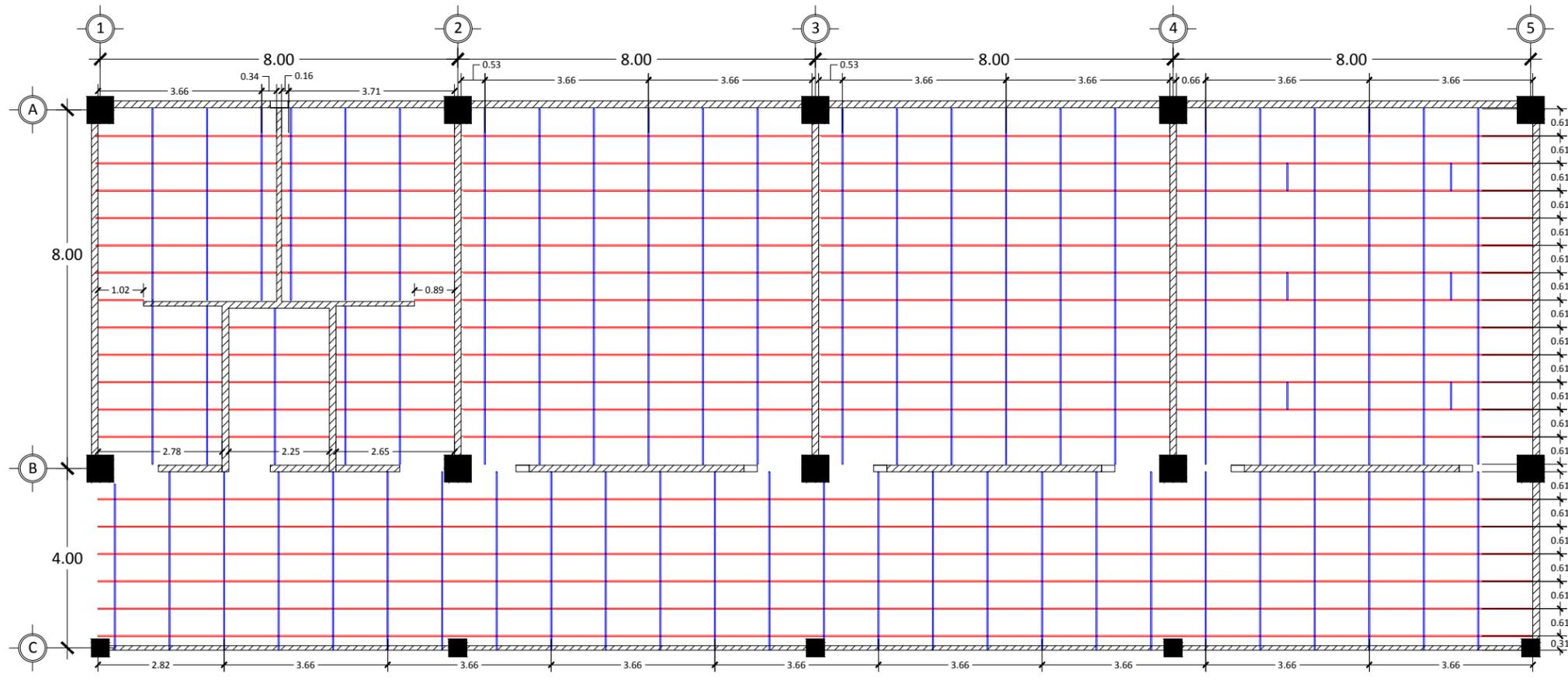
**EDIFICIO**



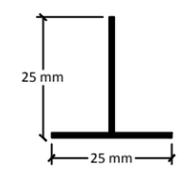
**CIELO FALSO: DETALLE DE  
ÁNGULO PERIMETRAL**  
1ER Y 2DO NIVEL ESC. 1:125



Ángulo perimetral:  
1er nivel: 63 ángulos de 12 pies  
2do nivel: 62 ángulos de 12 pies  
Total: 125 ángulos de 12 pies



**CIELO FALSO: DETALLE  
DE TEE'S Y CRUCEROS**  
1ER Y 2DO NIVEL ESC. 1:125



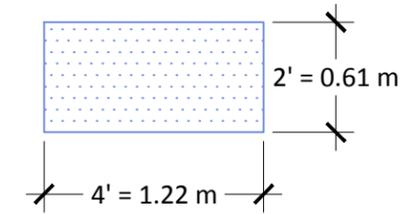
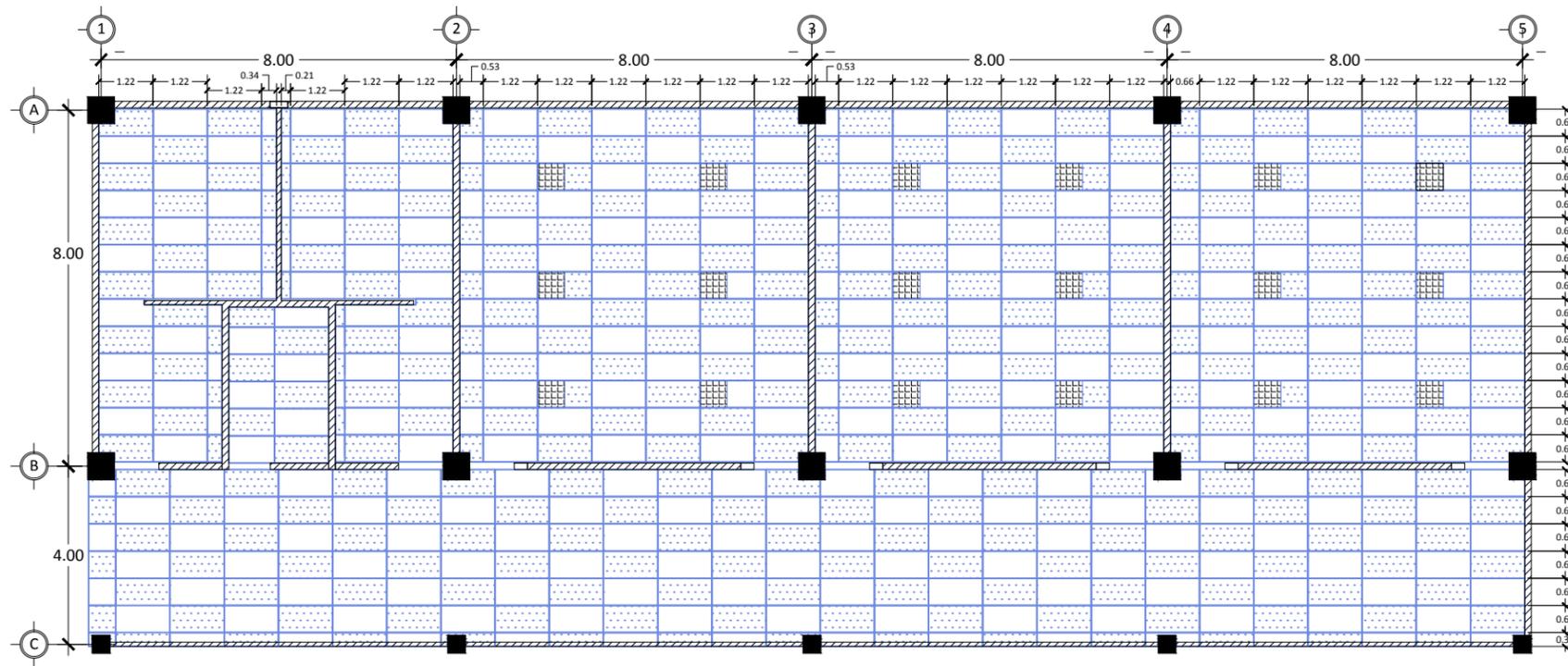
Tee de aluminio  
1er Nivel: 238 piezas de 12 pies  
2do Nivel: 237 piezas de 12 pies  
Total: 475 piezas de 12 pies

### CF-02-DETALLE DE TABLA YESO Y TUBOS RÍGIDOS

Plano constructivo de acabados correspondiente a cielo falso de primer y segundo nivel.

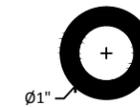
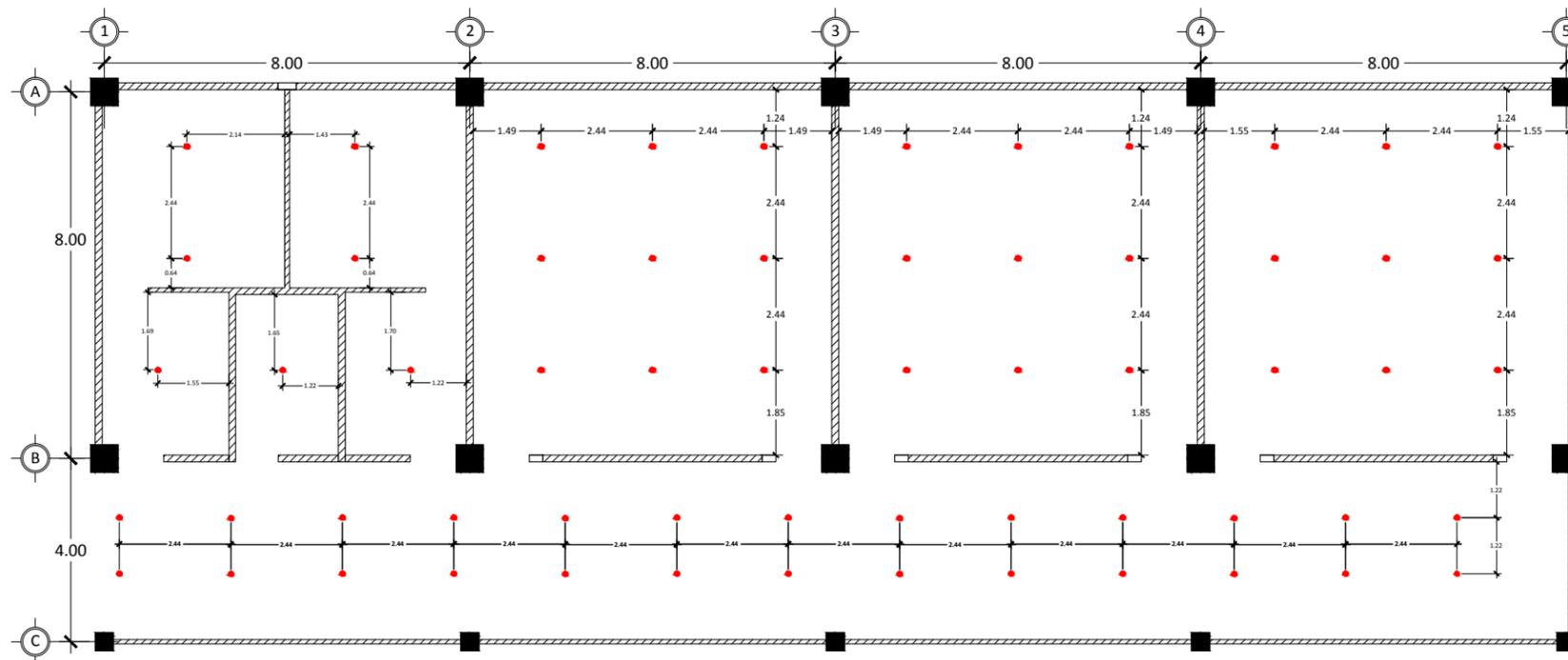
Se muestra el detalle, dimensiones y cantidades de losetas de tablayeso y tubos rígidos de la estructura.

**CIELO FALSO: DETALLE DE TABLA YESO**  
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL ESC. 1:150



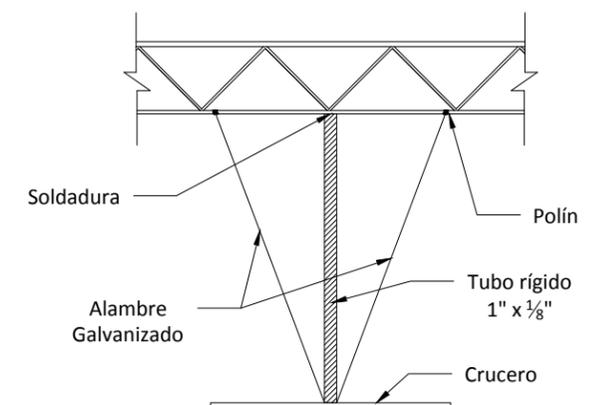
**Losetas de tabla yeso**  
1er nivel: 517 piezas de 2'x4'  
2do nivel: 517 piezas de 2'x4'  
Total: 1,034 piezas de 2'x4'

**CIELO FALSO: DETALLE DE TUBOS RÍGIDOS**  
PRIMER Y SEGUNDO NIVEL ESC. 1:150



**Tubo rígido de 1"x1/8"**  
1er Nivel: 180 piezas de 1.00 m  
2do Nivel: 180 piezas de 1.00 m  
Total: 360 piezas de 1.00 m

**DETALLE DE TUBO RÍGIDO**



**CF-02**  
CIELO FALSO

**ACABADOS: CIELO FALSO**  
Contenido: **DETALLE DE TABLA YESO Y TUBOS RÍGIDOS**

**EDIFICIO**

### **3.2. PROYECTO: VIVIENDA**

#### Descripción

Edificio de mampostería reforzada internamente de tres niveles, con 265 m<sup>2</sup> de construcción.

Cada nivel está conformado por cuatro apartamentos destinados a vivienda.

Los apartamentos del primer nivel tienen un área de construcción de 66.25 m<sup>2</sup> cada uno.

Los apartamentos del segundo y tercer nivel tienen un área de construcción de aproximadamente 59 m<sup>2</sup>.

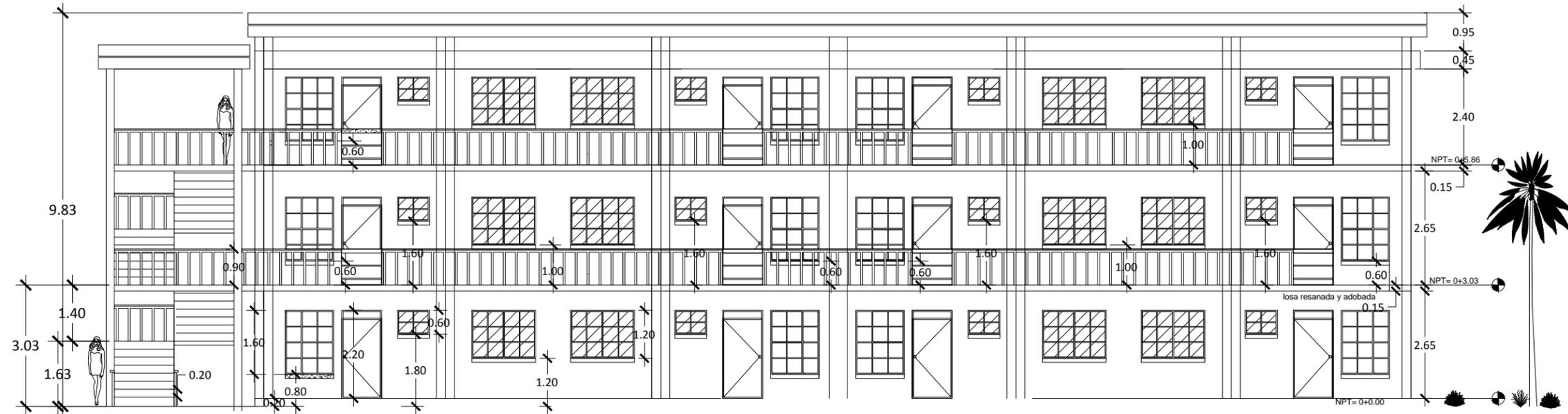
#### DE-01-VISTA DE FACHADA Y SECCIÓN

Vista de fachada principal donde se visualizan en elevación los tres niveles del edificio y la intención del diseñador del edificio terminado.

En la vista de sección se observan detalles internos de los apartamentos y la estructura de techo, la cual es de un agua.

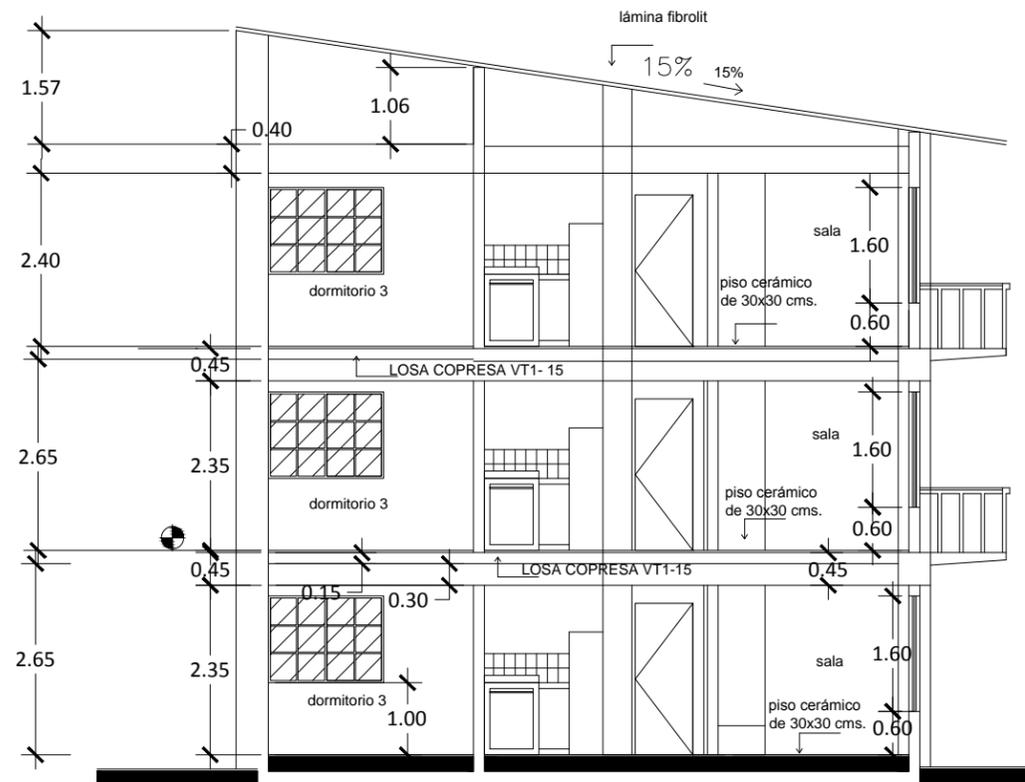
# VISTA DE FACHADA PRINCIPAL

ESC. 1:125



# VISTA DE SECCIÓN

ESC. 1:100



DE-01  
DESCRIPCIÓN

DESCRIPCIÓN DE VIVIENDA  
Contenido: VISTA DE FACHADA Y SECCIÓN

VIVIENDA

FU-01-VIGA DE FUNDACIÓN Y PILOTES: VISTA EN PLANTA

Plano constructivo de fundaciones.

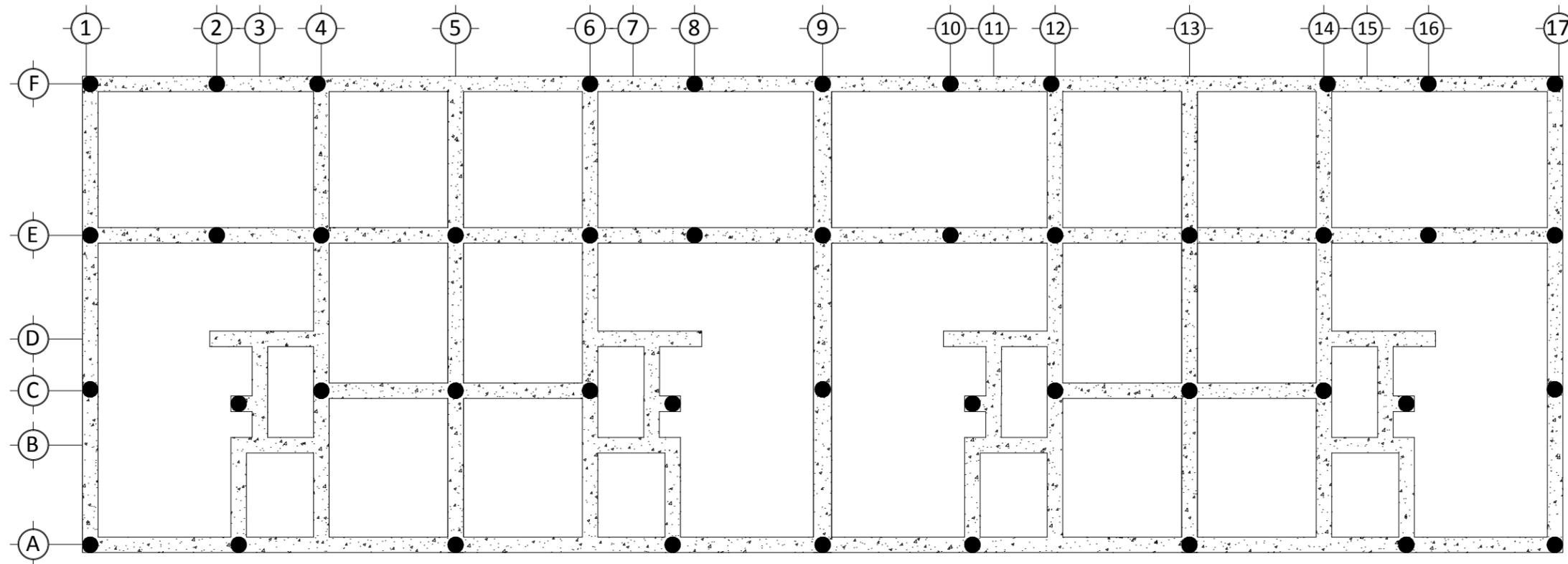
Se muestra la vista en planta en donde se visualiza la ubicación de los pilotes y las vigas de fundación.

En las tablas anexas se presenta la cantidad de acero longitudinal y transversal requerido para las vigas de fundación.

# PLANTA DE FUNDACIONES

VIGA DE FUNDACIÓN

ESC. 1:100



VIGA DE FUNDACIÓN: ACERO TRANSVERSAL			
Unidades por eje	Longitud	Unidades totales	Longitud total
Eje A, E, F			
188	No. 3 de 1.50 m	564	846.00 m
Eje B			
36	No. 3 de 1.50 m	36	54.00 m
Eje C			
76	No. 3 de 1.50 m	76	114.00 m
Eje D			
56	No. 3 de 1.50 m	56	84.00 m
Eje 1, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 17			
58	No. 3 de 1.50 m	522	783.00 m
Eje 2, 8, 10, 16			
19	No. 3 de 1.50 m	76	114.00 m
Eje 3, 7, 11, 15			
27	No. 3 de 1.50 m	108	162.00 m

CUADRO RESUMEN-ACERO TRANSVERSAL	
Total de estribos	1,438 No. 3 de 1.50 m
Longitud total	2,157 m
No. De varillas	180 No. 3 de 12 m
Sobrante	12 No. 3 de 12 m

VIGA DE FUNDACIÓN: ACERO LONGITUDINAL			
Cantidad	Longitud	Sobrante por eje	Sobrante total
Eje A, E, F			
8 No. 4	12.00 m	0.00 m	0.00 m
4 No. 4	6.00 m	4 No. 4 de 0.20 m	12 No. 4 de 0.20 m
Eje B			
3 No. 4	9.00 m	3 No. 4 de 0.4 m	3 No. 4 de 0.4 m
4 No. 4	2.55 m	4 no. 4 de 0.4 m	4 no. 4 de 0.4 m
Eje C			
5 No. 4	12.00 m	4 No. 4 de 0.48 m	4 No. 4 de 0.48 m
4 No. 4	1.60 m	4 No. 4 de 0.60 m	4 No. 4 de 0.60 m
Eje D			
4 No. 4	12.00 m	0.00 m	0.00 m
Eje 1, 4, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 17			
36 No. 4	12.00 m	2 No. 4 de 2.55 m	2 No. 4 de 2.55 m
Eje 2, 8, 10, 16			
4 No. 4	2.55 m	4 No. 4 de 0.05 m	16 No. 4 de 0.05 m
Eje 3, 7, 11, 15			
4 No. 4	2.55 m	0.00 m	0.00 m

**FU-01**  
FUNDACIONES

**FUNDACIONES**  
Contenido: **VIGA DE FUNDACIÓN Y PILOTES: VISTA EN PLANTA**

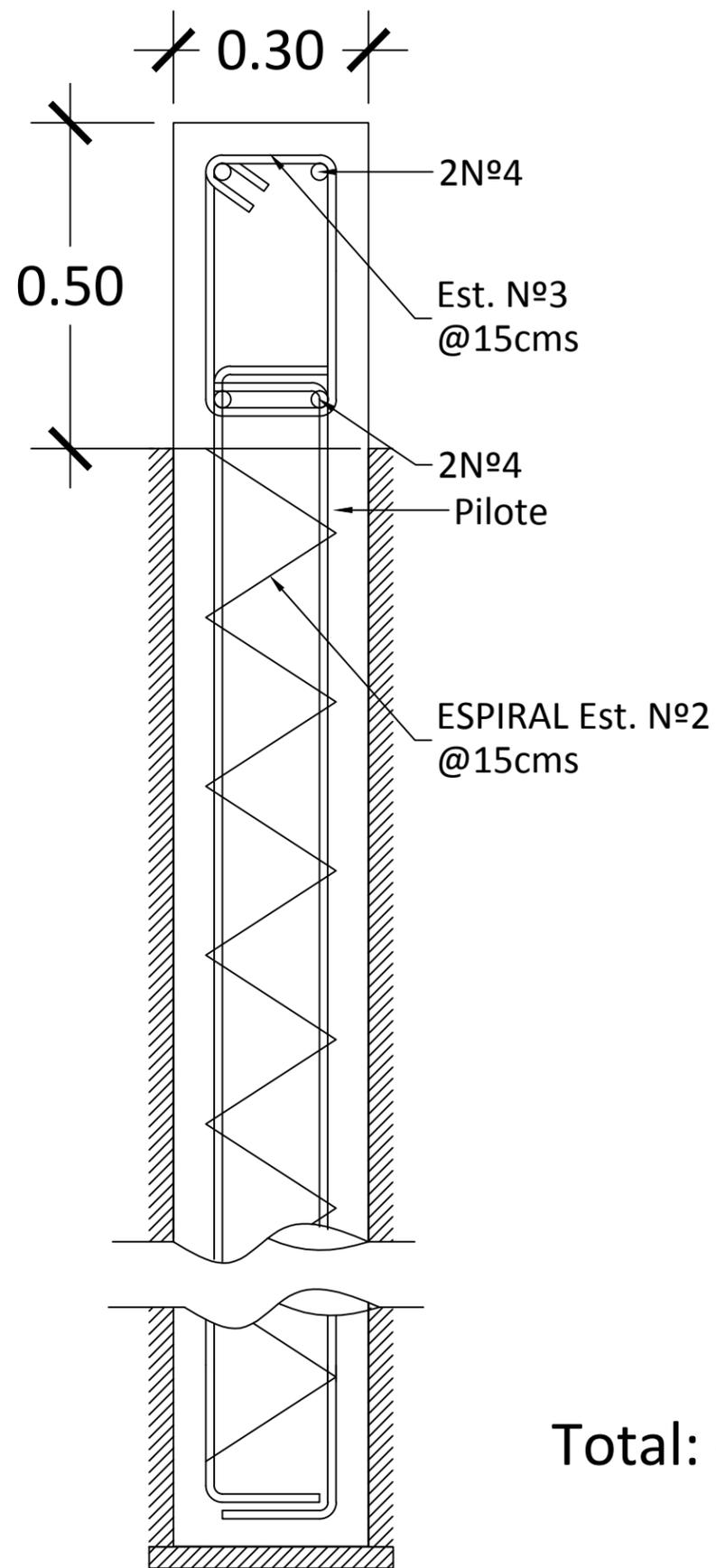
**VIVIENDA**

## FU-02-DETALLE DE VIGAS DE FUNDACIÓN Y PILOTES

Plano constructivo de fundaciones.

Se muestra la vista de sección donde se visualiza el armado de la viga de fundación y de los pilotes.

En las tablas anexas se presenta la cantidad de acero longitudinal y espirales requeridos para cada uno de los pilotes.



**DETALLE DE FUNDACIONES**  
 VIGA DE FUNDACIÓN Y PILOTES      ESC. 1:10

PILOTES: ACERO LONGITUDINAL				
	Cantidad	Longitud	Sobrante por pilote	Sobrante total
Espirales	49 No. 2	12.00 m	0.50 m	24.50 m
	49 No. 2	9.00 m		
Acero longitudinal	245 No. 3	6.00 m	0.00 m	0.00 m

CUADRO RESUMEN-PILOTES	
No. de pilotes	49
No. de espirales	40
Longitud de espiral	0.50 m
Longitud total por pilote	20.00 m

Total: 49 Pilotes

**FU-02**  
FUNDACIONES

**FUNDACIONES**  
 Contenido: **DETALLE DE VIGAS DE FUNDACIÓN Y PILOTES**

**VIVIENDA**

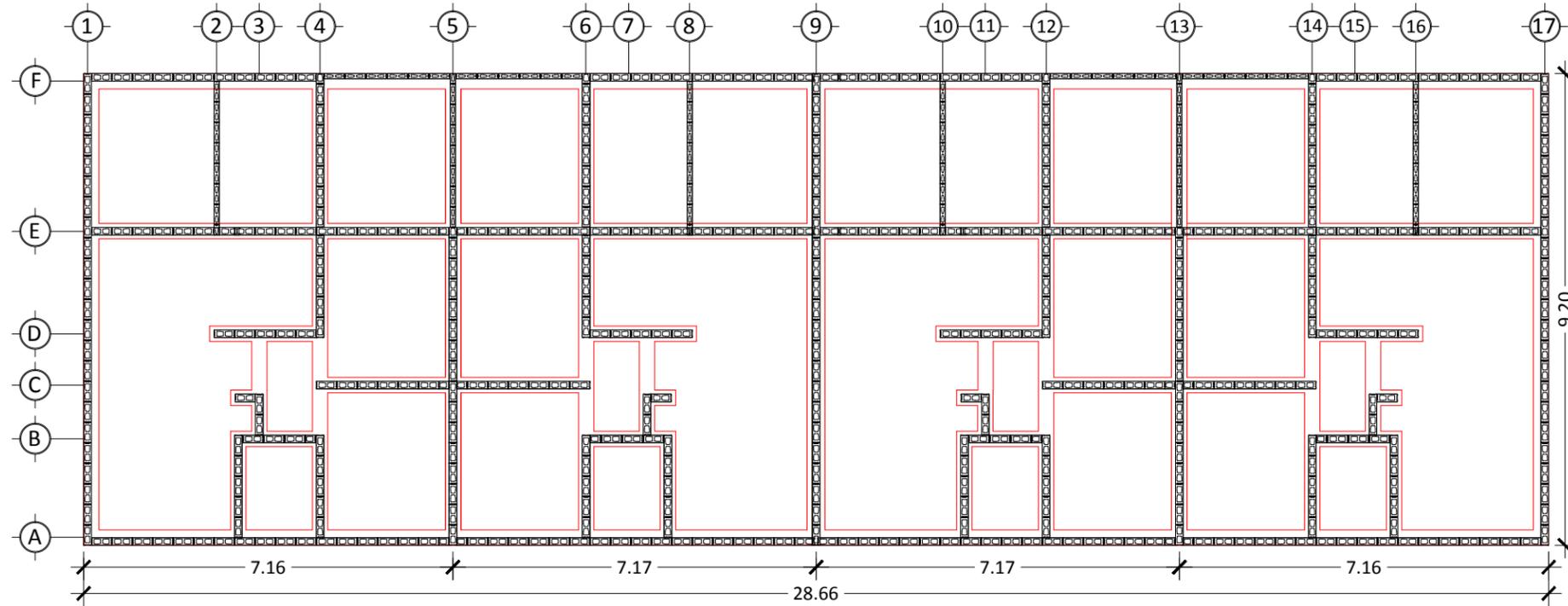
MA-01-PLANTA Y DETALLES DE PAREDES: NIVELES 1, 2 y 3

Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente.

Se muestra la vista en planta de los tres niveles que conforman el edificio, donde se visualiza la distribución de los bloques de concreto y se presentan las especificaciones de los materiales que serán utilizados en cada uno de los niveles.

# PLANTA DE PAREDES

NIVEL 1 ESC. 1:120

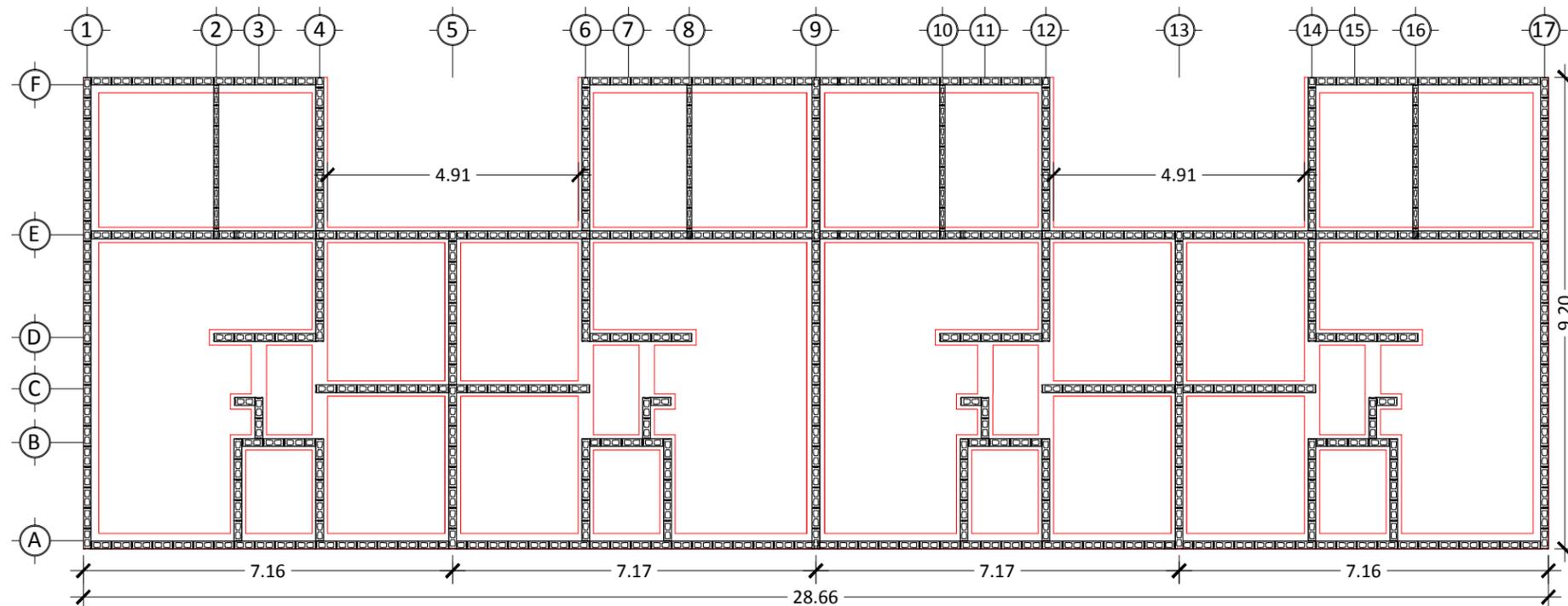


## DETALLE DE REFUERZO DE PAREDES

NIVEL 1  
Espesor bloque = 20 cm  
Ref. Vertical = No.4 @80 cm  
Ref. Horizontal = 2 No.2 @40 cm  
Ref. Horizontal Solera = 1 No.5 @ 0.60 m

# PLANTA DE PAREDES

NIVELES 2 y 3 ESC. 1:120



NIVELES 2 y 3  
Espesor bloque = 15 cm  
Ref. Vertical = No.3 @ 80 cm  
Ref. Horizontal = 2 No.2 @ 40 cm  
Ref. Horizontal Solera = 1 No.5 @ 0.60 m

MA-01  
MAMPOSTERÍA

MAMPOSTERÍA  
Contenido: PLANTA Y DETALLES DE PAREDES: NIVELES 1, 2 y 3

VIVIENDA

MA-02-EJE A (1-5),(5-9),(9-13),(13-17): NIVELES 1, 2 y 3

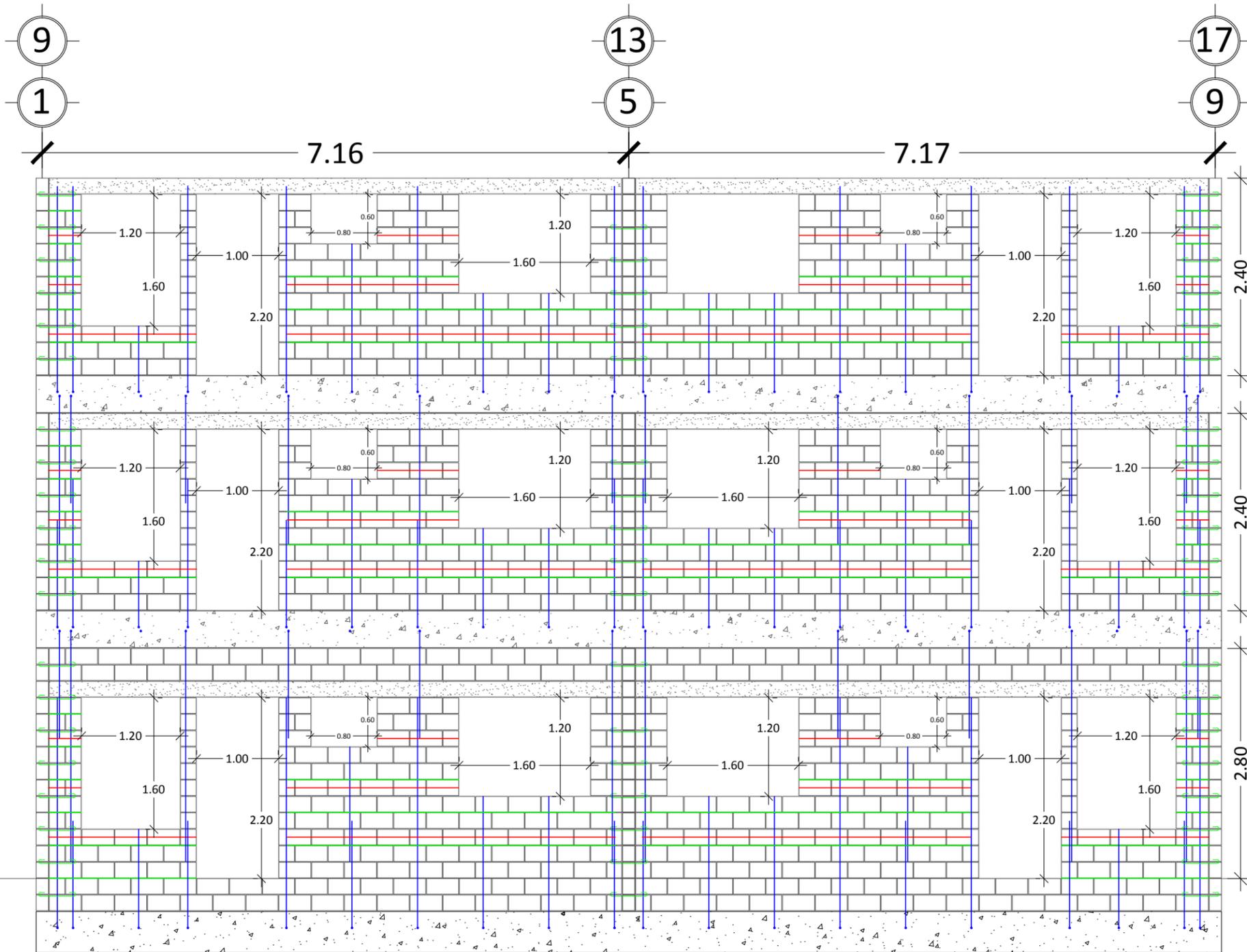
Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer, segundo y tercer nivel ubicadas en el eje A, entre los ejes 1-9 y 9-17. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal y traslapes.

En las tablas anexas se presenta la cantidad de materiales necesarios para su construcción.

# PARED EJE A (1-9),(9-17)

NIVELES 1, 2 y 3

ESC. 1:60



Eje A (1-9), (9-17)			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
<b>Primer Nivel</b>			
Bloque	20x20x40	240	480
	20x20x20	62	124
Bloque solera	20x20x40	80	160
	20x20x20	22	44
Grapas	No. 2 de 0.60 m	23	46
	No. 4 de 3.00 m	16	32
	No. 4 de 1.50 m	16	32
Refuerzo vertical	No. 4 de 1.80 m	4	8
	No. 2 de 0.40 m	12	24
	No. 2 de 1.80 m	8	16
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.10 m	4	8
	No. 2 de 4.00 m	8	16
	No. 2 de 2.10 m	4	8
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 0.40 m	4	8
	No. 5 de 1.00 m	2	4
	No. 5 de 1.80 m	2	4
	No. 5 de 2.10 m	2	4
	No. 5 de 4.00 m	2	4
<b>Segundo Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	136	272
	15x20x20	56	112
Bloque solera	15x20x40	48	96
	15x20x20	22	44
Grapas	No. 2 de 0.60 m	17	34
	No. 3 de 2.00 m	16	32
	No. 3 de 1.50 m	14	28
Refuerzo vertical	No. 3 de 1.40 m	4	8
	No. 2 de 0.40 m	16	32
	No. 2 de 1.80 m	4	8
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.10 m	4	8
	No. 2 de 4.00 m	8	16
	No. 2 de 2.10 m	4	8
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 0.40 m	4	8
	No. 5 de 1.00 m	2	4
	No. 5 de 1.80 m	2	4
	No. 5 de 2.10 m	2	4
	No. 5 de 4.00 m	2	4
<b>Tercer Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	144	288
	15x20x20	64	128
Bloque solera	15x20x40	40	80
	15x20x20	12	24
Grapas	No. 2 de 0.60 m	17	34
	No. 3 de 2.00 m	16	32
	No. 3 de 1.00 m	16	32
Refuerzo vertical	No. 3 de 1.40 m	4	8
	No. 2 de 0.40 m	16	32
	No. 2 de 1.80 m	4	8
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.10 m	4	8
	No. 2 de 4.00 m	8	16
	No. 2 de 2.10 m	4	8
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 0.40 m	4	8
	No. 5 de 1.00 m	2	4
	No. 5 de 1.80 m	2	4
	No. 5 de 2.10 m	2	4
	No. 5 de 4.00 m	2	4

**MA-02**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**

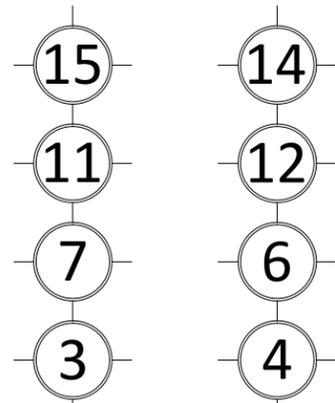
Contenido: EJE A (1-5),(5-9),(9-13),(13-17): NIVELES 1, 2 y 3

**VIVIENDA**

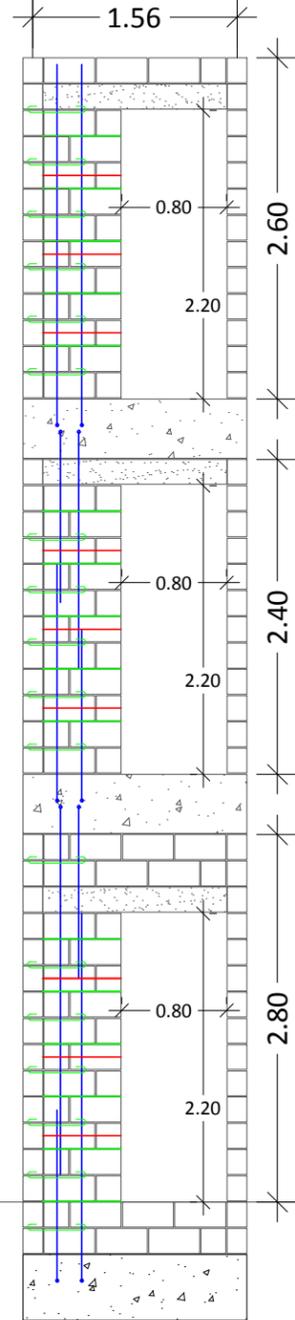
MA-03-EJE B y EJE D: NIVELES 1, 2 y 3

Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer, segundo y tercer nivel ubicadas en el eje B entre los ejes 3-4, 7-6, 11-12, 15-14 y pared del eje D, entre los ejes 2-4, 8-6, 10-12 y 16-14. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal y traslapes.

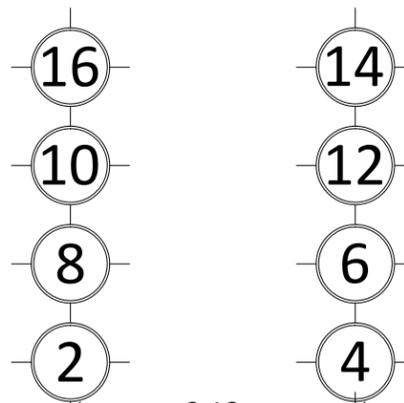
En las tablas anexas se presenta la cantidad de materiales necesarios para su construcción.



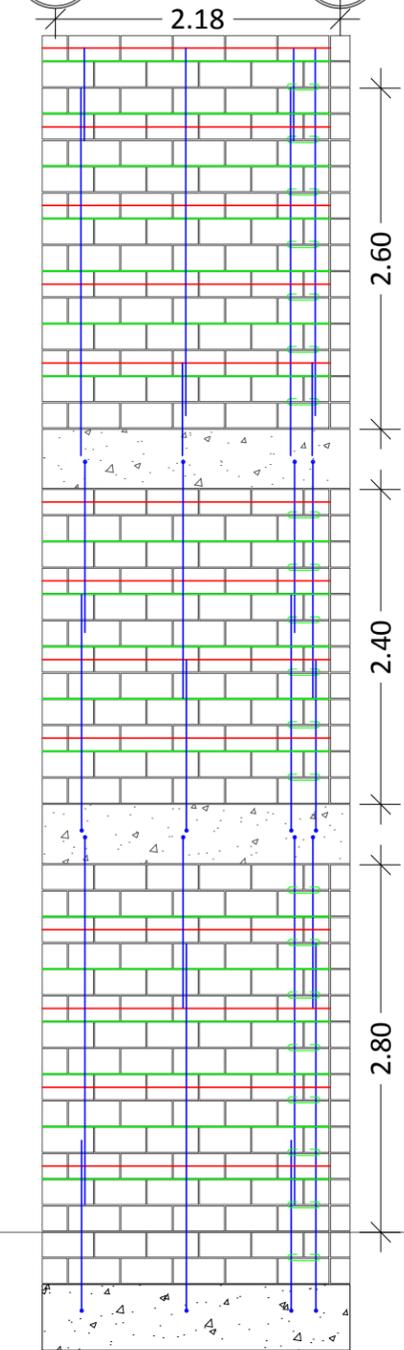
**PARED EJE B (3-4),(7-6),(11-12),(15-14)**  
 NIVELES 1, 2 y 3 ESC. 1:55



Eje B (3-4), (7-6), (11-12), (15-14)			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
<b>Primer Nivel</b>			
Bloque	20x20x40	20	80
	20x20x20	12	48
Bloque solera	20x20x40	3	12
	20x20x20	3	12
Grapas	No. 2 de 0.60 m	7	28
Refuerzo vertical	No. 4 de 3.00 m	2	8
	No. 4 de 1.50 m	2	8
Refuerzo horizontal	No. 2 de 0.6 m	14	56
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 0.60 m	3	12
<b>Segundo Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	8	32
	15x20x20	8	32
Bloque solera	15x20x40	3	12
	15x20x20	3	12
Grapas	No. 2 de 0.60 m	5	20
Refuerzo vertical	No. 3 de 2.00 m	2	8
	No. 3 de 1.50 m	2	8
Refuerzo horizontal	No. 2 de 0.6 m	10	40
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 0.60 m	3	12
<b>Tercer Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	11	44
	15x20x20	9	36
Bloque solera	15x20x40	3	12
	15x20x20	3	12
Grapas	No. 2 de 0.60 m	6	24
Refuerzo vertical	No. 3 de 2.95 m	2	8
Refuerzo horizontal	No. 2 de 0.6 m	10	40
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 0.60 m	3	12



**PARED EJE D (2-4),(8-6),(10-12),(16-14)**  
 NIVELES 1, 2 y 3 ESC. 1:55



Eje D (2-4), (8-6), (10-12), (16-14)			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
<b>Primer Nivel</b>			
Bloque	20x20x40	80	320
	20x20x20	16	64
Bloque solera	20x20x40	20	80
	20x20x20	4	16
Grapas	No. 2 de 0.40 m	8	32
Refuerzo vertical	No. 4 de 3.00 m	4	16
	No. 4 de 1.50 m	4	16
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.20 m	12	48
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 2.20 m	4	16
<b>Segundo Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	60	240
	15x20x20	12	48
Bloque solera	15x20x40	20	80
	15x20x20	4	16
Grapas	No. 2 de 0.40 m	6	24
Refuerzo vertical	No. 3 de 2.00 m	4	16
	No. 3 de 1.50 m	4	16
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.20 m	10	40
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 2.20 m	4	16
<b>Tercer Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	75	300
	15x20x20	15	60
Bloque solera	15x20x40	25	100
	15x20x20	5	20
Grapas	No. 2 de 0.40 m	7	28
Refuerzo vertical	No. 3 de 3.00 m	4	16
	No. 3 de 0.70 m	4	16
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.20 m	14	56
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 2.20 m	5	20

**MA-03**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**  
 Contenido: EJE B y EJE D: NIVELES 1, 2 y 3

**VIVIENDA**

MA-04-EJE C (4-6),(12-14): NIVELES 1, 2 y 3

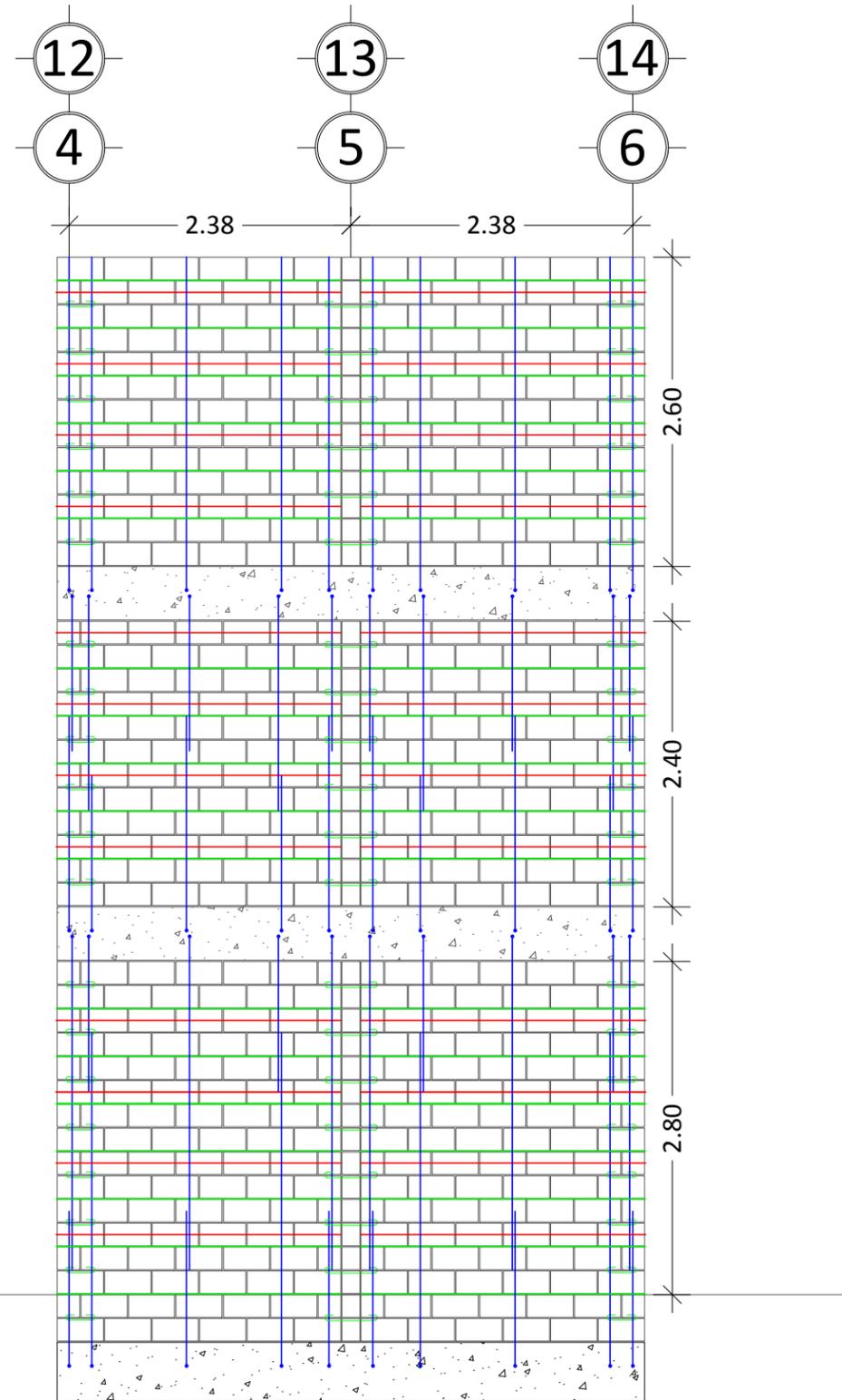
Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer, segundo y tercer nivel ubicadas en el eje C, entre los ejes 4-6 y 12-14. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal y traslapes.

En las tablas anexas se presenta la cantidad de materiales necesarios para su construcción.

# PARED EJE C (4-6),(12-14)

NIVELES 1, 2 y 3

ESC. 1:55



Eje C (4-6), (12-14)			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
<b>Primer Nivel</b>			
Bloque	20x20x40	132	264
	20x20x20	24	48
Bloque solera	20x20x40	44	88
	20x20x20	8	16
Grapas	No. 2 de 0.40 m	16	32
	No. 2 de 0.60 m	8	16
Refuerzo vertical	No. 4 de 3.00 m	10	20
	No. 4 de 1.50 m	10	20
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.40 m	32	64
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 2.40 m	8	16
<b>Segundo Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	88	176
	15x20x20	16	32
Bloque solera	15x20x40	44	88
	15x20x20	8	16
Grapas	No. 2 de 0.40 m	12	24
	No. 2 de 0.60 m	6	12
Refuerzo vertical	No. 3 de 2.00 m	10	20
	No. 3 de 1.50 m	10	20
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.40 m	20	40
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 2.40 m	8	16
<b>Tercer Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	100	200
	15x20x20	16	32
Bloque solera	15x20x40	44	88
	15x20x20	8	16
Grapas	No. 2 de 0.40 m	12	24
	No. 2 de 0.60 m	6	12
Refuerzo vertical	No. 3 de 3.00 m	10	20
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.40 m	22	44
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 2.40 m	8	16

**MA-04**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**

Contenido: EJE C (4-6),(12-14): NIVELES 1, 2 y 3

**VIVIENDA**

MA-05-EJE E (1-9),(9-17): NIVELES 1, 2 y 3

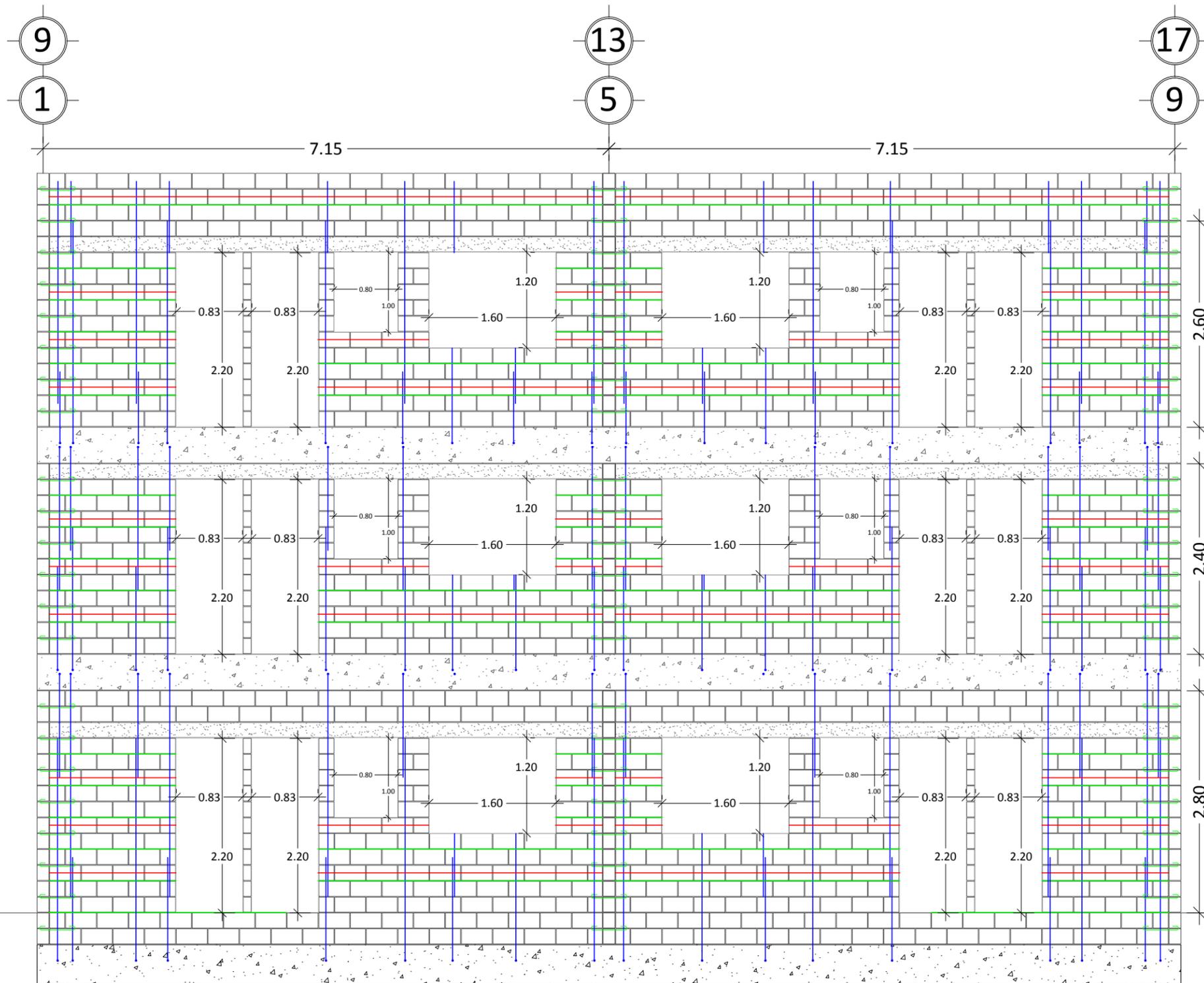
Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer, segundo y tercer nivel ubicadas en el eje E, entre los ejes 1-9 y 9-17. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal y traslapes.

En las tablas anexas se presenta la cantidad de materiales necesarios para su construcción.

# PARED EJE E (1-9),(9-17)

NIVELES 1, 2 y 3

ESC. 1:60



Eje E (1-9), (9-17)			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
<b>Primer Nivel</b>			
Bloque	20x20x40	284	568
	20x20x20	64	128
Bloque solera	20x20x40	38	76
	20x20x20	8	16
Grapas	No. 2 de 0.60 m	24	48
Refuerzo vertical	No. 4 de 3.00 m	18	36
	No. 4 de 1.50 m	18	36
Refuerzo horizontal	No. 2 de 0.60 m	12	24
	No. 2 de 1.60 m	20	40
	No. 2 de 3.00 m	4	8
	No. 2 de 3.60 m	8	16
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 0.60 m	4	8
	No. 5 de 1.40 m	2	4
	No. 5 de 1.60 m	6	12
	No. 5 de 3.60 m	2	4
<b>Segundo Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	136	272
	15x20x20	48	96
Bloque solera	15x20x40	50	100
	15x20x20	16	32
Grapas	No. 2 de 0.60 m	18	36
Refuerzo vertical	No. 3 de 2.00 m	18	36
	No. 3 de 1.50 m	18	36
Refuerzo horizontal	No. 2 de 0.60 m	12	24
	No. 2 de 1.60 m	20	40
	No. 2 de 3.60 m	8	16
	No. 5 de 0.60 m	4	8
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 1.40 m	2	4
	No. 5 de 1.60 m	6	12
	No. 5 de 3.60 m	2	4
	No. 5 de 3.60 m	2	4
<b>Tercer Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	238	476
	15x20x20	54	108
Bloque solera	15x20x40	84	168
	15x20x20	18	36
Grapas	No. 2 de 0.60 m	24	48
Refuerzo vertical	No. 3 de 3.00 m	14	28
	No. 3 de 0.90 m	14	28
Refuerzo horizontal	No. 2 de 0.6 m	12	24
	No. 2 de 1.60 m	20	40
	No. 2 de 3.60 m	8	16
	No. 2 de 7.00 m	4	8
	No. 5 de 0.60 m	4	8
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 1.40 m	2	4
	No. 5 de 1.60 m	6	12
	No. 5 de 3.60 m	2	4
	No. 5 de 3.60 m	2	4
	No. 5 de 7.00 m	2	4

**MA-05**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**

Contenido: EJE E (1-9),(9-17): NIVELES 1, 2 y 3

**VIVIENDA**

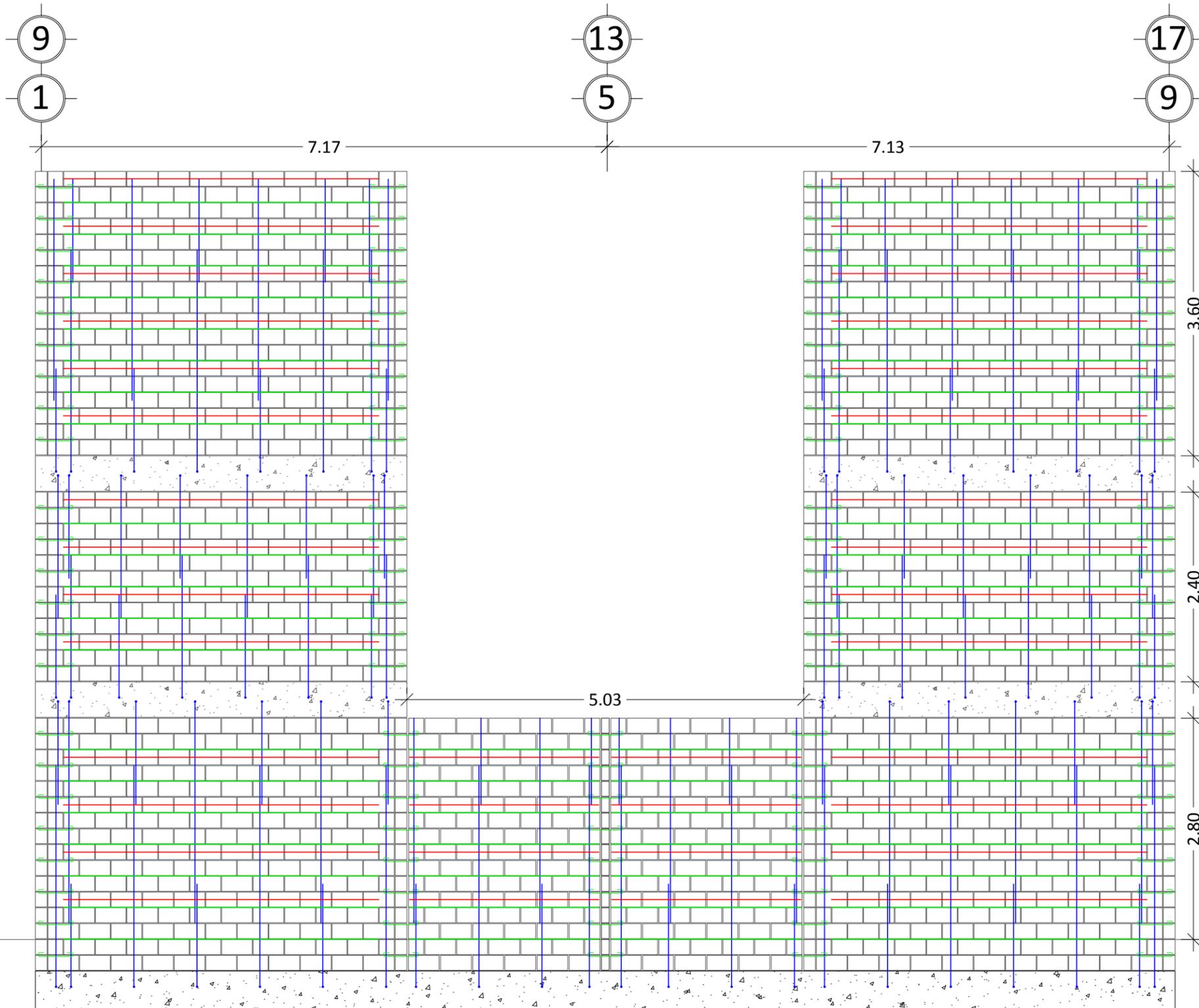
MA-06-EJE F (1-9),(9-17): NIVELES 1, 2 y 3

Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer, segundo y tercer nivel ubicadas en el eje F, entre los ejes 1-9 y 9-17. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal y traslapes.

En las tablas anexas se presenta la cantidad de materiales necesarios para su construcción.

# PARED EJE F (1-9),(9-17)

NIVELES 1, 2 y 3 ESC. 1:60



Eje F (1-9), (9-17)			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
<b>Primer Nivel</b>			
Bloque	20x20x40	252	504
	20x20x20	24	48
	10x20x40	132	264
	10x20x20	24	48
Bloque solera	20x20x40	84	168
	20x20x20	8	16
	10x20x40	44	88
	10x20x20	8	16
Grapas	No. 2 de 0.60 m	40	80
Refuerzo vertical	No. 4 de 3.00 m	22	44
	No. 4 de 1.50 m	22	44
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.40 m	28	56
	No. 2 de 4.00 m	28	56
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 2.40 m	8	16
	No. 5 de 4.00 m	8	16
<b>Segundo Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	168	336
	15x20x20	16	32
Bloque solera	15x20x40	84	168
	15x20x20	8	16
Grapas	No. 2 de 0.60 m	24	48
Refuerzo vertical	No. 3 de 2.00 m	16	32
	No. 3 de 1.50 m	16	32
Refuerzo horizontal	No. 2 de 4.00 m	20	40
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 4.00 m	8	16
<b>Tercer Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	252	504
	15x20x20	24	48
Bloque solera	15x20x40	126	252
	15x20x20	12	24
Grapas	No. 2 de 0.60 m	36	72
Refuerzo vertical	No. 3 de 3.00 m	16	32
	No. 3 de 1.30 m	16	32
Refuerzo horizontal	No. 2 de 4.00 m	32	64
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 4.00 m	12	24

**MA-06**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**

Contenido: EJE F (1-9),(9-17): NIVELES 1, 2 y 3

**VIVIENDA**

MA-07-EJES 1,9,17 (F-A): NIVELES 1, 2 y 3

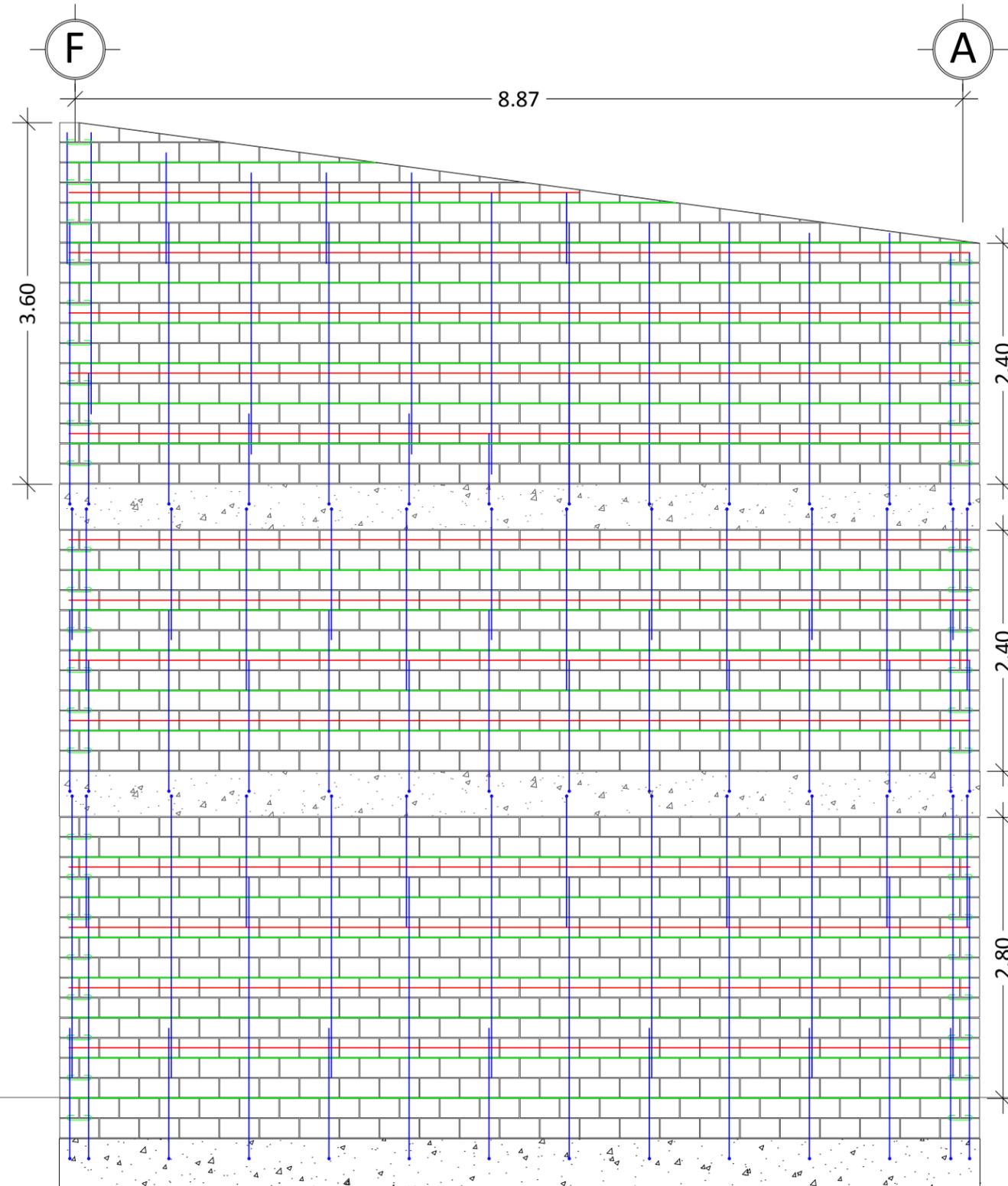
Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer, segundo y tercer nivel ubicadas en los ejes 1,9 y 17, entre los ejes F-A. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal y traslapes.

En las tablas anexas se presenta la cantidad de materiales necesarios para su construcción.

# PARED EJES 1, 9 y 17 (F-A)

NIVELES 1, 2 y 3

ESC. 1:55



Eje 1, 9, 17 (F-A)			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
<b>Primer Nivel</b>			
Bloque	20x20x40	270	810
	20x20x20	12	36
Bloque solera	20x20x40	90	270
	20x20x20	4	12
Grapas	No. 2 de 0.40 m	16	48
Refuerzo vertical	No. 4 de 3.00 m	14	42
	No. 4 de 1.50 m	14	42
Refuerzo horizontal	No. 2 de 9.00 m	14	42
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 9.00 m	4	12
<b>Segundo Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	202	606
	15x20x20	10	30
Bloque solera	15x20x40	90	270
	15x20x20	4	12
Grapas	No. 2 de 0.40 m	12	36
Refuerzo vertical	No. 3 de 2.00 m	14	42
	No. 3 de 1.50 m	14	42
Refuerzo horizontal	No. 2 de 9.00 m	10	30
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 9.00 m	4	12
<b>Tercer Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	253	759
	15x20x20	13	39
Bloque solera	15x20x40	103	309
	15x20x20	4	12
Grapas	No. 2 de 0.40 m	15	45
Refuerzo vertical	No. 3 de 2.00 m	2	6
	No. 3 de 1.00 m	2	6
	No. 3 de 2.95 m	2	6
	No. 3 de 3.00 m	10	30
	No. 3 de 1.50 m	10	30
Refuerzo horizontal	No. 2 de 9.00 m	12	36
	No. 2 de 6.00 m	2	6
	No. 2 de 3.00 m	2	6
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 5.00 m	1	3
	No. 5 de 9.00 m	4	12

**MA-07**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**

Contenido: EJES 1, 9, 17 (F-A): NIVELES 1, 2 y 3

**VIVIENDA**

MA-08-EJES 2,8,10,16 y EJES 3,7,11,15: NIVELES 1, 2 y 3

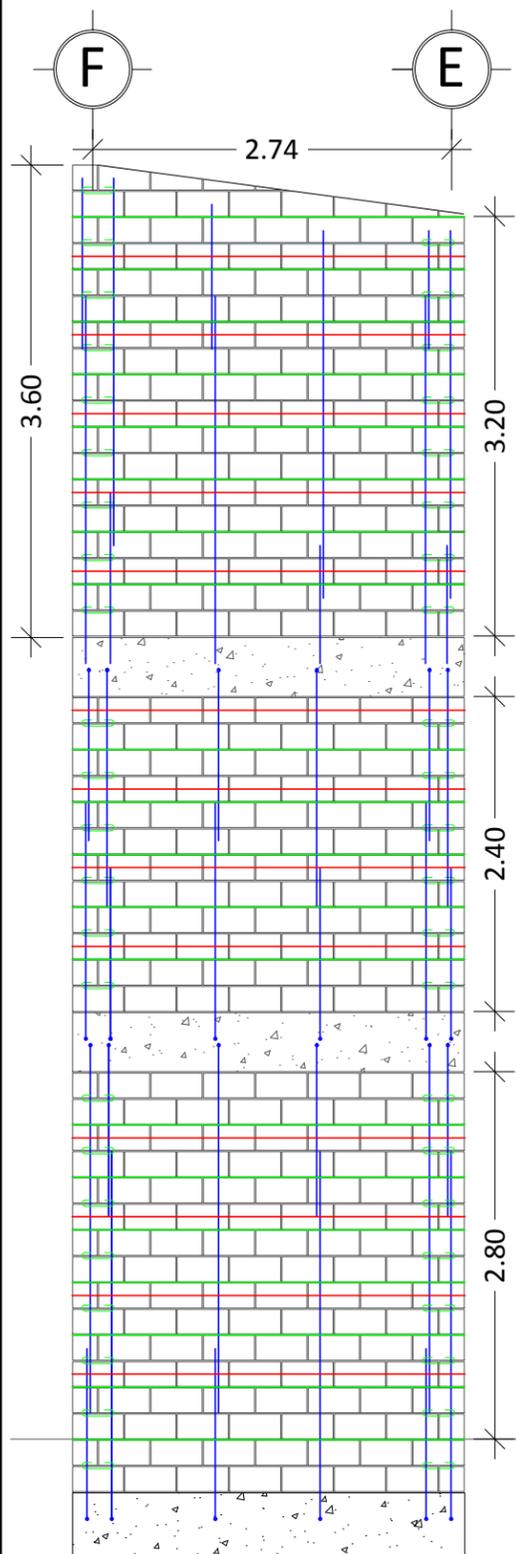
Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer, segundo y tercer nivel ubicadas en los ejes 2, 8, 10 y 16, entre los ejes F-E y los ejes 3, 7, 11 y 15, entre los ejes C-A. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal y traslapes.

En las tablas anexas se presenta la cantidad de materiales necesarios para su construcción.

**PARED EJES 2, 8, 10 y 16 (F-E)**

NIVELES 1, 2 y 3

ESC. 1:55

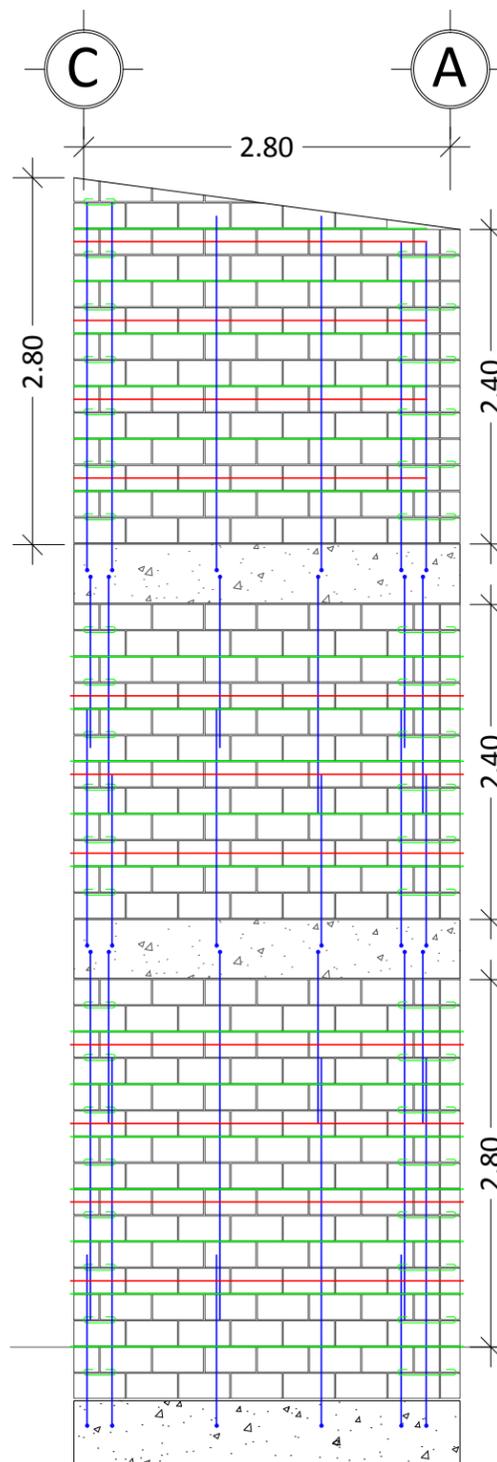


Eje 2, 8, 10, 16 (F-E)			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
<b>Primer Nivel</b>			
Bloque	10x20x40	84	336
	10x20x20	12	24
Bloque solera	10x20x40	28	56
	10x20x20	4	8
Grapas	No. 2 de 0.40 m	16	32
Refuerzo vertical	No. 4 de 3.00 m	7	14
	No. 4 de 1.50 m	7	14
Refuerzo horizontal	No. 2 de 3.00 m	14	28
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 3.00 m	4	8
<b>Segundo Nivel</b>			
Bloque	10x20x40	56	112
	10x20x20	8	16
Bloque solera	10x20x40	28	56
	10x20x20	4	8
Grapas	No. 2 de 0.40 m	12	24
Refuerzo vertical	No. 3 de 2.00 m	6	12
	No. 3 de 1.50 m	6	12
Refuerzo horizontal	No. 2 de 3.00 m	10	20
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 3.00 m	4	8
<b>Tercer Nivel</b>			
Bloque	10x20x40	85	170
	10x20x20	15	30
Bloque solera	10x20x40	35	70
	10x20x20	5	10
Grapas	No. 2 de 0.40 m	17	34
Refuerzo vertical	No. 3 de 3.00 m	6	12
	No. 3 de 1.50 m	6	12
Refuerzo horizontal	No. 2 de 3.00 m	16	32
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 3.00 m	5	10

**PARED EJES 3, 7, 11 y 15 (C-A)**

NIVELES 1, 2 y 3

ESC. 1:55



Eje 3, 7, 11, 15 (C-A)			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
<b>Primer Nivel</b>			
Bloque	20x20x40	78	312
	20x20x20	12	48
Bloque solera	20x20x40	26	104
	20x20x20	4	16
Grapas	No. 2 de 0.40 m	8	32
	No. 2 de 0.60 m	8	32
Refuerzo vertical	No. 4 de 3.00 m	6	24
	No. 4 de 1.50 m	6	24
Refuerzo horizontal	No. 2 de 3.00 m	14	56
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 3.00 m	4	16
<b>Segundo Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	58	232
	15x20x20	10	40
Bloque solera	15x20x40	20	80
	15x20x20	2	8
Grapas	No. 2 de 0.40 m	6	24
	No. 2 de 0.60 m	6	24
Refuerzo vertical	No. 3 de 2.00 m	6	24
	No. 3 de 1.50 m	6	24
Refuerzo horizontal	No. 2 de 3.00 m	10	40
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 3.00 m	3	12
<b>Tercer Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	59	236
	15x20x20	9	36
Bloque solera	15x20x40	26	104
	15x20x20	4	16
Grapas	No. 2 de 0.40 m	7	28
	No. 2 de 0.60 m	6	24
Refuerzo vertical	No. 3 de 3.00 m	6	24
	No. 3 de 1.50 m	6	24
Refuerzo horizontal	No. 2 de 3.00 m	16	64
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 3.00 m	4	16

MA-09-EJES 4,6,12,14 (F-A): NIVELES 1, 2 y 3

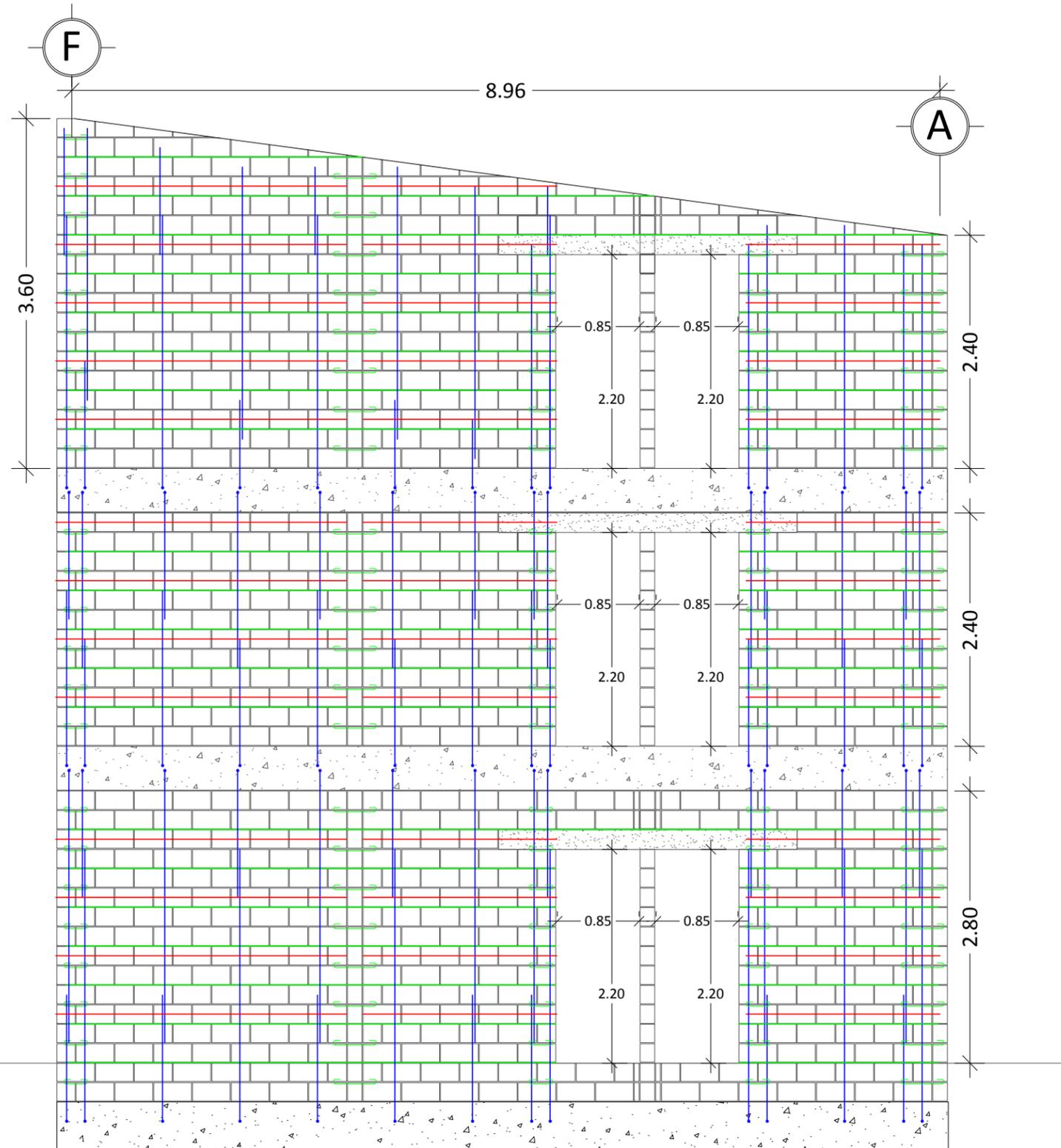
Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer, segundo y tercer nivel ubicadas en los ejes 4, 6, 12 y 14, entre los ejes F-A. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal y traslapes.

En las tablas anexas se presenta la cantidad de materiales necesarios para su construcción.

# PARED EJES 4, 6, 12 y 14 (F-A)

NIVELES 1, 2 y 3

ESC. 1:55



Eje 4, 6, 12, 14 (F-A)			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
<b>Primer Nivel</b>			
Bloque	20x20x40	216	864
	20x20x20	36	144
Bloque solera	20x20x40	63	252
	20x20x20	9	36
Grapas	No. 2 de 0.40 m	24	96
	No. 2 de 0.60 m	16	64
Refuerzo vertical	No. 4 de 3.00 m	14	56
	No. 4 de 1.50 m	14	56
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.00 m	12	48
	No. 2 de 5.00 m	12	48
	No. 2 de 9.00 m	2	8
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 2.00 m	8	32
	No. 5 de 3.00 m	4	16
<b>Segundo Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	129	516
	15x20x20	24	96
Bloque solera	15x20x40	62	248
	15x20x20	10	40
Grapas	No. 2 de 0.40 m	18	72
	No. 2 de 0.60 m	12	48
Refuerzo vertical	No. 3 de 2.00 m	14	56
	No. 3 de 1.50 m	14	56
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.00 m	10	40
	No. 2 de 5.00 m	10	40
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 2.00 m	8	32
	No. 5 de 3.00 m	4	16
<b>Tercer Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	182	728
	15x20x20	32	128
Bloque solera	15x20x40	76	304
	15x20x20	11	44
Grapas	No. 2 de 0.40 m	21	84
	No. 2 de 0.60 m	14	56
Refuerzo vertical	No. 3 de 3.00 m	14	56
	No. 3 de 1.50 m	14	56
Refuerzo horizontal	No. 2 de 2.00 m	10	40
	No. 2 de 3.00 m	2	8
	No. 2 de 5.00 m	10	40
	No. 2 de 6.00 m	2	8
	No. 2 de 9.00 m	2	8
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 2.00 m	9	36
	No. 5 de 3.00 m	5	20

**MA-09**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**

Contenido: EJES 4, 6, 12, 14 (F-A): NIVELES 1, 2 y 3

**VIVIENDA**

MA-10-EJES 5,13 (E-A): NIVELES 1, 2 y 3

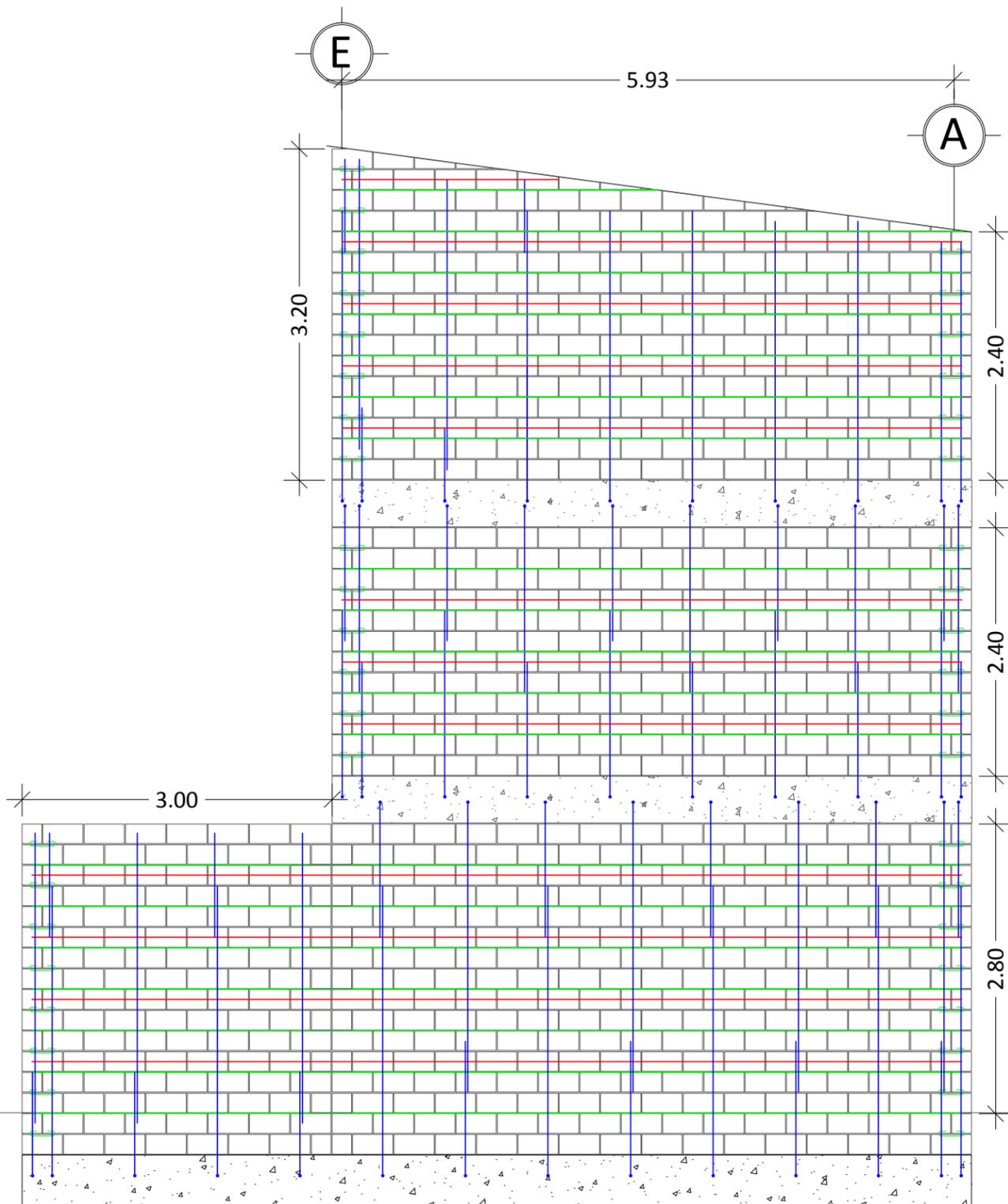
Plano constructivo de paredes de block de concreto reforzado internamente de primer, segundo y tercer nivel, ubicadas en los ejes 5 y 3, entre los ejes E-A. Se muestra la vista en sección de las paredes, la ubicación del acero de refuerzo vertical y horizontal y traslapes.

En las tablas anexas se presenta la cantidad de materiales necesarios para su construcción.

# PARED EJES 5 y 13 (E-A)

NIVELES 1, 2 y 3

ESC. 1:55



Eje 5, 13 (E-A)			
Material	Dimensiones	Cantidad	
		Por eje	Total
<b>Primer Nivel</b>			
Bloque	20x20x40	180	360
	20x20x20	12	24
	10x20x40	84	168
	10x20x20	12	24
Bloque solera	20x20x40	60	120
	20x20x20	4	8
	10x20x40	28	56
	10x20x20	4	8
Grapas	No. 2 de 0.40 m	16	32
	No. 2 de 0.60 m	8	16
Refuerzo vertical	No. 4 de 3.00 m	14	28
	No. 4 de 1.50 m	14	28
Refuerzo horizontal	No. 2 de 9.00 m	14	28
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 9.00 m	4	8
<b>Segundo Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	135	270
	15x20x20	11	22
Bloque solera	15x20x40	45	90
	15x20x20	3	6
Grapas	No. 2 de 0.40 m	12	24
Refuerzo vertical	No. 3 de 2.00 m	10	20
	No. 3 de 1.50 m	10	20
Refuerzo horizontal	No. 2 de 6.00 m	10	20
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 6.00 m	3	6
<b>Tercer Nivel</b>			
Bloque	15x20x40	160	320
	15x20x20	13	26
Bloque solera	15x20x40	66	132
	15x20x20	5	10
Grapas	No. 2 de 0.40 m	14	28
Refuerzo vertical	No. 3 de 3.00 m	10	20
	No. 3 de 1.50 m	10	20
Refuerzo horizontal	No. 2 de 3.00 m	2	4
	No. 2 de 6.00 m	12	24
Refuerzo horizontal solera	No. 5 de 2.00 m	1	2
	No. 5 de 6.00 m	4	8

**MA-10**  
MAMPOSTERÍA

**MAMPOSTERÍA**

Contenido: EJES 5, 13 (E-A): NIVELES 1, 2 y 3

**VIVIENDA**

### LE-01-UBICACIÓN DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS

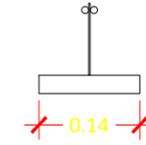
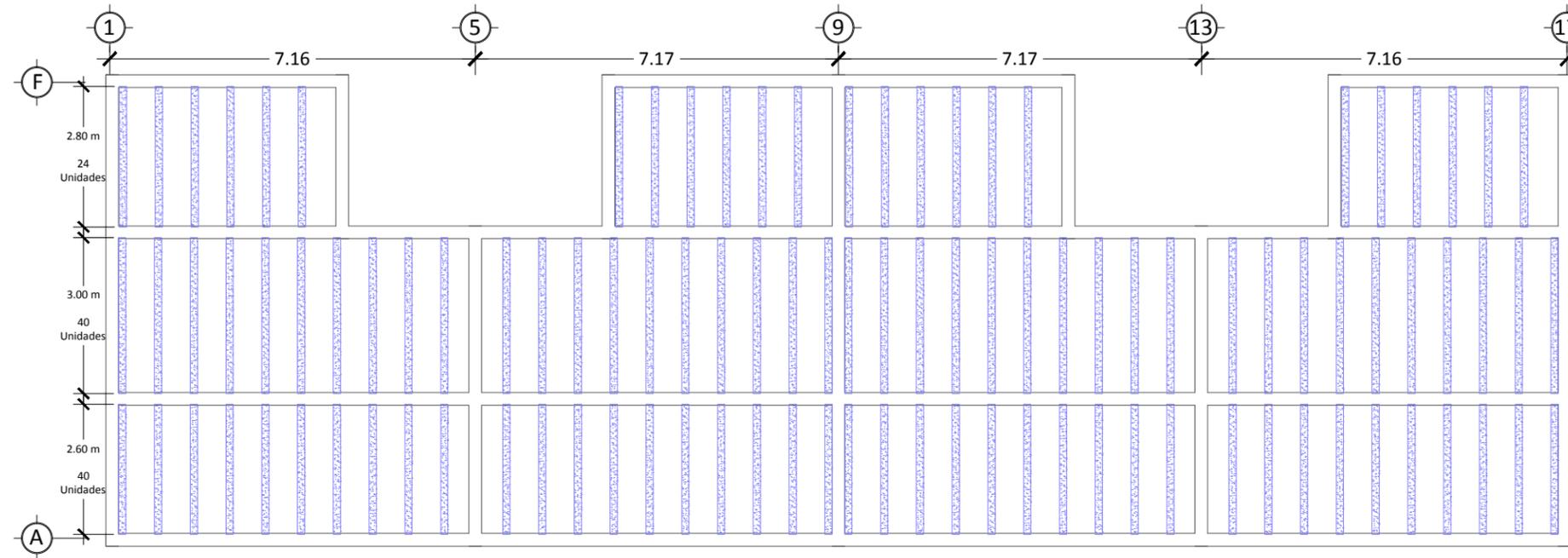
Plano constructivo de losa de entrepiso, la cual es losa aligerada de vigueta VT-15 y bovedilla.

Se muestra la ubicación, detalles y cantidad de materiales para las viguetas.

También se muestran las zonas en donde será requerido un relleno de concreto.

# UBICACIÓN DE VIGUETAS VT-15

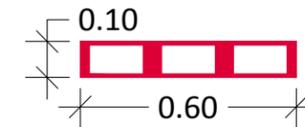
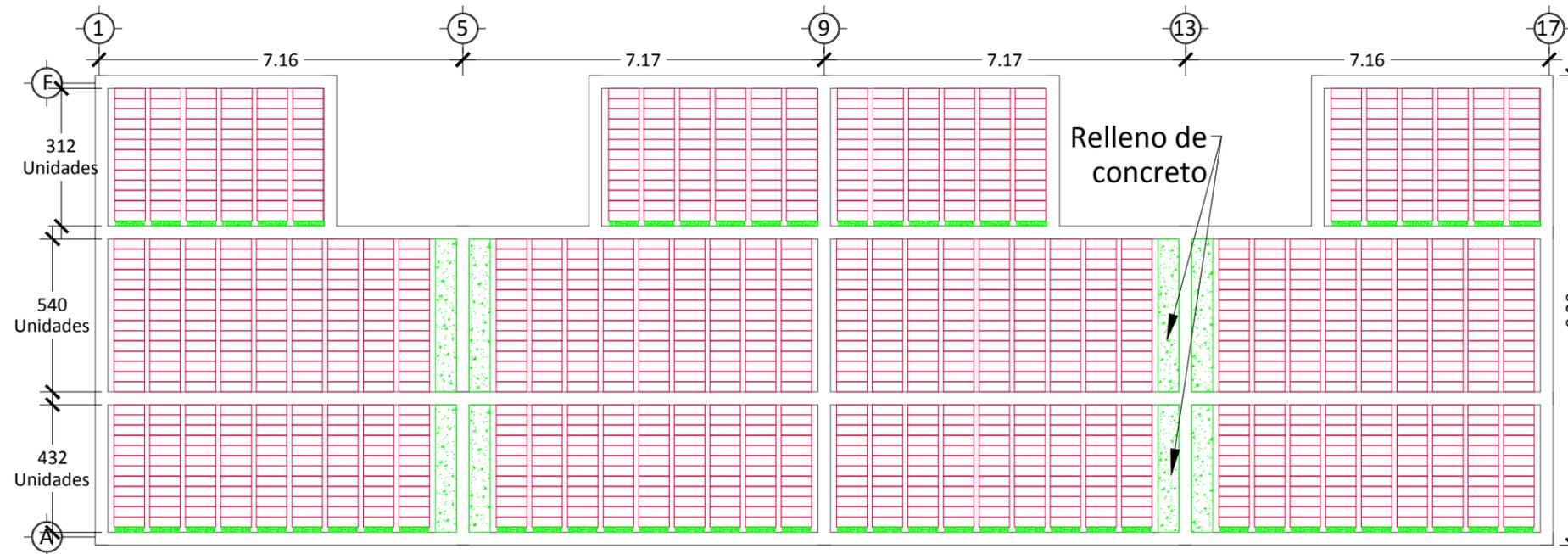
LOSA DE ENTREPISO ESC. 1:120



- 40 Viguetas VT-15 de 2.60 m
- 24 Viguetas VT-15 de 2.80 m
- 40 Viguetas VT-15 de 3.00 m

# UBICACIÓN BOVEDILLAS

LOSA DE ENTREPISO ESC. 1:120



- 1,284 Bovedillas
- 20cm\*10cm\*60cm

**LE-01**  
LOSA DE ENTREPISO

**LOSA DE ENTREPISO**  
**UBICACIÓN DE VIGUETAS Y BOVEDILLAS**

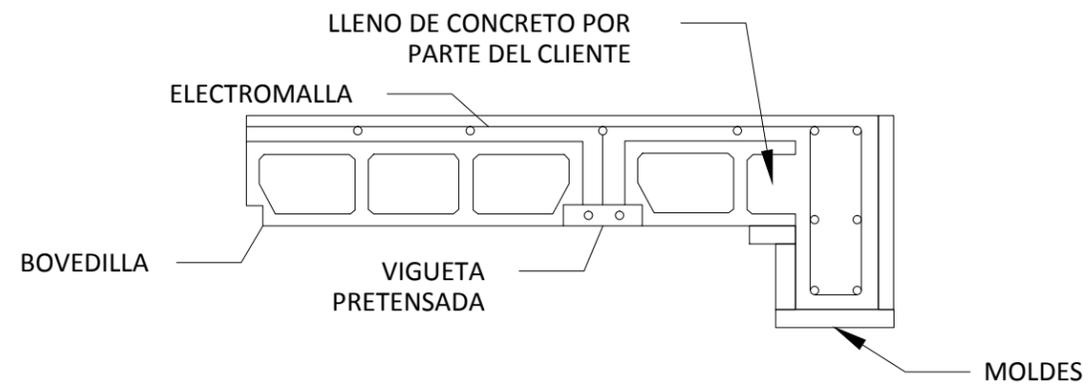
**VIVIENDA**

### LE-02-DETALLES DE LOSA DE ENTREPISO

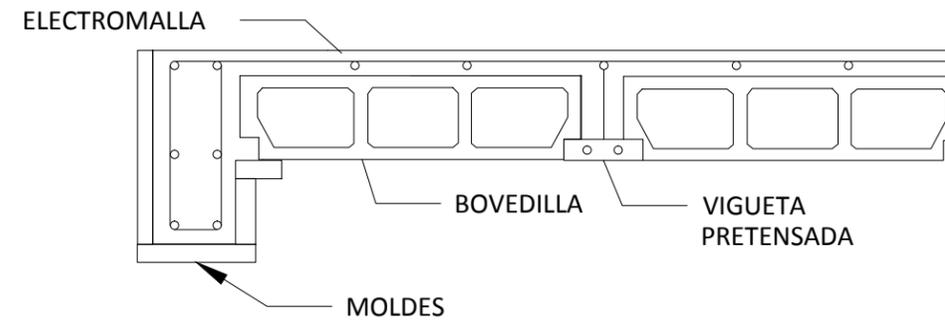
Plano constructivo de losa de entrepiso, la cual es losa aligerada de vigueta VT-15 y bovedilla.

Se muestran los detalles de las posibles situaciones que se pueden presentar durante el colado de la losa de entrepiso. Estos detalles fueron extraídos del catálogo “Sistemas de entrepiso” de COPRESA.

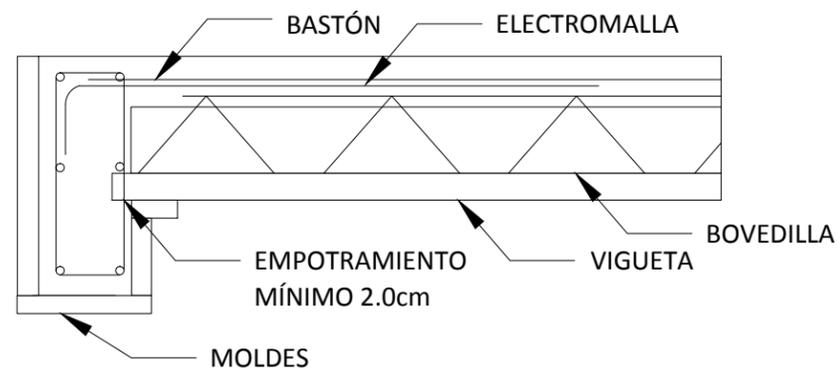
# DETALLES DE LOSA DE ENTREPISO



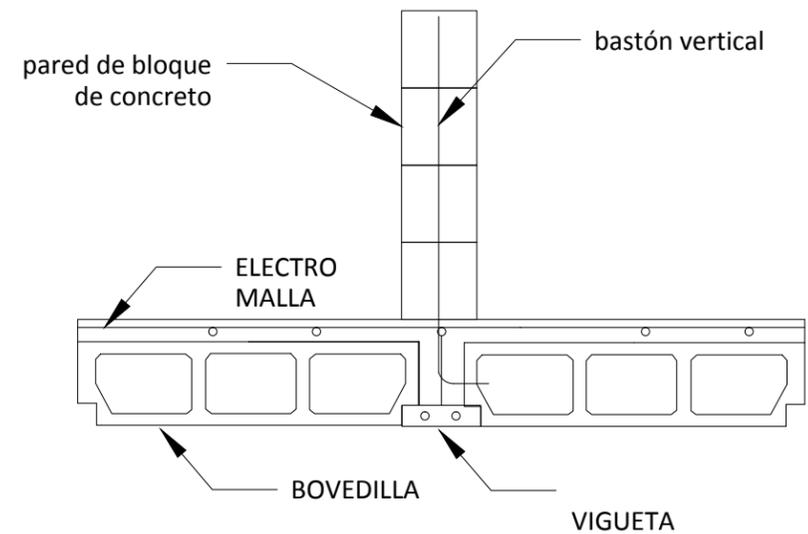
DETALLE DE BOVEDILLA RECORTADA



DETALLE DE COLOCACIÓN DE BOVEDILLA



DETALLE DE COLOCACIÓN DE VIGUETA



DETALLE ANCLAJE VIGUETA - PARED

**LE-02**  
LOSA DE ENTREPISO

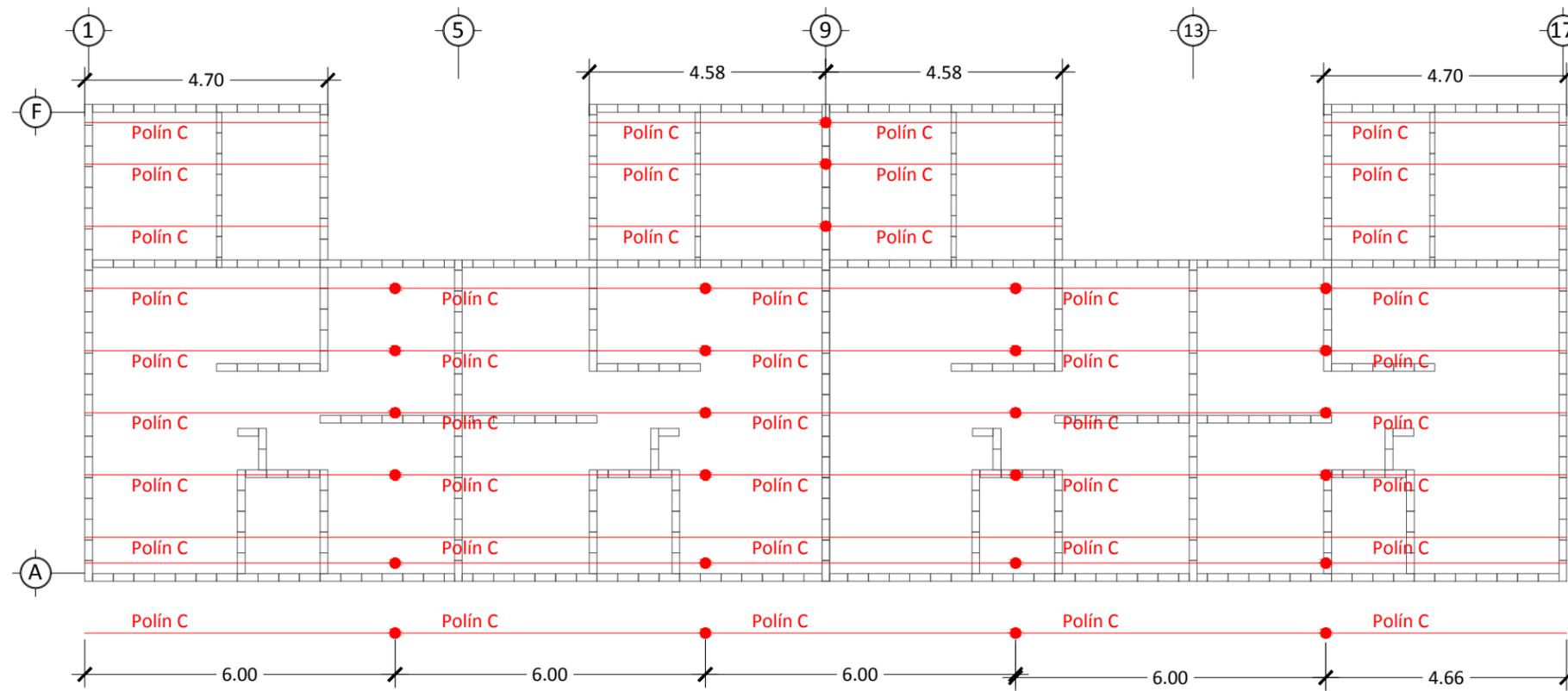
**LOSA DE ENTREPISO**  
Contenido: **DETALLES DE LOSA DE ENTREPISO**

**VIVIENDA**

### ET-01-UBICACIÓN DE POLINES Y VIGAS MACOMBER

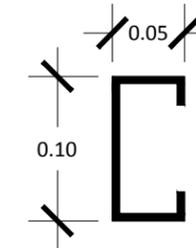
Plano constructivo de estructura de techo.

Se muestra la ubicación, detalles y cantidad de materiales correspondientes a los polines C y vigas macomber.

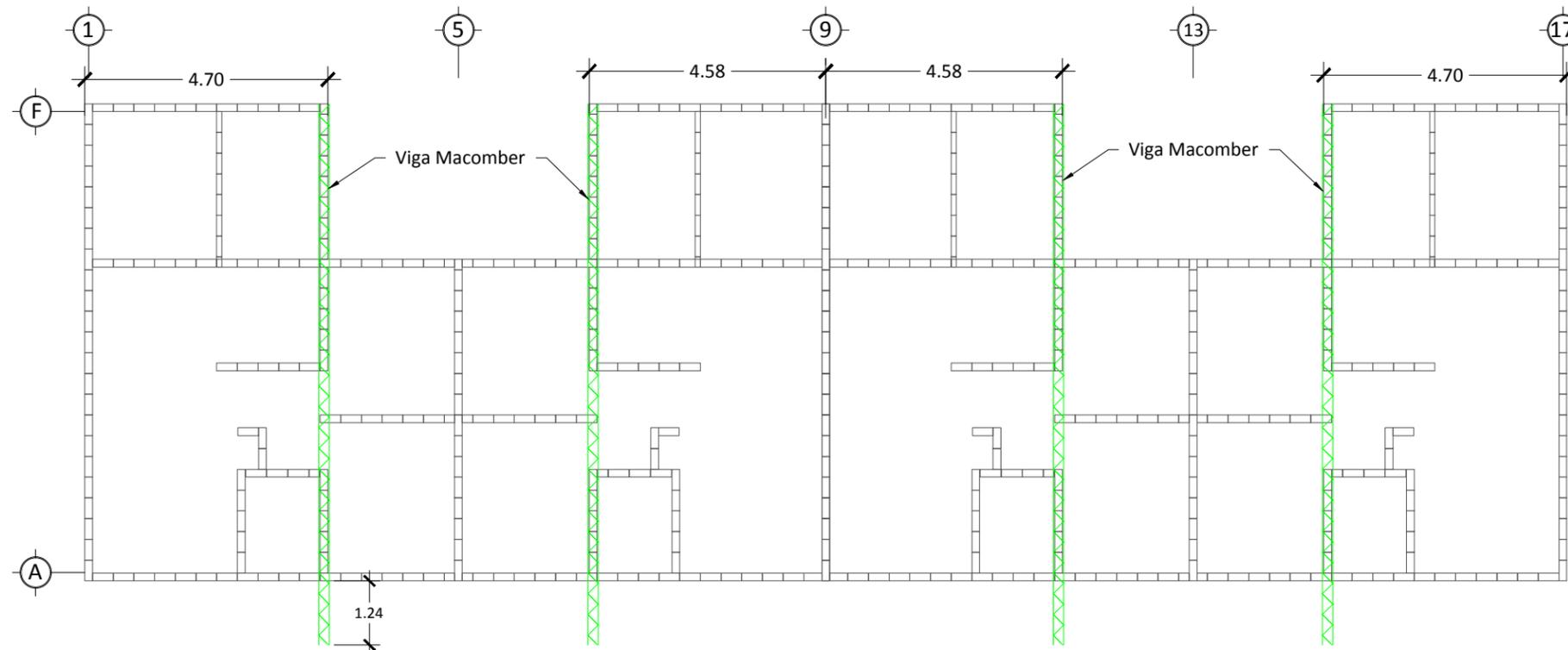


### UBICACIÓN DE POLINES C

ESTRUCTURA DE TECHO ESC. 1:120

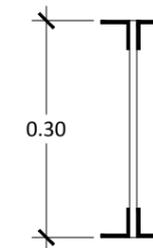


48 Polines 4"x2"x6m  
Chapa 16



### UBICACIÓN DE VIGAS MACOMBER

ESTRUCTURA DE TECHO ESC. 1:120



Viga metálica de alma abierta  
2 L 1"x1"x $\frac{1}{8}$ "  
Celosía de  $\frac{3}{8}$ " a 60°

- 19 Ángulos de 6.00m: L 1"x1"x $\frac{1}{8}$ "
- 5 QQ de Varilla No.2 ( $\frac{1}{4}$ " )
- 5 QQ de Varilla No.3 ( $\frac{3}{8}$ " )
- 5 QQ de Varilla No.4 ( $\frac{1}{2}$ " )

**ET-01**  
ESTRUCTURA DE TECHO

**ESTRUCTURA DE TECHO**  
Contenido: **UBICACIÓN DE POLINES C Y VIGAS MACOMBER**

**VIVIENDA**

## ET-02-UBICACIÓN DE LÁMINAS DE FIBROCEMENTO

Plano constructivo de estructura de techo.

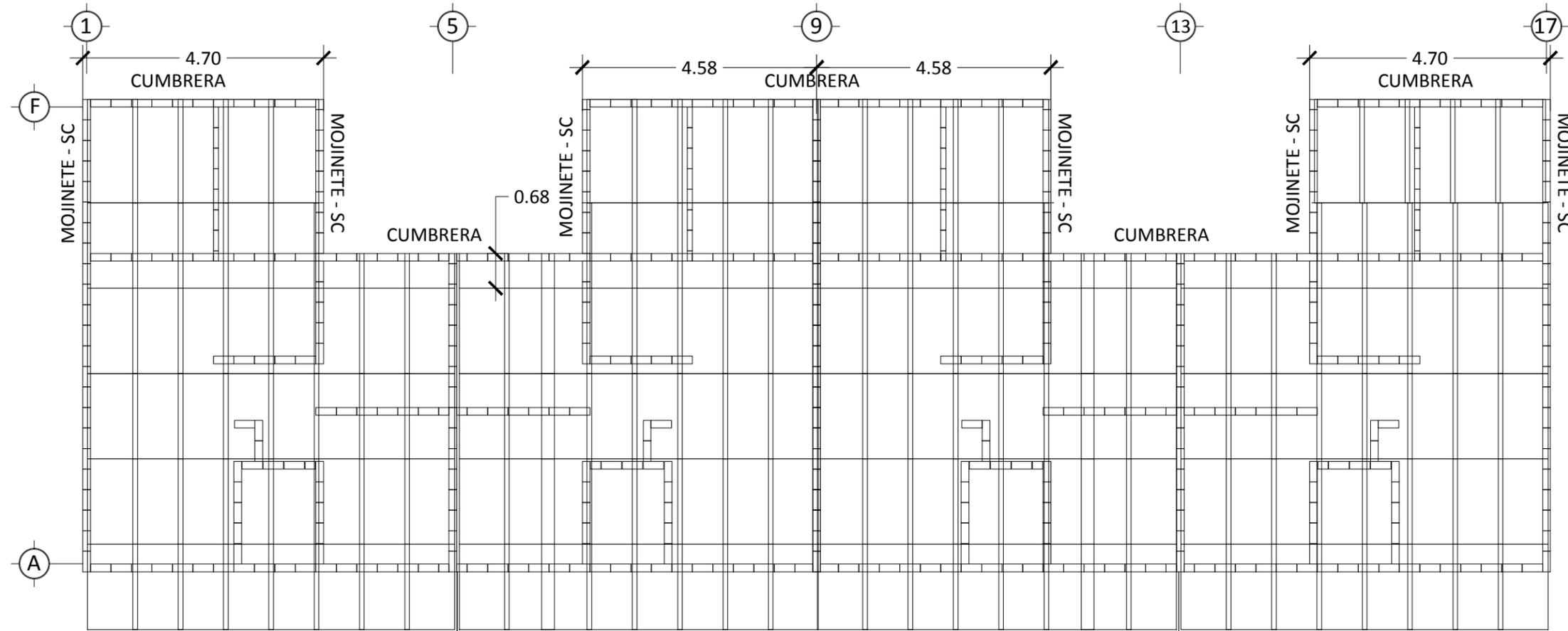
Se muestra la vista en sección de la estructura, en donde se visualiza la colocación de todos los elementos que componen el techo, desarrollados en los planos anteriores.

Se muestra el detalle, cantidad, dimensiones y ubicación de las láminas correspondientes a la cubierta de techo.

# UBICACIÓN DE CUBIERTA DE TECHO

ESTRUCTURA DE TECHO

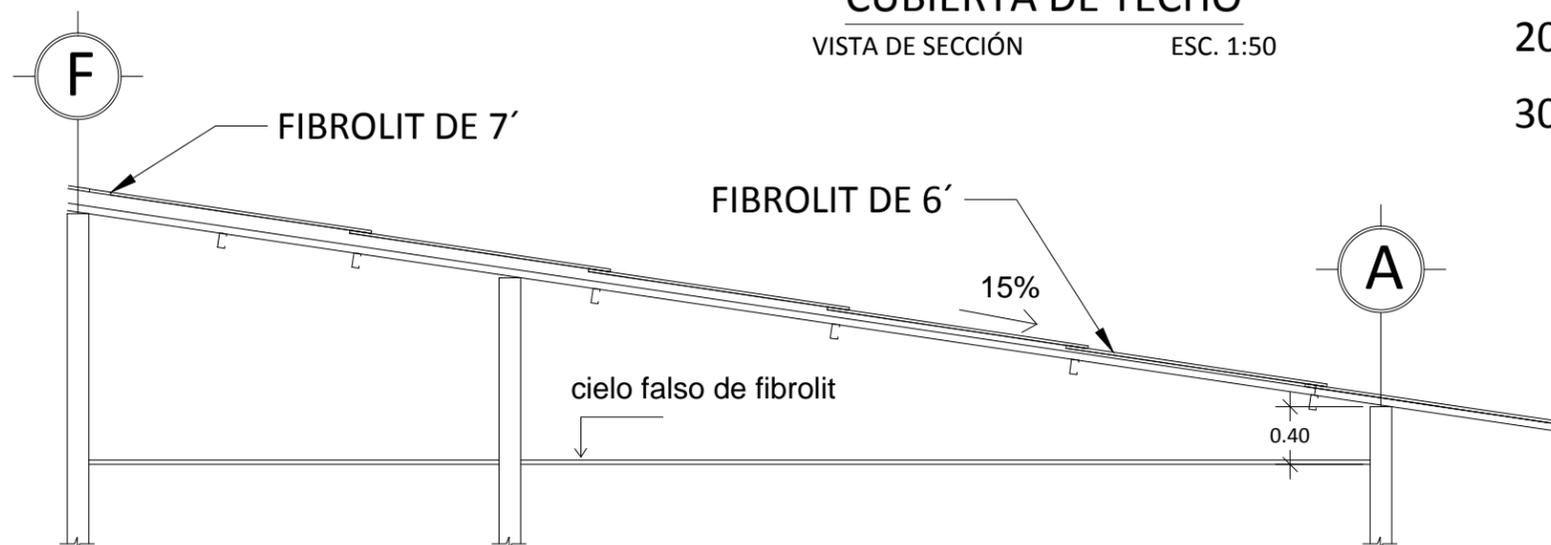
ESC. 1:100



## CUBIERTA DE TECHO

VISTA DE SECCIÓN

ESC. 1:50



156 Láminas de fibrocemento de 6 pies

20 Láminas de fibrocemento de 7 pies

30 cumbreras de 1.22 m

ET-02

ESTRUCTURA DE TECHO

ESTRUCTURA DE TECHO

Contenido: UBICACIÓN DE LÁMINAS DE FIBROCEMENTO

VIVIENDA

### **3.3. PROYECTO: PUENTE VIGA AASHTO**

#### Descripción

Puente de viga AASHTO, el cual fue diseñado bajo las especificaciones de la AASHTO LRFD 3ª edición del año 2,004. El camión de diseño es HL-93, HS-44+carril de carga.

El puente cuenta con elementos de concreto cuyo  $f'c$  es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, tales como: losas, diafragmas, barreras, pilas, estribos y pilotes; todos éstos están reforzados con acero grado 60, con un  $f_y$  de 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

Por su parte, las vigas pretensadas tienen las siguientes especificaciones:  $f'c=420$  kg/cm<sup>2</sup>, acero de grado 60 con un  $f_y=4,200$  kg/cm<sup>2</sup>. Cada viga cuenta con cables de 0.5 pulgadas de diámetro de 7 alambres de baja relajación (FPU=270 KSI).

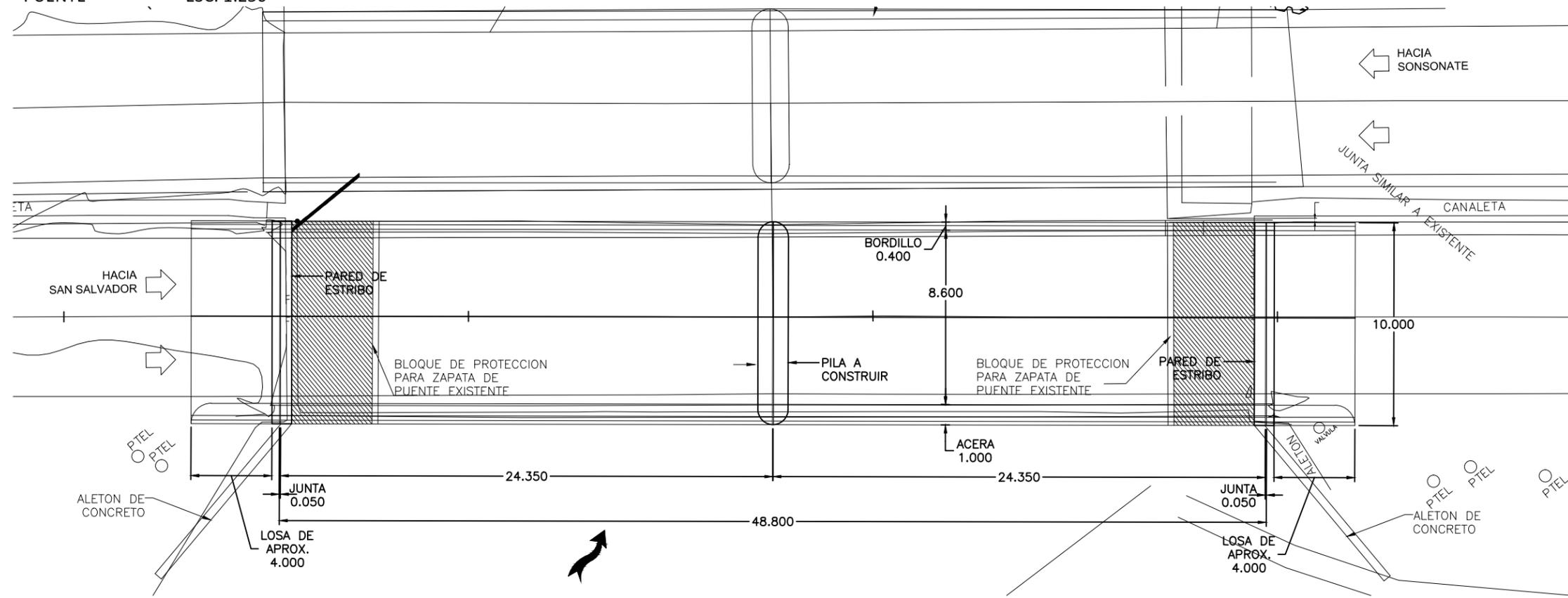
#### DE-01-VISTA DE PLANTA Y VISTA EN ELEVACIÓN

Vista de planta donde se muestran las dimensiones del puente, los espacios destinados a acera y bordillos y algunas de las estructuras que conforman el puente, tales como: aletones, losa y losa de aproximación.

En la vista de sección se observan detalles del terreno, y algunas estructuras tales como: estribos, zapatas y pilotes.

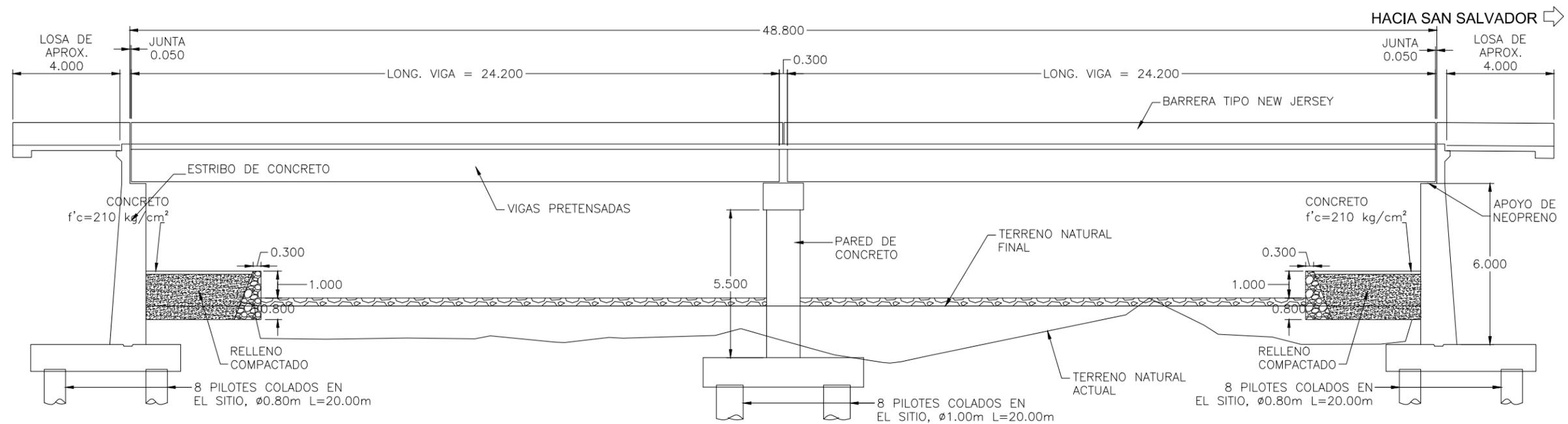
# VISTA EN PLANTA

PUENTE ESC. 1:250



# VISTA DE SECCIÓN

PUENTE ESC. 1:175



DE-01  
DESCRIPCIÓN

PUENTE DE VIGAS AASHTO: DESCRIPCIÓN  
Contenido: VISTA DE PLANTA Y VISTA EN ELEVACIÓN

PUENTE

### GE-01-PILAS: GEOMETRÍA Y DETALLES

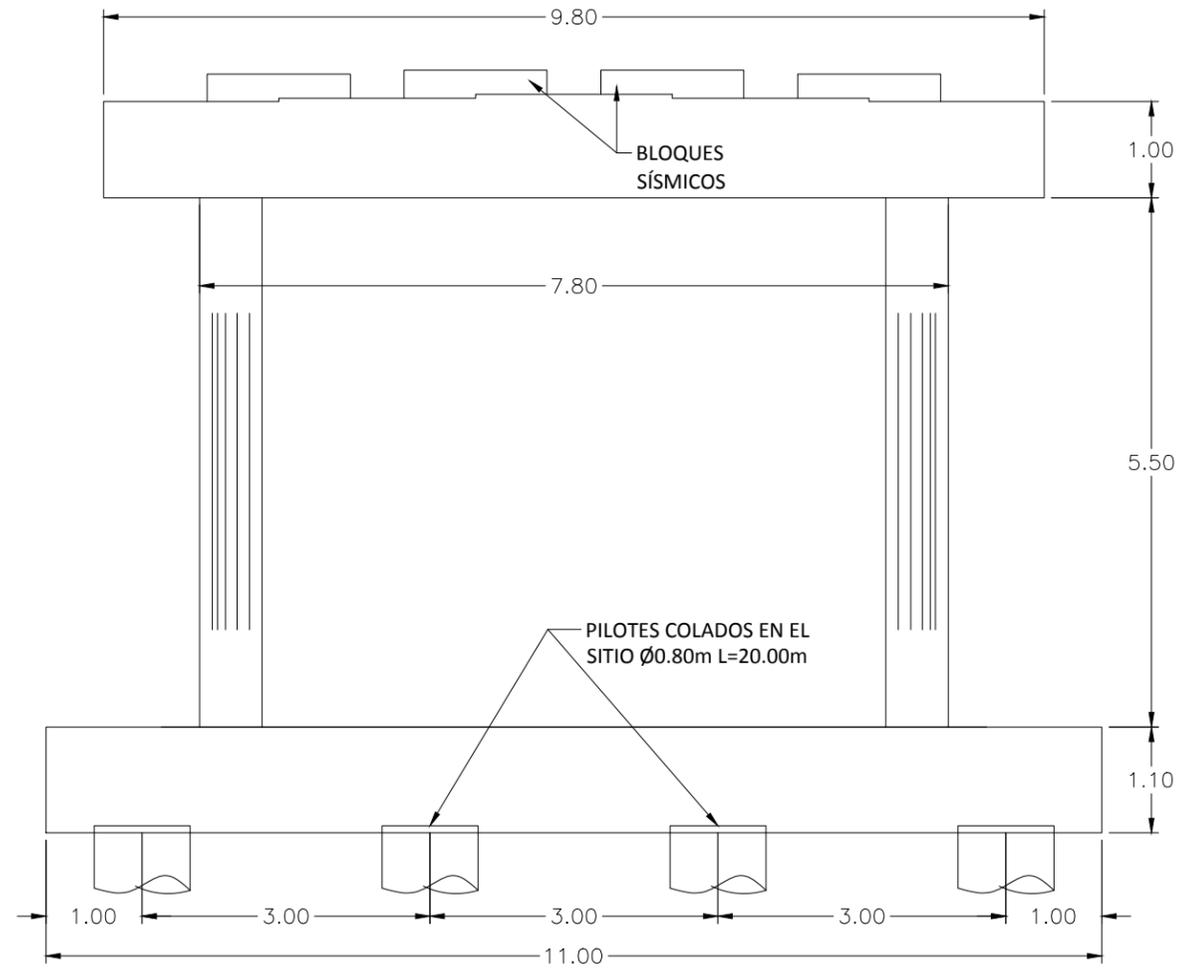
Plano constructivo de geometría.

Se muestran los detalles, dimensiones, vista frontal y vista de sección de la pila.

# DETALLE DE PILA: VISTA FRONTAL

PUENTE

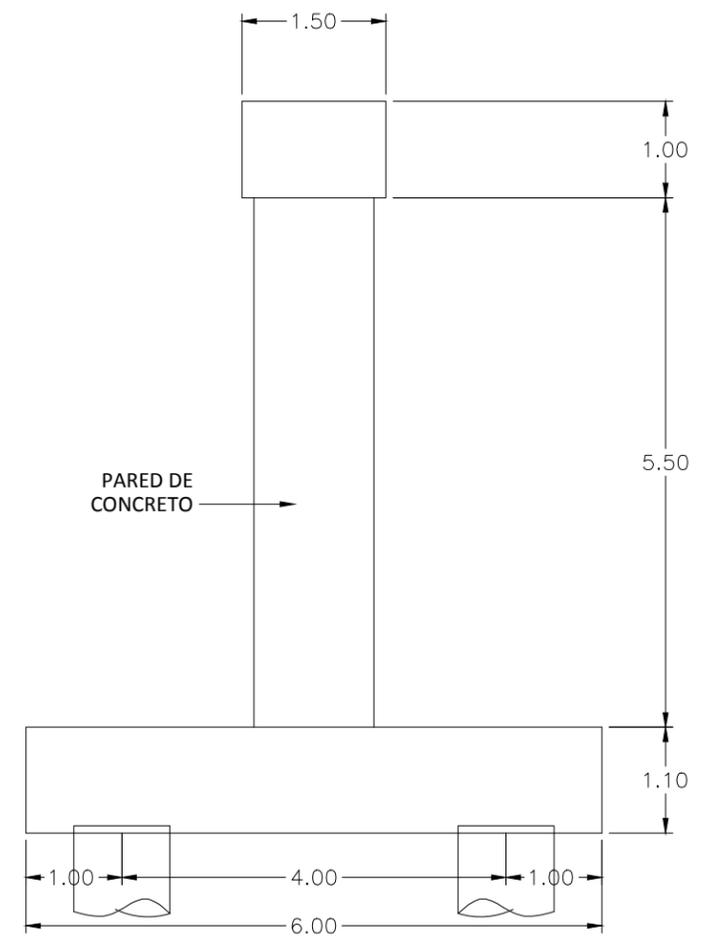
ESC.1:75



# DETALLE DE PILA: VISTA SECCIÓN

PUENTE

ESC.1:75



GE-01

GEOMETRÍA

PUENTE DE VIGAS AASHTO: SUB-ESTRUCTURA

Contenido: PILAS: GEOMETRÍA Y DETALLES

PUENTE

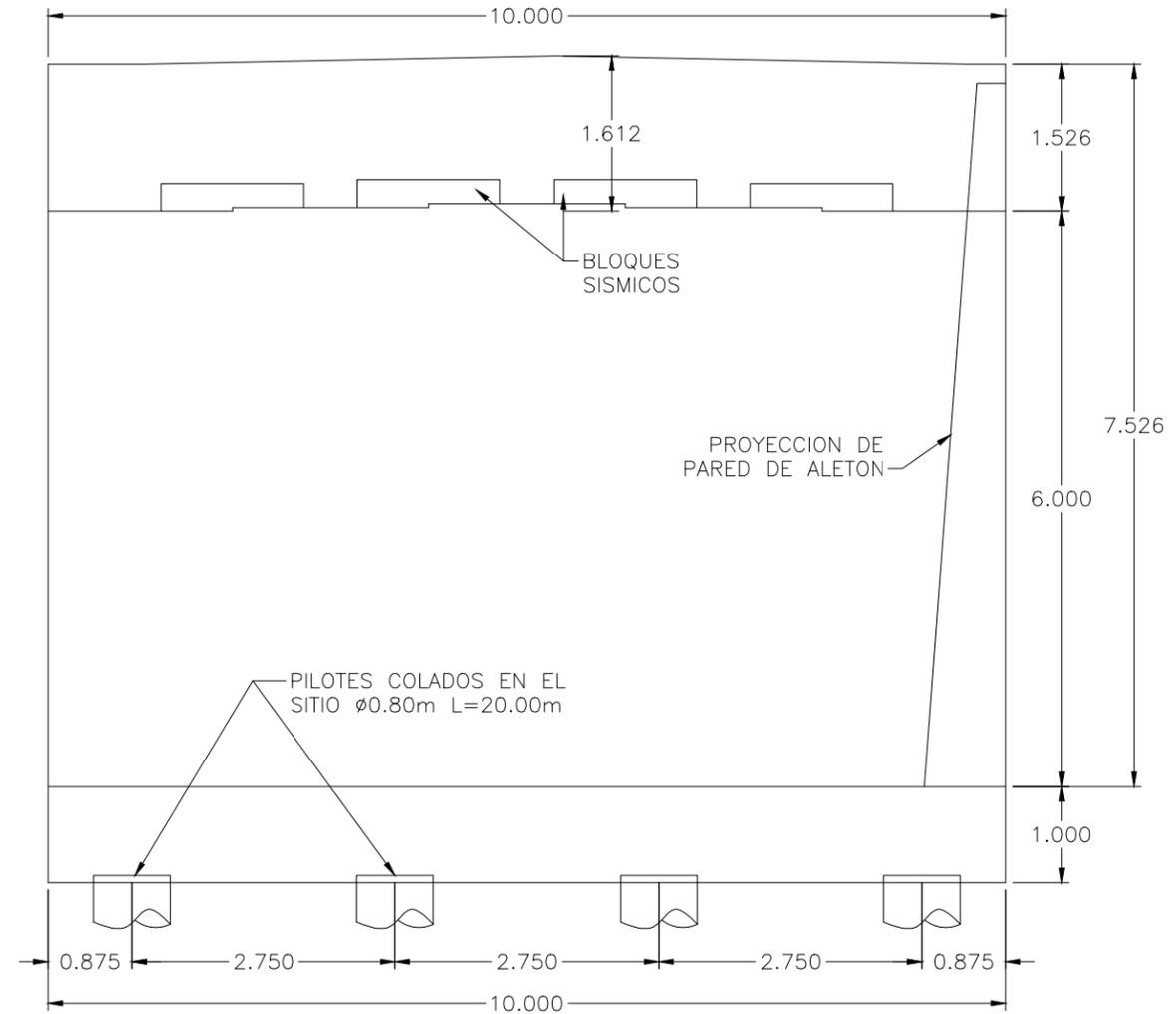
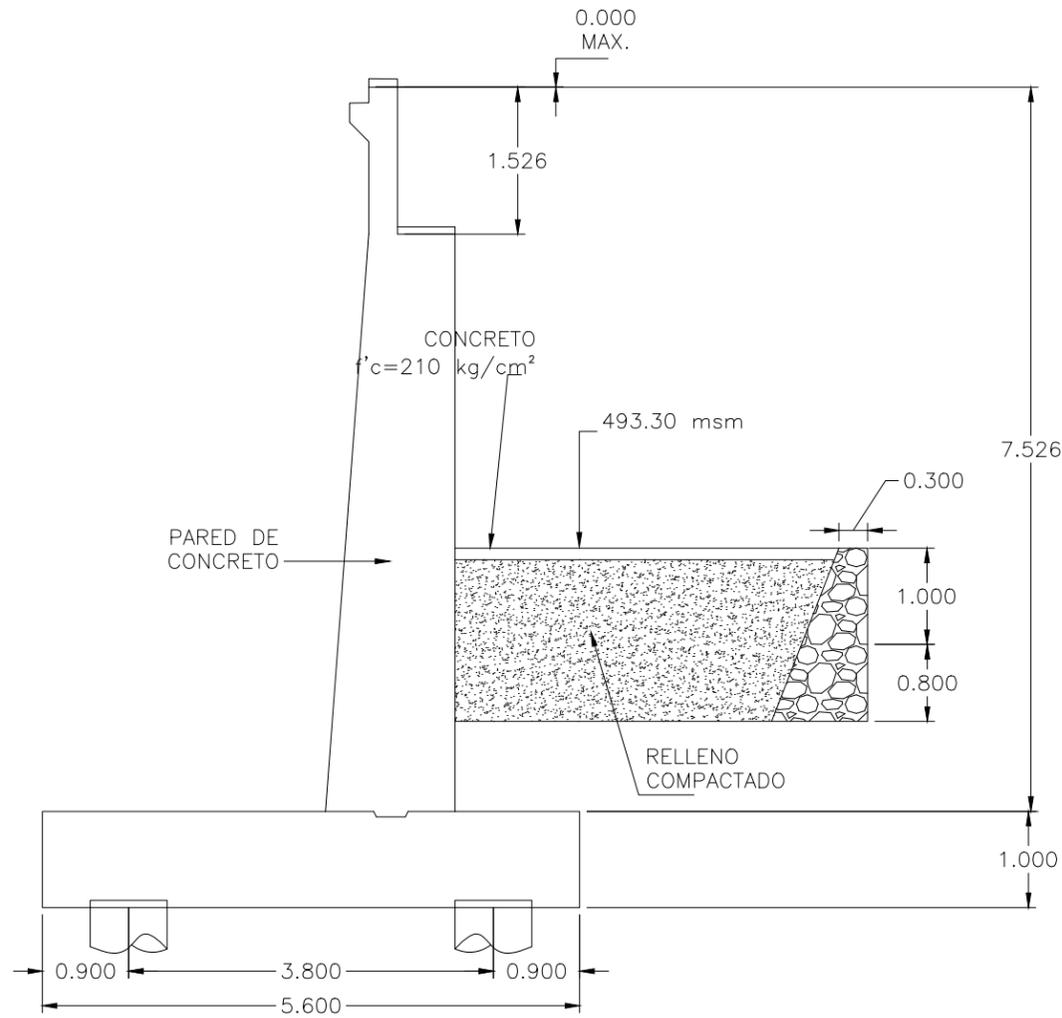
## GE-02-ESTRIBOS: GEOMETRÍA Y DETALLES

Plano constructivo de geometría.

Se muestran los detalles, dimensiones, vista frontal y vista de sección de estribos.

# DETALLE DE ESTRIBO

ESC. 1:75



GE-02  
GEOMETRÍA

PUENTE DE VIGAS AASHTO: SUB-ESTRUCTURA

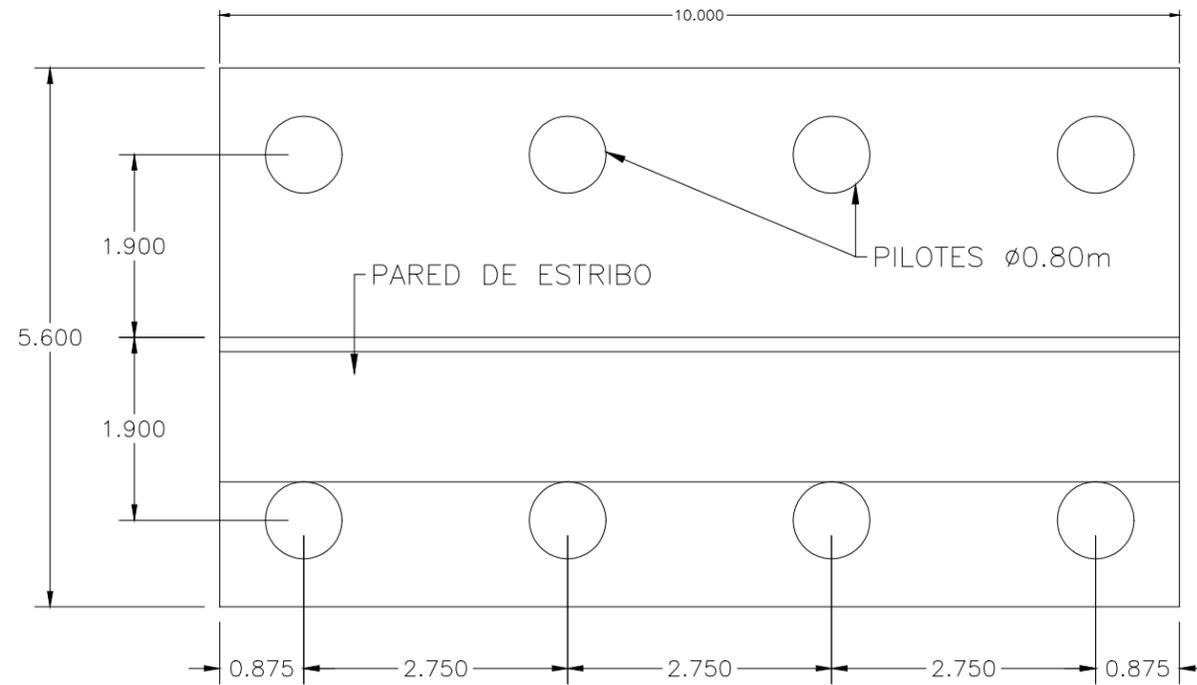
Contenido: ESTRIBOS: GEOMETRÍA Y DETALLES

PUENTE

### GE-03-ZAPATAS: GEOMETRÍA Y DETALLES

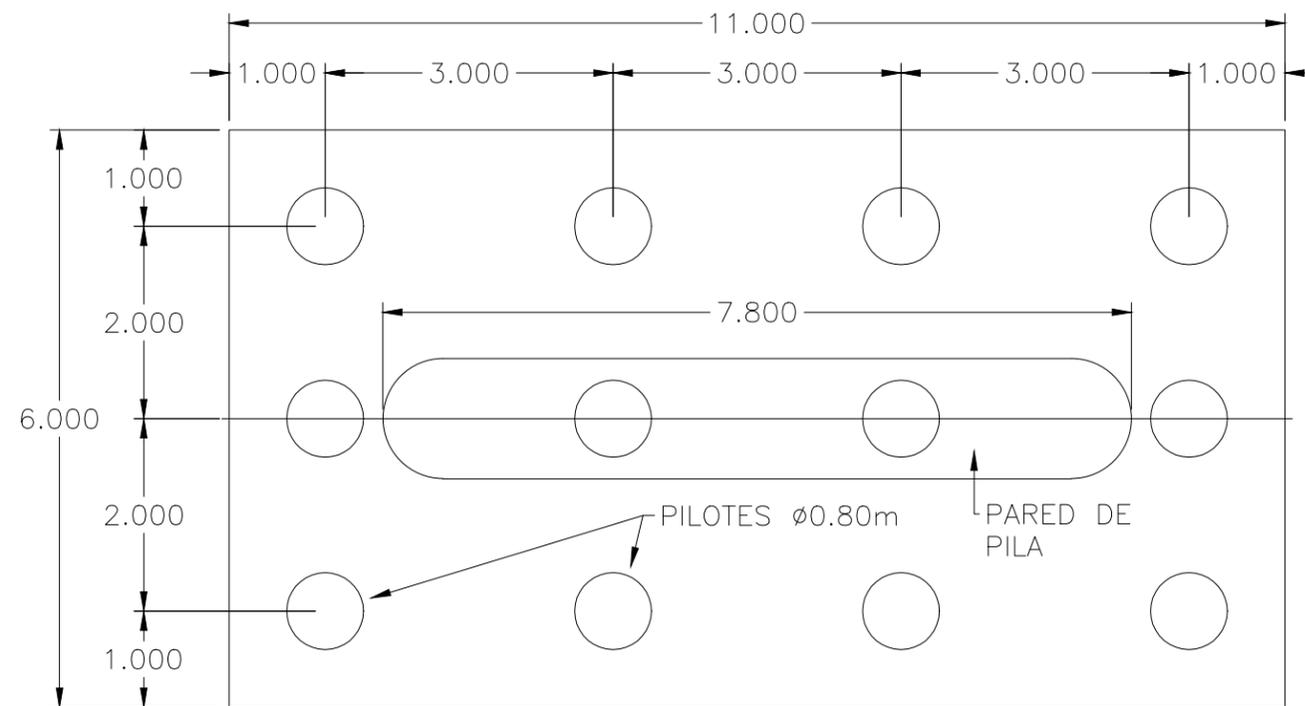
Plano constructivo de geometría.

Se muestran los detalles, dimensiones y vista en planta de zapatas de estribo y pila.



**PLANTA DE ZAPATA DE ESTRIBO**

ESC. 1:75



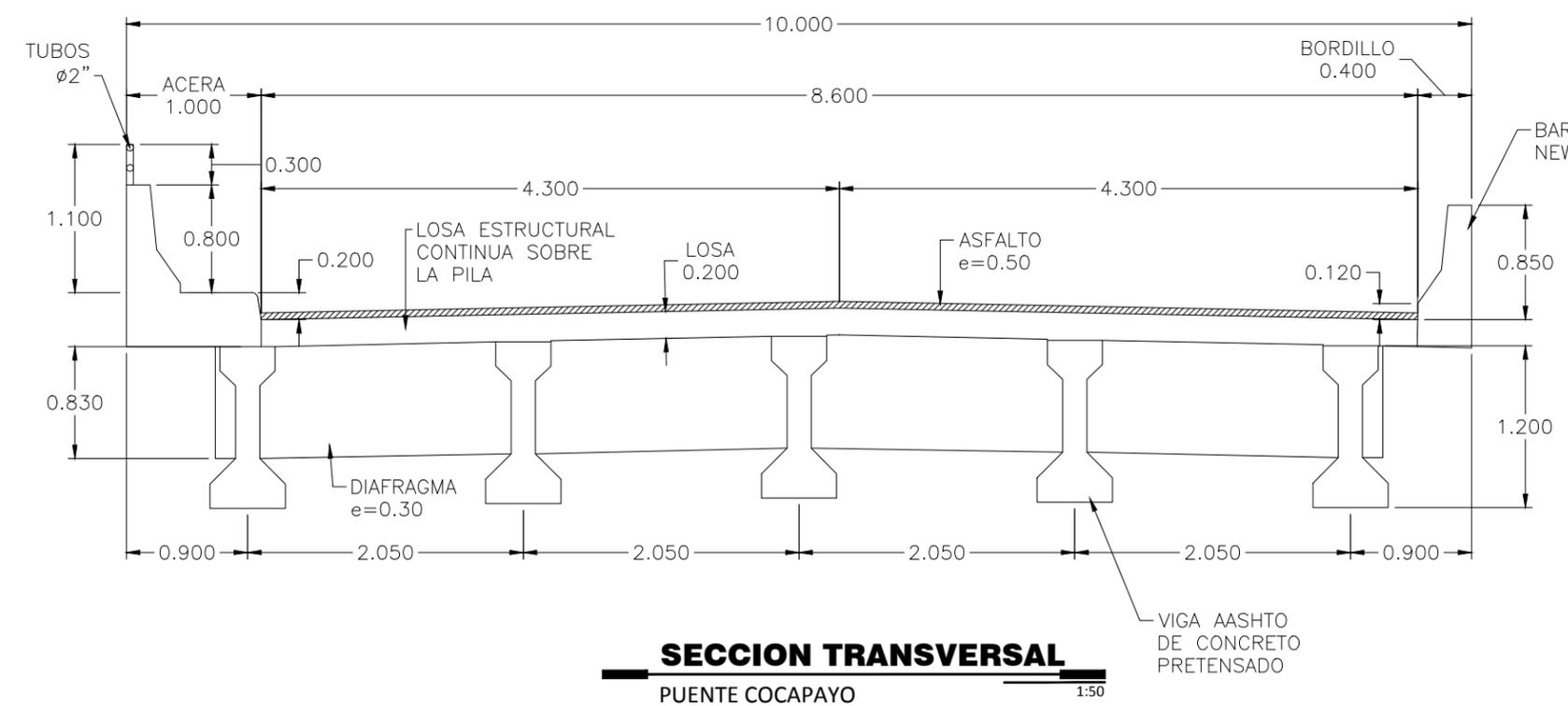
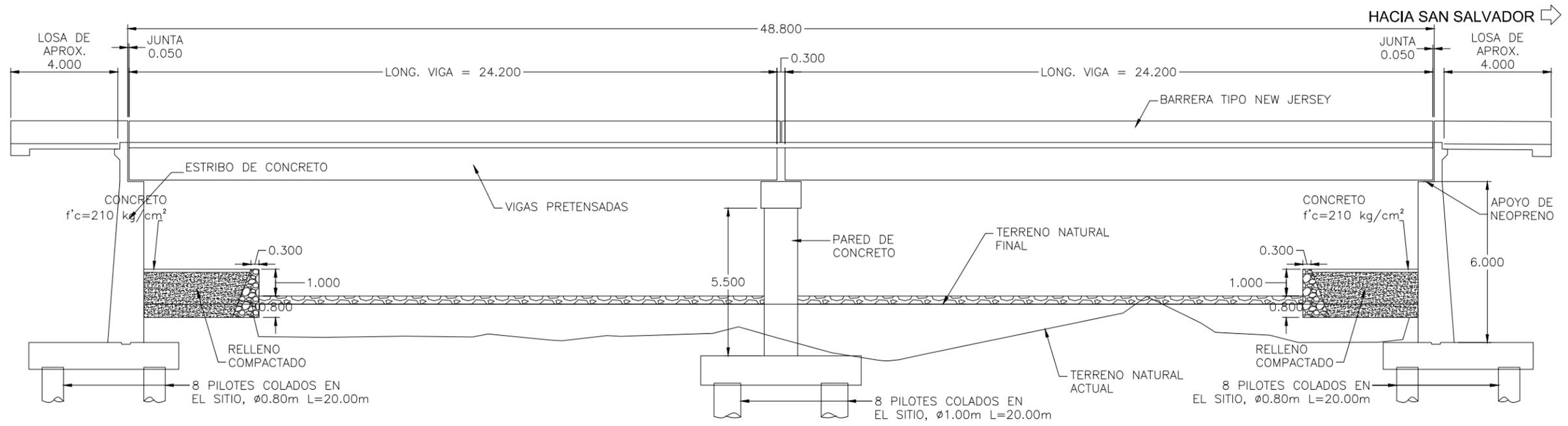
**PLANTA DE ZAPATA DE PILA**

ESC. 1:75

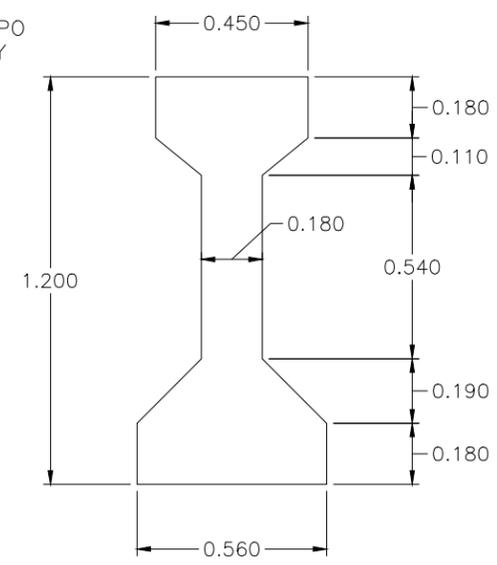
### GE-04-VIGAS PRINCIPALES: GEOMETRÍA Y DETALLES

Plano constructivo de geometría.

Se muestran los detalles, dimensiones y vista en elevación y de sección de las vigas principales.



**SECCION TRANSVERSAL**  
PUENTE COCAPAYO 1:50



**SECCION DE VIGA**  
PUENTE COCAPAYO 1:20

**GE-04**  
GEOMETRIA

**PUENTE DE VIGAS AASHTO: SUPER-ESTRUCTURA**

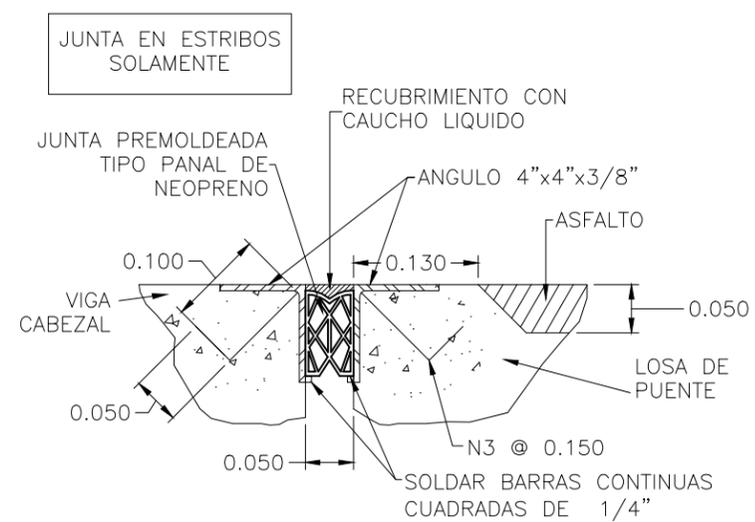
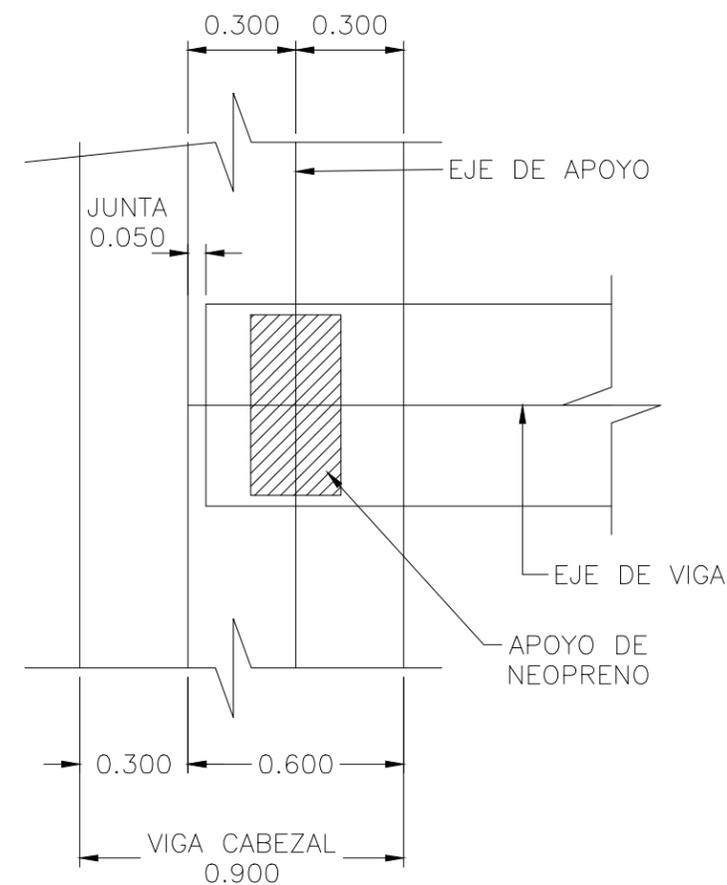
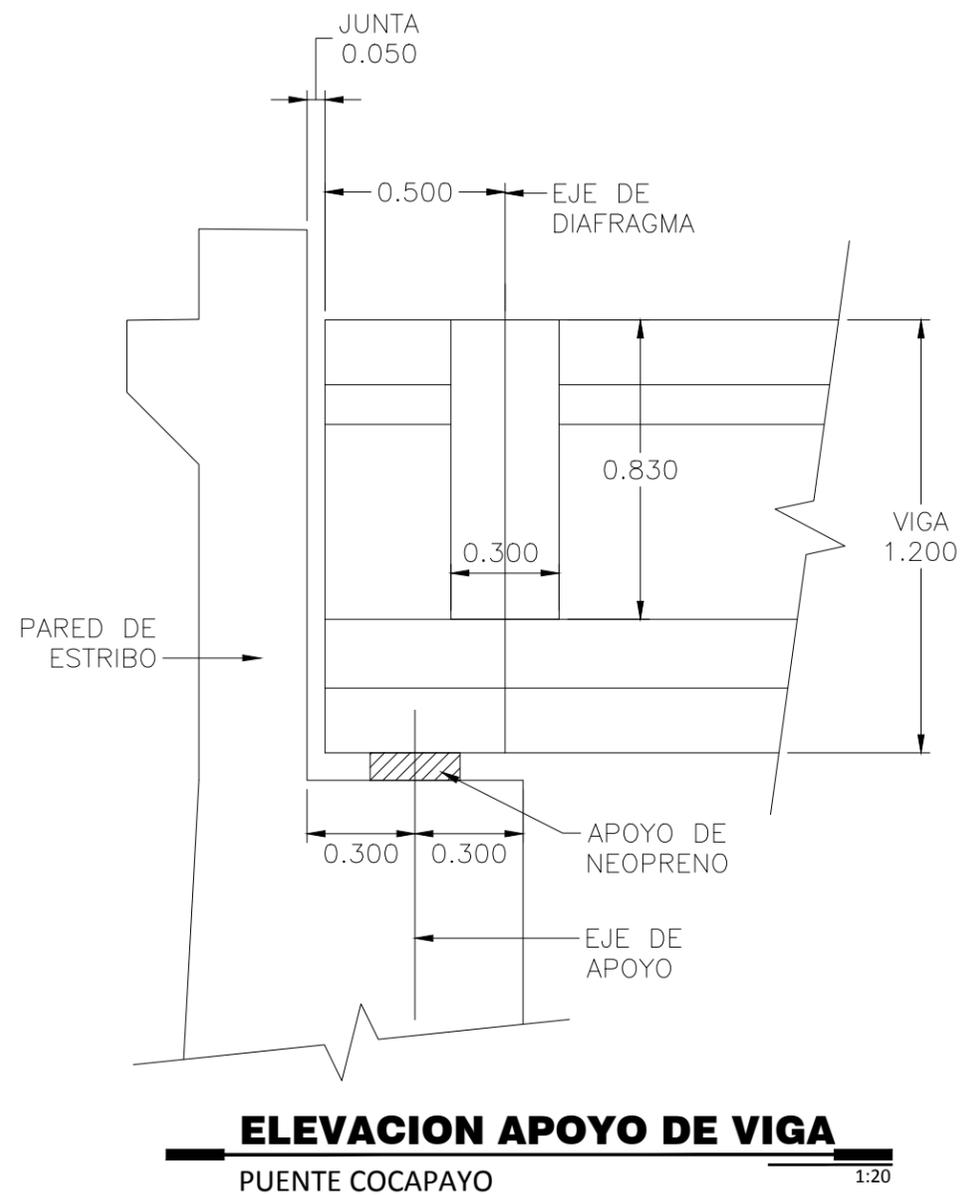
Contenido: **VIGAS PRINCIPALES: GEOMETRÍA Y DETALLES**

**PUENTE**

### GE-05-DETALLES DE VIGA RIOSTRA Y JUNTA

Plano constructivo de geometría.

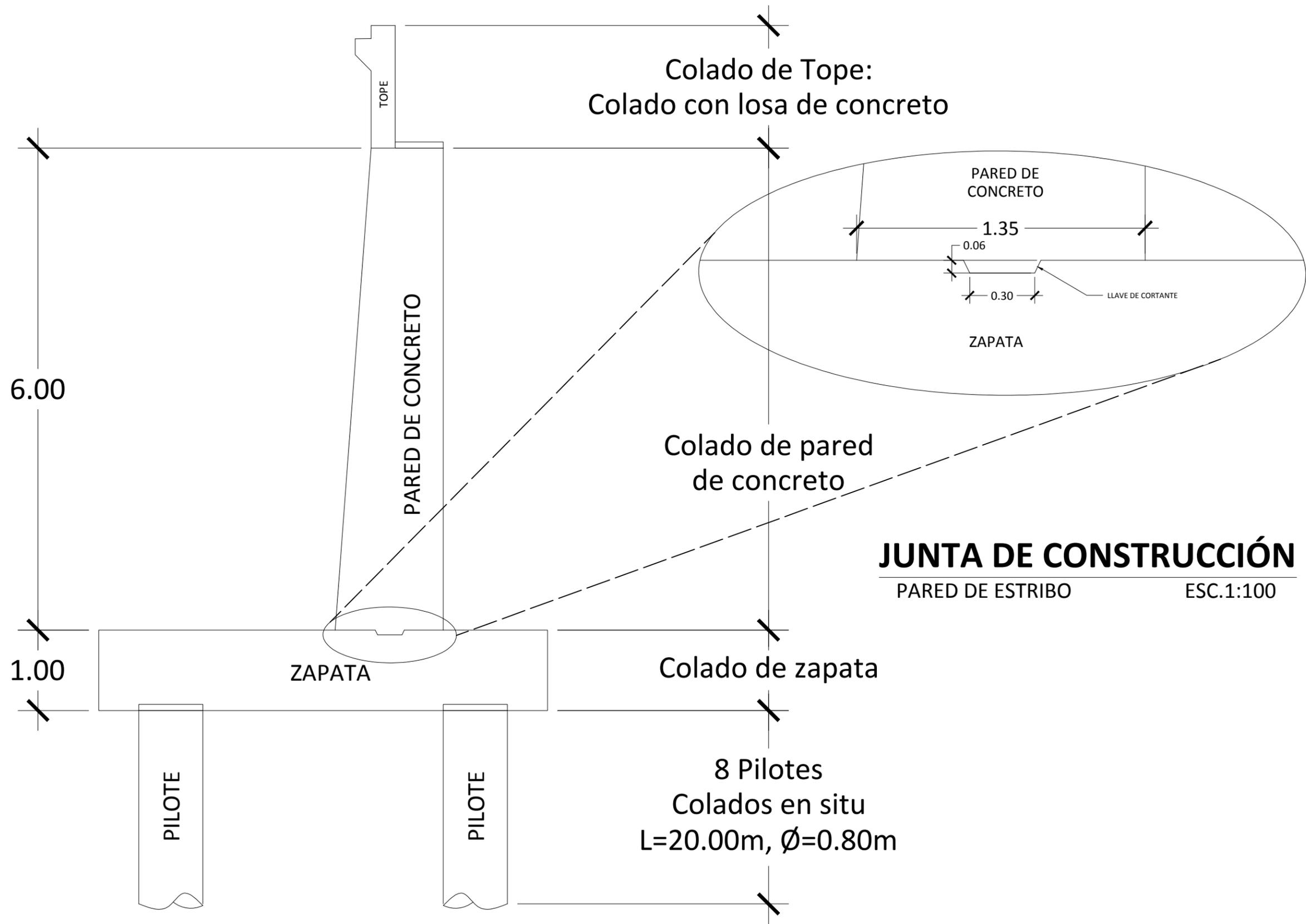
Se muestran los detalles, dimensiones y vista en elevación y planta de los apoyos de las vigas. También se presenta el detalle de los materiales de la junta de expansión ubicada entre la losa de aproximación y la losa del puente



### JC-01-PARED DE ESTRIBO

Plano constructivo de proceso constructivo de estribo.

Se muestra la cantidad y dimensiones de pilotes. También se muestra el detalle de la llave de cortante ubicada entre la pared de concreto y la zapata.



**JC-01**  
JUNTA DE CONSTRUCCIÓN

**JUNTA DE CONSTRUCCIÓN**  
Contenido: **PARED DE ESTRIBO**

**PUENTE**

### EN-01-LOSA DE CONCRETO

Plano constructivo de encofrado.

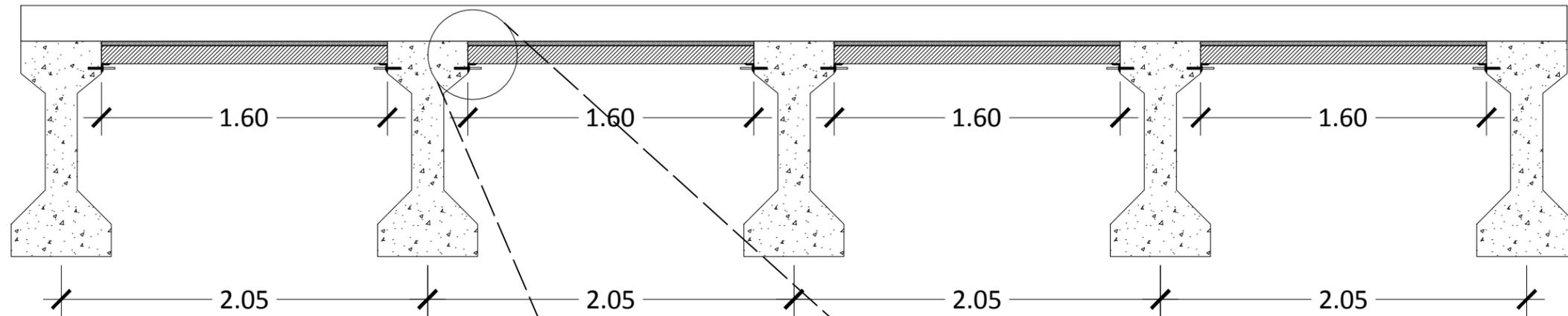
Se muestra el sistema de encofrado de la losa de concreto del puente. Se detalla la colocación y cantidad de materiales necesarios para la construcción del sistema.

El diseño de este sistema está desarrollado en el Anexo 8.

# LOSA DE CONCRETO

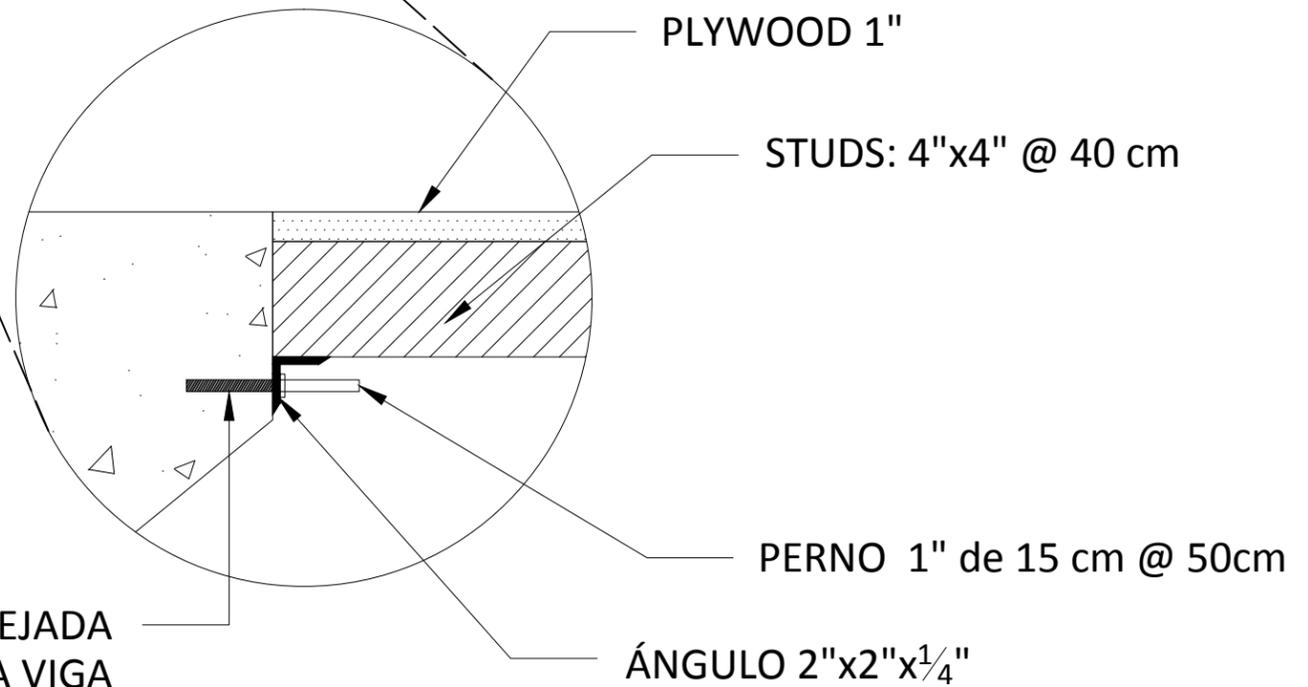
ENCOFRADO

ESC.1:30



- 60 CUARTONES DE 4"x4" DE 1.60 m
- 193.6 m de ÁNGULO 2"x2"x $\frac{1}{4}$ "
- 384 PERNOS DE 1" DE 15 cm
- 52 PLYWOOD DE 8'x4'x1"

CAMISA DEJADA  
AL COLAR LA VIGA



EN-01  
ENCOFRADO

ENCOFRADOS  
Contenido: LOSA DE CONCRETO

PUENTE

### EN-02-PARED DE CONCRETO DE ESTRIBO

Plano constructivo de encofrado.

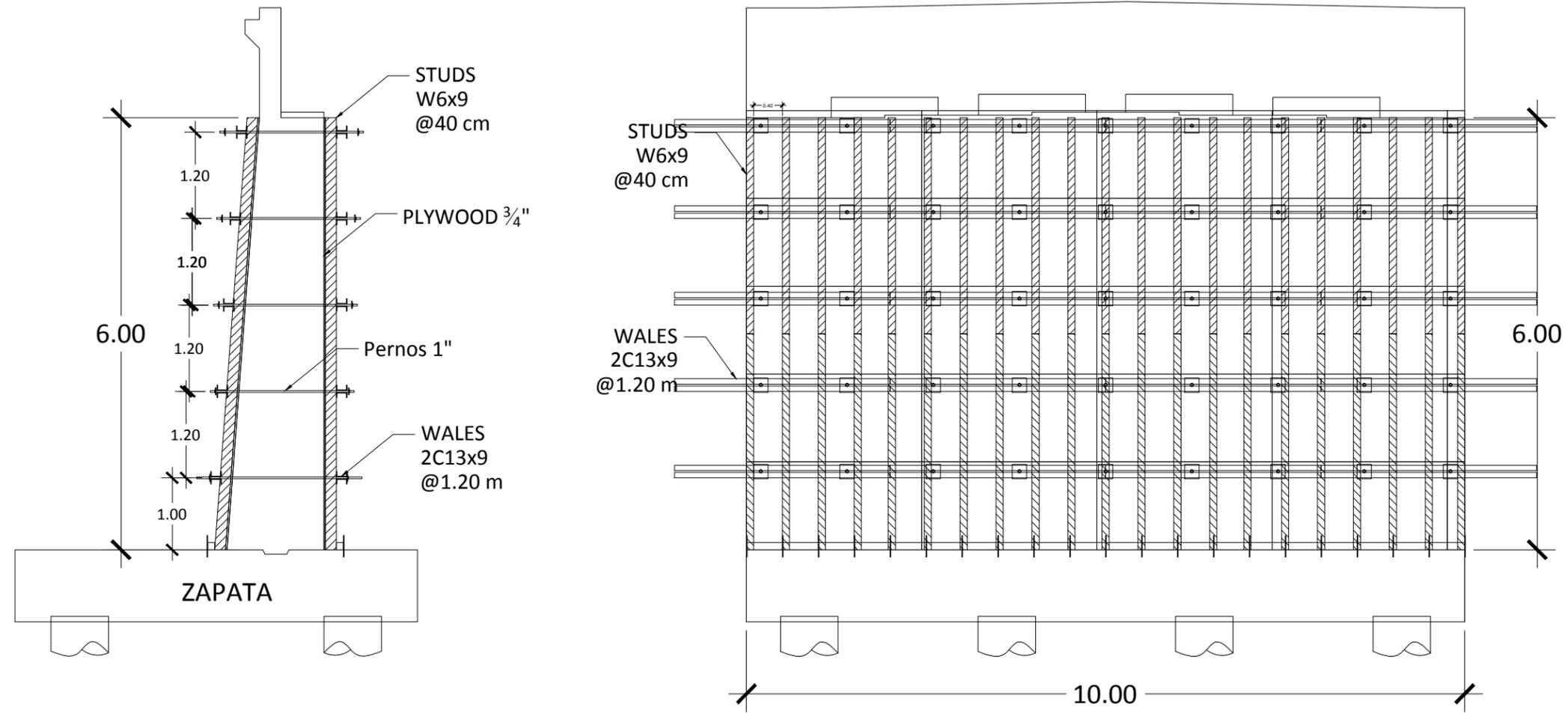
Se muestra el sistema de encofrado para la pared de concreto del estribo. Se detalla la colocación y cantidad de materiales necesarios para la construcción del sistema.

El diseño de este sistema está desarrollado en el Anexo 7.

# PARED DE CONCRETO DE ESTRIBO

ENCOFRADO

ESC.1:75



42 PLYWOOD 8'x4'x $\frac{3}{4}$ "

40 PINES DE 1" DE 30 cm

45 PERNOS DE 1" DE 2.50 m

90 PLACAS DE 20cm\*20cm\* $\frac{3}{8}$ "

84 VIGAS W6x9 DE 3.00 m (STUDS)

80 PERFILES C13x9 DE 3.00 m (WALES)

EN-02  
ENCOFRADO

ENCOFRADOS  
Contenido: PARED DE CONCRETO DE ESTRIBO

PUENTE

### **3.4. PROYECTO: CAPILLA CARDEDEU**

#### Descripción

Estructura de concreto reforzado cuyo espacio se destinará para una capilla ubicada dentro del complejo Cardedeu situado en los alrededores del lago Coatepeque, Santa Ana.

Los planos constructivos que se presentarán en esta sección han sido diseñados y proporcionados por el ingeniero Fredy Herrera Coello y dibujados por la arquitecta Karla Serrano, ambos miembros de la constructora FHC Ingenieros S.A. de C.V.

#### Ventajas de la elaboración de planos constructivos

Debido a que el proyecto presentaba situaciones muy particulares, tanto en su diseño como en su construcción, fue de vital importancia que los planos constructivos presentaran soluciones viables para el desarrollo del mismo.

A continuación se presentan las situaciones presentes en el proyecto, y las ventajas que brindaron la elaboración de planos constructivos en cada una de ellas:

✓ Concreto arquitectónico

El diseño realizado por el arquitecto requería que la estructura tuviese un concreto visto, por lo que fue necesario utilizar plyform HDO, el cual brinda un acabado final de gran calidad.

La importancia de los planos constructivos en esta partida es que permiten visualizar cómo debe ser la colocación y ensamblaje de las placas de plyform HDO según el diseño, así como la cantidad de placas requeridas (EN-01, EN-05).

✓ Estructura de concreto

La estructura de la Capilla Cardedeu es totalmente de concreto, por lo que el encofrado tuvo que ser calculado de manera que garantizara la economía y la seguridad de la obra.

Los planos constructivos reflejan de manera esquematizada lo establecido en los cálculos, y en ellos se plasman todos y cada uno de los materiales a utilizar en la obra, sus dimensiones, cantidades, y detalles especiales (EN-03, EN-04, EN-06).

✓ Asimetría

La estructura presenta una forma trapezoidal, siendo asimétrica tanto en elevación, en sección y en planta. Por tal motivo, fue necesaria la utilización de andamios estructurales para sostener el sistema de encofrados destinado a dar forma a la estructura.

En los planos constructivos se detallan las características, dimensiones, cantidad y ubicación de todas y cada una de las partes que conforman los andamios estructurales (EN-07).

✓ Pared en voladizo

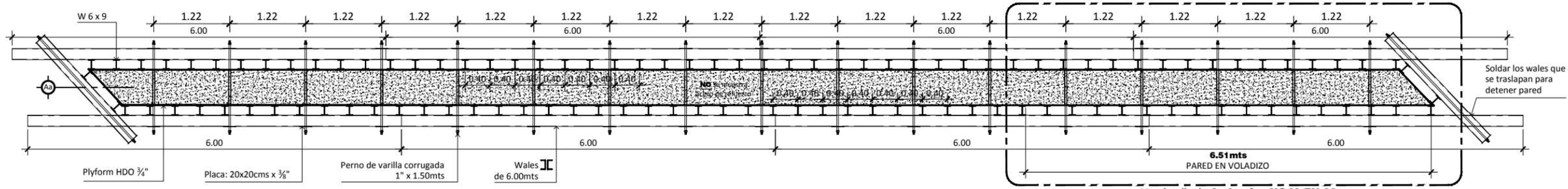
La estructura cuenta con una porción de la misma que no está en contacto con el suelo, por lo que fue necesario considerar la cantidad de andamios estructurales que fueron utilizados. Así mismo, para evitar que el andamio se hundiese en el terreno inestable, fue necesario establecer un mejoramiento de suelo.

En los planos constructivos se presenta toda la información esquematizada acerca de este detalle, el tipo y dimensiones del mejoramiento del suelo, y la forma como deben ser colocados los andamios estructurales para dar estabilidad al encofrado de la pared en voladizo (EN-02).

EN-01-DETALLE DE ANDAMIO

Plano constructivo de encofrados de pared de concreto de los ejes Aa y Ca.

Se muestran las vistas en sección y en elevación sur del sistema de encofrado, así como los materiales que se utilizarán para la construcción del sistema.



**PARED DE CONCRETO EJE Aa**  
VISTA EN PLANTA Esc. 1:75

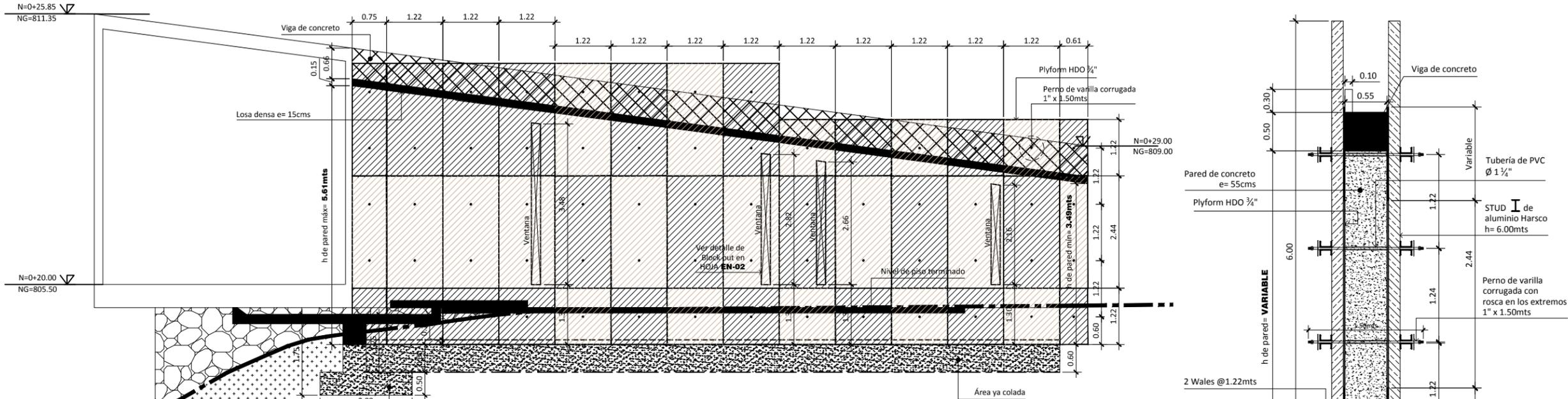
Ver detalle de Andamios HOJA EN-02

**EN-01**  
ENCOFRADOS

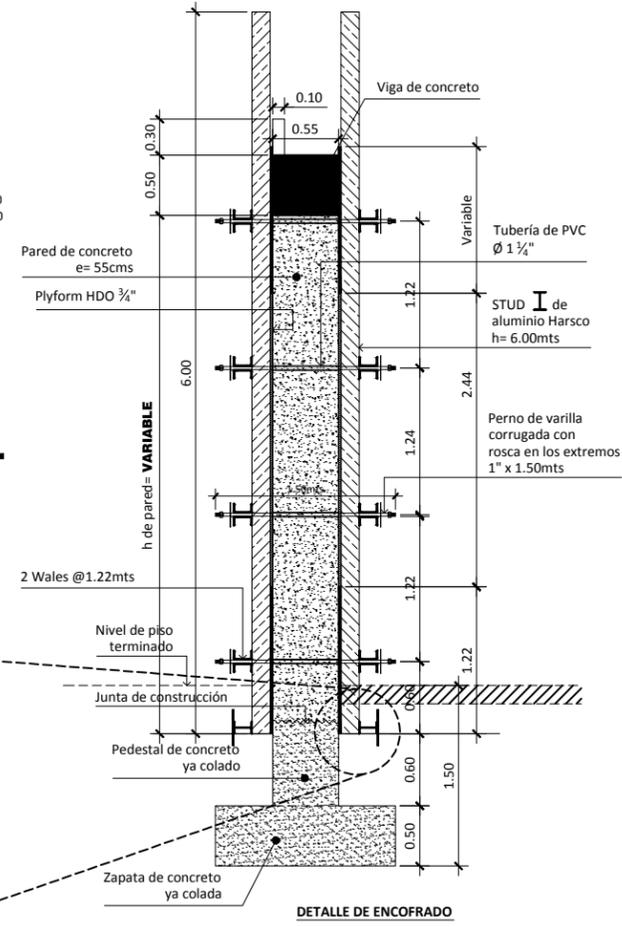
**DETALLE DE ENCOFRADO - CAPILLA CARDEDEU**

Contenido: DETALLE DE ANDAMIO

**CAPILLA**

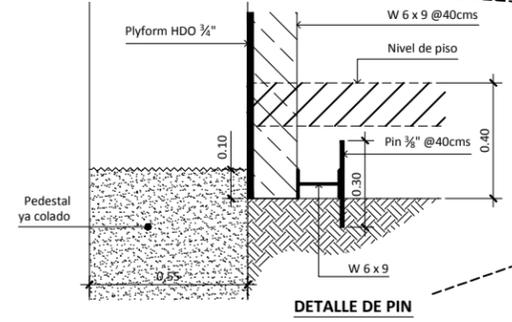


**SECCIÓN LONGITUDINAL**  
ELEVACIÓN SUR Esc. 1:100

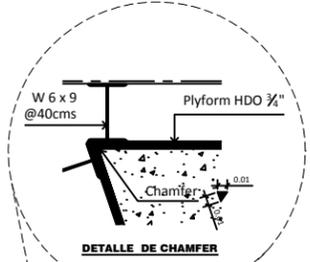


**DETALLE DE ENCOFRADO**

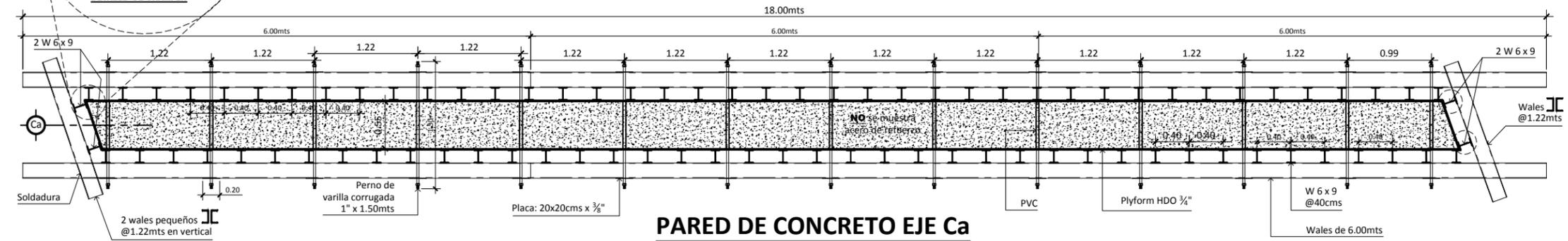
- NOTAS:**
- Plyform HDO 3/4"
  - Stud W 6x9 (L=3.65m - 12')
  - Wales de 6m y 2m
  - Perno de 1" de varilla corrugada rosca en los extremos
  - Placa 20 x 20cms x 3/8" ó mayor



**DETALLE DE PIN**



**DETALLE DE CHAMFER**



**PARED DE CONCRETO EJE Ca**  
VISTA EN PLANTA Esc. 1:60

N=+25.85  
NG=811.35

N=+20.00  
NG=805.50

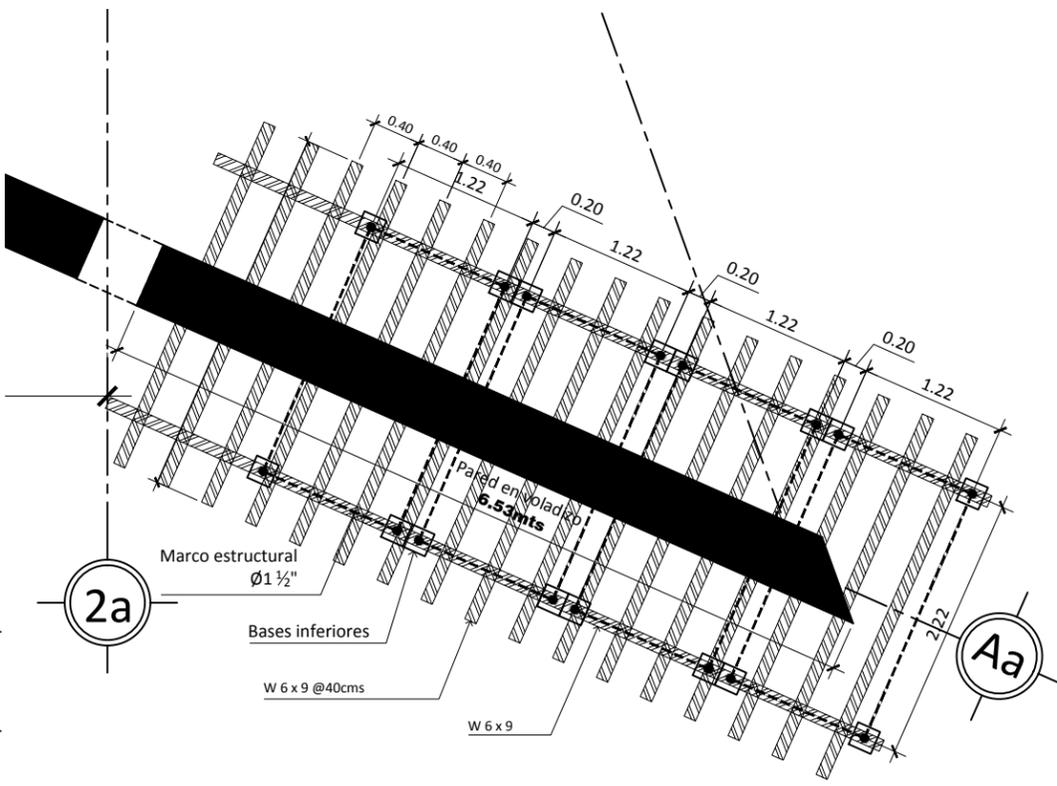
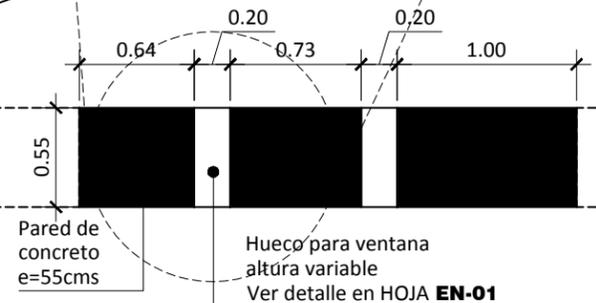
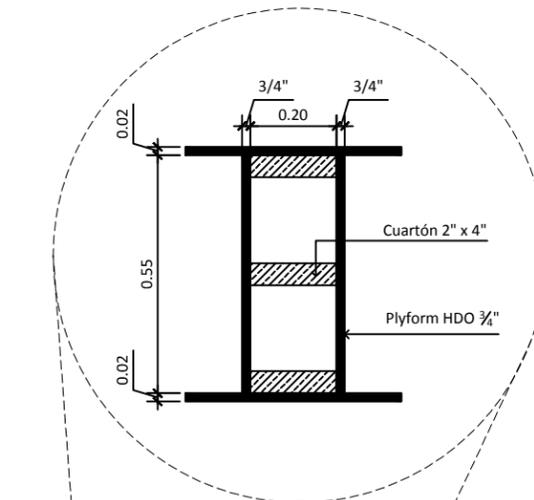
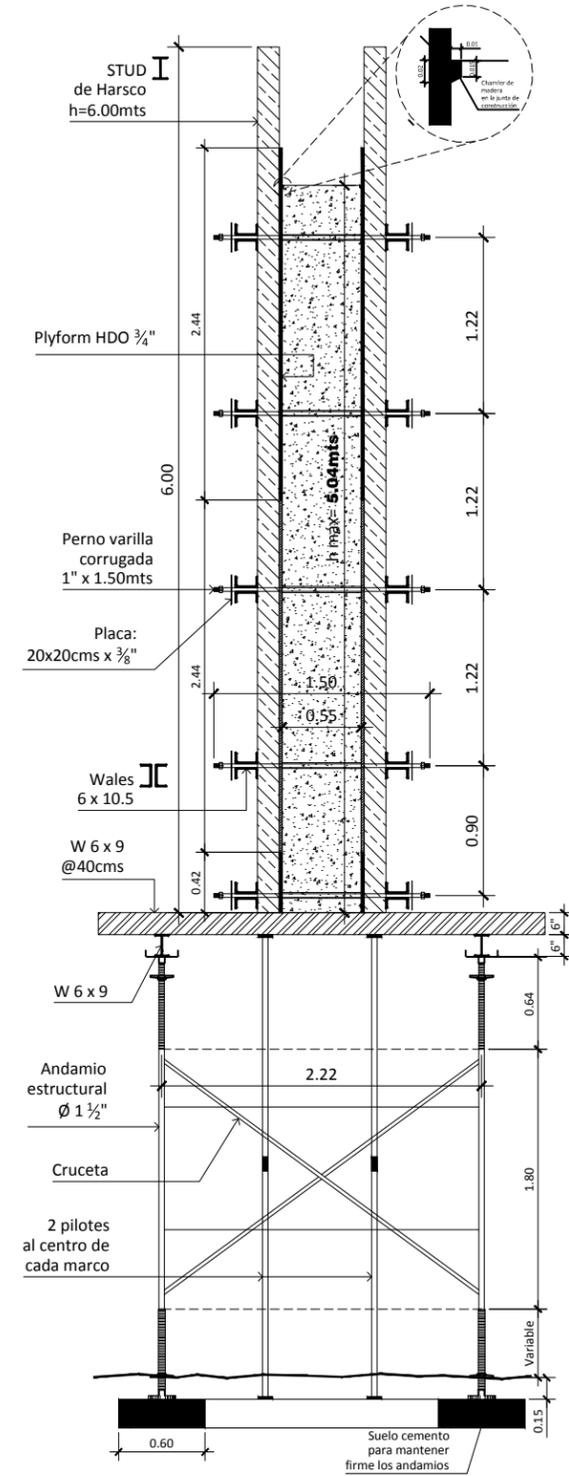
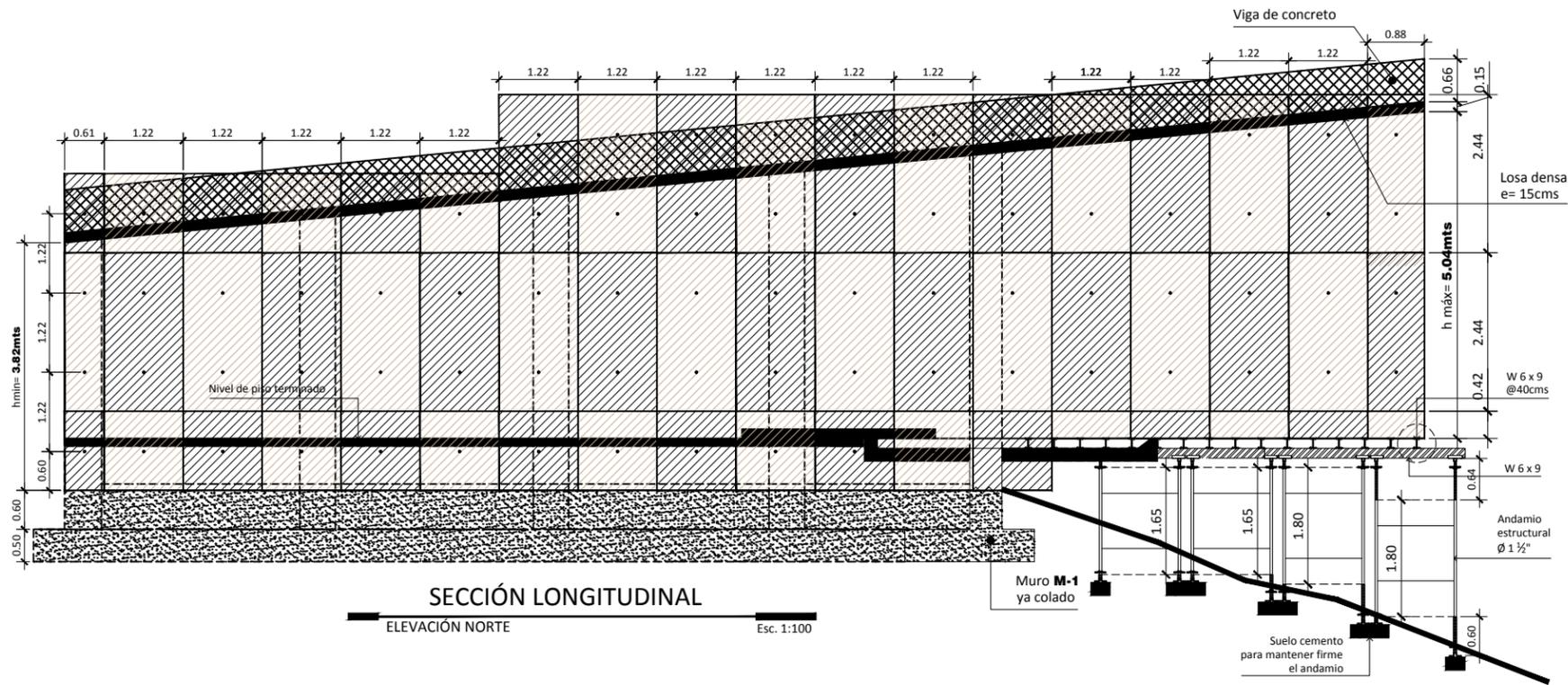
2 wales pequeños @ 1.22mts en vertical

Wales de 6.00mts

### EN-02-DETALLE EN PARED EN VOLADIZO

Plano constructivo de encofrados de pared de concreto de los ejes Aa.

Se muestran las vistas en sección y en elevación norte del sistema de encofrado y detalle de pared en voladizo, así como detalles para la construcción del sistema.



DETALLE DE BLOCK-OUT

DETALLE DE ANDAMIOS  
LOSA EN VOLADIZO 1:50

SECCIÓN TRANSVERSAL  
ELEVACIÓN NORTE Esc. 1:50

EN-02  
ENCOFRADOS

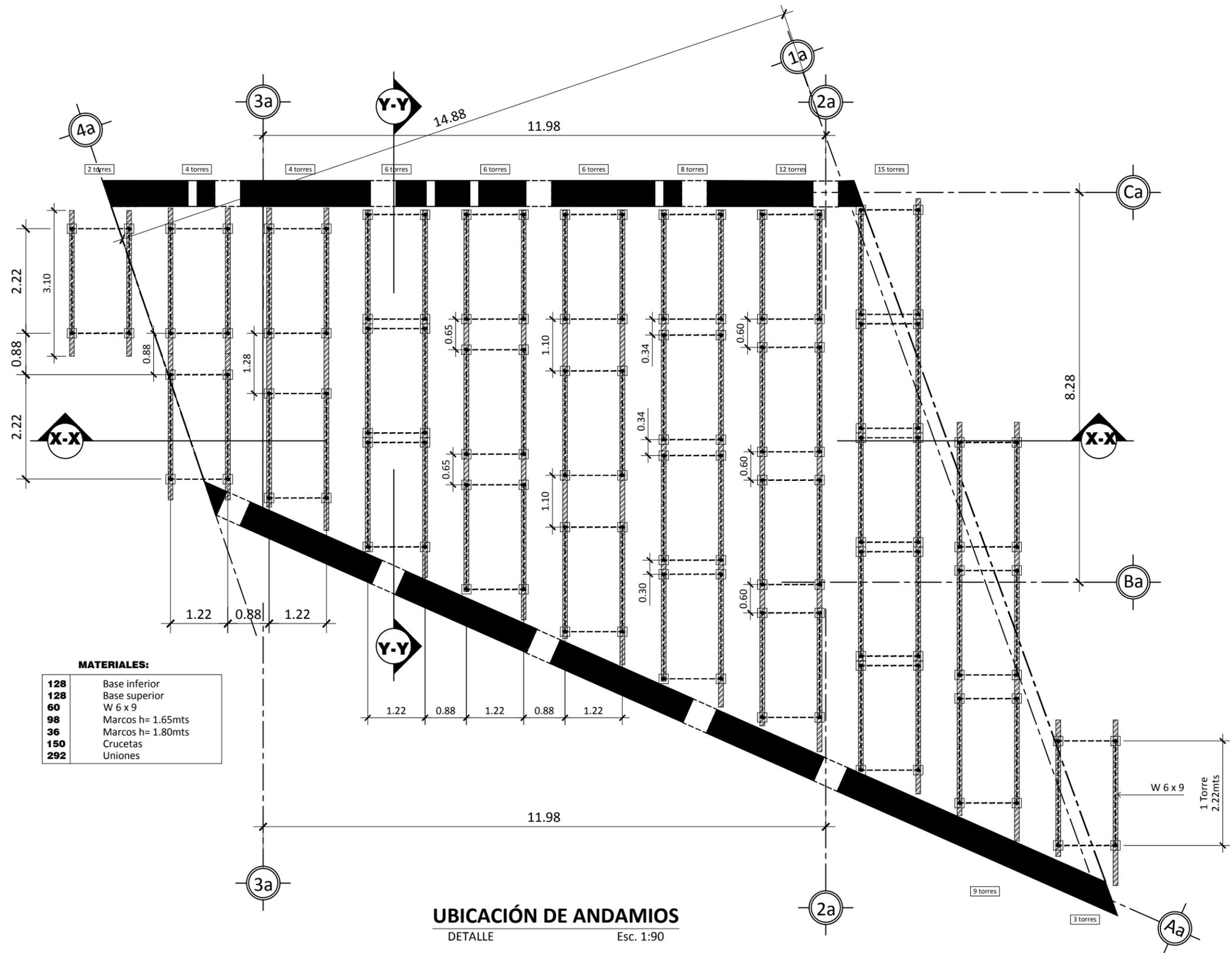
DETALLE DE ENCOFRADO - CAPILLA CARDEDEU  
Contenido: DETALLE DE PARED EN VOLADIZO

CAPILLA

### EN-03-DETALLE DE ANDAMIO

Plano constructivo de encofrados de losa densa.

Se muestran las vistas en planta de la ubicación de los andamios, así como el desglose de la cantidad de materiales a utilizarse para la construcción del sistema.



**MATERIALES:**

128	Base inferior
128	Base superior
60	W 6 x 9
98	Marcos h= 1.65mts
36	Marcos h= 1.80mts
150	Crucetas
292	Uniones

**UBICACIÓN DE ANDAMIOS**  
DETALLE Esc. 1:90

**EN-03**  
ENCOFRADOS

**DETALLE DE ENCOFRADO - CAPILLA GARDEDEU**  
Contenido: DETALLE DE ANDAMIO

**CAPILLA**

#### EN-04-DETALLE DE W 6 X 9

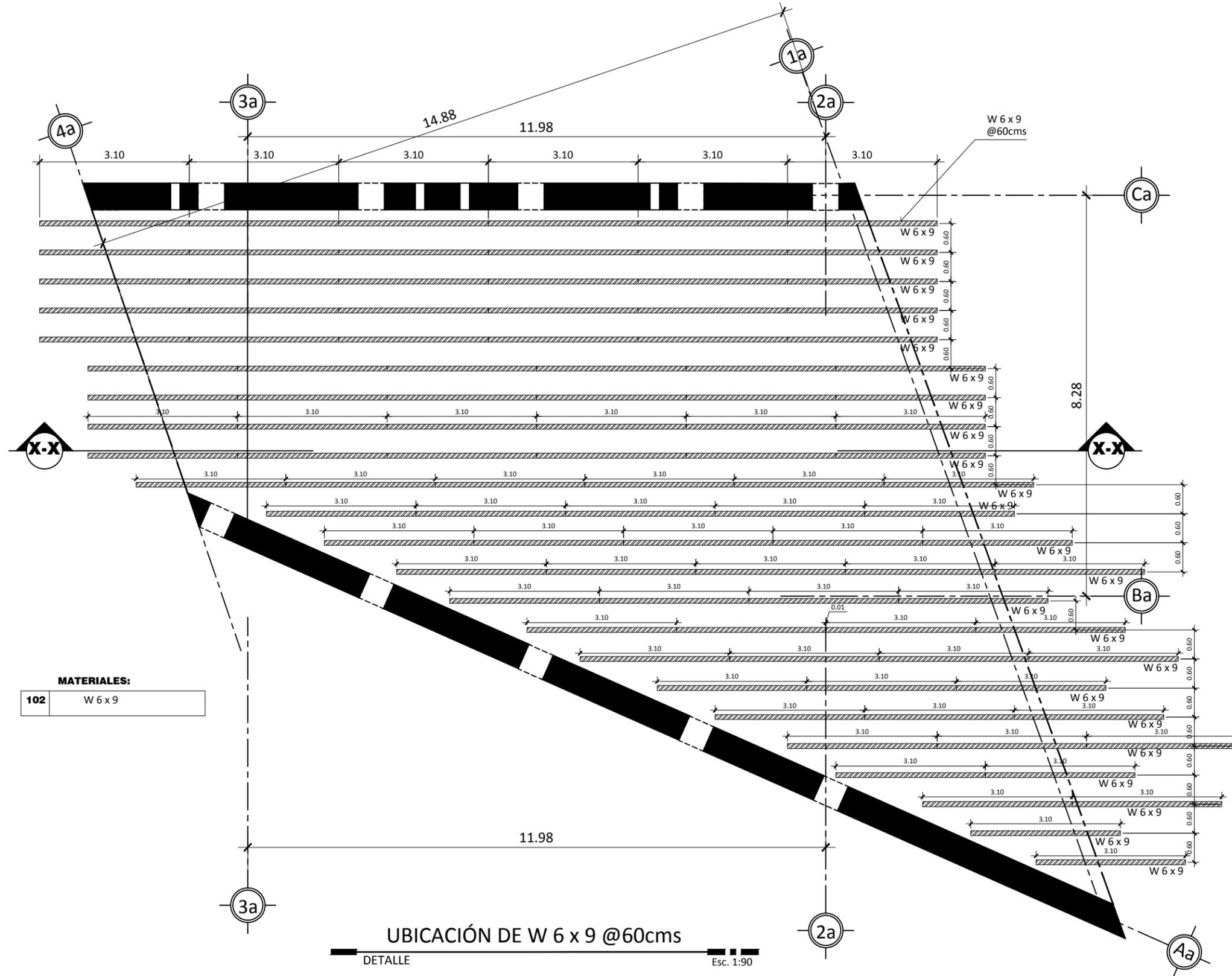
Plano constructivo de la ubicación de vigas W6x9.

Se muestra la vista en planta de la losa densa, en donde se visualiza la distribución, ubicación y cantidad de vigas W6x9 a utilizarse para la construcción del sistema de encofrado de la losa densa.

DETALLE DE ENCOFRADO - CAPILLA CARDEDEU

Contenido: DETALLE DE W 6 X 9

CAPILLA



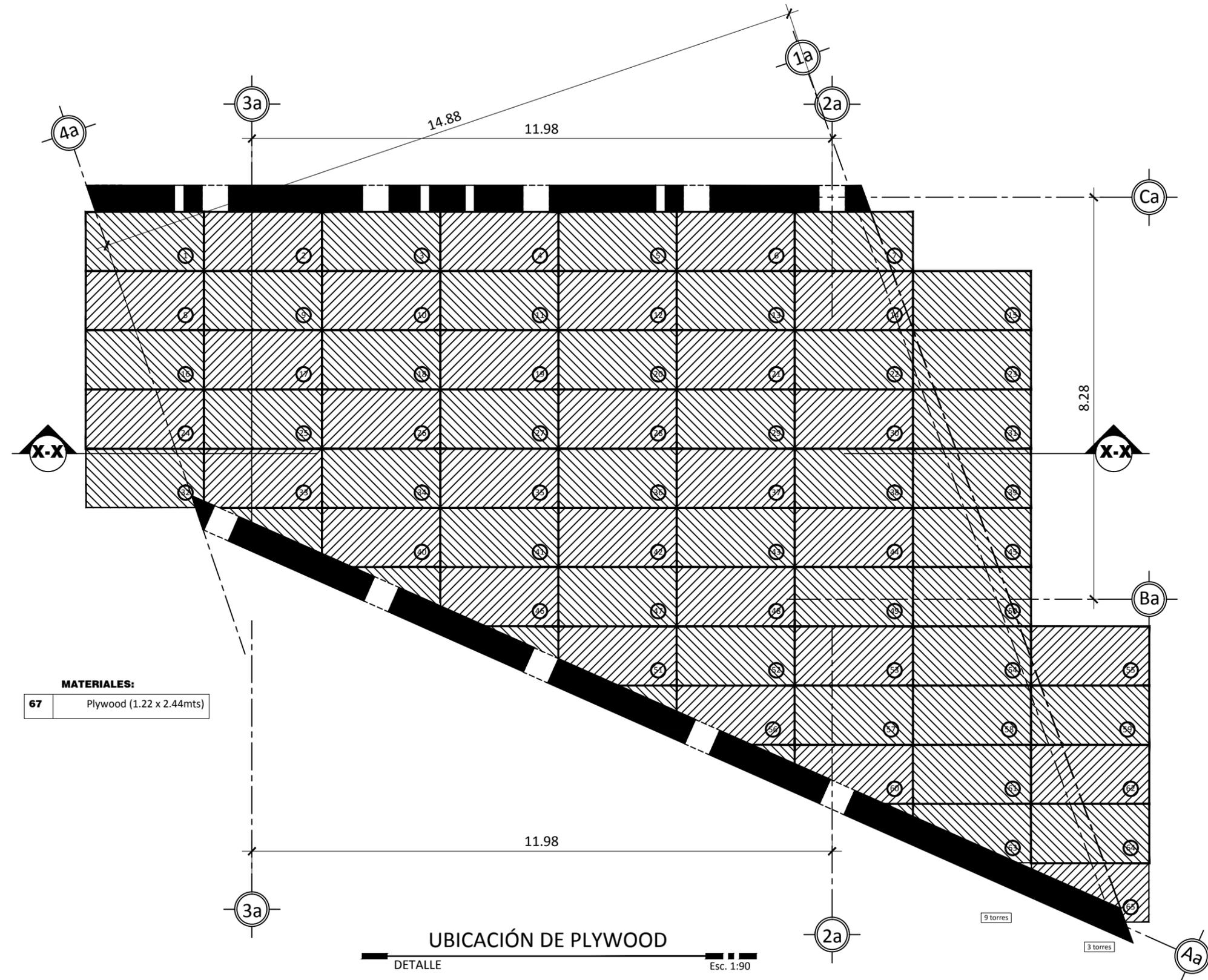
### EN-05-DISTRIBUCIÓN DE PLYWOOD DE ¾"

Plano constructivo de la ubicación de vigas plywood de ¾" de espesor.

Se muestra la vista en planta de la losa densa, en donde se visualiza la distribución, ubicación y cantidad de plywood de ¾" de espesor a utilizarse para la construcción del sistema de encofrado de la losa densa.

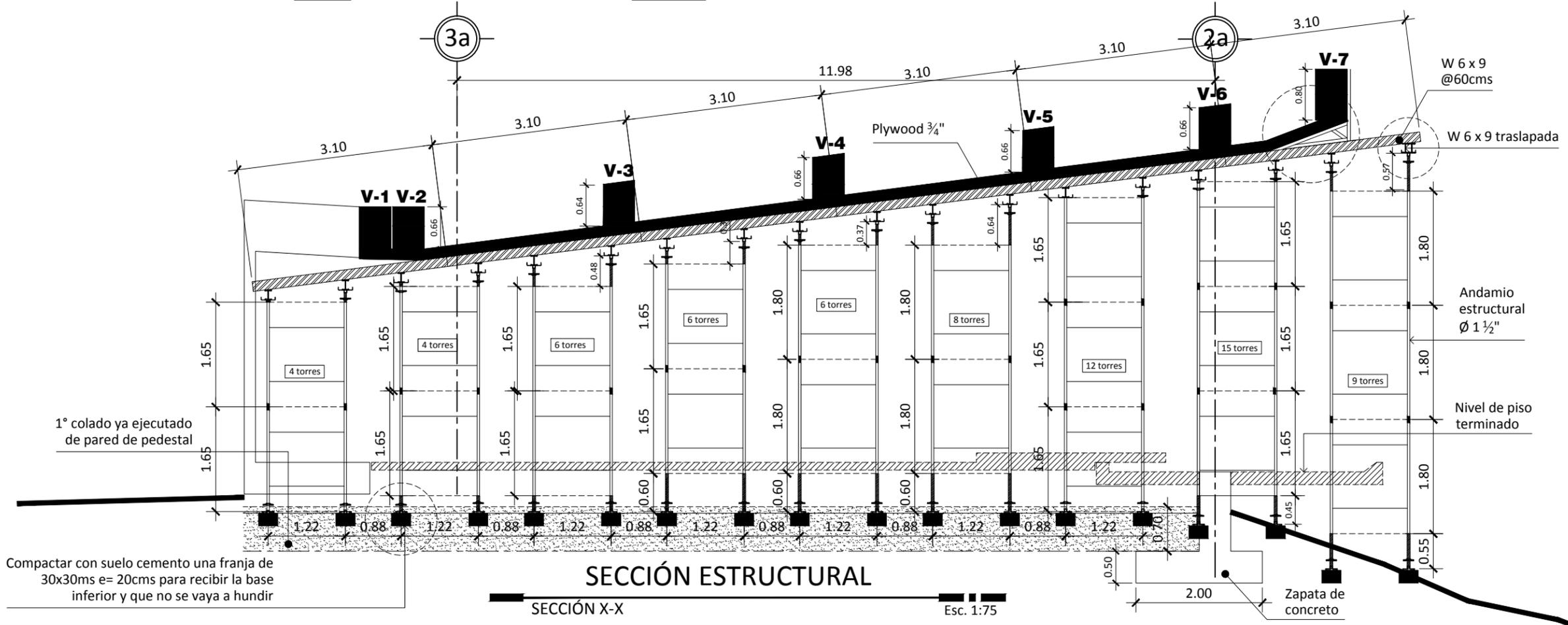
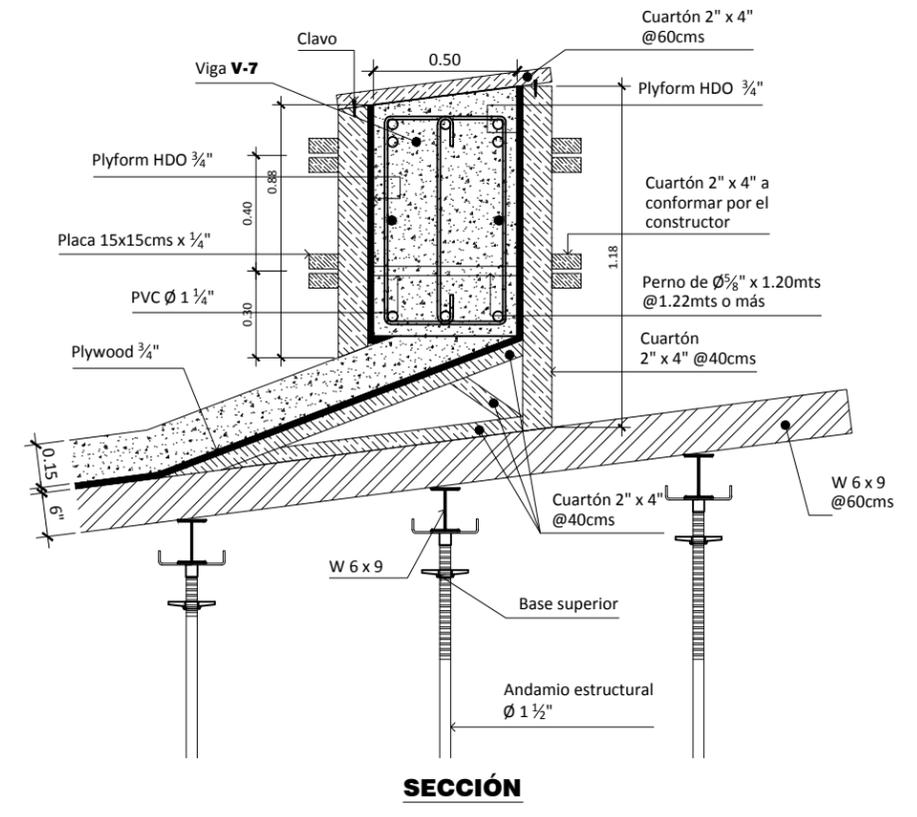
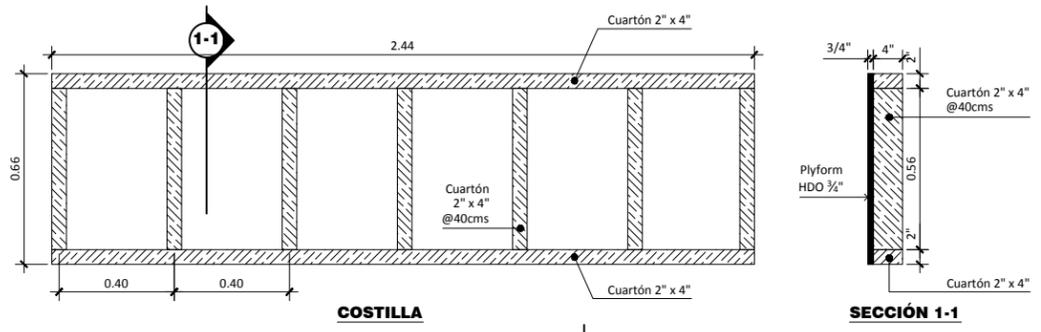
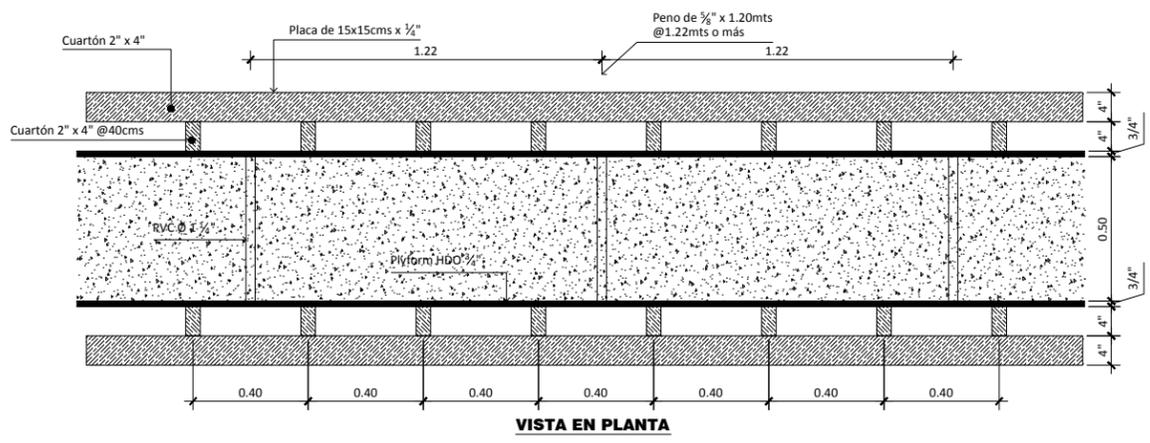
DETALLE DE ENCOFRADO - CAPILLA CARDEDEU  
Contenido: DISTRIBUCIÓN DE PLYWOOD DE 3 / 4"

CAPILLA



### EN-06-SECCIÓN ESTRUCTURAL

Plano constructivo de detalles de los elementos a utilizarse en el sistema de encofrados de la losa densa y vigas.



Compactar con suelo cemento una franja de 30x30ms e= 20cms para recibir la base inferior y que no se vaya a hundir

**EN-06**  
ENCOFRADOS

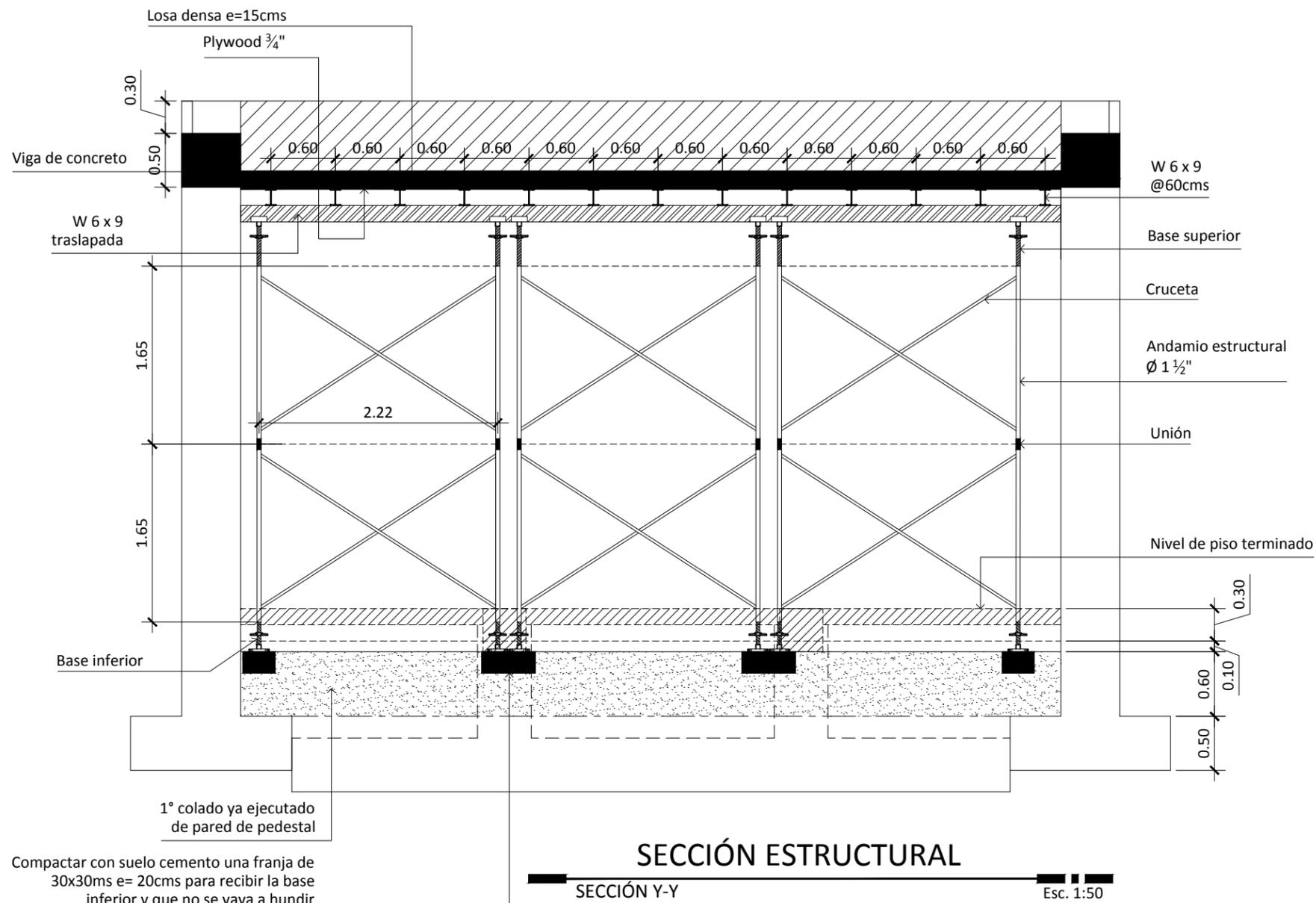
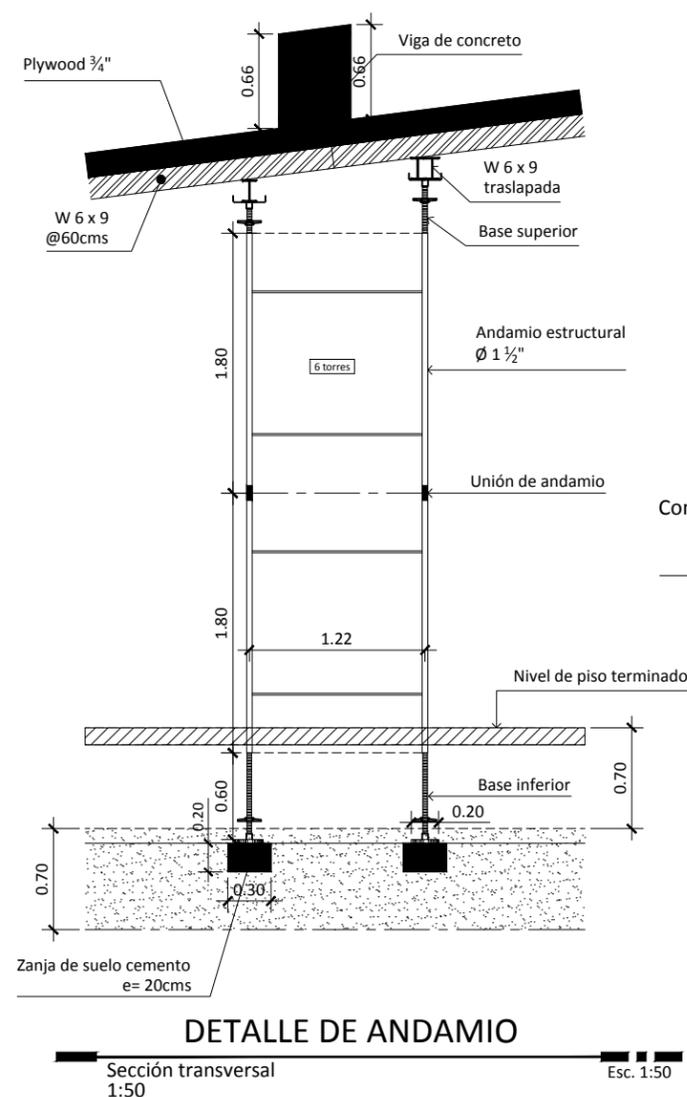
**DETALLE DE ENCOFRADO - CAPILLA CARDEDEU**  
Contenido: **SECCIÓN ESTRUCTURAL**

**CAPILLA**

### EN-07-DETALLE DE ELEVACIÓN DE ANDAMIO

Plano constructivo de detalles andamio estructural a utilizarse en el sistema de encofrados.

Se muestran las dimensiones y elementos que conforman los andamios estructurales a utilizar y la ubicación del plywood de  $\frac{3}{4}$ " de espesor y de las vigas W6x9.



### **3.5. PROYECTO: CAJA PUENTE**

#### Descripción

Estructura de concreto reforzado. Forma parte del proyecto “Mejoramiento de la red vial de la zona norte de El Salvador”. Se encuentra ubicado en la estación 12+947.94, en el manto de la carretera CA 03, tramo 2A, en el municipio Nueva Concepción, Chalatenango.

Las dimensiones de la caja de concreto son: 4.5 m x 2.30 m.

Los planos constructivos que se presentarán en esta sección han sido diseñados y proporcionados por el ingeniero Fredy Herrera Coello.

#### Ventajas de la elaboración de planos constructivos

Debido a que el proyecto presentaba situaciones muy particulares, tanto en su diseño como en su construcción, fue de vital importancia que los planos constructivos presentaran soluciones viables para el desarrollo del mismo.

A continuación se presentan las situaciones presentes en el proyecto, y las ventajas que brindaron la elaboración de planos constructivos en cada una de ellas:

#### ✓ Tiempo de ejecución

Gracias a los planos constructivos, se logró establecer, según el diseñador, un tiempo record de ejecución. El tiempo estimado para una caja puente fue de aproximadamente 3 días. Por su parte, otras empresas que realizan obras similares,

expresaban que un proyecto de magnitudes parecidas, era ejecutado entre 10 y 12 días.

Este periodo de diferencia es muy significativo no solamente en el aspecto tiempo, sino también en situaciones tales como el pago de mano de obra, ya que se reduce sustancialmente; la reutilización de materiales y equipos para el colado de otra caja puente, entre otros.

#### ✓ Colado monolítico

La elaboración de planos constructivos permitió establecer un proceso constructivo en el cual los tiempos de ejecución eran tan cortos, que la estructura fue colada de forma monolítica.

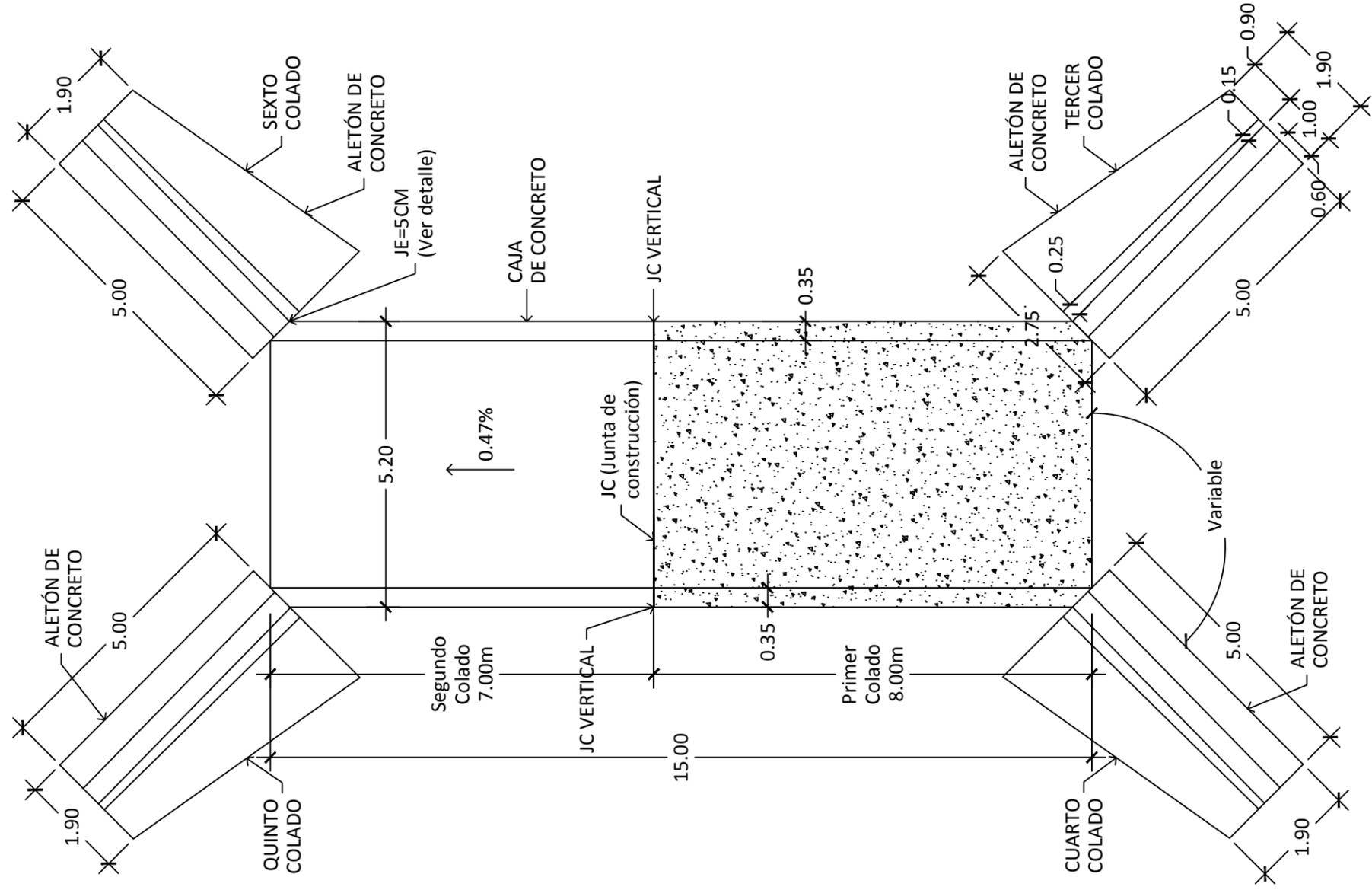
Este tipo de colado permitió ventajas constructivas tales como la integridad de la estructura, es decir, al ser monolítico, se considera la estructura como un solo elemento, y no uno conformado por varias partes.

Otra ventaja conseguida es que se ahorró en el transporte de los camiones de concreto, ya que al ser comparado con una obra colada en varias partes, se disminuyó la cantidad de viajes.

### GE-01-CAJA DE CONCRETO Y ALETONES

Plano constructivo de geometría.

Se muestra la vista en planta, detalles, dimensiones y proceso constructivo correspondientes a la caja y aletones de concreto.



GEOMETRÍA DE CAJA Y ALETONES

PLANTA Esc. 1:100

CAJA  
PUENTE

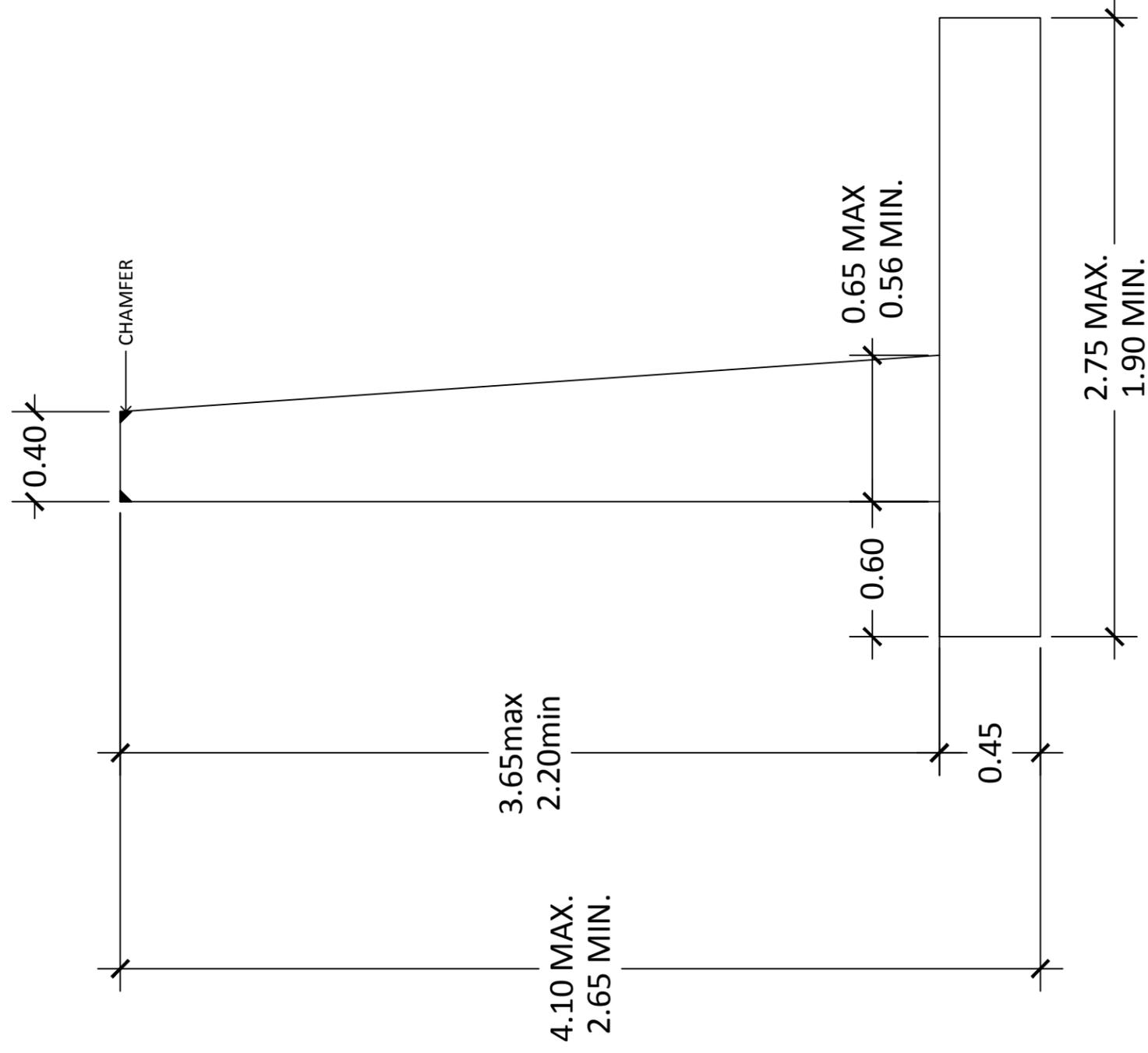
GEOMETRÍA DE ESTRUCTURAS  
Contenido: CAJA DE CONCRETO Y ALETONES

GE-01  
GEOMETRÍA

### GE-02-ALETONES: VISTA DE SECCIÓN

Plano constructivo de geometría.

Se muestran las dimensiones máximas y mínimas permitidas para el muro de retención de los aletones del puente.



# GEOMETRÍA ALETONES

SECCIÓN

ESC. 1:25

CAJA  
PUENTE

GEOMETRÍA DE ESTRUCTURAS

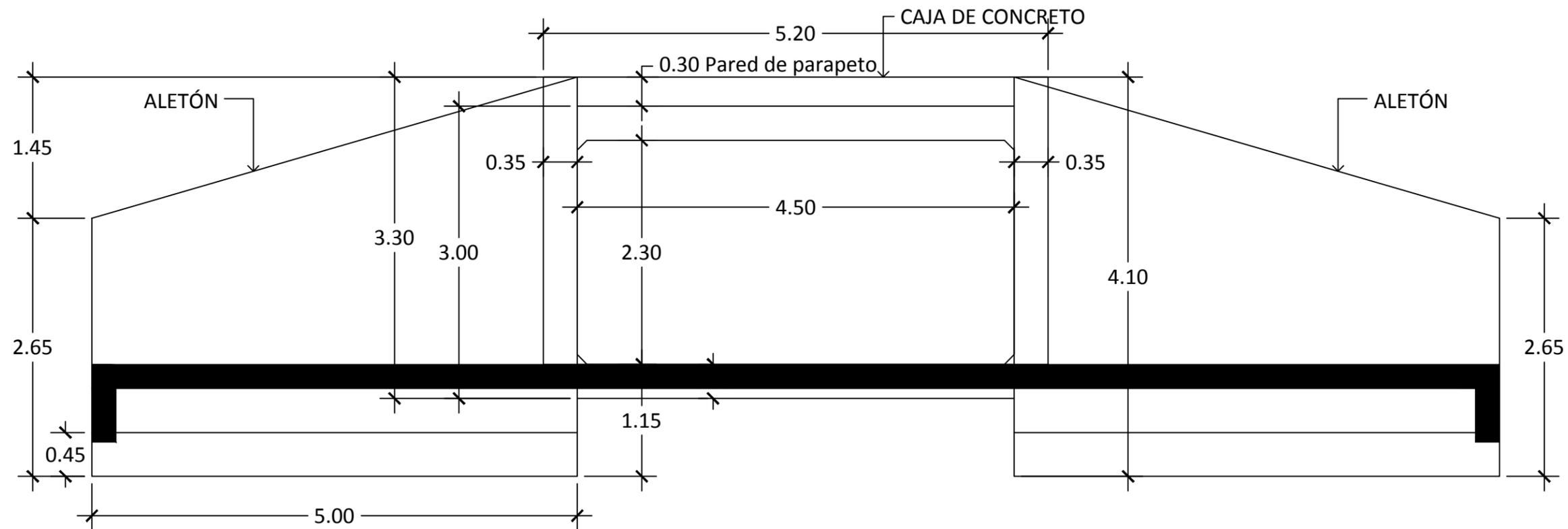
Contenido: ALETONES: VISTA DE SECCIÓN

GE-02  
GEOMETRÍA

### GE-03-ALETONES: VISTA EN ELEVACIÓN

Plano constructivo de geometría.

Se muestra la vista en elevación y las dimensiones del muro de retención de los aletones del puente.



GEOMETRÍA ALETONES

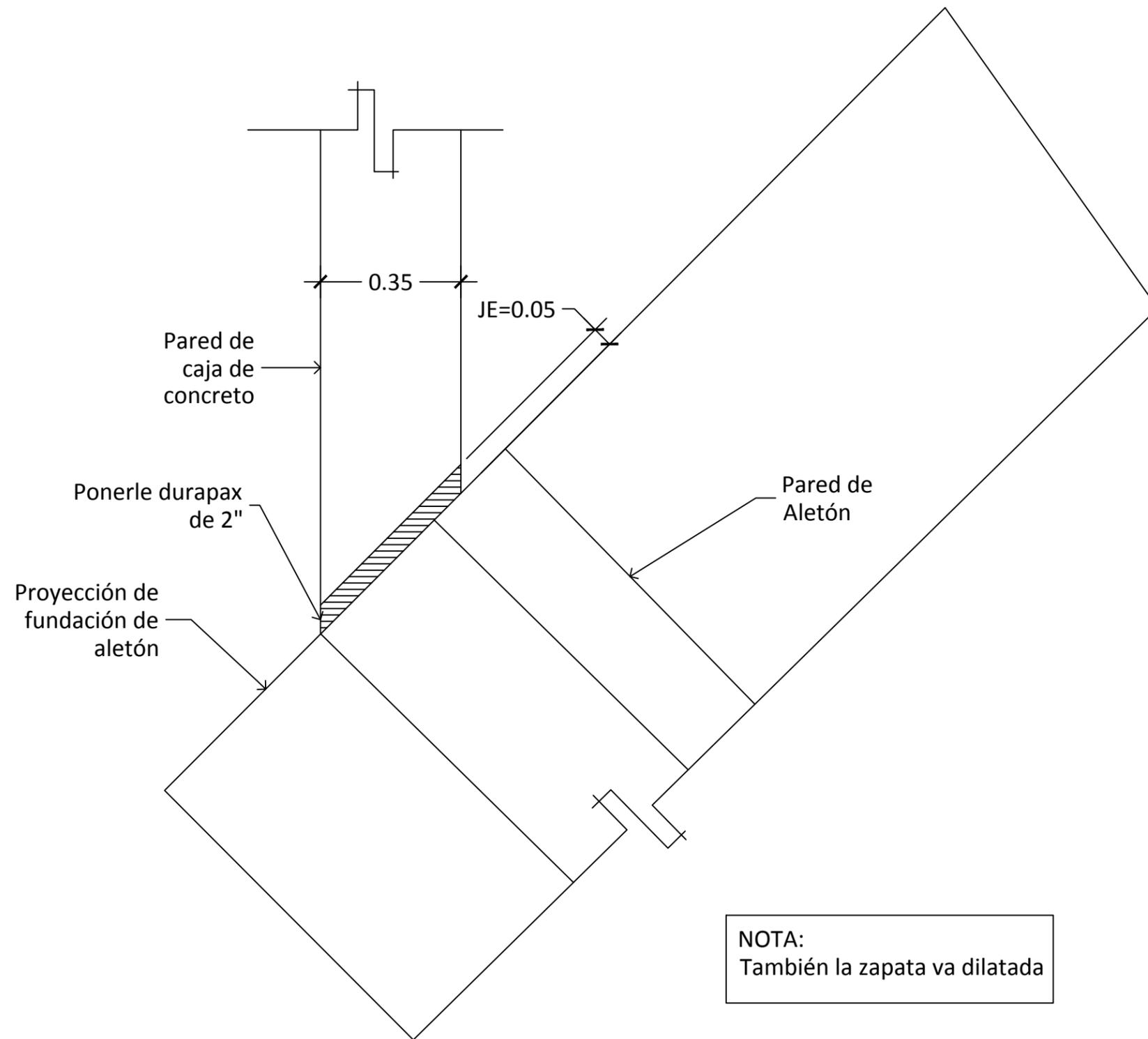
ELEVACIÓN

Esc. 1:50

GE-04-DETALLE DE JUNTA DE EXPANSIÓN: CAJA-ALETÓN

Plano constructivo de geometría.

Se muestra el detalle de la junta de expansión ubicada entre la pared de la caja de concreto y la pared del aletón.



# JE ENTRE PARED DE CAJA Y ALETÓN

DETALLE

Esc. 1:12.5

**GE-04**  
GEOMETRÍA

**GEOMETRÍA DE ESTRUCTURAS**

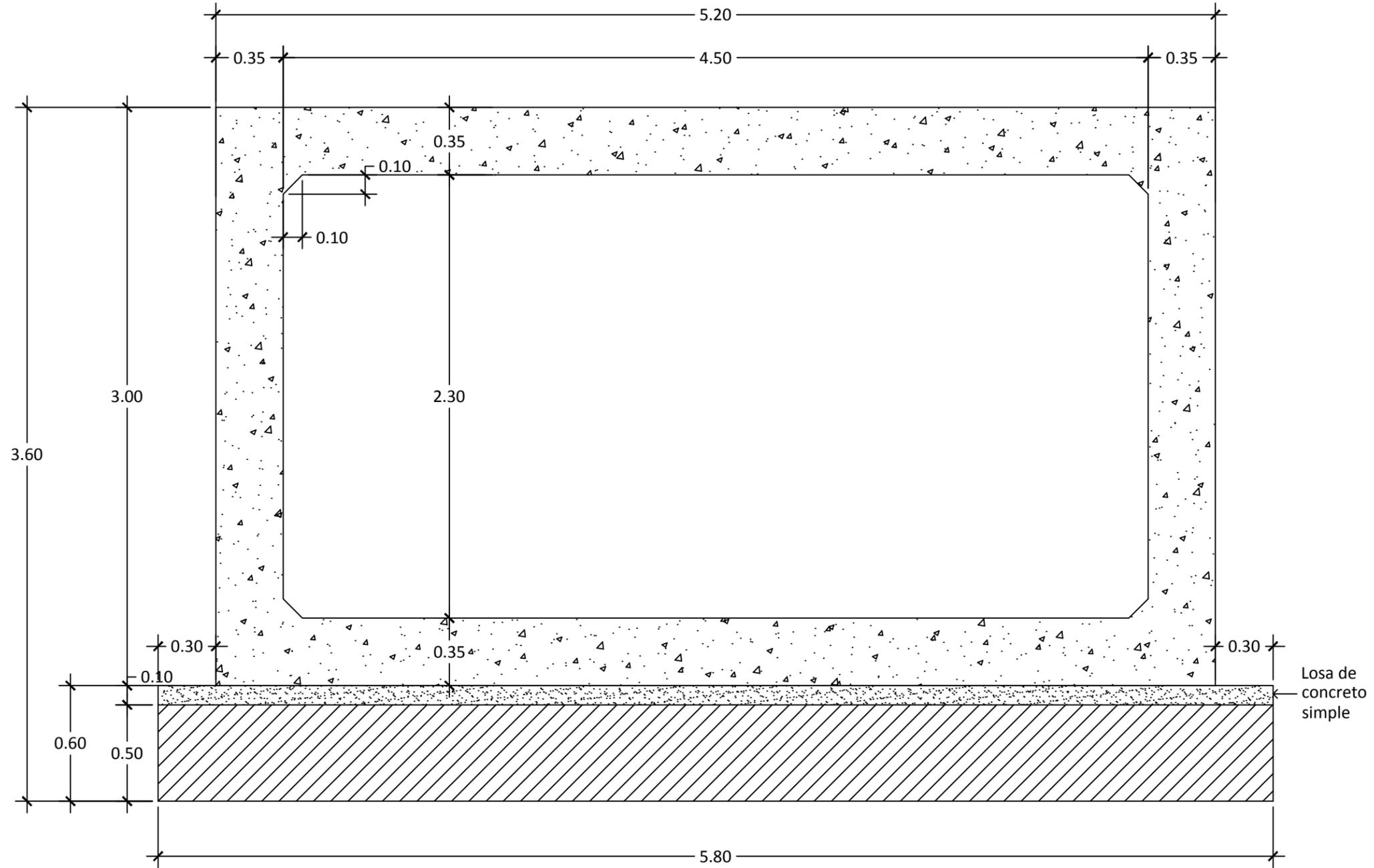
Contenido: **DETALLE DE JUNTA DE EXPANSIÓN: CAJA-ALETÓN**

**CAJA  
PUENTE**

### GE-05-CAJA DE CONCRETO: VISTA DE SECCIÓN

Plano constructivo de geometría.

Se muestra la vista de sección y dimensiones de la caja de concreto. También se detalla la losa de concreto simple sobre la que estará colocada.



GEOMETRÍA DE CAJA DE CONCRETO

SECCIÓN Esc. 1:25

GE-05  
GEOMETRÍA

GEOMETRÍA DE ESTRUCTURAS  
Contenido: CAJA DE CONCRETO: VISTA DE SECCIÓN

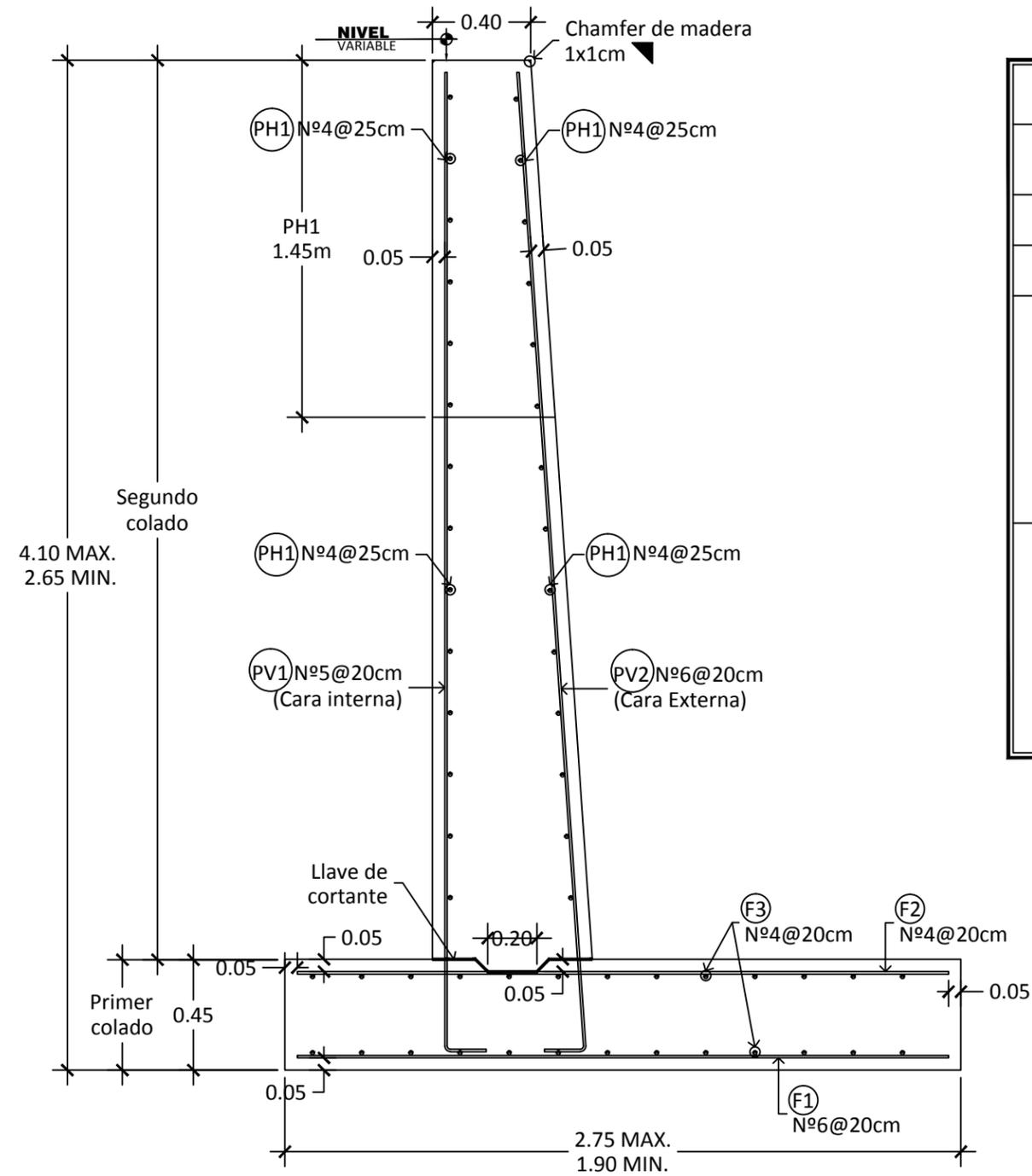
CAJA  
PUENTE

### AR-01-DETALLES Y VISTA DE SECCIÓN

Plano constructivo de acero de refuerzo.

Se muestra la vista de sección, dimensiones, codificación y detalles del acero de refuerzo correspondientes a la pared de concreto de los aletones.

En la tabla anexa se presentan los códigos, forma y cantidad de varillas de acero corrugado requeridas.



### REFUERZO EN ALETONES

SECCIÓN

Esc. 1:25

CUADRO DE PAREDES		
NOMBRE DEL REFUERZO	REFUERZO	FORMA DE LA VARILLA
PH1	18N°4@25cm (50% por cara)	4.90m
PH2	12N°4@25cm (50% por cara)	Variable
PV1	25N°5@20cm	hmax=3.967 hmin= 2.517 Diferencia entre cada varilla = 5.8cm 0.30m
PV2	25N°6@20cm	Inclinación de acuerdo al concreto hmax=3.967 hmin= 2.517 Diferencia entre cada varilla = 5.8cm 0.40m

**AR-01**

ACERO DE REFUERZO

**ACERO DE REFUERZO: ALETONES**

Contenido: **DETALLES Y VISTA DE SECCIÓN**

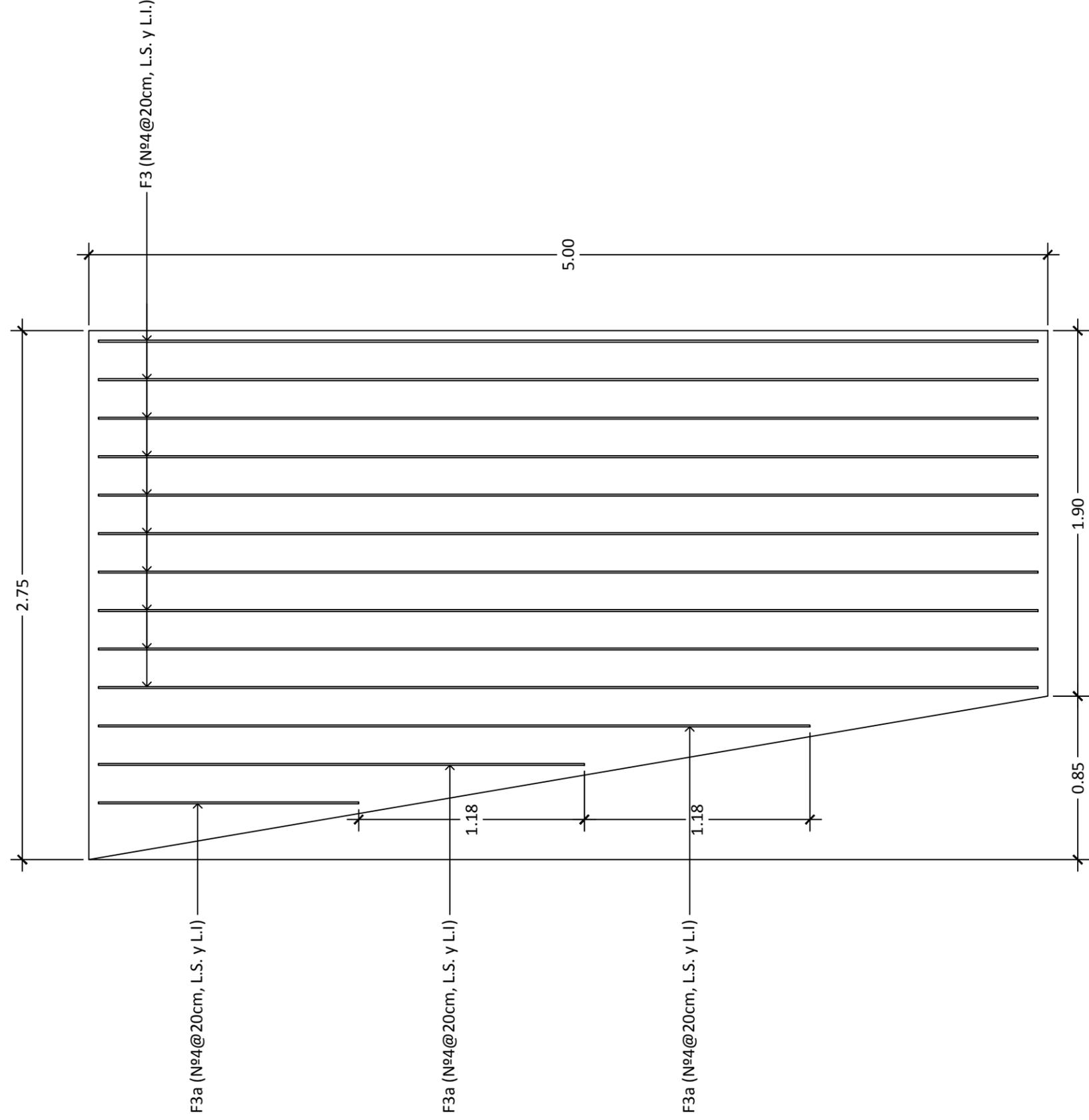
**CAJA PUENTE**

### AR-02a-DETALLES Y VISTA EN PLANTA

Plano constructivo de acero de refuerzo.

Se muestra la vista en planta, dimensiones, codificación y detalles del acero de refuerzo longitudinal correspondientes a las zapatas de los aletones.

En la tabla anexa se presentan los códigos, forma y cantidad de varillas de acero corrugado requeridas.



## REFUERZO EN ZAPATA DE ALETONES

PLANTA

Esc. 1:25

CUADRO DE ZAPATAS	
NOMBRE DEL REFUERZO	FORMA DE LA VARILLA
F1 (L.I.)	Lmax=2.65m, Lmin= 1.80m (variable max. entre varilla = 3.4cm)
F2 (L.S.)	Lmax=2.65m, Lmin= 1.80m (variable max. entre varilla = 3.4cm)
F3 (L.S. y L.I.)	4.90m
F3a (L.S. y L.I.)	Lmax=3.71m, Lmin= 1.3575m (variable max. entre varilla = 118cm)

CAJA  
PUENTE

ACERO DE REFUERZO: ZAPATAS DE ALETONES

Contenido: DETALLES Y VISTA EN PLANTA

AR-02a

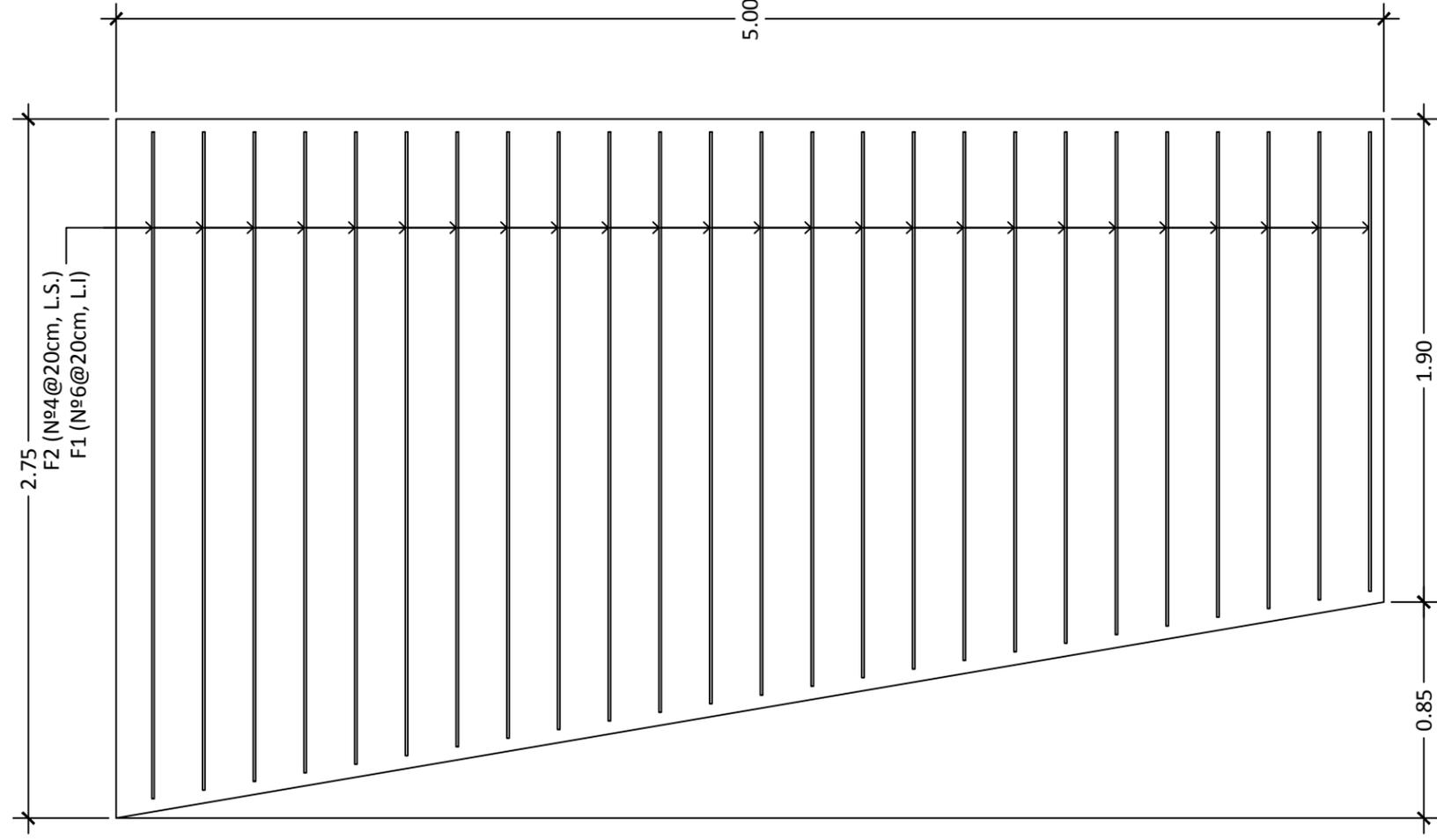
ACERO DE REFUERZO

### AR-02b-DETALLES Y VISTA EN PLANTA

Plano constructivo de acero de refuerzo.

Se muestra la vista en planta, dimensiones, codificación y detalles del acero de refuerzo correspondientes a las zapatas de los aletones.

En la tabla anexa se presentan los códigos, forma y cantidad de varillas de acero corrugado requeridas.



## REFUERZO EN ZAPATA DE ALETONES

PLANTA

Esc. 1:25

CUADRO DE ZAPATAS		
NOMBRE DEL REFUERZO	REFUERZO	FORMA DE LA VARILLA
F1 (L.I.)	25N <sup>o</sup> 6@20cm	Lmax=2.65m, Lmin= 1.80m (variable max. entre varilla = 3.4cm)
F2 (L.S.)	25N <sup>o</sup> 4@20cm	Lmax=2.65m, Lmin= 1.80m (variable max. entre varilla = 3.4cm)
F3 (L.S. y L.I.)	20N <sup>o</sup> 4@20cm	4.90m
F3a (L.S. y L.I.)	6N <sup>o</sup> 4@20cm	Lmax=3.71m, Lmin= 1.3575m (variable max. entre varilla = 118cm)

CAJA  
PUENTE

ACERO DE REFUERZO: ZAPATAS DE ALETONES

Contenido: DETALLES Y VISTA EN PLANTA

AR-02b

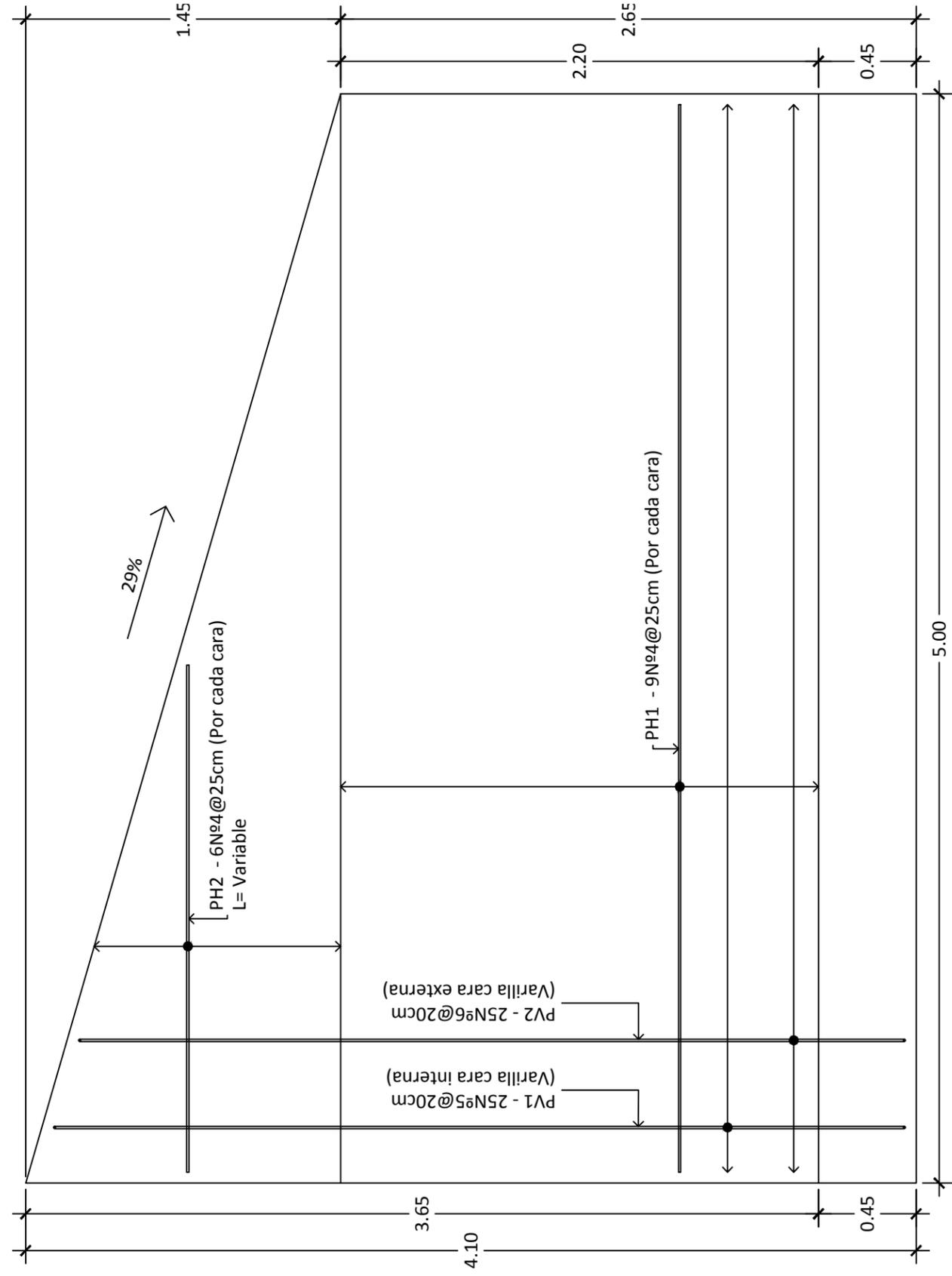
ACERO DE REFUERZO

### AR-03-DETALLES Y VISTA EN ELEVACIÓN

Plano constructivo de acero de refuerzo.

Se muestra la vista en planta, dimensiones, codificación y detalles del acero de refuerzo correspondientes a la pared de concreto de los aletones.

En la tabla anexa se presentan los códigos, forma y cantidad de varillas de acero corrugado requeridas.



## REFUERZO EN ALETONES

ELEVACIÓN

Esc. 1:25

CUADRO DE PAREDES		
NOMBRE DEL REFUERZO	REFUERZO	FORMA DE LA VARILLA
PH1	18N <sup>4</sup> @25cm (50% por cara)	4.90m
PH2	12N <sup>4</sup> @25cm (50% por cara)	Variable
PV1	25N <sup>5</sup> @20cm	$h_{max}=3.967$ $h_{min}=2.517$ Diferencia entre cada varilla = 5.8cm 0.30m
PV2	25N <sup>6</sup> @20cm	Inclinación de acuerdo al concreto $h_{max}=3.967$ $h_{min}=2.517$ Diferencia entre cada varilla = 5.8cm 0.40m

CAJA  
PUENTE

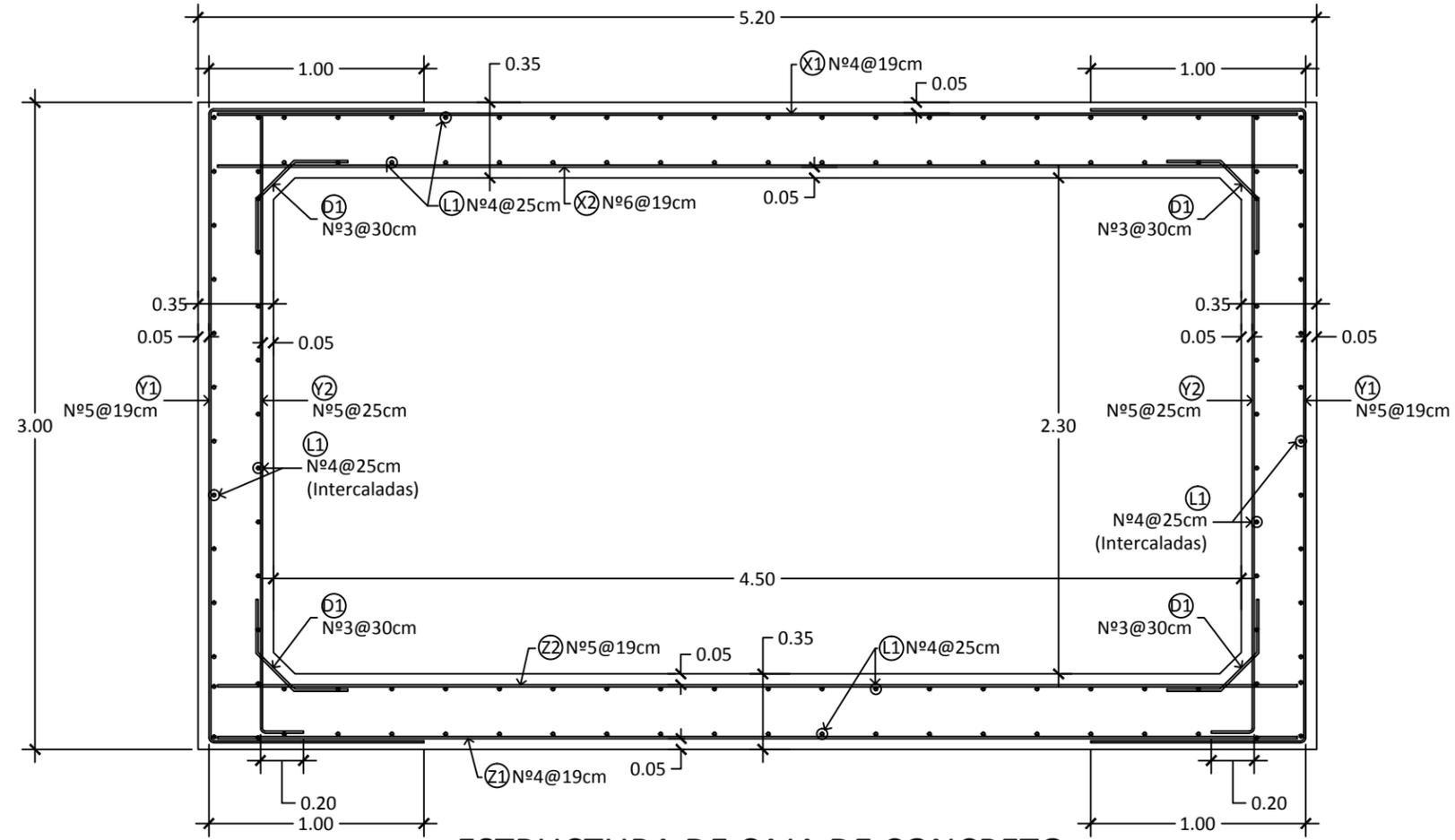
ACERO DE REFUERZO: ALETONES  
Contenido: DETALLES Y VISTA EN ELEVACIÓN

AR-03  
ACERO DE REFUERZO

AR-04a-JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DE LOSA SUPERIOR E INFERIOR

Plano constructivo de acero de refuerzo.

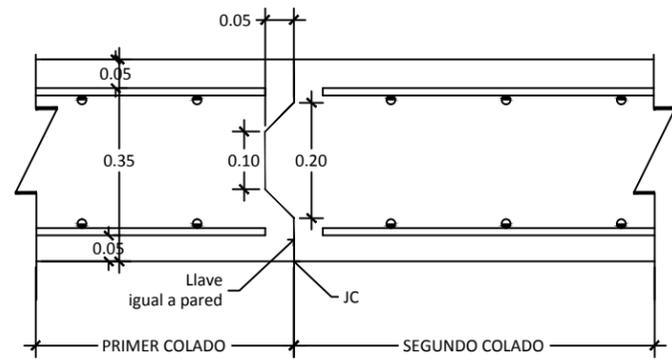
Se muestra la vista en sección, dimensiones, codificación y detalles del acero de refuerzo correspondientes a la caja de concreto, junta de construcción de losa superior y junta de construcción de losa de fondo.



ESTRUCTURA DE CAJA DE CONCRETO

SECCIÓN

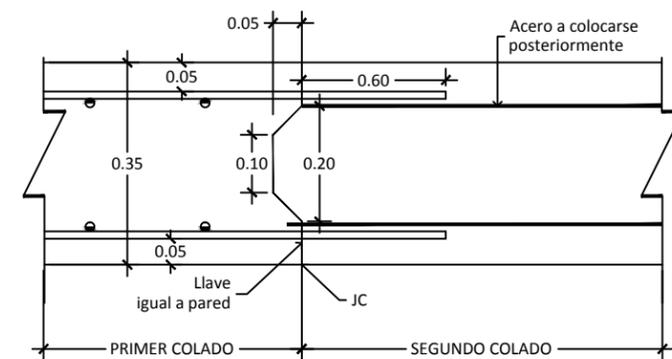
Esc. 1:30



JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DE LOSA SUPERIOR

DETALLE

Esc. 1:12.5



JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DE LOSA DE FONDO

DETALLE

Esc. 1:25

AR-04a  
ACERO DE REFUERZO

ACERO DE REFUERZO: CAJA DE CONCRETO

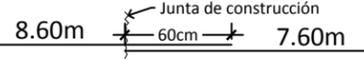
Contenido: JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DE LOSA SUPERIOR E INFERIOR

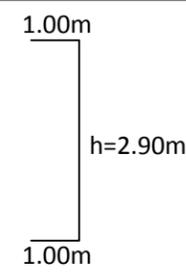
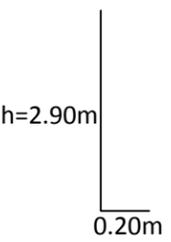
CAJA  
PUENTE

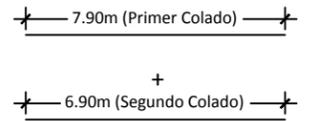
### AR-04b-CUADROS DE DETALLES

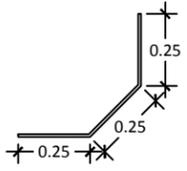
Plano constructivo de acero de refuerzo.

Tablas anexas donde se presentan los códigos, forma y cantidad de varillas de acero corrugado requeridas para la caja de concreto, junta de construcción de losa superior y junta de construcción de losa de fondo esquematizadas en el plano anterior.

CUADRO DE LOSA DE FONDO		
NOMBRE DEL REFUERZO	REFUERZO	FORMA DE LA VARILLA
Refuerzo Longitudinal L1 (L.S. y L.I.)	42N <sup>o</sup> 4@25cm (50% en cada lecho)	8.60m  7.60m
Refuerzo Transversal Z1 (L.I.)	79N <sup>o</sup> 4@19cm	5.10m
Z2 (L.S.)	79N <sup>o</sup> 5@19cm	5.10m

CUADRO DE PAREDES		
NOMBRE DEL REFUERZO	REFUERZO	FORMA DE LA VARILLA
Refuerzo Vertical L=4.90m Y1	158 N <sup>o</sup> 5@19cm (50% cada pared)	
Refuerzo Vertical L=3.10m Y2	120N <sup>o</sup> 5@25cm (50% cada pared)	
Refuerzo Longitudinal Primer colado L1	40N <sup>o</sup> 4@25cm	7.90m (Primer Colado)
Refuerzo Longitudinal Segundo colado L1	40N <sup>o</sup> 4@25cm	6.90m (Segundo Colado)

CUADRO DE LOSA DE TECHO		
NOMBRE DEL REFUERZO	REFUERZO	FORMA DE LA VARILLA
Refuerzo Longitudinal L1 (L.S. y L.I.)	44N <sup>o</sup> 4@25cm (50% en cada lecho)	
Refuerzo Transversal X1 (L.S.)	79N <sup>o</sup> 4@19cm	5.10m
X2 (L.I.)	79N <sup>o</sup> 6@19cm	5.10m

CUADRO DE DIAGONALES		
NOMBRE DEL REFUERZO	REFUERZO	FORMA DE LA VARILLA
Refuerzo Diagonal D1	100N <sup>o</sup> 3@30cm (En esquina, 50% en cada extremo)	

**AR-04b**  
ACERO DE REFUERZO

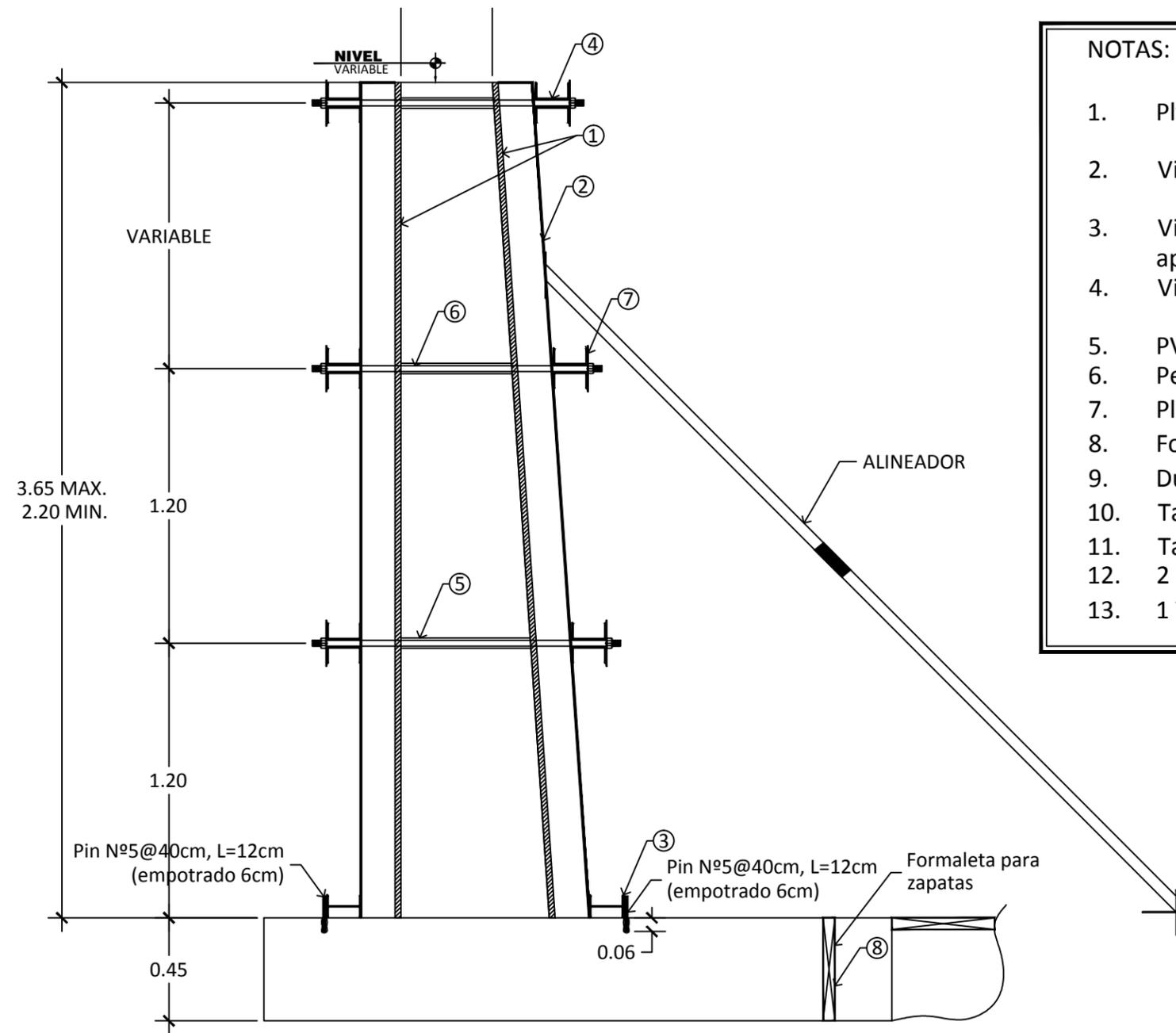
**ACERO DE REFUERZO: CAJA DE CONCRETO**  
Contenido: CUADROS DE DETALLES

**CAJA  
PUENTE**

### EN-01-DETALLES Y VISTA DE SECCIÓN

Plano constructivo de encofrados.

Se muestra la vista de sección, dimensiones y materiales correspondientes al sistema de encofrados de las paredes de concreto de los aletones.



NOTAS:

1. Plyform HDO  $\frac{3}{4}$ "
2. Viga H verde vertical @ 40cm
3. Viga H longitudinal continua apoyado en el concreto de la zapata
4. Viga wales de 6m
5. PVC 1"
6. Perno de 1"
7. Placa 20x20x $\frac{3}{4}$ "
8. Formaleta con cuartón 2x4 y plyform HDO de  $\frac{3}{4}$ "
9. Durapax de 2cm ( $\frac{3}{4}$ " en junta con caja)
10. Tapón contiguo a pared caja de  $\frac{3}{4}$ " x 3.65m de alto
11. Tapón externo de plyform HDO  $\frac{3}{4}$ " apoyado en vigas
12. 2 Vigas H verticales en tapón exterior
13. 1 Viga H en el extremo apoyando tapón + pin  $\frac{5}{8}$ "@40cm

ENCOFRADO DE ALETONES

SECCIÓN  
1:25

Esc. 1:25

EN-01  
ENCOFRADOS

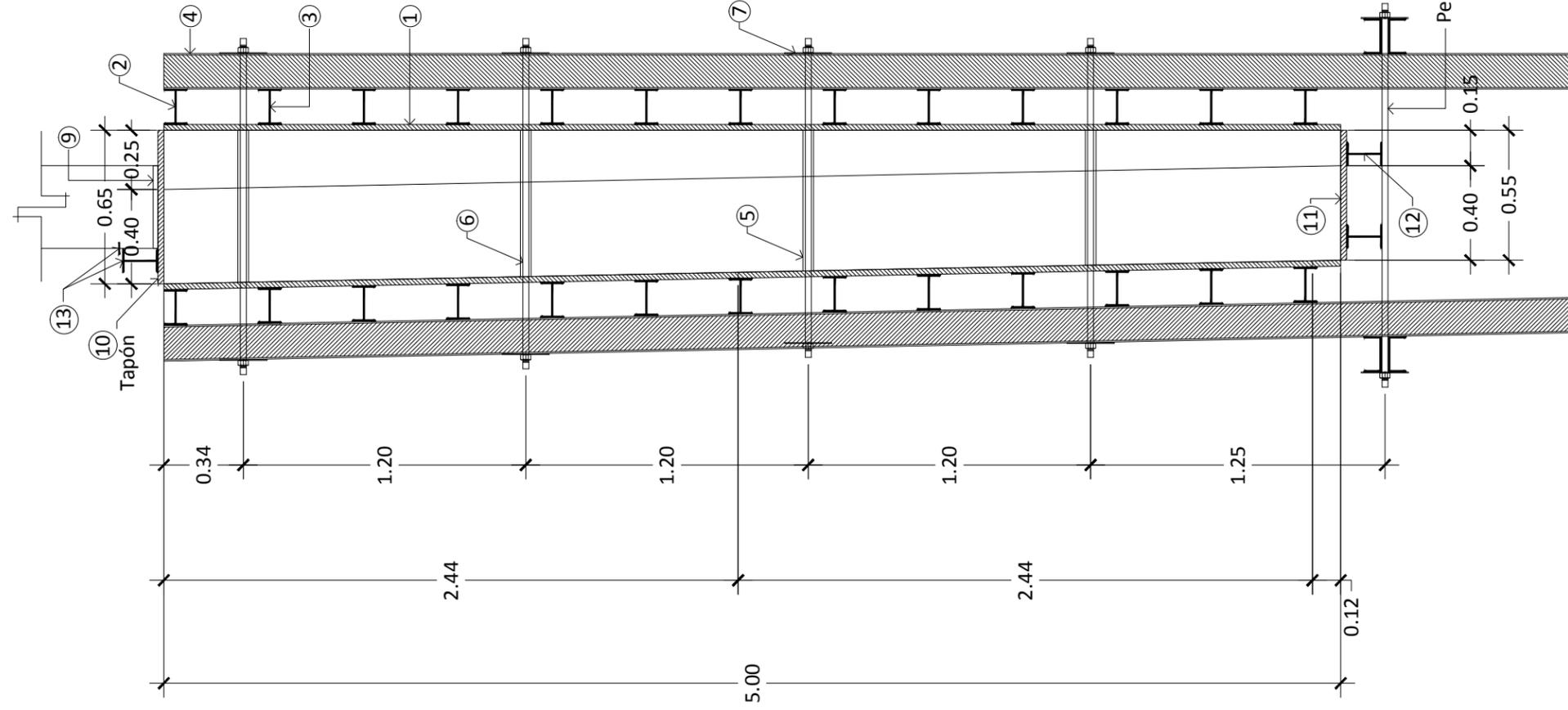
ENCOFRADO DE ALETÓN  
Contenido: DETALLES Y VISTA DE SECCIÓN

CAJA  
PUENTE

### EN-02-DETALLES Y VISTA EN PLANTA

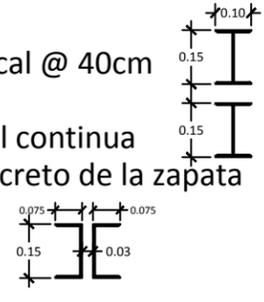
Plano constructivo de encofrados.

Se muestra la vista en planta, dimensiones y materiales correspondientes al sistema de encofrados de las paredes de concreto de los aletones.



NOTAS:

1. Plyform HDO  $\frac{3}{4}$ "
2. Viga H verde vertical @ 40cm
3. Viga H longitudinal continua apoyado en el concreto de la zapata
4. Viga wales de 6m
5. PVC 1"
6. Perno de 1"
7. Placa 20x20x $\frac{3}{4}$ "
8. Formaleta con cuartón 2x4 y plyform HDO de  $\frac{3}{4}$ "
9. Durapax de 2cm ( $\frac{3}{4}$ " en junta con caja)
10. Tapón contiguo a pared caja de  $\frac{3}{4}$ " x 3.65m de alto
11. Tapón externo de plyform HDO  $\frac{3}{4}$ " apoyado en vigas
12. 2 Vigas H verticales en tapón exterior
13. 1 Viga H en el extremo apoyando tapón + pin  $\frac{5}{8}$ "@40cm



ENCOFRADO DE ALETONES

PLANTA

Esc. 1:25

CAJA  
PUENTE

ENCOFRADO DE ALETÓN  
Contenido: DETALLES Y VISTA EN PLANTA

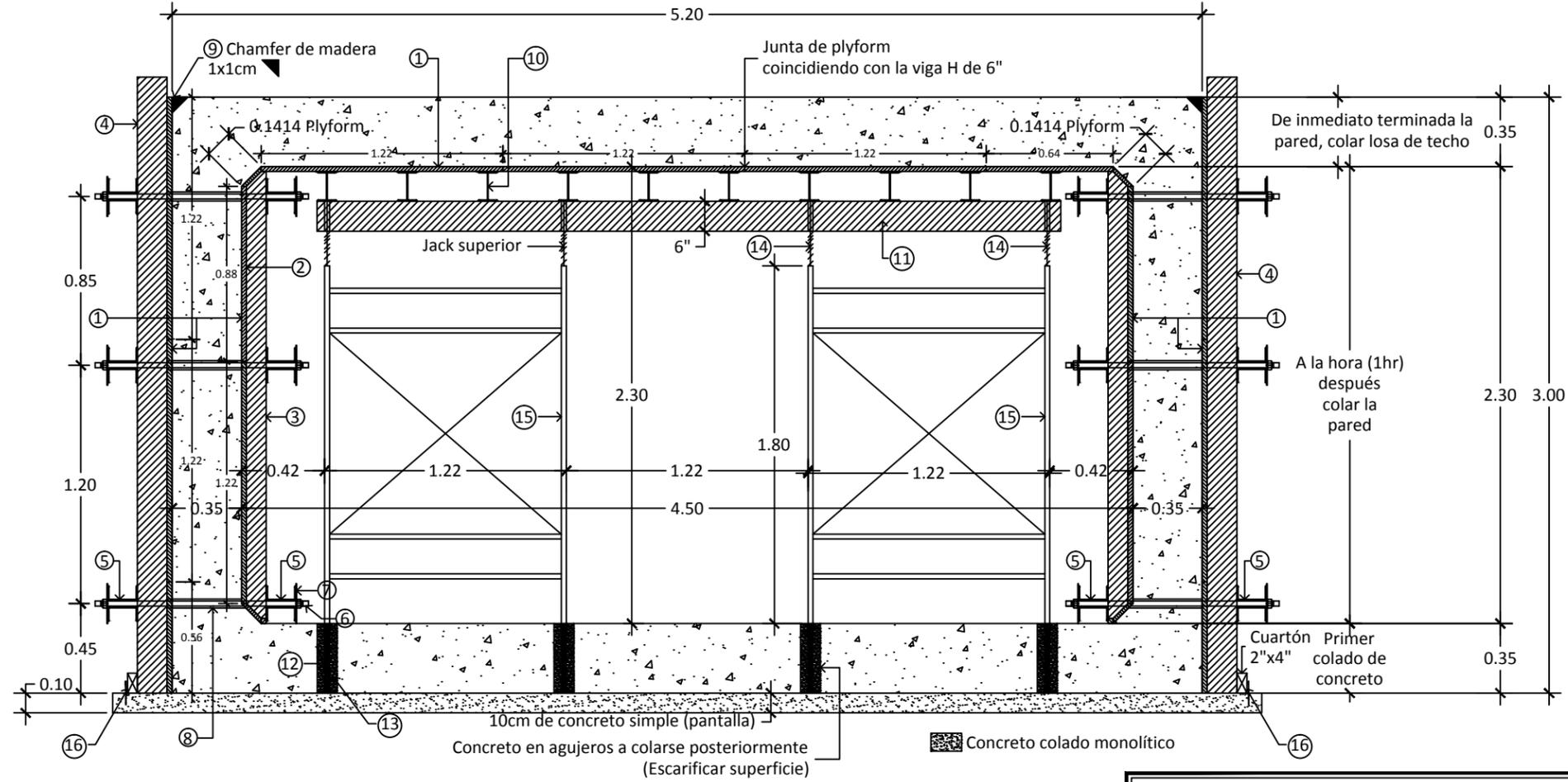
EN-02  
ENCOFRADOS

### EN-03-DETALLES Y VISTA DE SECCIÓN

Plano constructivo de encofrados y proceso constructivo de caja de concreto.

Se muestra la vista de sección, dimensiones y materiales correspondientes al sistema de encofrados de las paredes de concreto de la caja de concreto.

También se presenta el proceso constructivo en el que se detallan los tiempos de colado y desencofrado de la caja de concreto.



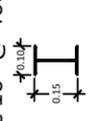
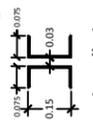
## ENCOFRADO DE CAJA PUENTE DE CONCRETO

SECCIÓN - COLADO MONOLÍTICO

Esc. 1:30

- Nota: Tiempo de desencofrado según código americano ACI-347
1. Paredes: 12 horas
  2. Losa de techo: Cuando se obtenga 70% f'c (tomar cilindros y probarlos a los 4 días)

### NOTAS:

1. Plyform HDO 3/4" Nuevo
2. Plyform HDO 5cm (pedacera)
3. Cuartón 4"x4" de pino, pilarillo @ 30cm
4. Viga H de 6" de 10' @ 40cm
 
5. Viga wales de 9m de largo, de 6" de peralte
 
6. Perno de varilla de 1" de rosca con niple L=1.50m
7. Placa 20x20x3/4"
8. PVC 1" (para que se recupere el perno)
9. Chamfer de madera
 
10. Vigas H de 6" Longitudinales en losa de techo (3 líneas)
 
11. Vigas H de 6" traslapadas apoyadas en jack superior.
 
12. Jack inferior colocarle durapax alrededor para recuperación después del desencofrado
 
13. Durapax alrededor, luego de desencofrar llenar los agujeros.
14. Jack superior
 
15. Andamio estructural 1.22x2.20m (altura 1.80m)
16. Cuartón 2"x4" + Pin 1/2" @ 40cm

CAJA  
PUENTE

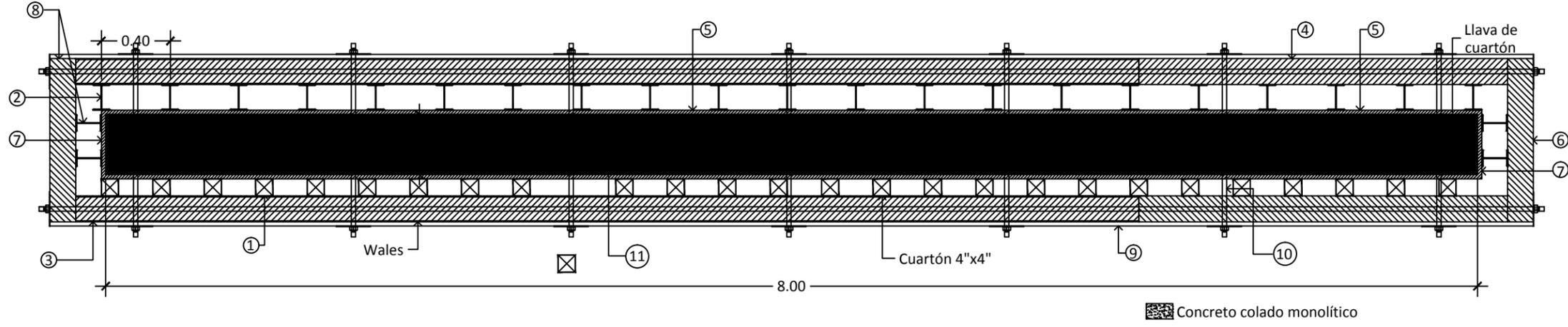
ENCOFRADO: CAJA DE CONCRETO  
Contenido: DETALLES Y VISTA DE SECCIÓN

EN-03  
ENCOFRADOS

#### EN-04-DETALLES Y VISTA EN PLANTA

Plano constructivo de encofrados de caja de concreto.

Se muestra la vista en planta, dimensiones y materiales correspondientes al sistema de encofrados de las paredes de concreto de la caja de concreto.

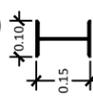
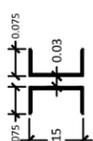
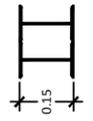
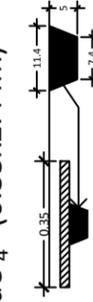
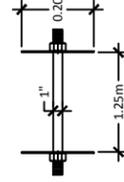


## ENCOFRADO DE CAJA PUENTE DE CONCRETO

PLANTA - COLADO MONOLITICO CAJA 4.50x2.30x16.90

Esc. 1:30

### NOTAS:

1. Cuartón 4"x4" pilarillo de 2.28m
2. Viga H de 6" de 10' @ 40cm
 
3. Viga wales de 20' (6.10m) de 6" de peralte
 
4. 2 Vigas H de 10' (3.05m)
 
5. Plyform HDO
6. 2 Vigas H de 10' en cada extremo
 
7. Plyform de 3/4" (0.35x2.44m)
 
8. 2 Vigas H
9. 9 de 1" con cooper con rosca (2 arriba y 2 abajo)
10. Perno de varilla de 1" de rosca con niple  
L=1.25m, @ 1.20 ó 1.50m maximo, con Placa 20x20x3/4"
 
11. PVC 1" (para que se recupere el perno)

CAJA  
PUENTE

ENCOFRADO: CAJA DE CONCRETO

Contenido: DETALLES Y VISTA EN PLANTA

EN-04

ENCOFRADOS

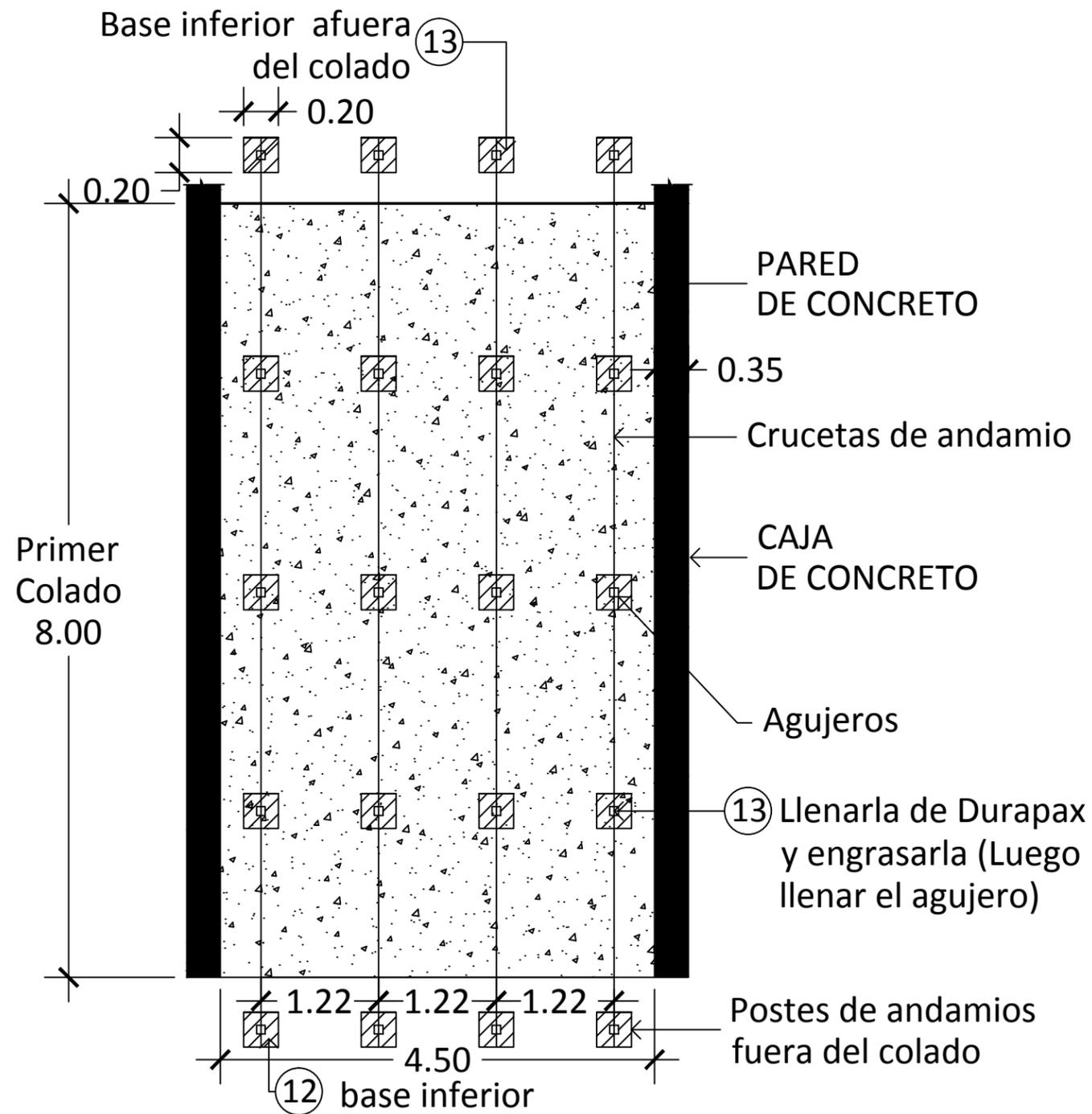
### EN-05-DISTRIBUCIÓN DE ANDAMIOS ESTRUCTURALES

Plano constructivo de encofrados de caja de concreto.

Se muestra la vista en planta, dimensiones y distribución de andamios estructurales correspondientes al sistema de encofrados de losa de techo de la caja de concreto.

En la tabla anexa se presentan los materiales y sus cantidades para el sistema de encofrado de una caja de concreto.

También se presenta el proceso constructivo en el que se detallan los tiempos de colado y desencofrado de la caja de concreto.



DATOS DE MATERIALES DE ENCOFRADO POR UNA CAJA	
1+163.97	4.50x2.30x16.90 1/2 ≈ 8.00
1.25	pernos 48 piezas Unir en varilla y niple
	Placa= 96 20x20x $\frac{5}{8}$ ó $\frac{3}{4}$ 1" Tuercas= 96
Vigas H de 10' (3.05 m)= 40+16= 56 m = 64 unidades	
Vigas de aluminio a alquilar de 14' (4.26m) = 16 unidades (Ver si se compran @60) Wailer de 6m+3m (metal)=12 piezas de 6 m + 12 piezas de 3m ó 48 vigas H	
Cuarton @30 de 4x4 de 2.30 m (2 varas)= 60 piezas de 2 varas (comprar)	
Plyform=28+16= 44 piezas de 2.44x1.22x3/4	
Jack superior= 20 piezas Andamios estructurales= 10 marcos con 20 crucetas PVC de 1" para pasar pernos en pared = 12 tubos de 6 m	
Durapax de $\frac{1}{2}$ "= 2m <sup>2</sup> x4= 8 m <sup>2</sup> desenconfante= 55 galones (1 barril) Antisal= 55 galones (1 barril) clavos de 2"= 100 lbs clavos de 4"= 100 lbs	

NOTA: Quedarán 12 agujeros de 20x20 cm que se rellenarán con concreto f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> de inmediato al desenconfado. Esto no afecta la estructura. Volumen de concreto=0.168 m<sup>3</sup>

DISTRIBUCIÓN DE ANDAMIOS ESTRUCTURALES PARA EL ENCOFRADO DE LOSA DE TECHO DE CAJA DE CONCRETO

CAJA DE CONCRETO

ESC 1:60

EN-05  
ENCOFRADOS

ENCOFRADO: CAJA DE CONCRETO  
Contenido: DISTRIBUCIÓN DE ANDAMIOS ESTRUCTURALES

CAJA  
PUENTE

# **CAPÍTULO IV**

## **DIAGNÓSTICO DE APLICACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN**

#### **4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación realizada es de tipo exploratorio. La investigación exploratoria es la que se efectúa, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes, tal como es el caso de los planos constructivos.

#### **4.2. OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN**

Identificar si en el medio se conocen y aplican los planos constructivos para el desarrollo de proyectos de edificación.

#### **4.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La obtención de información se hizo a través de una encuesta de carácter anónimo, la cual consistía en una serie de preguntas cerradas (Anexo 9).

#### **4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **Población**

La población de la investigación son 20 empresas dedicadas a la construcción que desarrollan proyectos en la zona metropolitana de San Salvador.

##### **Muestra**

La muestra para la investigación es la totalidad de la población, debido a que es una población pequeña.

#### **4.5. PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

El procesamiento de datos se llevó a cabo a través de la tabulación de la información obtenida en cada una de las preguntas que conforman la encuesta.

La interpretación de datos se llevó a cabo a través del análisis de la información obtenida en cada una de las preguntas que conforman la encuesta.

## 4.6. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 1. Edad de la empresa

**Objetivo:** Identificar los años de servicio que posee la empresa encuestada.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Menor a 5 años	3	15
Entre 5 y 10 años	1	5
Entre 10 y 15 años	4	20
Entre 15 y 20 años	6	30
Mayor a 20 años	6	30
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

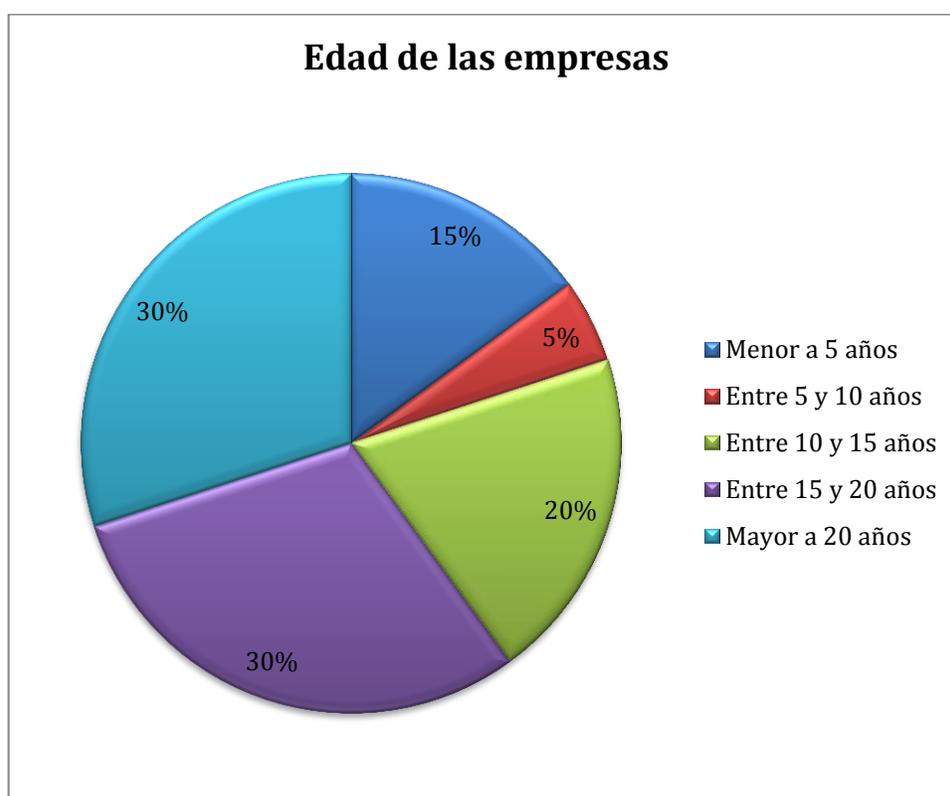


Gráfico 1. Edad de las empresas encuestadas

**Conclusión:** El 60% de las empresas encuestadas se dedican a actividades relacionadas a la ingeniería civil desde hace más de 15 años.

## 2. Tipo de servicio que su empresa provee (Puede seleccionar varias opciones)

**Objetivo:** Identificar el tipo de servicio que provee la empresa encuestada.

Alternativa	Frecuencia
Construcción	20
Supervisión	7
Diseño	6
Topografía	4
Terracería	3
Acabados	7
Instalaciones Eléctricas	5
Instalaciones Hidráulicas	5
Aire Acondicionado	1
Otro*	1
<b>Total</b>	<b>20</b>
*Otro: Consultoría	

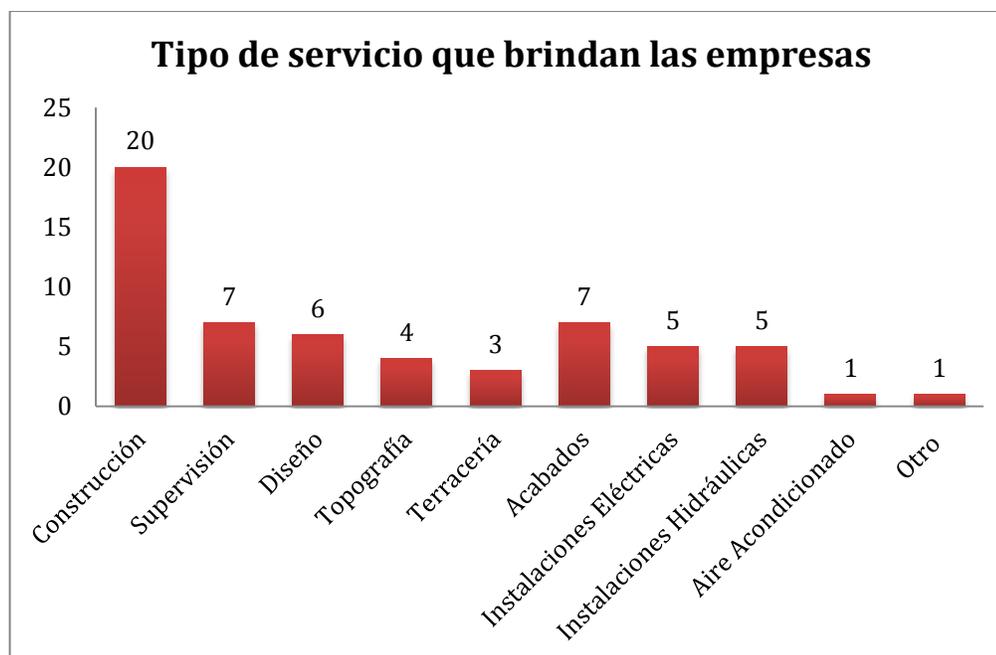


Gráfico 2. Tipo de servicio que brindan las empresas encuestadas

**Conclusión:** El 100% de las empresas encuestadas se dedica a la construcción, y a su vez también brindan otro tipo de servicios que están relacionados a proyectos de ingeniería civil.

### 3. ¿Conoce su empresa los planos constructivos?

*Objetivo: Determinar si la empresa constructora conoce el término de planos constructivos.*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sí	20	100
No	0	0
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>

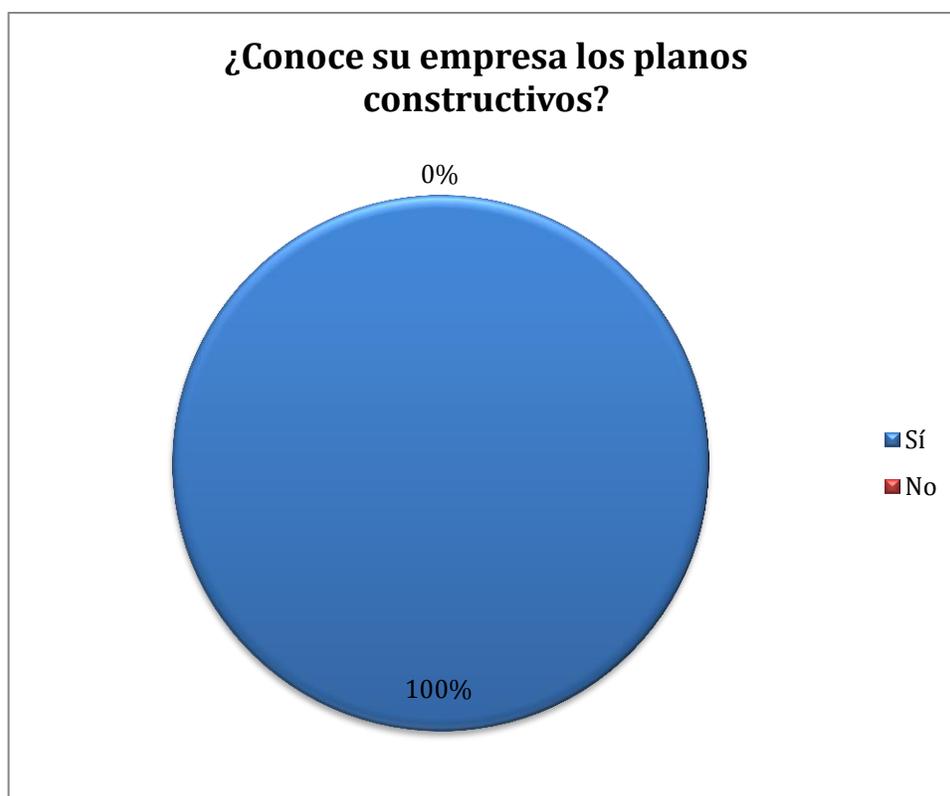


Gráfico 3. Conocimiento de planos constructivos por parte de las empresas encuestadas

Conclusión: El 100% de las empresas encuestadas conocen los planos constructivos.

4. ¿Son utilizados los planos constructivos en su empresa cuando tiene que desarrollar un proyecto?

**Objetivo:** Determinar si las empresas, además de conocer los planos constructivos, los utilizan en sus proyectos.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sí	19	95
No	1	5
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>100%</b>



Gráfico 4. Utilización de planos constructivos por parte de las empresas encuestadas

**Conclusión:** De las 20 empresas encuestadas, 1 no utiliza los planos constructivos cuando tiene que desarrollar un proyecto. A pesar de que todas las empresas encuestadas conocen los planos constructivos, no todas los aplican a la hora de llevar a cabo un proyecto.

5. ¿Para qué tipo de proyecto de edificación ha elaborado planos constructivos?

**Objetivo:** Conocer el tipo de proyectos en los que la empresa ha aplicado planos constructivos.

Alternativa	Frecuencia
Edificios	12
Viviendas	11
Puentes	7
Carreteras	7
Otros*	2
*Otros: Obras de mitigación en cárcava (incluye red de agua potable, negras y lluvias), remodelaciones, instalaciones hidráulicas	

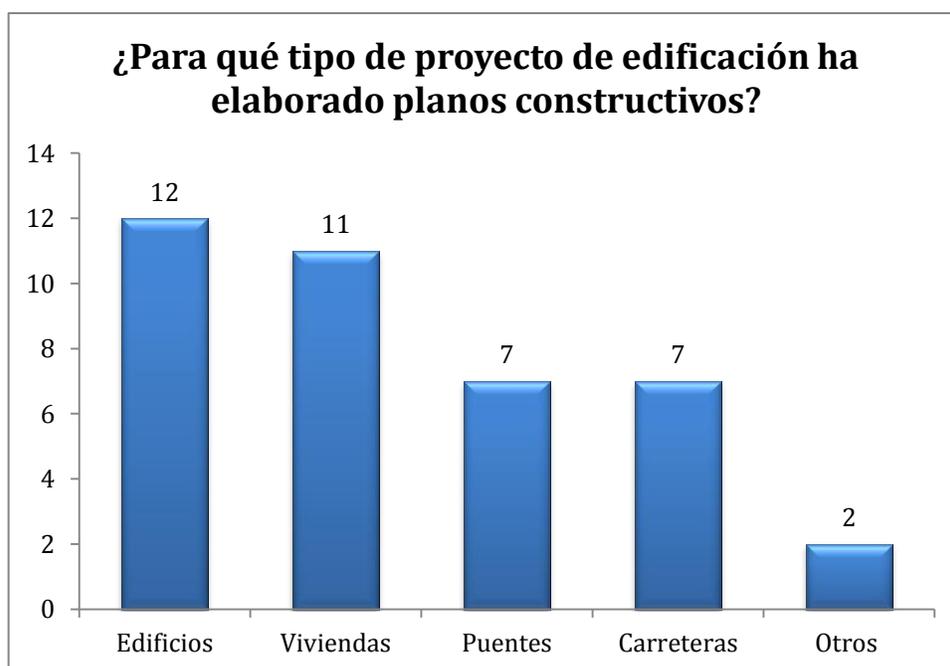


Gráfico 5. Tipo de proyectos en que son aplicados los planos constructivos por parte de las empresas encuestadas

**Conclusión:** Los planos constructivos que las empresas que dicen conocer y aplicar, son en su mayoría aplicados a proyectos de edificios, viviendas y puentes, las cuales son las edificaciones que se están desarrollando en éste trabajo.

## 6. ¿En qué etapa del proyecto ha desarrollado los planos constructivos?

**Objetivo:** Conocer en qué etapa de un proyecto, la empresa constructora elabora los planos constructivos.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Durante la planeación del proyecto	3	16
Durante la ejecución de las actividades	5	26
En ambas situaciones	11	58
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

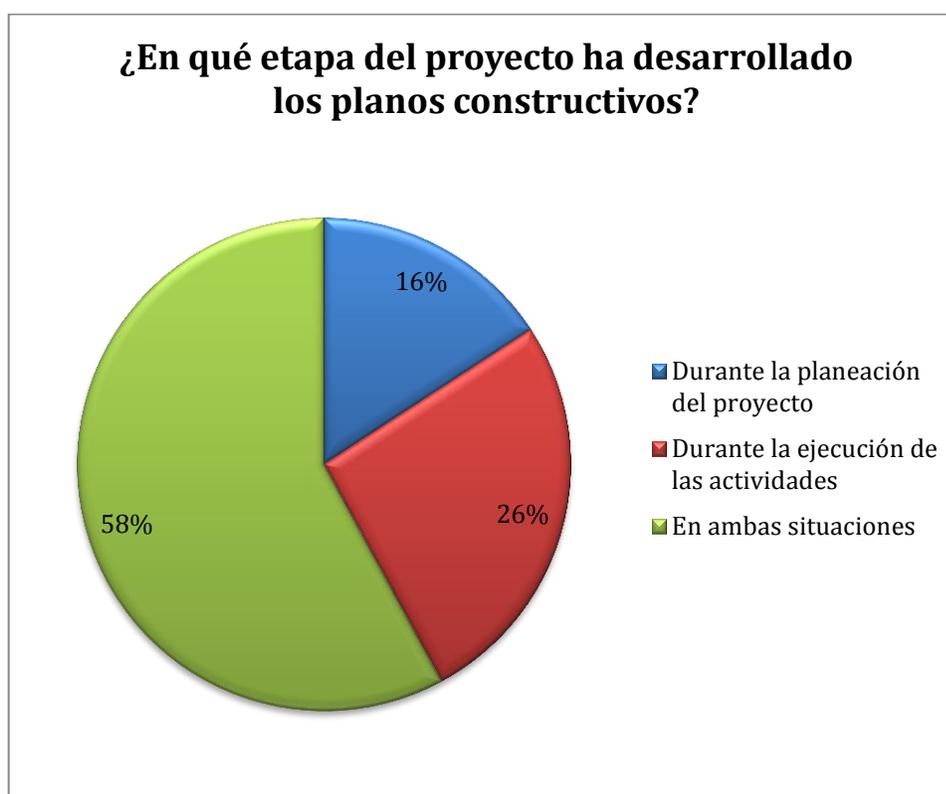


Gráfico 6. Etapa del proyecto en que desarrollan los planos constructivos las empresas encuestadas

**Conclusión:** Más de la mitad de los encuestados dicen realizar los planos constructivos durante la planeación y ejecución del proyecto. Esto es positivo en el sentido que hay actividades que no pueden realizarse todas durante la planeación debido a imprevistos, ni durante la ejecución, ya que esto da lugar a la improvisación y a compras anticipadas de materiales.

## 7. ¿En qué actividades utiliza su empresa los planos constructivos?

**Objetivo:** Definir en qué actividades o procesos constructivos la empresa utiliza los planos constructivos.

Alternativa	Frecuencia	Alternativa	Frecuencia
Proceso Constructivo	15	Mampostería	16
Ubicación de maquinaria	5	Escaleras	14
Trazo y nivelación	13	Techo	16
Terracería general	10	Pisos	14
Terracería estructural	9	Cielo falso	12
Acero de refuerzo	18	Aire acondicionado	10
Encofrados	11	Instalaciones hidráulicas	14
Colado del concreto (horizontal)	10	Instalaciones eléctricas	13
Colado del concreto (vertical)	6	Otro	0
<b>Total</b>			<b>19</b>



Gráfico 7. Actividades en las que utilizan los planos constructivos las empresas encuestadas

**Conclusión:** De 19 empresas que dicen conocer y aplicar los planos constructivos, 18 de ellas los realizan en la partida de acero de refuerzo. Sin embargo, considerando que la teoría expuesta en diferentes literaturas dice que el encofrado puede llegar a ser más caro que el acero de refuerzo y el concreto juntos, sorprende que solamente 11 de 19 encuestados, es decir el 58%, realicen planos constructivos de esta actividad.

## 8. ¿Quién realiza el diseño de los planos constructivos en la empresa?

**Objetivo:** Conocer a quién se le encarga la tarea de realizar el diseño de los planos constructivos.

Alternativa	Frecuencia
Ingenieros	15
Arquitectos	11
Dibujantes	8
Por subcontrato	2
Otro	0
<b>Total</b>	<b>19</b>

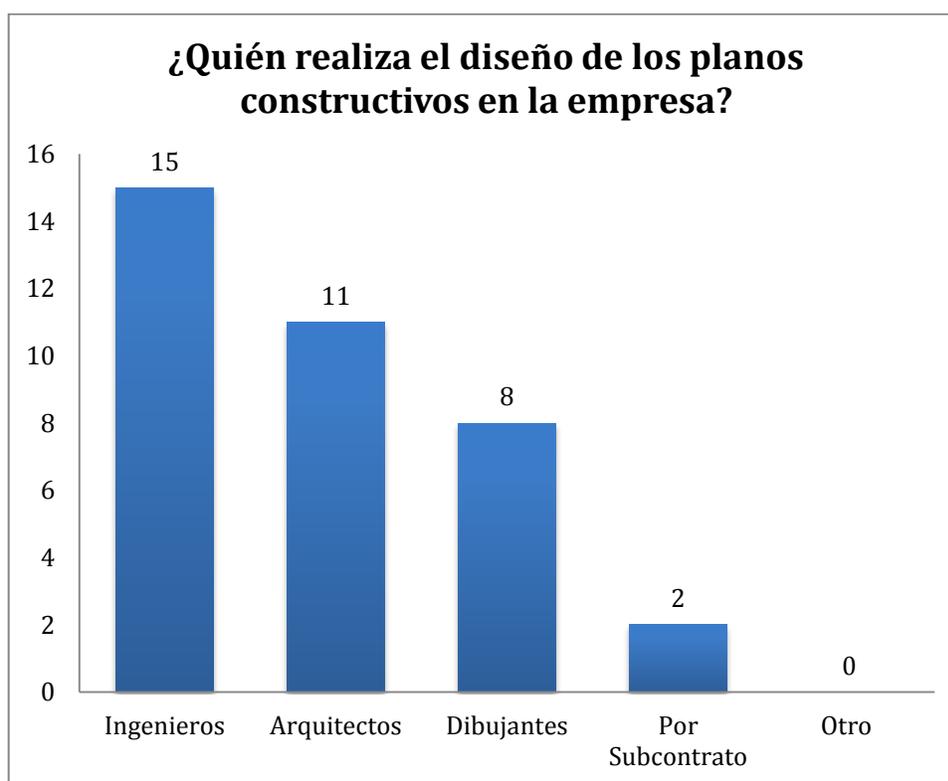


Gráfico 8. Encargado del diseño de planos constructivos en las empresas encuestadas

**Conclusión:** En 15 de 19 encuestados (79%), los planos constructivos son realizados por ingenieros, seguidos de los arquitectos, dibujantes y por subcontrato. Cabe mencionar que al ser realizados por un dibujante, se corre el riesgo que no se esté optimizando los recursos, en el sentido que se supone que los dibujantes no poseen conocimiento técnico de procesos constructivos.

9. El uso de planos constructivos, ¿Le ha producido algún tipo de beneficio?

**Objetivo:** Conocer si la utilización de planos constructivos en proyectos le ha producido algún tipo de beneficio a la empresa.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sí	19	100
No	0	0
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

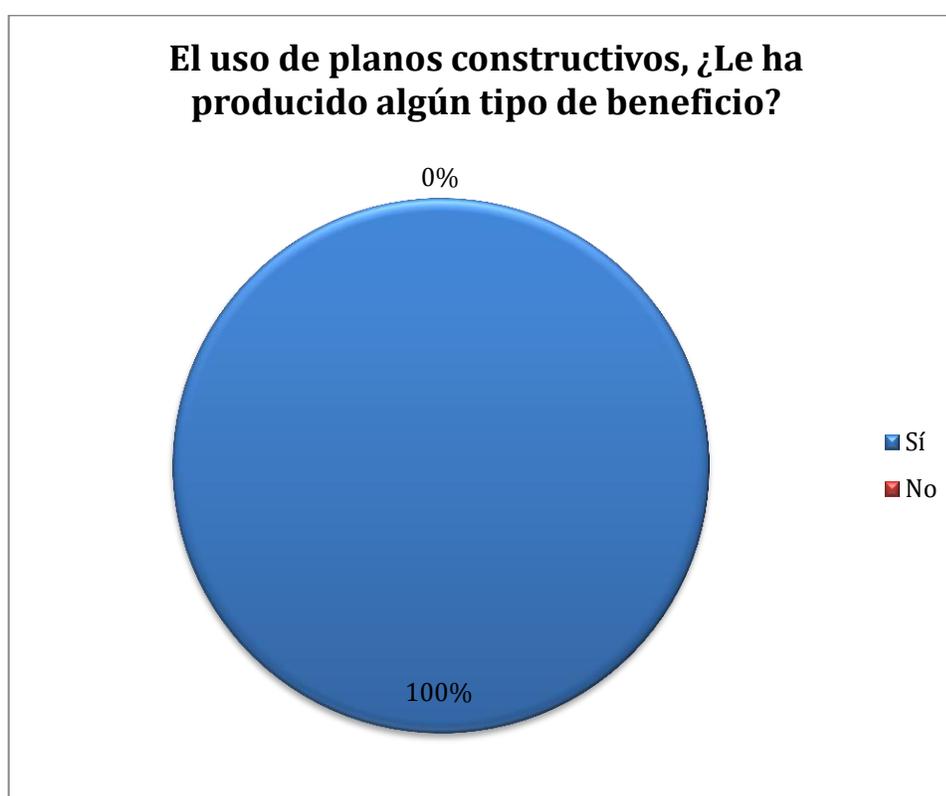


Gráfico 9. Producción de beneficios a las empresas encuestadas por la utilización de planos constructivos

**Conclusión:** Al 100% de los encuestados que conocen y aplican los planos constructivos en sus proyectos le ha producido beneficios.

## 10. ¿Qué tipo de beneficios le han producido los planos constructivos?

**Objetivo:** Determinar qué tipo de beneficios le ha producido a la empresa la utilización de planos constructivos.

Alternativa	Frecuencia
Control de mano de obra	8
Control de herramientas y materiales	10
Desperdicio mínimo de materiales	17
Cumplimiento de tiempos de ejecución	12
Identificación de problemas previo a la ejecución	17
<b>Total</b>	<b>19</b>

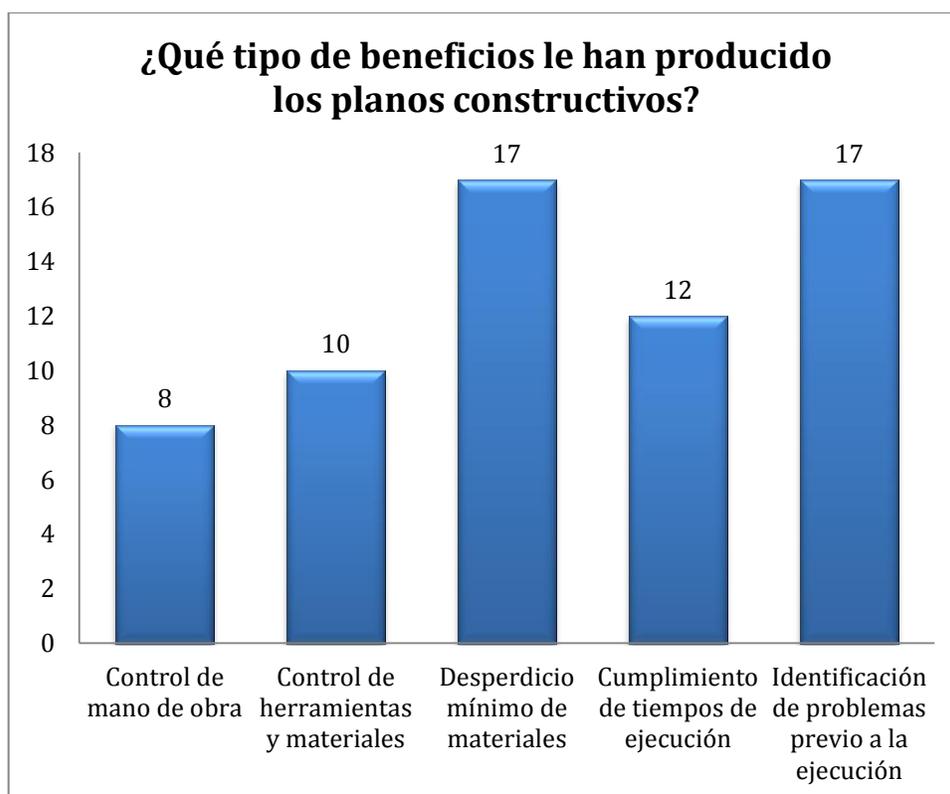


Gráfico 10. Tipo de beneficios generados por el uso de planos constructivos por parte de las empresas encuestadas

**Conclusión:** Casi todos los encuestados coinciden que los planos constructivos les ayudan a desperdiciar una cantidad muy pequeña de materiales, y a identificar problemas previos a la ejecución de las actividades.

### 11. ¿Brinda copias de los planos constructivos a sus obreros en campo?

**Objetivo:** Determinar si la empresa brinda copias de los planos constructivos a sus obreros para la realización de actividades.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sí	17	89
No	0	0
A veces	2	11
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

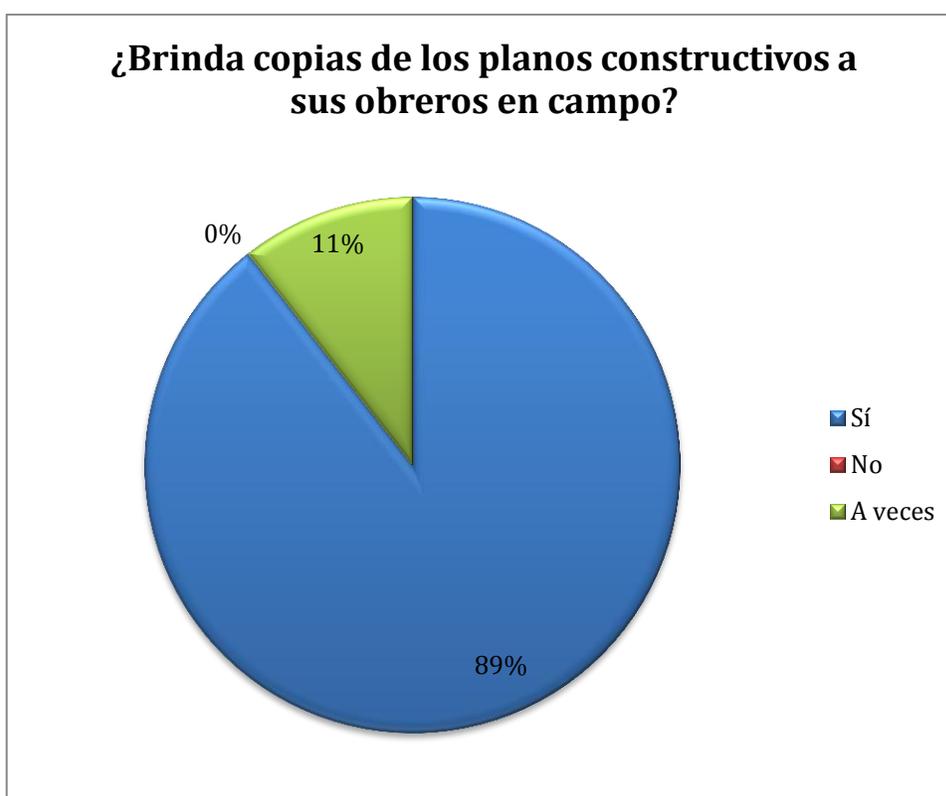


Gráfico 11. Aplicación de planos constructivos en campo por parte de la empresa encuestadas

**Conclusión:** El 11% de los encuestados dice realizar planos constructivos para sus proyectos, sin embargo al momento de realizar una actividad, solo en ocasiones le brindan copias de dichos planos a los obreros, lo cual es contraproducente, ya que ellos son los que realizan el trabajo que conlleva dicha actividad, y para lo cual es necesario la guía de los planos.

12. ¿Considera que los recursos invertidos en la realización de planos constructivos se justifican?

**Objetivo:** Determinar si la empresa considera justo el costo que representan los planos constructivos en comparación al potencial beneficio que la utilización de éstos conlleva.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sí	19	100
No	0	0
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>100 %</b>

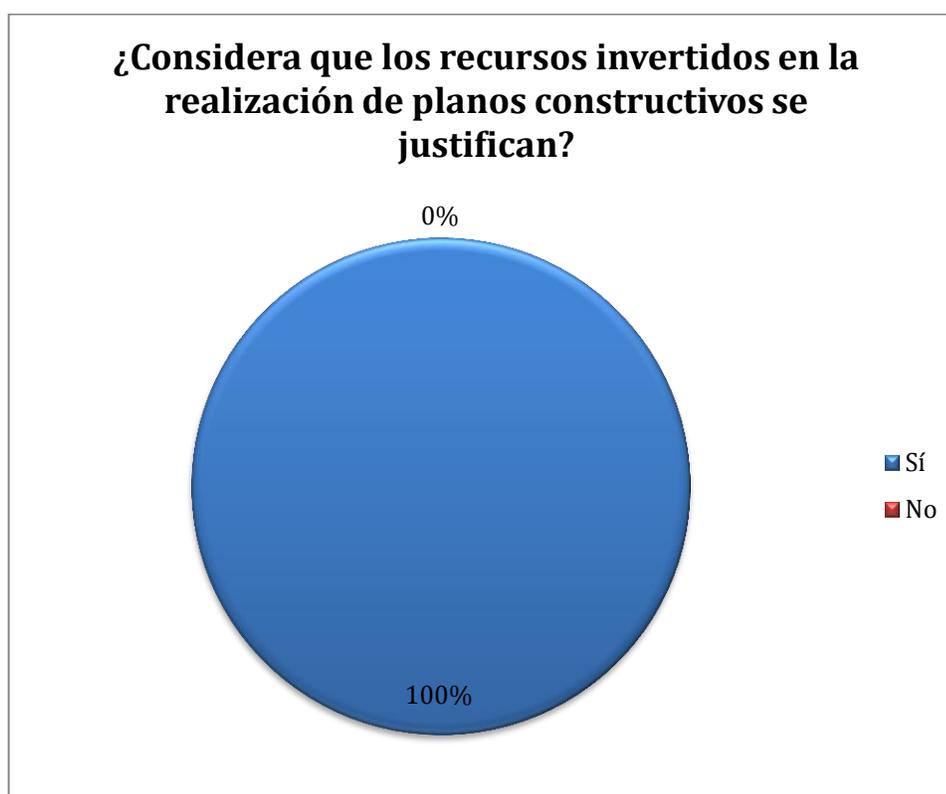


Gráfico 12. Justificación de los recursos invertidos en la realización de planos constructivos por parte de las empresas encuestadas

**Conclusión:** El 100% de los encuestados considera que los recursos invertidos en la realización de planos constructivos para un proyecto se justifican.

13. En proyectos que ha ganado, ¿Los contratos le exigen la elaboración de planos constructivos?

**Objetivo:** Determinar si en los proyectos que la empresa ha desarrollado, el cliente exige como obligación la utilización de planos constructivos.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sí	11	58
No	1	5
A veces	7	37
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>100%</b>

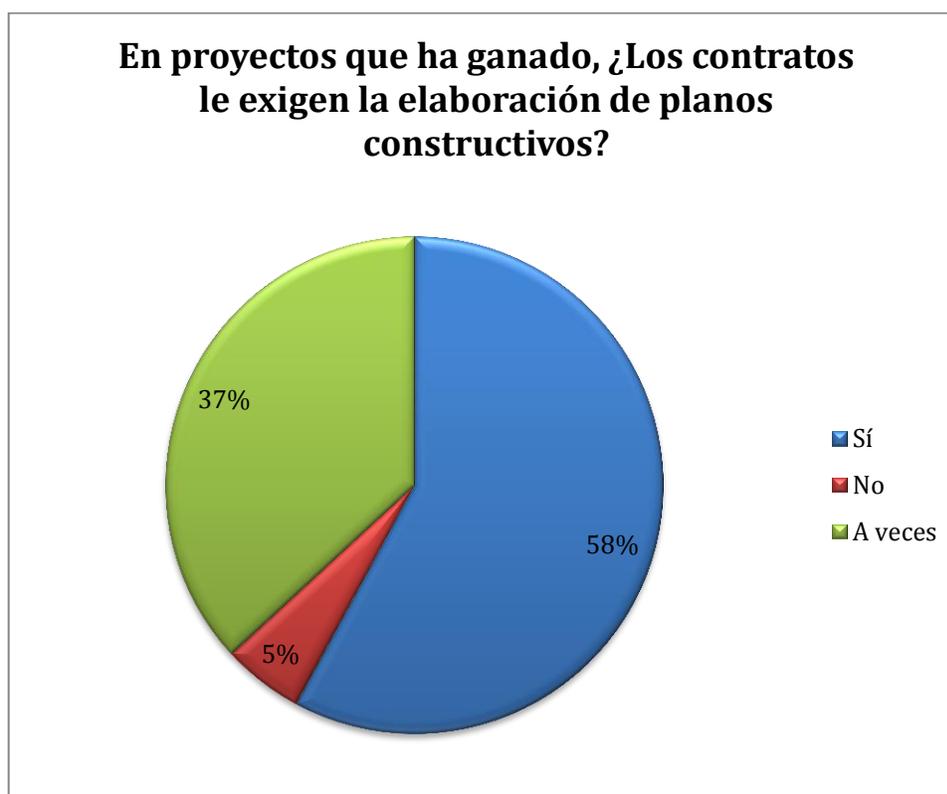


Gráfico 13. Exigencia de planos constructivos en contratos de proyectos ganados por las empresas encuestadas

**Conclusión:** No en todos proyectos ganados por los encuestados, el cliente les exige la aplicación de planos constructivos en el desarrollo del proyecto, por lo que la utilización de éstos queda a discreción de la empresa.

#### 14. ¿Por qué razón no utiliza los planos constructivos?

**Objetivo:** Determinar las razones por las cuales la empresa no desarrolla planos constructivos cuando lleva a cabo un proyecto.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Falta de tiempo	0	0
Desconoce cómo elaborarlos	0	0
Le resulta antieconómico	0	0
No los considera necesarios	1	100
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

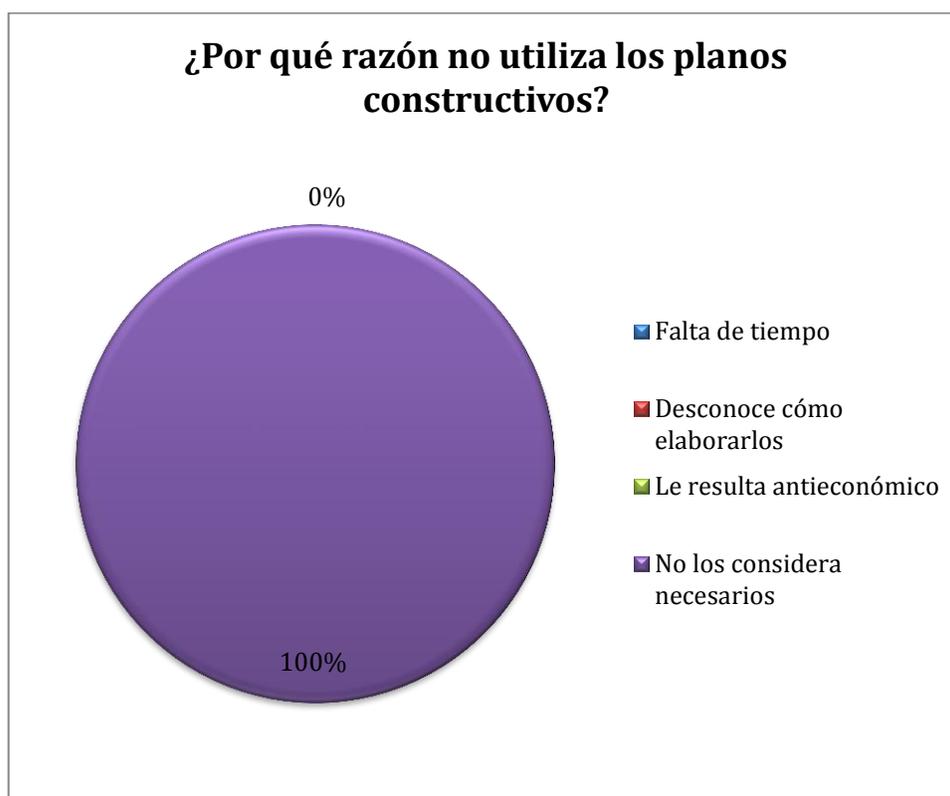


Gráfico 14. Razones por las cuales las empresas encuestadas no utilizan planos constructivos

**Conclusión:** De 20 encuestados, 1 dice conocer los planos constructivos, sin embargo no los aplica porque no los considera necesarios.

15. ¿Cómo realiza el cálculo de la cantidad de acero de refuerzo y sus etapas de compra en un proyecto?

**Objetivo:** Determinar cómo calcula la cantidad de acero de refuerzo al no realizar planos constructivos en un proyecto.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Calcula longitudes de elementos con los planos de diseño y aplica factores para traslapes	1	100
Delega este cálculo al jefe de armadura	0	0
Subcontrata el servicio	0	0
Compra barras de una sola longitud y traslapa donde terminan las barras enteras	0	0
Otro	0	0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

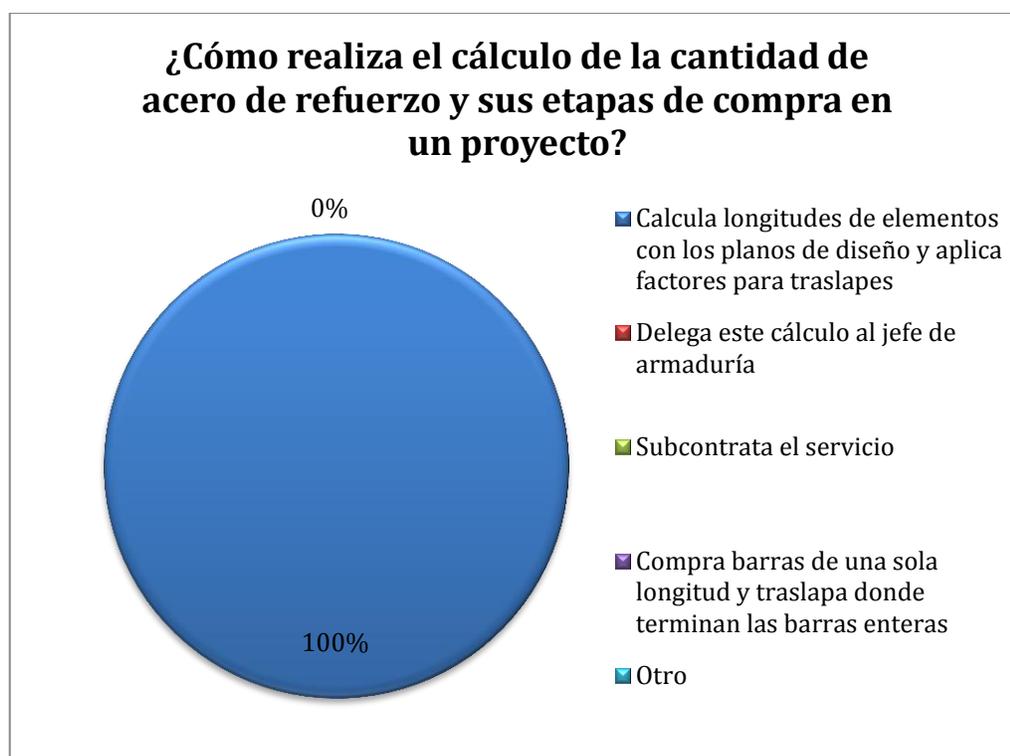


Gráfico 15. Cálculo del acero de refuerzo por parte de las empresas encuestadas que no utilizan planos constructivos

**Conclusión:** El único encuestado que dice no realizar planos constructivos, plantea que para calcular la cantidad de acero de refuerzo de un proyecto, lo hace estableciendo factores de traslape.

## 16. ¿Cómo selecciona el sistema de encofrados a utilizar en un proyecto?

**Objetivo:** Determinar cómo establece el sistema de encofrados a utilizar en un proyecto si no realiza planos constructivos.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Utilizando historial de proyectos similares	1	100
Mediante subcontrato	0	0
Delega esta actividad al maestro de obra o carpintero	0	0
Otro	0	0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

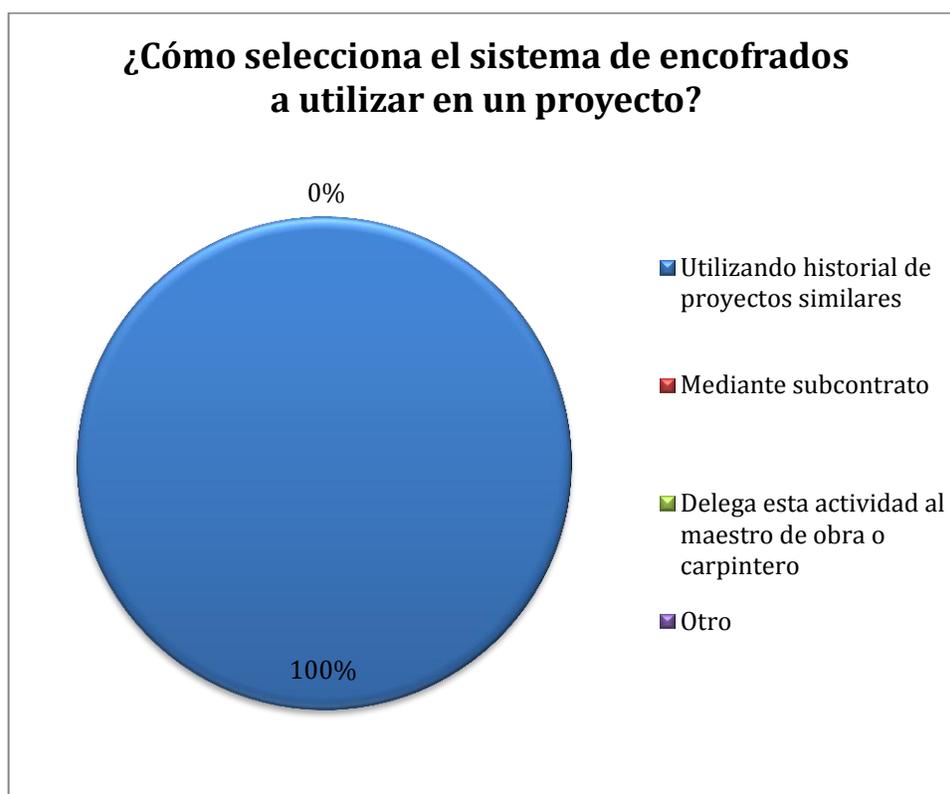


Gráfico 16. Selección del sistema de encofrados por parte de las empresas encuestadas que no utilizan planos constructivos

**Conclusión:** El único encuestado que dice no realizar planos constructivos, plantea que para establecer el sistema de encofrados, se basa en el historial de proyectos que tienen cierta similitud con el actual proyecto.

17. ¿Cómo establece los lugares donde dejará las juntas de construcción en las estructuras de concreto reforzado?

**Objetivo:** Determinar cómo establece las zonas donde serán dejadas las juntas de construcción en una estructura de concreto reforzado si no realiza planos constructivos en un proyecto.

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje (%)
Lo deja a criterio del ingeniero residente al momento del colado	1	100
Lo deja a criterio del maestro de obra al momento del colado	0	0
Usa historial de proyectos similares	0	0
Según especificaciones del ACI 318	0	0
Las deja donde se le termina el concreto	0	0
Otro	0	0
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>100%</b>

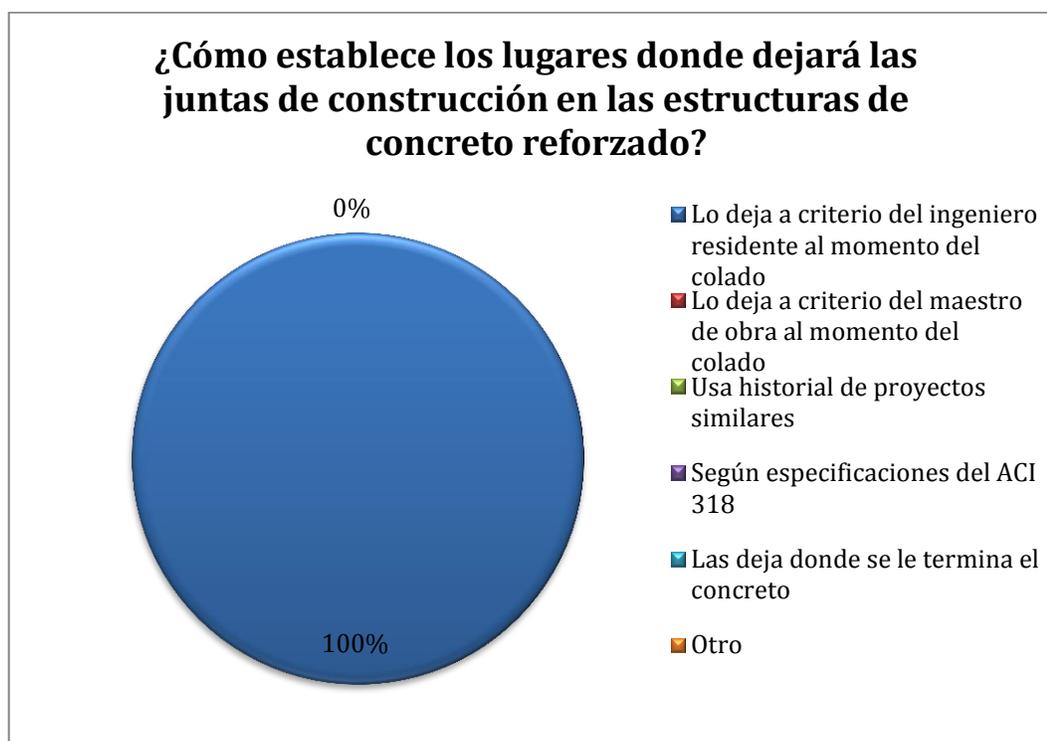


Gráfico 17. Selección de zonas de juntas de construcción por parte de las empresas encuestadas que no utilizan planos constructivos

**Conclusión:** El único encuestado que dice no realizar planos constructivos, plantea que la ubicación de las juntas de construcción de una estructura de concreto reforzado es dejado a criterio del ingeniero residente que se encuentra en ese momento en la obra.

# **CAPÍTULO V**

## **ANÁLISIS COMPARATIVO**

## 5.1. ACERO DE REFUERZO

Se considerará como ejemplo el elemento desarrollado en el Capítulo 3 en el plano AR-02b correspondiente a la viga V-1, del cual el proyecto cuenta con dos unidades.

### Caso 1

El plano constructivo (Plano 99. AC-01- VIGA DE EJES A y B SOLO CON VARILLAS DE 6.0m) correspondiente al acero de refuerzo de la viga V-1, se ha desarrollado bajo la condición de que sólo se cuenta con varillas de 6 metros de longitud, esto simulando que se ha comprado el acero antes de elaborar el plano constructivo. Dicho plano constructivo es realizado bajo la condición que no se deben realizar traslapes en las zonas de confinamiento. Como resultado de dicho plano constructivo, se obtiene el siguiente cuadro de varillas.

CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)	SOBRANTE		PESO (QQ)
200 No.3	6.00 m	14.82	0.00	0.00	0.00
124 No.8	6.00 m	65.18	6 No.8 de 1.00 m	6.00 m	0.53
			8 No.8 de 1.20 m	9.60 m	0.84
			4 No.8 de 1.40 m	5.60 m	0.49
			12 No.8 de 1.60 m	19.20 m	1.68
			4 No.8 de 1.80 m	7.20 m	0.63
			12 No.8 de 2.00 m	24.00 m	2.10
			8 No.8 de 2.40 m	19.20 m	1.68
			48 No. 8 de 2.55 m	122.40 m	10.72
		<b>80.00</b>			<b>18.68</b>

Considerando:

$$1 \text{ qq} = 100 \text{ lb} = 45.45 \text{ kg}$$

$$\text{Precio del acero} = \frac{\$45.45}{\text{qq}}$$

$$\text{Acero total} = 80.00 \text{ qq}$$

$$\text{Costo acero total} = 80 \text{ qq} * \frac{\$45.45}{\text{qq}} = \$3,636.00$$

$$\text{Acero sobrante} = 18.68 \text{ qq}$$

$$\text{Costo acero sobrante} = 18.68 \text{ qq} * \frac{\$45.45}{\text{qq}} = \$849.01$$

$$\% \text{ Desperdicio} = \frac{18.68 \text{ qq}}{80.00 \text{ qq}} * 100 = 23.35 \%$$

### Caso 2

El plano constructivo (Plano 100. AC-02-VIGA DE EJES A y B SOLO CON VARILLAS DE VARIOS TAMAÑOS) correspondiente al acero de refuerzo de la viga V-1, no se ha desarrollado bajo la condición de una sola longitud de varilla, simulando que se han elaborado durante la etapa de planeamiento del proyecto, es decir, previo a ejecución de la obra y a la compra de los materiales. Como resultado de dicho plano constructivo, se obtiene el siguiente cuadro de varillas.

CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)	SOBRANTE		PESO (QQ)
80 No.3	12.00 m	11.85	0.00 m	0.00 m	0.00
28 No.8	6.00 m	14.72	8 No.8 de 2.55 m	20.40 m	1.79
			8 No.8 de 0.20 m	1.60 m	0.14
12 No.8	12.00 m	12.62	4 No.8 de 0.20 m	0.80 m	0.07
16 No.8	15.00 m	21.03	0.00 m	0.00 m	0.00
		<b>60.21</b>			<b>2.00</b>

Considerando:

$$1 \text{ qq} = 100 \text{ lb} = 45.45 \text{ kg}$$

$$\text{Precio del acero} = \frac{\$45.45}{\text{qq}}$$

$$\text{Acero total} = 60.21 \text{ qq}$$

$$\text{Costo acero total} = 60.21 \text{ qq} * \frac{\$45.45}{\text{qq}} = \$2,736.54$$

$$\text{Acero sobrante} = 2 \text{ qq}$$

$$\text{Costo acero sobrante} = 2 \text{ qq} * \frac{\$45.45}{\text{qq}} = \$90.90$$

$$\% \text{ Desperdicio} = \frac{2.00 \text{ qq}}{60.21 \text{ qq}} * 100 = 3.32 \%$$

Comparación Caso 1 y Caso 2

Ahorro costo acero total

$$\text{Costo acero total Caso 1} = \$3,636.00$$

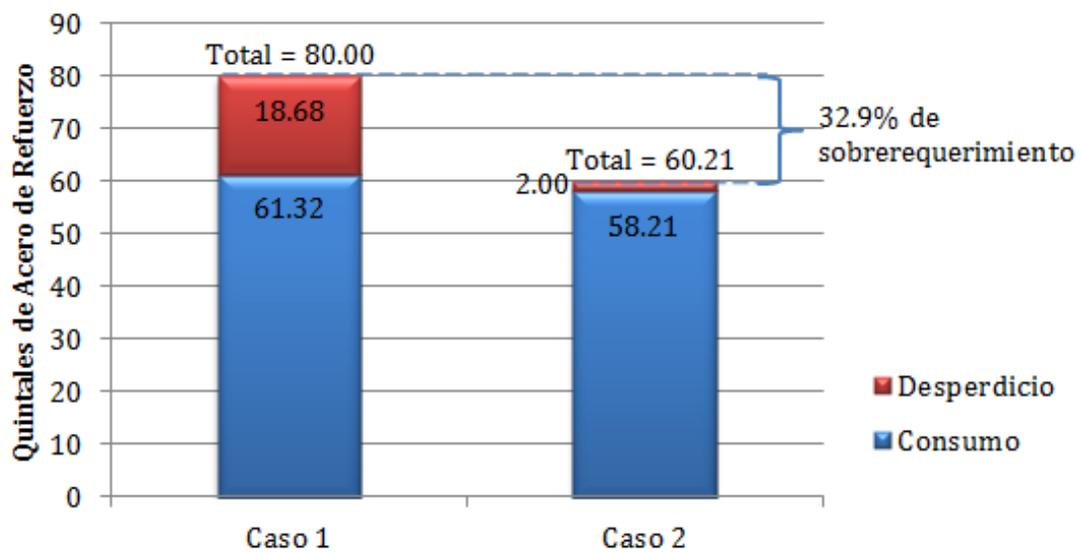
$$\text{Costo acero total Caso 2} = \$2,736.54$$

Ahorro = Costo acero total Caso 1 – Costo acero total Caso 2

Ahorro = \$3,636.00 – \$2,736.54

**Ahorro = \$899.46**

## Requerimiento de acero de refuerzo



### Conclusiones

- ✓ El costo del acero total en el Caso 1 es \$899.46 mayor que el del Caso 2, lo cual representa un costo adicional del 32.9%.

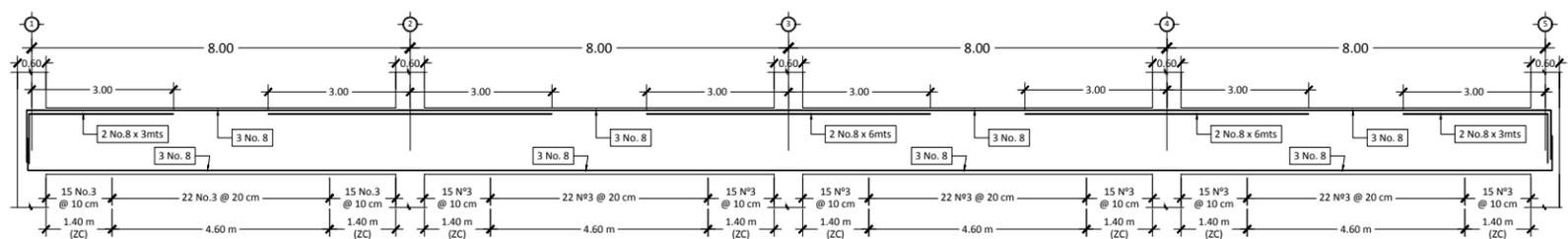
- ✓ En el Caso 1 la cantidad de traslape es el aproximadamente 3 veces mayor que la del Caso 2, lo cual significa mayor trabajo para el armador así como el incremento del tiempo de armado del elemento.
- ✓ En el Caso 1 debido a la limitante de la longitud de varillas, la configuración de los traslapes no cumple lo establecido en el ACI 318 que dicta que no debe realizarse más de 50% de traslape en la misma zona del elemento.
- ✓ En el lecho inferior de los traslapes quedan ubicados en zonas de máximo esfuerzo (parte central del elemento).

AC-01- VIGA DE EJES A y B SOLO CON VARILLAS DE 6.0m

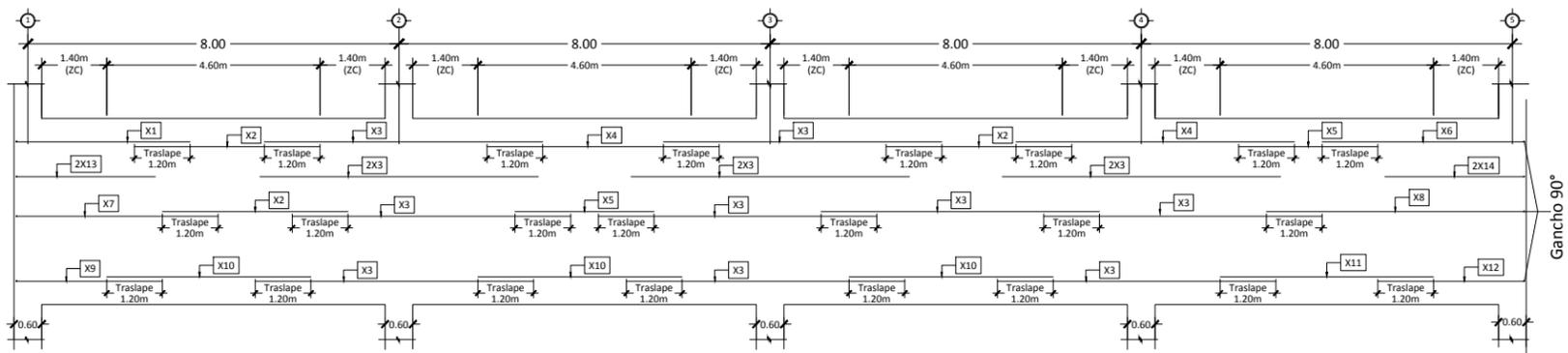
Plano constructivo correspondiente al acero de refuerzo de la viga V-1.

Se ha desarrollado bajo la condición de que sólo se cuenta con varillas de 6 metros de longitud.

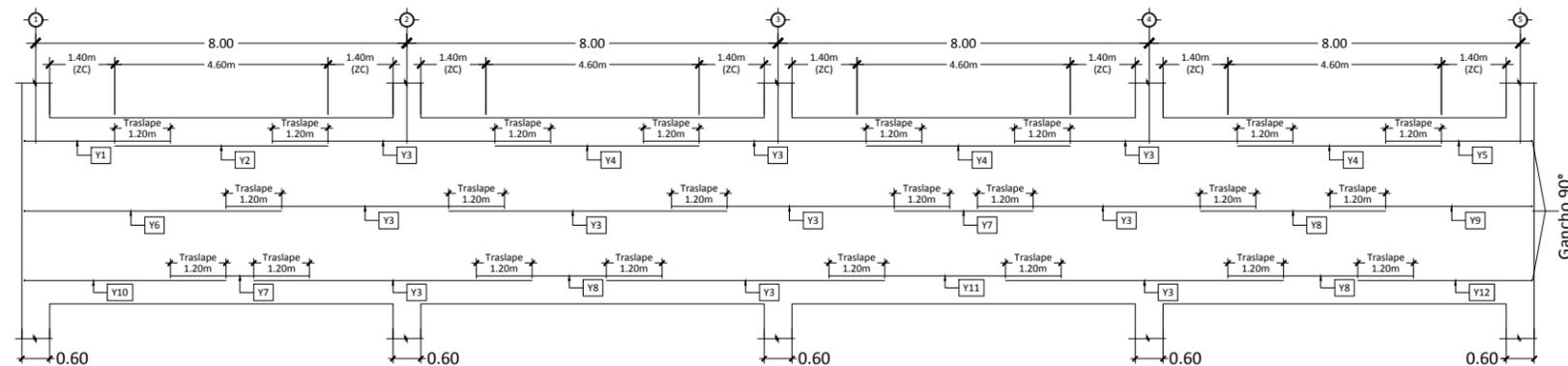
PLANO CONSTRUCTIVO - SECCIÓN EJE A Y B  
VIGA V-1 (0.40mx0.70m) ESC 1:150



LECHO SUPERIOR - SECCIÓN EJE A Y B  
VIGA V-1 (0.40mx0.70m) ESC 1:150



LECHO INFERIOR - SECCIÓN EJE A Y B  
VIGA V-1 (0.40mx0.70m) ESC 1:150



Alambre de amarre: 150 lbs



Helados de concreto  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
4.0cm\*4.0cm\*4.0cm  
62 Unidades @ 1.0m

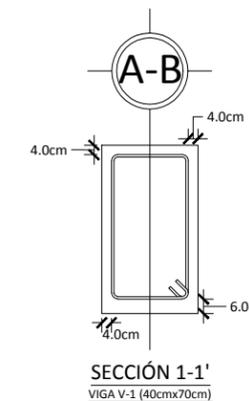


Helados de concreto  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
6.0cm\*6.0cm\*6.0cm  
62 Unidades @ 1.0m

CANTIDAD DE BARRAS					
COMRRA			SOBRANTE		
CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)	CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)
200 No.3	6.00 m	14.82	0.00 m	0.00 m	0.00
124 No.8	6.00 m	65.18	6 No.8 de 1.00 m	6.00 m	0.53
			8 No.8 de 1.20 m	9.60 m	0.84
			4 No.8 de 1.40 m	5.60 m	0.49
			12 No.8 de 1.60 m	19.20 m	1.68
			4 No.8 de 1.80 m	7.20 m	0.63
			12 No.8 de 2.00 m	24.00 m	2.10
			8 No.8 de 2.40 m	19.20 m	1.68
			48 No.8 de 2.55 m	122.40 m	10.72
		<b>80.00</b>			<b>18.68</b>

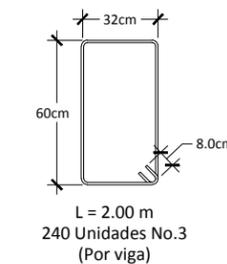
LISTA DE VARILLAS: LECHO SUPERIOR			
CÓDIGO	FORMA DE LA BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD
X1	0.45 3.75	4.20	1 No.8
X2	4.00	4.00	3 No.8
X3	6.00	6.00	15 No.8
X4	5.00	5.00	2 No.8
X5	3.00	3.00	2 No.8
X6	4.35 0.45	4.80	1 No.8
X7	0.45 4.35	4.80	1 No.8
X8	5.55 0.45	6.00	1 No.8
X9	0.45 3.15	3.60	1 No.8
X10	4.40	4.40	3 No.8
X11	4.60	4.60	1 No.8
X12	3.15 0.45	3.60	1 No.8
X13	0.45 3.00	3.45	2 No.8
X14	3.00 0.45	3.45	2 No.8

LISTA DE VARILLAS: LECHO INFERIOR			
CÓDIGO	FORMA DE LA BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD
Y1	0.45 3.15	3.60	1 No.8
Y2	4.60	4.60	1 No.8
Y3	6.00	6.00	10 No.8
Y4	4.40	4.40	3 No.8
Y5	3.15 0.45	3.60	1 No.8
Y6	0.45 5.55	6.00	1 No.8
Y7	3.00	3.00	2 No.8
Y8	4.00	4.00	3 No.8
Y9	4.35 0.45	4.80	1 No.8
Y10	0.45 4.35	4.80	1 No.8
Y11	5.00	5.00	1 No.8
Y12	3.75 0.45	4.20	1 No.8



SECCIÓN 1-1'  
VIGA V-1 (40cmx70cm)

Nivel: 0+350  
 $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
Grado 60  
ASTM A-615



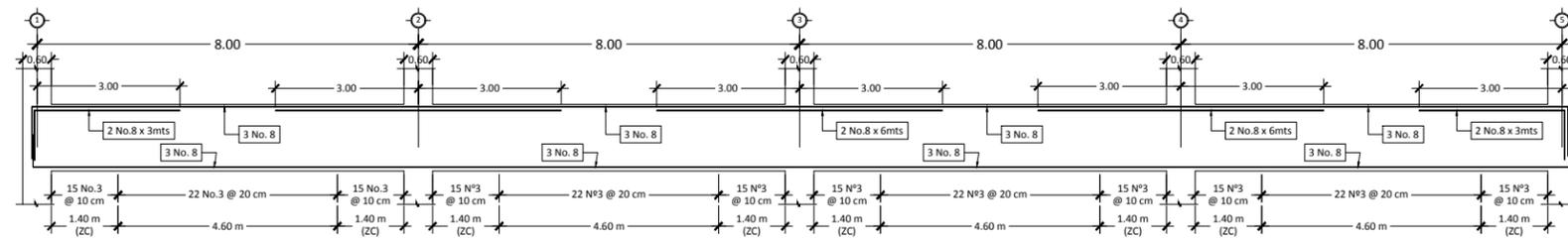
Total: 480 Unidades No.3

AC-02-VIGA DE EJES A y B SOLO CON VARILLAS DE VARIOS TAMAÑOS

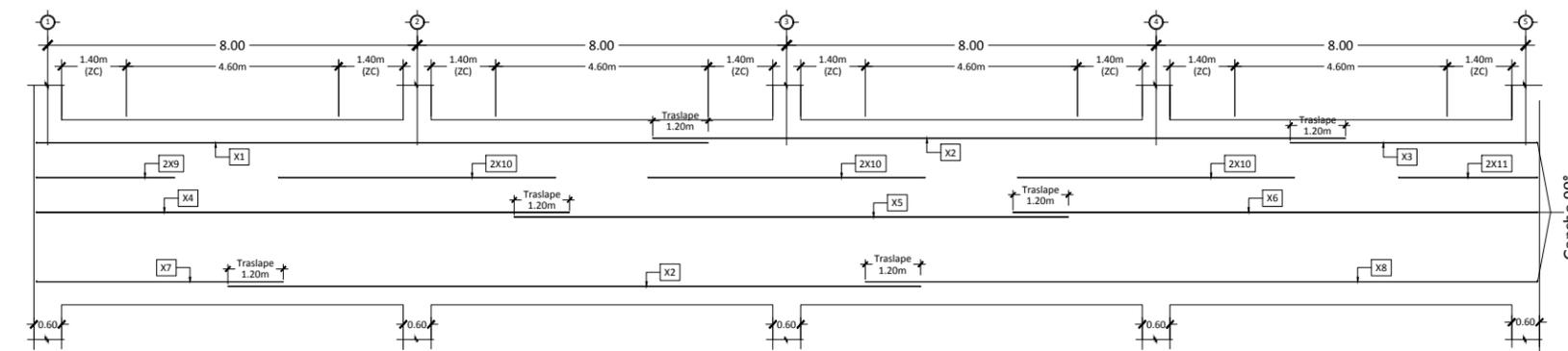
Plano constructivo correspondiente al acero de refuerzo de la viga V-1.

Se ha desarrollado bajo la condición de que se tienen disponibles varillas de 6, 9, 12 y 15 metros de longitud.

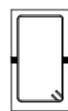
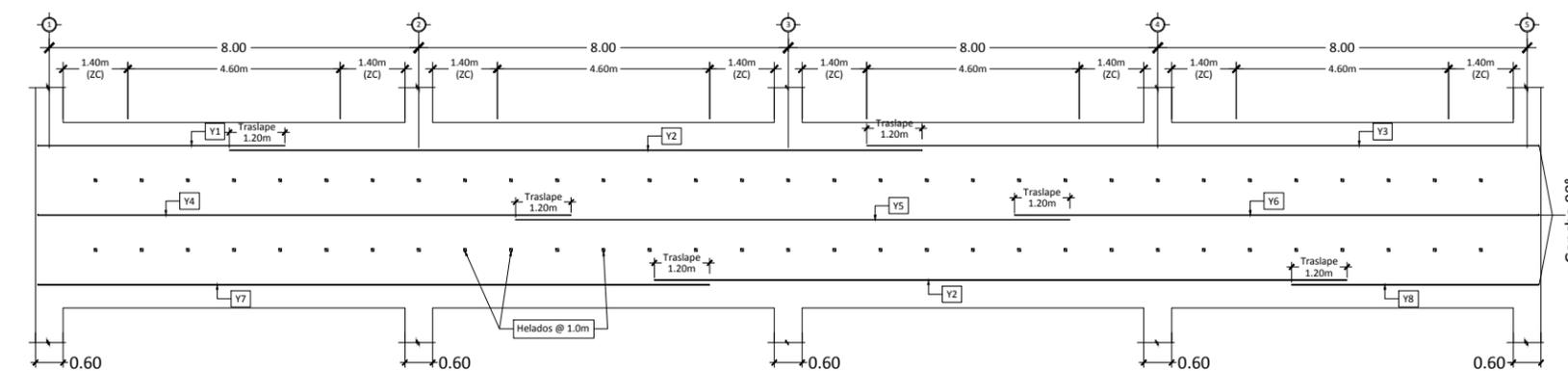
PLANO CONSTRUCTIVO - SECCIÓN EJE A Y B  
VIGA V-1 (0.40mx0.70m) ESC 1:150



LECHO SUPERIOR - SECCIÓN EJE A Y B  
VIGA V-1 (0.40mx0.70m) ESC 1:150



LECHO INFERIOR - SECCIÓN EJE A Y B  
VIGA V-1 (0.40mx0.70m) ESC 1:150



Helados de concreto  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
4.0cm\*4.0cm\*4.0cm  
62 Unidades @ 1.0m

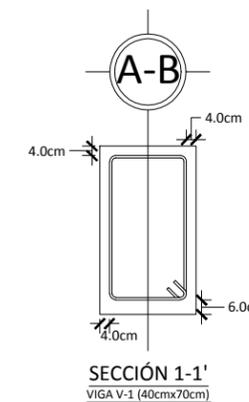


Helados de concreto  
 $f'c \geq 210 \text{ kg/cm}^2$   
6.0cm\*6.0cm\*6.0cm  
62 Unidades @ 1.0m

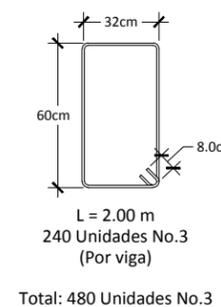
Alambre de amarre: 120 lbs

LISTA DE VARILLAS: LECHO SUPERIOR			
CÓDIGO	FORMA DE LA BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD
X1	0.45 14.55	15.00	1 No.8
X2	15.00	15.00	2 No.8
X3	5.35 0.45	5.80	1 No.8
X4	0.45 11.55	12.00	1 No.8
X5	12.00	12.00	1 No.8
X6	11.35 0.45	11.80	1 No.8
X7	0.45 5.35	5.80	1 No.8
X8	14.55 0.45	15.00	1 No.8
X9	0.45 3.00	3.45	2 No.8
X10	6.00	6.00	6 No.8
X11	3.00 0.45	3.45	2 No.8

LISTA DE VARILLAS: LECHO INFERIOR			
CÓDIGO	FORMA DE LA BARRA	LONGITUD (m)	CANTIDAD
Y1	0.45 5.35	5.80	1 No.8
Y2	15.00	15.00	2 No.8
Y3	14.55 0.45	15.00	1 No.8
Y4	0.45 11.55	12.00	1 No.8
Y5	12.00	12.00	1 No.8
Y6	11.35 0.45	11.80	1 No.8
Y7	0.45 14.55	15.00	1 No.8
Y8	5.35 0.45	5.80	1 No.8



Nivel: 0+350  
 $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
Grado 60  
ASTM A-615



CANTIDAD DE BARRAS VIGA V-1 (2 UNIDADES): EJES A Y EJE B					
COMPRA			SOBRANTE		
CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)	CANTIDAD	LONGITUD	PESO (QQ)
80 No.3	12.00 m	11.85	0.00 m	0.00 m	0.00
28 No.8	6.00 m	14.72	8 No.8 de 2.55 m	20.40 m	1.79
12 No.8	12.00 m	12.62	8 No.8 de 0.20 m	1.60 m	0.14
16 No.8	15.00 m	21.03	4 No.8 de 0.20 m	0.80 m	0.07
		<b>60.21</b>			<b>2.00</b>

**AG-02**  
ANÁLISIS COMPARATIVO

**ANÁLISIS COMPARATIVO: ACERO DE REFUERZO**  
Contenido: VIGA EJES AyB CON VARILLAS DE VARIOS TAMAÑOS

**ANÁLISIS COMPARATIVO**

## 5.2. ENCOFRADOS

Se considerará como ejemplo el sistema de encofrado para la columna C-2 del proyecto de edificio, desarrollado en el Capítulo 4, Plano 32. EN-03-COLUMNAS C-1, C-2 Y C-3.

### Caso 1

El plano constructivo (Plano 101. AC-03-ENCOFRADO DE MADERA DE COLUMNA C-2) se ha desarrollado según el diseño presentado en el Anexo 3. El encofrado está conformado por elementos de madera: plywood HDO y cuartones de 2"x4" y 4"x4". En este caso, todos los materiales serán comprados.

Elemento	Material	Cantidad	Precio unidad	Costo total
Plywood	Plyform HDO 3/4" (2 planchas de 8'x4')	2 Unidades de 2.44m*0.60m	\$ 60/ pieza de 3 m <sup>2</sup> (8' x 4')	\$120.00
		2 Unidades de 2.44m*0.62m		
		2 Unidades de 2.06m*0.40m		
		2 Unidades de 2.06m*0.62m		
Studs	Cuartón 2"x4"	12 Unidades de 4.50 m	\$1.30/ vara	\$84.00
Wales	Cuartón 4"x4"	56 Unidades de 1.20 m	\$ 2.50/ vara	\$210.00
Refuerzo Horizontal	Cuartón 4"x4"	4 Unidades de 0.60 m	\$ 2.50/ vara	\$7.50
Pernos	Varilla de 1" con rosca	28 Unidades de 1.20 m	\$13.00/m	\$437.00
Placas metálicas	Placas de 3/8" de 0.20m*0.20m*	56 Unidades	\$6.00/unidad	\$336.00
Pines	Varillas de 5/8"	24 Unidades 0.30 m	\$0.42/unidad	\$10.10
Clavos	Clavos doble cabeza	1 libra de clavos de 2"	\$3.00/lb	\$3.00
		1 libra de clavos de 3"	\$3.00/lb	\$3.00
<b>Total</b>				<b>\$1,210.60</b>

En total son 10 columnas, por lo tanto, se necesitarán 10 sets que tendrán el costo de:

$$\text{Costo total} = 10 \text{ sets} * \frac{\$1,210.60}{\text{set}}$$

$$\text{Costo total} = \$12,106.00$$

### Caso 2

El plano constructivo (Plano 102. AC-04-ENCOFRADO METÁLICO DE COLUMNA C-2) se ha desarrollado según el diseño presentado en el Anexo 4. El encofrado está conformado por elementos de madera: plywood HDO y elementos metálicos: perfil C6x13 y W6x9. En este caso, los elementos de madera serán comprados y los elementos metálicos serán alquilados.

Elemento	Material	Cantidad	Precio unidad	Costo total
Plywood	Plyform HDO 3/4" (2 planchas de 8'x4')	2 Unidades de 2.44m*0.60m	\$ 60 pieza de 3 m <sup>2</sup> (8' x 4')	\$120.00
		2 Unidades de 2.44m*0.62m		
		2 Unidades de 2.06m*0.40m		
		2 Unidades de 2.06m*0.62m		
Studs	Viga W6x9	12 Unidades de 3.00 m	\$3.00/ 3 m (mensual)	\$36.00
Wales	Perfil C6x13	16 Unidades de 2.00 m	\$12/ metro (mensual)	\$384.00
Refuerzo Horizontal	Cuartón 4"x4"	4 Unidades de 0.60 m	\$ 2.50/ vara	\$7.50
Pernos	Varilla de 1" con rosca	8 Unidades de 1.20 m	\$13.00/m	\$125.00
Placas metálicas	Placas de 3/8" de 0.20m*0.20m*	16 Unidades	\$6/unidad	\$96.00
Pines	Varillas de 5/8"	24 Unidades 0.30 m	\$0.42/unidad	\$10.10
Clavos	Clavos doble cabeza	1 libra de clavos de 2"	\$3.00/lb	\$3.00
		1 libra de clavos de 3"	\$3.00/lb	\$3.00
<b>Total</b>				<b>\$784.60</b>

En total son 10 columnas, por lo tanto, se necesitarán 10 sets que tendrán el costo de:

$$\text{Costo total} = 10 \text{ sets} * \frac{\$784.60}{\text{set}}$$

$$\text{Costo total} = \$7,846.00$$

### Comparación Caso 1 y Caso 2

#### Ahorro costo total

$$\text{Costo total Caso 1} = \$3,636.00$$

$$\text{Costo total Caso 2} = \$2,736.54$$

$$\text{Ahorro} = \text{Costo total Caso 1} - \text{Costo total Caso 2}$$

$$\text{Ahorro} = \$12,106.00 - \$7,846.00$$

$$\mathbf{\text{Ahorro} = \$4,260.00}$$

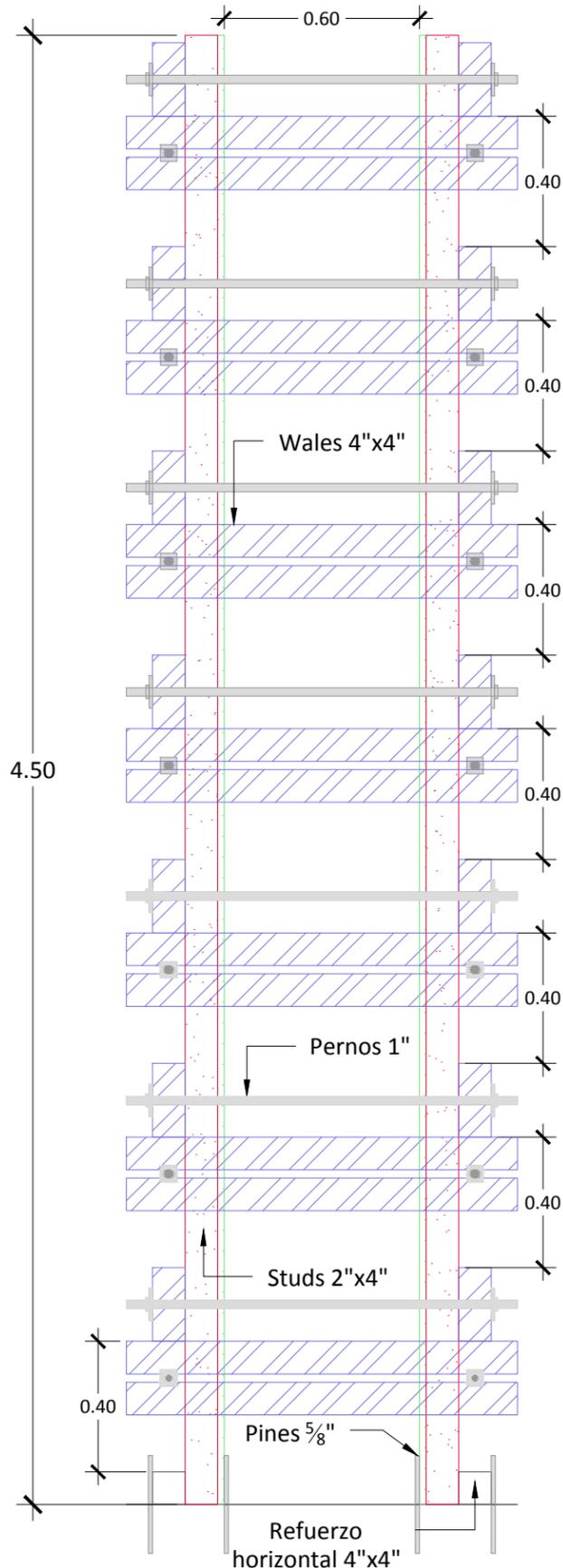
### Conclusiones

- ✓ Al utilizar el sistema de encofrados del Caso 2, se tiene un ahorro de \$4,260 en el costo de materiales.
- ✓ El sistema de encofrados del Caso 1 está compuesto por más elementos que el del Caso 2, por lo tanto, esta condición aumenta su tiempo de ejecución.
- ✓ Al aplicar el sistema de encofrados del Caso 2 se disminuye el impacto ecológico al no utilizar tanta madera.
- ✓ La madera tiene menor número de usos que los elementos metálicos.

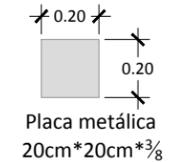
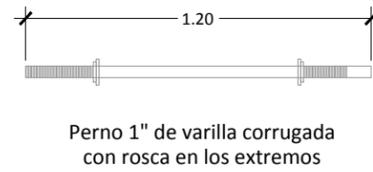
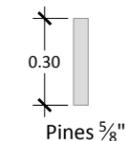
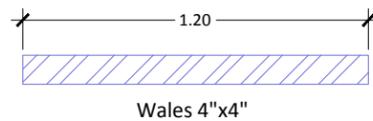
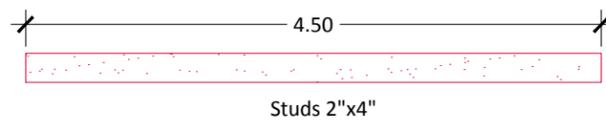
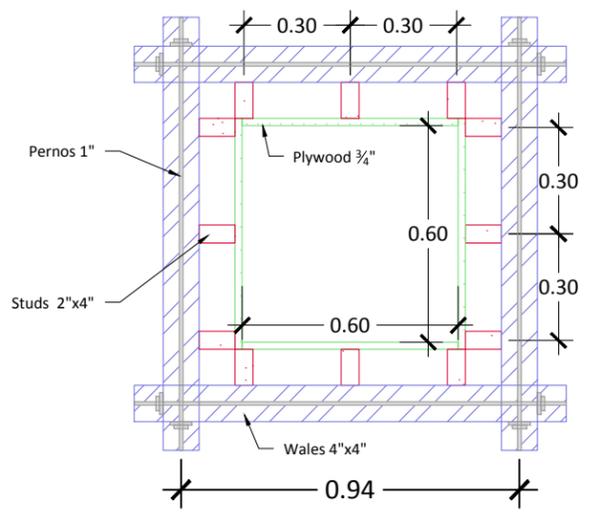
AC-03-ENCOFRADO DE MADERA DE COLUMNA C-2

Plano constructivo de encofrado según el diseño desarrollado en el Anexo 3.

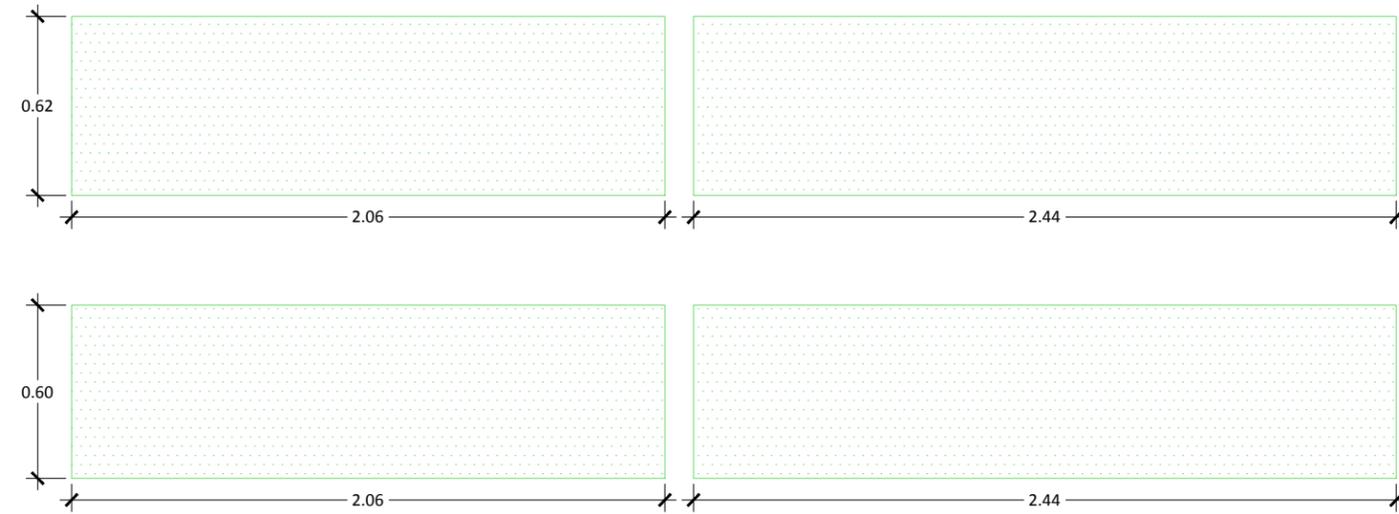
El encofrado está conformado por elementos de madera: plywood HDO y cuartones de 2"x4" y 4"x4".



**ENCOFRADO DE COLUMNA C-2**  
0.45m\*0.45m\*1.20m ESC.1:20



Plywood de 3/4"



PLYWOOD 3/4": 2 Unidades de 2.44m\*0.60m  
2 Unidades de 2.44m\*0.62m  
2 Unidades de 2.06m\*0.40m  
2 Unidades de 2.06m\*0.62m

STUDS: 12 Unidades 2"x4" de 4.50m

WALES: 56 Unidades 4"x4" de 1.20m

REFUERZO HORIZONTAL: 4 Unidades 4"x4" de 0.60m

PERNOS: 28 Unidades 1" de 1.20m

PINES: 24 Unidades 5/8" de 0.30m

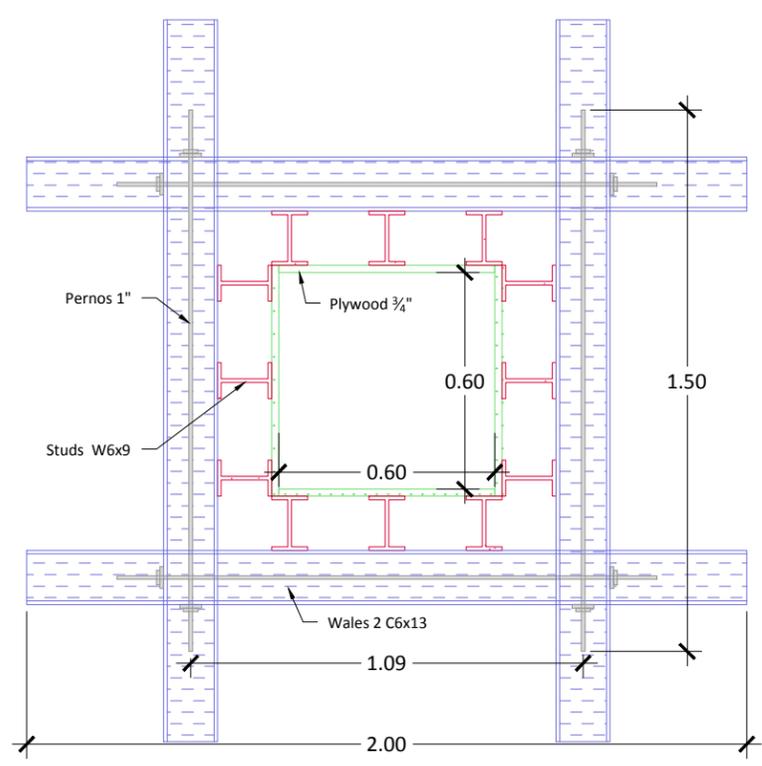
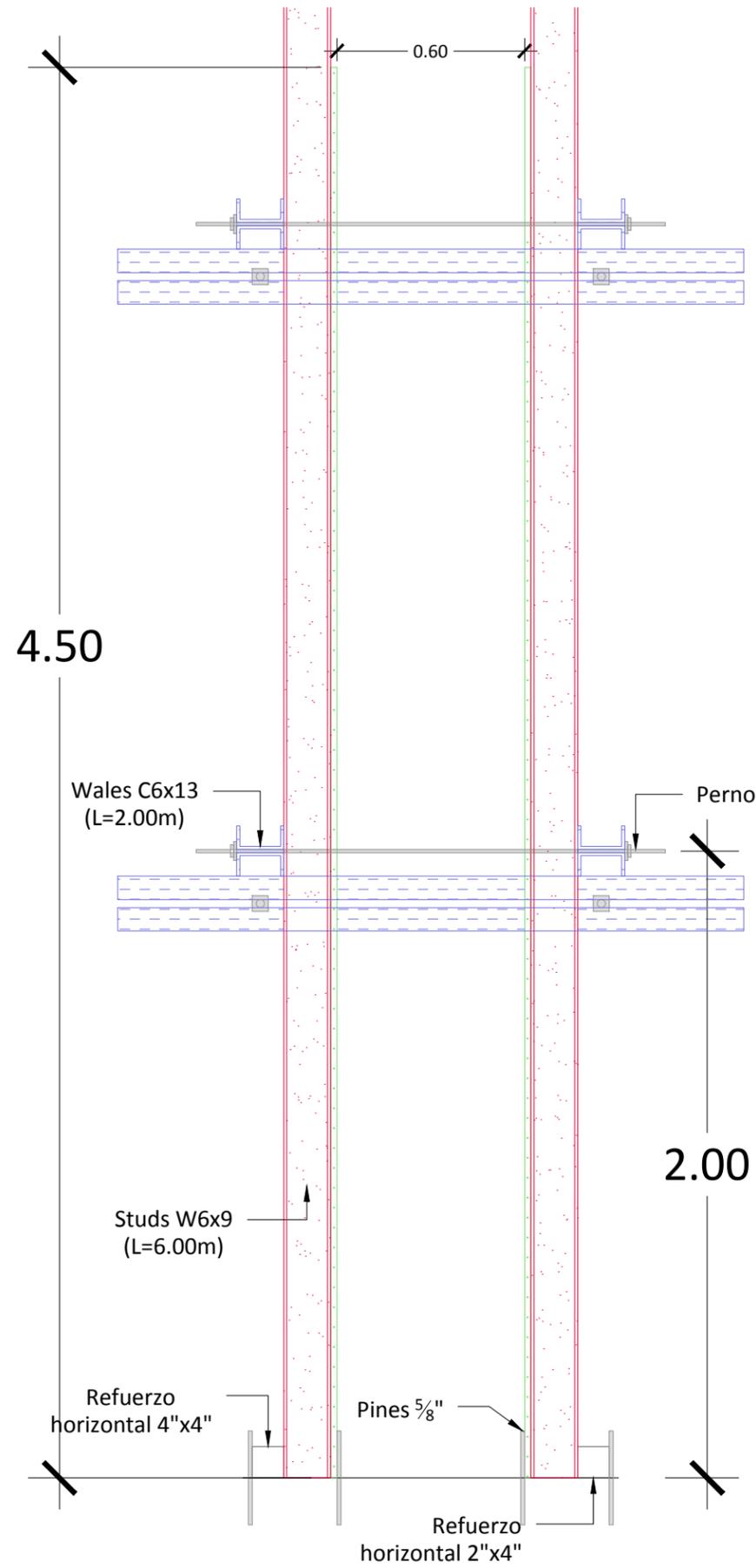
CLAVOS DOBLE CABEZA: De 2": 1 Libra  
De 3": 1 Libra

AC-04-ENCOFRADO METÁLICO DE COLUMNA C-2

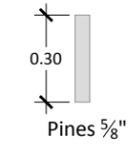
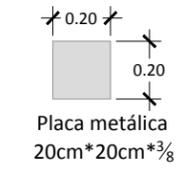
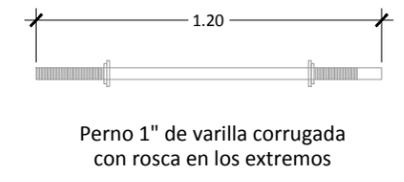
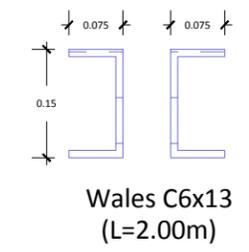
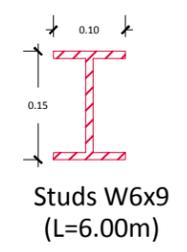
Plano constructivo de encofrado según el diseño desarrollado en el Anexo 4.

El encofrado está conformado por elementos de madera: plywood HDO y elementos metálicos: perfil C6x13 y W6x9.

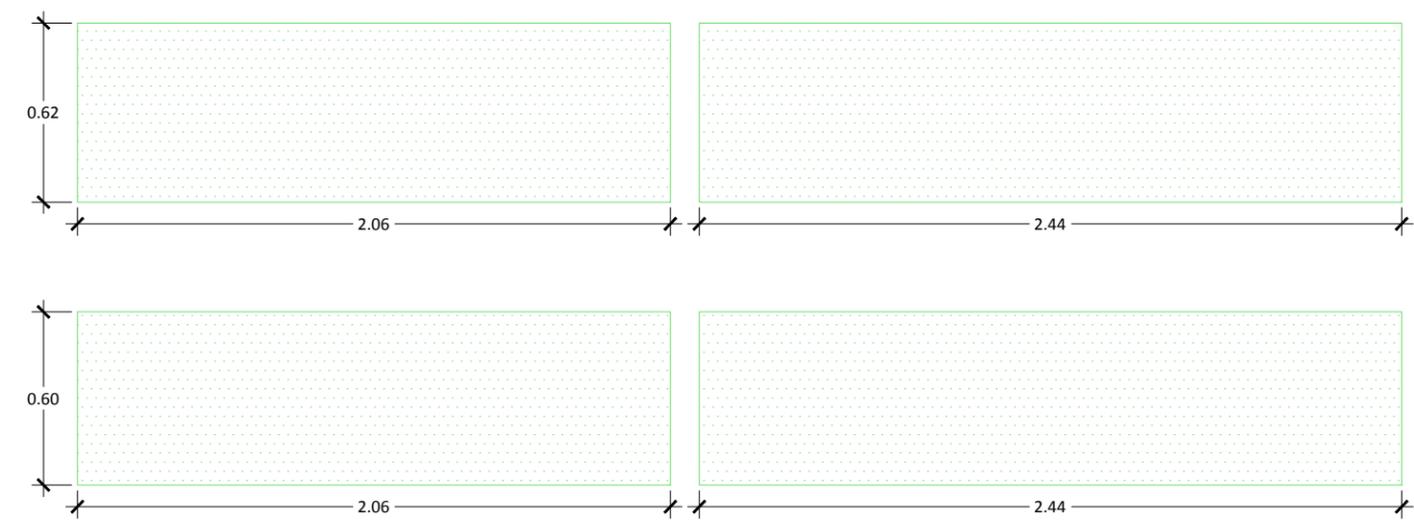
**ENCOFRADO DE COLUMNA C-2**  
0.45m\*0.45m\*1.20m ESC.1:20



- PLYWOOD 3/4": 2 Unidades de 2.44m\*0.60m  
2 Unidades de 2.44m\*0.62m  
2 Unidades de 2.06m\*0.60m  
2 Unidades de 2.06m\*0.62m
- STUDS: 12 Unidades W6x9 de 6.00m
- WALES: 8 Unidades C6x13 de 2.00m
- REF. HORIZONTAL: 4 Unidades 4"x4" de 0.60m
- PERNOS: 4 Unidades 1" de 1.20m
- PINES: 24 Unidades 5/8" de 0.30m
- CLAVOS DOBLE CABEZA: De 2": 1 Libra  
De 3": 1 Libra



Plywood de 3/4"



### 5.3. COSTO DE PLANOS CONSTRUCTIVOS

Para el desarrollo de los planos constructivos de un proyecto son necesarios ciertos recursos, los cuales serán proporcionales a la magnitud del proyecto. En general, pueden ser considerados necesarios los siguientes recursos:

- ✓ Impresor
- ✓ Tinta para impresor
- ✓ Papel para impresión
- ✓ Computadora
- ✓ Artículos de oficina (lápices, lapiceros, calculadora, etc.)
- ✓ Ingenieros, arquitectos y dibujantes

A continuación se presentan los recursos y su precio de mercado actual, que pueden considerarse necesarios para el desarrollo de planos constructivos correspondientes a un proyecto mediano y considerando que son desarrollados en el lapso de un mes.

<b>Recurso</b>	<b>Costo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo total</b>
Impresor doble carta	\$260.00/unidad	1	\$260.00
Tinta para impresor	\$100/kit	1	\$100.00
Papel para impresión	\$20/resma	1	\$20.00
Computadora	\$650/unidad	2	\$1,300.00
Artículos de oficina (lápices, lapiceros, calculadora, etc.)	\$20	1	\$20.00
Ingeniero/Arquitecto/Dibujante	\$600/mes	2	\$1,200.00
		<b>Total</b>	<b>\$2,900.00</b>

### Conclusiones

- ✓ El costo del desarrollo de planos constructivos correspondientes a un proyecto de construcción mediano, es aproximadamente de \$3,000.00.
  
- ✓ Los recursos financieros invertidos en la elaboración de planos constructivos se justifican debido a que permiten detectar errores de diseño o de especificaciones, contrastar diseños de sistemas y seleccionar el más adecuado y económico, seleccionar los procesos constructivos más convenientes, desarrollar estrategias que reduzcan al mínimo los imprevistos y los tiempos de ejecución, y de tal forma obtener un ahorro, el cual puede servir para cubrir el costo de la elaboración de los planos constructivos del proyecto y abaratar la obra.
  
- ✓ La elaboración de planos constructivos en ciertos proyectos puede no conllevar a obtener ganancias económicas, pero al aplicarlos adecuadamente en la obra, permiten desarrollar el proyecto con calidad, seguridad y economía.

# **CAPÍTULO VI**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1. CONCLUSIONES

- ✓ Los planos constructivos pueden ser aplicados a todas las actividades de un proyecto de construcción.
- ✓ La elaboración de planos constructivos junto a un buen diseño y planeamiento de actividades de un proyecto de construcción, conlleva a un ahorro económico de mano de obra, garantiza la seguridad y optimiza los tiempos de ejecución.
- ✓ Los planos constructivos pueden servir como herramientas para comparar diseños y decidir cuál es el más viable en términos de economía, construcción y seguridad.
- ✓ La mayoría de las empresas que desarrollan proyectos de edificación en la zona metropolitana de San Salvador, aplica los planos constructivos en las actividades más importantes de los proyectos, tales como: acero de refuerzo y sistema de encofrados.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Los planos constructivos deben ser desarrollados por profesionales con amplio conocimiento de procesos constructivos y de forma meticulosa.
- ✓ Los planos constructivos se deben utilizar en todo proyecto de edificación, sin importar su magnitud, para garantizar la máxima economía, seguridad.
- ✓ Utilizar papel tamaño tabloide o doble carta (43.18 cm x 27.94 cm) para la elaboración, impresión y distribución en campo de los planos constructivos debido a su facilidad de manipulación y adquisición en el medio.
- ✓ Los planos constructivos se deben desarrollar durante el planeamiento del proyecto y actualizar durante la ejecución, según las circunstancias que se presenten en campo.
- ✓ A futuras generaciones, que se desarrolle una continuación del presente documento, tomando en consideración planos constructivos para sistemas especiales, tales como: instalaciones eléctricas, instalaciones hidráulicas, aire acondicionado, ascensores, escaleras eléctricas, entre otros.

# **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **NORMAS Y CÓDIGOS**

- ✓ American Concrete Institute  
ACI 117-90: Specification for Tolerances for Concrete Construction and Materials  
Estados Unidos: American Concrete Institute, 1989
- ✓ American Concrete Institute  
ACI 315-99: Details and Detailing of Concrete Reinforcement  
Estados Unidos: American Concrete Institute, 1999
- ✓ American Concrete Institute  
ACI 318-05: Building Code Requirements for Structural Concrete  
Estados Unidos: American Concrete Institute, 2004
- ✓ American Concrete Institute  
ACI 347-04: Guide to Formwork for Concrete  
Estados Unidos: American Concrete Institute, 2004
- ✓ Ministerio de Obras Públicas  
Norma Técnica para Diseño y Construcción Estructural de Mampostería  
El Salvador: Ministerio de Obras Públicas, 1994

- ✓ Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos; Ministerio de Obras Públicas  
Norma Especial para Diseño y Construcción de Viviendas  
El Salvador: Ministerio de Obras Públicas, 1997
- ✓ Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos; Ministerio de Obras Públicas  
Norma Técnica para Control de Calidad de los Materiales Estructurales  
El Salvador: Ministerio de Obras Públicas, 1997
- ✓ Norma para diseño y construcción de hospitales y establecimientos de salud  
El Salvador

## **LIBROS**

- ✓ Harmsen, Teodoro E.  
Diseño de Estructuras de Concreto Armado  
4ta Edición  
Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005  
689 p. ISBN: 9972-42-730-7
- ✓ Peurifoy, Robert L.; Oberlender, Garold D.  
Formwork for Concrete Structures  
4ta Edición  
Estados Unidos: McGraw-Hill Companies, 2011  
543 p. ISBN: 978-0-07-163918-7

- ✓ Chuley Roy; Greeno, Roger  
Manual de Construcción de Edificios  
2da Edición  
Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2006  
685 p. ISBN: 978-84-252-2005-0
- ✓ De Corral, Ignacio; De Villena, Manuel  
Topografía de Obras  
1ra Edición  
México: Alfaomega, 1999  
354 p. ISBN: 970-15-0455-0
- ✓ Waddell, Joseph J.; Dobrowolski, Joseph A.  
Manual de la Construcción con Concreto  
3era Edición  
México: McGraw-Hill Companies, 1997  
736 p. ISBN: 970-10-1252-6
- ✓ Pellicer Armiñana; et al.  
El Proceso Proyecto-Construcción: Aplicación a la Ingeniería Civil  
1ra Edición  
España: Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2004  
481 p. ISBN: 84-9705-533-0

- ✓ García Rivero, José Luis  
Manual Técnico de Construcción  
4ta Edición  
México: Editorial Fernando Porrúa, 2008  
264 p. ISBN: 968-7680-26-1
- ✓ D.K. Ching, Francis  
Building Construction Illustrated  
4ta Edición  
Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc. 2008  
470 p. ISBN: 978-0-470-08781-7

### **PÁGINAS WEB**

- ✓ APA – The Engineered Wood Association, [Web en línea]  
[www.apawood.org/level\\_b.cfm?content=prd\\_concrete\\_plyform](http://www.apawood.org/level_b.cfm?content=prd_concrete_plyform)  
Consulta: 02-04-2013
- ✓ APA – The Engineered Wood Association, [Web en línea]  
[www.apawood.org/level\\_b.cfm?content=prd\\_concrete\\_mdo](http://www.apawood.org/level_b.cfm?content=prd_concrete_mdo)  
Consulta: 02-04-2013
- ✓ APA – The Engineered Wood Association, [Web en línea]  
[www.apawood.org/level\\_b.cfm?content=prd\\_concrete\\_hdo](http://www.apawood.org/level_b.cfm?content=prd_concrete_hdo)  
Consulta: 02-04-2013

- ✓ Construpedia, enciclopedia construcción, [Web en línea]  
[www.construmatica.com/construpedia/Acero](http://www.construmatica.com/construpedia/Acero)  
Consulta: 05-04-2013
- ✓ Construpedia, enciclopedia construcción, [Web en línea]  
[www.construmatica.com/construpedia/Encofrado](http://www.construmatica.com/construpedia/Encofrado)  
Consulta: 01-04-2013
- ✓ Construpedia, enciclopedia construcción, [Web en línea]  
[www.construmatica.com/construpedia/Categoría:Instalaciones\\_Elécricas](http://www.construmatica.com/construpedia/Categoría:Instalaciones_El%C3%A9ctricas)  
Consulta: 01-04-2013
- ✓ Construpedia, enciclopedia construcción, [Web en línea]  
[www.construmatica.com/construpedia/Categoría:Instalaciones\\_de\\_Fontanería](http://www.construmatica.com/construpedia/Categoría:Instalaciones_de_Fontaner%C3%ADa)  
Consulta: 01-04-2013
- ✓ Wikipedia, la enciclopedia libre, [Web en línea]  
[es.wikipedia.org/wiki/Acero](http://es.wikipedia.org/wiki/Acero)  
Consulta: 05-04-2013
- ✓ Wikipedia, la enciclopedia libre, [Web en línea].  
[es.wikipedia.org/wiki/Acero\\_de\\_construcción#Construcción\\_civil](http://es.wikipedia.org/wiki/Acero_de_construcci%C3%B3n#Construcci%C3%B3n_civil)  
Consulta: 05-04-2013
- ✓ Wikipedia, la enciclopedia libre, [Web en línea].  
[es.wikipedia.org/wiki/Encofrado](http://es.wikipedia.org/wiki/Encofrado)  
Consulta: 01-04-2013

- ✓ Wikipedia, la enciclopedia libre, [Web en línea].  
[es.wikipedia.org/wiki/Proyecto](http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto)  
Consulta: 20-04-2013
- ✓ Wikipedia, la enciclopedia libre, [Web en línea]  
[es.wikipedia.org/wiki/Acondicionamiento\\_de\\_aire](http://es.wikipedia.org/wiki/Acondicionamiento_de_aire)  
Consulta: 05-04-2013
- ✓ Universidad de Sonora, [Web en línea]  
[tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/5199/Capitulo2.pdf](http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/5199/Capitulo2.pdf)  
Consulta: 20-04-2013
- ✓ Seguros MAPFRE, [Web en línea]  
[www.mapfre.com/ccm/content/documentos/mapfrere/fichero/es/Manual-Riesgos-Construccion-ALOP.pdf](http://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/mapfrere/fichero/es/Manual-Riesgos-Construccion-ALOP.pdf)  
Consulta: 20-04-2013
- ✓ Kioskea – Comunidad Informática, [Web en línea]  
[es.kioskea.net/contents/projet/phase-realisation.php3](http://es.kioskea.net/contents/projet/phase-realisation.php3)  
Consulta: 20-04-2013
- ✓ SciELO – Scientific Electronic Library Online, [Web en Línea]  
[www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2010000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2010000100003&script=sci_arttext)  
Consulta: 20-04-2013

- ✓ Wikipedia, la enciclopedia libre, [Web en línea].  
[es.wikipedia.org/wiki/Proyecto\\_de\\_obra](http://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto_de_obra)  
Consulta: 20-04-2013
- ✓ Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo, [Web en Línea]  
[www.itnuevolaredo.edu.mx/takeyas/Apuntes/Seminario\\_Tesis/Apuntes/Metodologia/Administracion\\_de\\_20Proyectos1.pdf](http://www.itnuevolaredo.edu.mx/takeyas/Apuntes/Seminario_Tesis/Apuntes/Metodologia/Administracion_de_20Proyectos1.pdf)  
Consulta: 20-04-2013
- ✓ Asamblea Legislativa, [Web en Línea]  
[www.asamblea.gob.sv/eparlamento/indice-legislativo/buscador-de-documentos-legislativos/ley-de-incentivos-a-las-empresas-nacioales-de-la-industria-de-la-construccion/archivo\\_documento\\_legislativo](http://www.asamblea.gob.sv/eparlamento/indice-legislativo/buscador-de-documentos-legislativos/ley-de-incentivos-a-las-empresas-nacioales-de-la-industria-de-la-construccion/archivo_documento_legislativo)  
Consulta: 20-04-2013
- ✓ Occupational Safety & Health Administration, [Web en Línea]  
[www.osha.gov/](http://www.osha.gov/)  
Consulta: 01-07-2013
- ✓ Blokitubos S.A. de C.V.  
[www.blokitubos.com/productos.html](http://www.blokitubos.com/productos.html)  
Consulta: 25-05-2013
- ✓ Corinca  
[www.corinca.com/](http://www.corinca.com/)  
Consulta: 20-05-2013

- ✓ COPRESA

[http://www.copresa.com.sv/contenidos/copresa\\_catalogo/catalogo.html](http://www.copresa.com.sv/contenidos/copresa_catalogo/catalogo.html)

Consulta: 15-10-2013

## **PONENCIAS**

- ✓ Álvarez, Francisco

Paredes

El Salvador, Universidad de El Salvador. 2013

- ✓ Mendoza Mejía, Lesly E.

Fundaciones

El Salvador, Universidad de El Salvador. 2013

- ✓ Bonilla Álvarez, Julio Edgardo

Acabados

El Salvador, Universidad de El Salvador. 2013

- ✓ Herrera Coello, Fredy Rolando

Procesos constructivos en viviendas

El Salvador, Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto. 2008

- ✓ Herrera Coello, Fredy Rolando

Los 100 errores en la construcción de edificios de concreto reforzado

El Salvador, Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos. 2012

- ✓ Herrera Coello, Fredy Rolando  
Construcción de sótanos en edificios altos  
El Salvador, Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto. 2010
- ✓ Herrera Coello, Fredy Rolando  
Procesos constructivos de edificios y otras obras civiles  
El Salvador, Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto. 2010
- ✓ Herrera Coello, Fredy Rolando  
Supervisión de edificios y otras obras civiles  
El Salvador, Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto. 2012
- ✓ Herrera Coello, Fredy Rolando  
Planos de construcción  
El Salvador, Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos. 2013

### **TESIS**

- ✓ Noble Gómez, Sergio; et al.  
Manual Técnico de Procesos Constructivos  
San Miguel, El Salvador. Universidad de El Salvador. 2005  
395 p.
- ✓ Sosa Vásquez, Ana Lucrecia  
Dibujo Constructivo como parte del lenguaje arquitectónico  
Guatemala. Universidad de San Carlos. 2005

✓ Alvarado Chorro, Luis Adolfo; et al.

Diseño de elementos estructurales en edificios de concreto reforzado

San Salvador. Universidad de El Salvador. 2004

630 p.

**ANEXOS**

## ANEXOS

### Diseño de encofrados para edificio

#### Anexo 1. Diseño de encofrado para zapatas

##### ZAPATA Z-1

Dimensiones: 1.50m\*1.50m\*0.30m  
h = 0.30m ≈ 1ft

##### Presión Máxima

$$P_{MAX} = 150h = 150 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} * 1\text{ft} = 150 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

$$= 150\text{psf}$$

$$P_{MAX} = 150\text{psf} * 4.89 = 733.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$= 0.734 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

##### Revisión del Plywood (3/4")

Colocando studs @ 75 cm y considerando unitariamente

$$w = 0.734 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} * 1\text{m} = 0.734 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

##### Flexión

$$M_{max} = \frac{wl^2}{9} = \frac{(0.734 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.75\text{m})^2}{9}$$

$$= 0.046 \text{T} \cdot \text{m}$$

$$M_{max} = 4,600 \text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{MC}{I} = \frac{(4,600\text{kg} \cdot \text{cm})(1\text{cm})}{\frac{1}{12}(100\text{cm})(2\text{cm})^3}$$

$$= 69.0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$69.0 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

##### Cortante

$$V_{max} = \frac{5wl}{8} = \frac{5(0.734 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.75\text{m})}{8}$$

$$V_{max} = 0.3441 \text{T} = 344.06 \text{kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(344.06\text{kg})}{2(100\text{cm})(2\text{cm})} = 2.58 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$2.58 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

##### Revisión de refuerzos de 2" x 4" (Studs)

$$w = 0.734 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} * 0.75\text{m} = 0.55 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

##### Flexión

$$M_{max} = \frac{wl^2}{8} = \frac{(0.55 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.30\text{m})^2}{8}$$

$$M_{max} = 0.0061875 \text{T} \cdot \text{m}$$

$$= 618.75 \text{kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{MC}{I} = \frac{(618.75\text{kg} \cdot \text{cm})(5\text{cm})}{\frac{1}{12}(5\text{cm})(10\text{cm})^3}$$

$$F_b = 7.43 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$7.43 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \ll 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

##### Cortante

$$V_{max} = \frac{wl}{2} = \frac{(0.55 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.30\text{m})}{2}$$

$$V_{max} = 0.0825 \text{T} = 82.5 \text{kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(82.5 \text{kg})}{2(5\text{cm})(10\text{cm})} = 2.48 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$2.48 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

##### ZAPATAS Z-2 y Z-3

Dimensiones: 2.50m\*2.50m\*0.45m  
h = 0.45m ≈ 1.50 ft

##### Presión Máxima

$$P_{max} = 150h = 150 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} * 1.50 \text{ft} = 225 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

$$= 225\text{psf}$$

$$P_{\max} = 225 \text{ psf} * 4.89 = 1,100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$= 1.10 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

### **Revisión del Plywood (3/4")**

Colocando studs @ 62.5 cm y considerando unitariamente

$$w = 1.10 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} * 1 \text{ m} = 1.10 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

### **Flexión**

$$M_{\max} = \frac{wl^2}{10} = \frac{(1.10 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.625 \text{ m})^2}{10}$$

$$M_{\max} = 0.04297 \text{ T} \cdot \text{m} = 4,297 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{MC}{I} = \frac{(4,297 \text{ kg} \cdot \text{cm})(1 \text{ cm})}{\frac{1}{12}(100 \text{ cm})(2 \text{ cm})^3}$$

$$F_b = 64.45 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$64.45 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

### **Cortante**

$$V_{\max} = \frac{5wl}{8} = \frac{5(1.10 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.625 \text{ m})}{8}$$

$$V_{\max} = 0.4297 \text{ T} = 429.7 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(429.7 \text{ kg})}{2(100 \text{ cm})(2 \text{ cm})} = 3.22 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$3.22 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

### **Revisión de refuerzos de 2" x 4" (Studs)**

$$w = 1.10 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} * 0.625 \text{ m} = 0.69 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

### **Flexión**

$$M_{\max} = \frac{wl^2}{8} = \frac{(0.69 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.45 \text{ m})^2}{8}$$

$$M_{\max} = 0.01747 \text{ T} \cdot \text{m} = 1,747 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{MC}{I} = \frac{(1,747 \text{ kg} \cdot \text{cm})(5 \text{ cm})}{\frac{1}{12}(5 \text{ cm})(10 \text{ cm})^3}$$

$$F_b = 20.96 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$20.96 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \ll 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

### **Cortante**

$$V_{\max} = \frac{wl}{2} = \frac{(0.69 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.45 \text{ m})}{2}$$

$$V_{\max} = 0.15525 \text{ T} = 155.25 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(155.25 \text{ kg})}{2(5 \text{ cm})(10 \text{ cm})} = 4.66 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$4.66 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

### **Anexo 2. Diseño de encofrado para pedestales**

#### **PEDESTAL P-1**

Dimensiones: 0.45m\*0.45m\*1.20m

h = 1.20m ≈ 3.94 ft

### **Presión Máxima**

De Tabla 36, con  $R = 10 \frac{\text{ft}}{\text{h}}$  y  $T = 90^\circ\text{F}$

$$P_{\max} = 1,150 \text{ psf}$$

$$P_{\max} = 3,000 \text{ psf}$$

$$P_{\max} = 150h = 150 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} * 3.94 \text{ ft} = 591 \text{ psf}$$

$$P_{\min} = 600 \text{ psf (RIGE)}$$

$$P_{\max} = 600 \text{ psf} * 4.89 = 2,934 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\max} = 2.94 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

### **Revisión del Plywood (3/4")**

Colocando 2 studs horizontales @ 40 cm y considerando unitariamente

$$w = 2.94 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} * 1 \text{ m} = 2.94 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

### **Flexión**

$$M_{\max} = \frac{wl^2}{8} = \frac{(2.94 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.40 \text{ m})^2}{8}$$

$$M_{\max} = 0.0588 \text{ T} \cdot \text{m} = 5,880 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{MC}{I} = \frac{(5,880 \text{ kg} \cdot \text{cm})(1 \text{ cm})}{\frac{1}{12}(100 \text{ cm})(2 \text{ cm})^3}$$

$$F_b = 88.2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$88.2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

Cortante

$$V_{\max} = \frac{wl}{2} = \frac{(2.94 \frac{T}{m})(0.40m)}{2}$$

$$V_{\max} = 0.588 T = 588 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(588 \text{ kg})}{2(100\text{cm})(2\text{cm})} = 4.41 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$4.41 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

Revisión de studs de 2" x 4"

Perno @ 60 cms

$$w = 2.94 \frac{T}{m^2} * 0.40m = 1.18 \frac{T}{m}$$

Flexión

$$M_{\max} = \frac{wl^2}{8} = \frac{(1.18 \frac{T}{m})(0.60m)^2}{8}$$

$$M_{\max} = 0.0531T \cdot m = 5,310 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_{\max} = \frac{0.0531T \cdot m}{2 \text{ cuart.}} = 2,655 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{MC}{I} = \frac{(2,655 \text{ kg} \cdot \text{cm})(5\text{cm})}{\frac{1}{12}(5\text{cm})(10\text{cm})^3}$$

$$F_b = 31.86 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$31.86 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

Cortante

$$V_{\max} = \frac{wl}{2} = \frac{(1.18 \frac{T}{m})(0.60m)}{2} = \frac{0.354}{2}$$

$$V_{\max} = 0.177 T = 177 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(177 \text{ kg})}{2(5\text{cm})(10\text{cm})} = 5.31 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$5.31 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

Perno (1")

$$F_{\text{perno}} = \frac{2.94 * 0.60}{2} = 0.882 T$$

$$F_{\text{adm}} = \frac{5.07 * 1512}{1000} = 7.67 T$$

$$7.67 T > 0.882 T \rightarrow \text{¡OK!}$$

Pines (1/2")

$$R_A = 2.94 * 0.45 = 1.323 T \rightarrow 3 N^{\circ}4$$

$$F_{\text{adm}} = \frac{3 * 1.27 * 1.512}{1000} = 5.76 T$$

$$5.76 T > 1.323 T \rightarrow \text{¡OK!}$$

PEDESTALES P-2 y P-3

Dimensiones: 0.65m\*0.65m\*1.05m

h = 1.05m ≈ 3.45 ft

Presión MáximaDe Tabla 36, con R = 10  $\frac{\text{ft}}{\text{h}}$  y T = 90°F

$$P_{\max} = 1,150 \text{ psf}$$

$$P_{\max} = 3,000 \text{ psf}$$

$$P_{\max} = 150h = 150 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} * 3.45 \text{ ft} = 518 \text{ psf}$$

$$P_{\min} = 600 \text{ psf (RIGE)}$$

$$P_{\max} = 600 \text{ psf} * 4.89 = 2,934 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\max} = 2.94 \frac{T}{\text{m}^2}$$

Revisión del Plywood (3/4")

Colocando studs @ 40 cm y considerando unitariamente

$$w = 2.94 \frac{T}{\text{m}^2} * 1\text{m} = 2.94 \frac{T}{\text{m}}$$

Flexión

$$M_{\max} = \frac{wl^2}{8} = \frac{(2.94 \frac{T}{m})(0.40m)^2}{8}$$

$$M_{\max} = 0.0588 T \cdot m = 5,880 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{MC}{I} = \frac{(5,880 \text{ kg} \cdot \text{cm})(1\text{cm})}{\frac{1}{12}(100\text{cm})(2\text{cm})^3}$$

$$F_b = 88.2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$88.2 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

Cortante

$$V_{\max} = \frac{wl}{2} = \frac{(2.94 \frac{T}{m})(0.40m)}{2}$$

$$V_{\max} = 0.588 T = 588 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(588 \text{ kg})}{2(100\text{cm})(2\text{cm})} = 4.41 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$4.41 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

Revisión de studs de 2" x 4"

Pernos @ 80 cms

$$w = 2.94 \frac{T}{\text{m}^2} * 0.40m = 1.18 \frac{T}{\text{m}}$$

Flexión

$$M_{\max} = \frac{wl^2}{8} = \frac{(1.18 \frac{T}{m})(0.8m)^2}{8}$$

$$M_{\max} = \frac{0.0944}{2 \text{ cuart.}}$$

$$M_{\max} = 0.0472 T \cdot m = 4,720 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{MC}{I} = \frac{(4,720 \text{ kg} \cdot \text{cm})(5\text{cm})}{\frac{1}{12}(5\text{cm})(10\text{cm})^3}$$

$$F_b = 56.64 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$56.64 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

Cortante

$$V_{\max} = \frac{wl}{2} = \frac{(1.18 \frac{T}{m})(0.80m)}{2} = \frac{0.472}{2 \text{ cuart.}}$$

$$V_{\max} = 0.236 T = 236 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(236 \text{ kg})}{2(5\text{cm})(10\text{cm})} = 7.08 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$7.08 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

Perno (1")

$$F_{\text{perno}} = \frac{2.94 * 0.80}{2} = 1.18 T$$

$$F_{\text{adm}} = \frac{5.07 * 1512}{1000} = 7.67 T$$

$$7.67 T > 1.18 T \rightarrow \text{¡ OK!}$$

Pines (1/2")

$$R_A = 2.94 * 0.45 = 1.323 T \rightarrow 3 N^{\circ}4$$

$$F_{\text{adm}} = \frac{3 * 1.27 * 1.512}{1000} = 5.76 T$$

$$5.76 T > 1.323 T \rightarrow \text{¡ OK!}$$

**Anexo 3. Diseño de encofrado de madera para columnas****COLUMNA C-1****ENCOFRADO DE MADERA**

Dimensiones: 0.40m\*0.40m\*3.50m

h = 3.10m ≈ 11.48 ft

**Presión Máxima**De Tabla 36, con R = 10  $\frac{\text{ft}}{\text{h}}$  y T = 90°F

$$P_{\max} = 1,150 \text{ psf (RIGE)}$$

$$P_{\max} = 3,000 \text{ psf}$$

$$P_{\max} = 150h = 150 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} * 10.20 \text{ ft}$$

$$= 1,722 \text{ psf}$$

$$P_{\max} = 1,150 \text{ psf} * 4.89 = 5,623.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\max} = 5.63 \frac{T}{\text{m}^2}$$

**Revisión del Plywood (3/4")**

Colocando studs @ 20 cm y considerando unitariamente

$$w = 5.63 \frac{T}{\text{m}^2} * 1\text{m} = 5.63 \frac{T}{\text{m}}$$

Flexión

$$M_{\max} = \frac{wl^2}{9} = \frac{(5.63 \frac{T}{\text{m}})(0.20\text{m})^2}{9}$$

$$= 0.02502 T \cdot \text{m}$$

$$= 2,502 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$M_{\max} = 0.02502 T \cdot \text{m} = 2,502 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{MC}{I} = \frac{(2,502 \text{ kg} \cdot \text{cm})(1\text{cm})}{\frac{1}{12}(100\text{cm})(2\text{cm})^3}$$

$$F_b = 37.53 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$37.53 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

Cortante

$$V_{\max} = \frac{5wl}{8} = \frac{(5)(5.63 \frac{T}{\text{m}})(0.20\text{m})}{8}$$

$$= 0.70375 T$$

$$V_{\max} = 703.75 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(703.75 \text{ kg})}{2(100\text{cm})(2\text{cm})} = 5.28 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$5.28 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

### Revisión de los Studs (Cuartones 2" x 4")

Wales @ 50 cm

$$w = 5.63 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} * 0.20\text{m} = 1.13 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

Flexión

$$M_{\text{max}} = \frac{wl^2}{10} = \frac{(1.13 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.50\text{m})^2}{10}$$

$$M_{\text{max}} = 0.02825 \text{ T} \cdot \text{m} = 2825 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{MC}{I} = \frac{(2825 \text{ kg} \cdot \text{cm})(5\text{cm})}{\frac{1}{12}(5\text{cm})(10\text{cm})^3}$$

$$F_b = 33.9 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$33.9 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

Cortante

$$V_{\text{max}} = \frac{wl}{2} = \frac{(1.13 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.5\text{m})}{2} = 0.2825 \text{ T}$$

$$V_{\text{max}} = 282.5 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(282.5 \text{ kg})}{2(5\text{cm})(10\text{cm})} = 8.48 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$8.48 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

### Revisión de Wales (cuartón 4"x4")

Pernos @ 80cms

$$w = 5.63 * 0.5 = 2.62 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

Flexión

$$M_{\text{max}} = \frac{2.82(0.8)^2}{8} = 0.2256$$

$$M_{\text{max}} = \frac{0.2256}{2 \text{ studs}} = 11,280 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{(11,280)(5)}{\frac{1}{12}(10)(10^3)} = 67.68 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$67.68 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

Cortante

$$V_{\text{max}} = \frac{(2.82)(0.8)}{2} = \frac{1.13}{2 \text{ cuart.}} \text{ T} = 0.57$$

$$V_{\text{max}} = 570 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3(570 \text{ kg})}{2(10\text{cm})(10\text{cm})} = 8.55 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$8.55 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

Perno (1")

$$F_{\text{adm}} = \frac{5.07 * 1512}{1000} = 7.67 \text{ T}$$

$$F_{\text{perno}} = \frac{5.63 * 0.8}{2} = 2.252 \text{ T}$$

$$2.252 \text{ T} < 7.67 \text{ T} \rightarrow \text{¡OK!}$$

Pin (1/2")

$$R_A = 5.63 * 0.4 = 2.25 \text{ ton} \rightarrow 3 \text{ N}^\circ 4$$

$$F_{\text{adm}} = \frac{3 * 1.27 * 1512}{1000} = 5.76 \text{ ton}$$

$$5.76 \text{ ton} > 2.25 \text{ ton} \rightarrow \text{¡OK!}$$

### COLUMNAS C2 Y C3

#### ENCOFRADO DE MADERA

$$H = 2.8 \text{ m} \approx 9.19 \text{ ft}$$

De Tabla 36, con  $R = 10 \frac{\text{ft}}{\text{h}}$  y  $T = 90^\circ\text{F}$

$$P_{\text{max}} = 1,150 \text{ psf (RIGE)}$$

$$P_{\text{max}} = 3,000 \text{ psf}$$

$$P_{\text{max}} = 150h = 150 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^2} * 9.19 \text{ ft} = 1,378 \text{ psf}$$

$$P_{\text{max}} = 1,150 \text{ psf} * 4.89 = 5,623.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\text{max}} = 5.63 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

### Revisión del Plywood (3/4")

Colocando studs @ 30 cm y considerando unitariamente

$$w = 5.63 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} * 1\text{m} = 5.63 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

Flexión

$$M_{\text{max}} = \frac{wl^2}{9} = \frac{(5.63 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.30\text{m})^2}{9}$$

$$= 0.0563 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{max}} = 5,630 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{MC}{I} = \frac{(5,630 \text{ kg} \cdot \text{cm})(1\text{cm})}{\frac{1}{12}(100\text{cm})(2\text{cm})^3}$$

$$F_b = 84.45 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$84.45 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

#### Cortante

$$V_{\max} = \frac{5wl}{8} = \frac{(5)(5.63 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.20\text{m})}{8}$$

$$= 0.70375 \text{ T} = 703.75 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(703.75 \text{ kg})}{2(100\text{cm})(2\text{cm})} = 5.28 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$5.28 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

#### Revisión de los Studs (Cuartones 2" x 4")

Colocando wales @ 40 cm

$$w = 5.63 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} * 0.30\text{m} = 1.69 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

#### Flexión

$$M_{\max} = \frac{(1.69 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.40\text{m})^2}{10}$$

$$= 0.02704 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max} = 2704 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{(2704 \text{ kg} \cdot \text{cm})(5\text{cm})}{\frac{1}{12}(5\text{cm})(10\text{cm})^3} = 32.45 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$32.45 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

#### Cortante

$$V_{\max} = \frac{wl}{2} = \frac{(1.69 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.4\text{m})}{2} = 0.338 \text{ T}$$

$$= 338 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(338 \text{ kg})}{2(5\text{cm})(10\text{cm})} = 10.14 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$10.14 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \approx 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{ACEPTABLE}$$

#### Revisión de wales (cuartón 4"x4")

Pernos @ 90cms

$$w = 5.63 * 0.4 = 2.252 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

#### Flexión

$$M_{\max} = \frac{2.252(0.9)^2}{8} = 0.228015$$

$$M_{\max} = \frac{0.228015}{2 \text{ studs}} = 11,401 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{(11,401)(5)}{1/12(10)(10^3)} = 68.41 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

$$68.41 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

#### Cortante

$$V_{\max} = \frac{(2.252)(0.9)}{2} = \frac{1.0134}{2 \text{ cuart.}} \text{ T}$$

$$V_{\max} = 0.5067 \text{ T} = 506.7 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3(506.7 \text{ kg})}{2(10\text{cm})(10\text{cm})} = 7.60 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$7.60 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

#### Perno (1")

$$F_{\text{adm}} = \frac{5.07 * 1512}{1000} = 7.67 \text{ T}$$

$$F_{\text{perno}} = \frac{5.63 * 0.9}{2} = 2.534\text{T}$$

$$2.534\text{T} < 7.67 \text{ T} \rightarrow \text{¡OK!}$$

#### Pin (1/2")

$$R_A = 5.63 * 0.6 = 3.38 \text{ ton}$$

$$F_{\text{adm}} = \frac{3 * 1.27 * 1512}{1000} = 5.76 \text{ ton}$$

$$5.76 \text{ ton} > 3.38 \text{ ton} \rightarrow \text{¡OK!}$$

#### Anexo 4. Diseño de encofrado metálico para columnas

##### COLUMNA C1 ENCOFRADO METÁLICO

Dimensiones: 40x40x310 cm

H = 310cm ≈ 10.17 ft

Materiales:

- Plyform 3/4"
- Studs vigas metálicas W6x9
- Wales C6x13
- Perno 1"
- Pin 5/8"

De Tabla 36, para R=10 ft/h y T=90°

$P_{\max} = 1150$  psf (RIGE)

$P_{\max} = 3000$  psf

$P_{\max} = \gamma h = 150 * 10.17 = 1525.6$  psf

$P_{\max} = 1150$  psf \* 4.89 = 5.62 T/m<sup>2</sup>

##### Plywood (3/4")

Studs @40 cms

l = 40 - 2(10) = 20 cms

$w = 5.62 \frac{T}{m^2} \cdot 1m = 5.62 \frac{T}{m}$

##### Flexión

$M_{\max} = \frac{5.62 * (0.20)^2}{8} = 0.0281 T \cdot m$

$F_b = \frac{(0.0281 \times 10^5)(1)}{1/12 * (100)(2)^3} = 42.15 \frac{kg}{cm^2}$

$42.15 \frac{kg}{cm^2} < 95 \frac{kg}{cm^2} \rightarrow i$  OK!

##### Cortante

$V = \frac{5.62 * 0.20}{2} = 0.562$  ton

$F_v = \frac{3 * 0.562 * 1000}{2 * 100 * 2} = 4.22 \frac{kg}{cm^2}$

$4.22 \frac{kg}{cm^2} < \frac{10kg}{cm^2} \rightarrow i$  OK!

##### Revisión Stud (viga w6x9)

- Ambas vigas soportan la misma carga
- Tomando la presión como uniformemente distribuida

Para w6x9:

$S_x = 5.56$  in<sup>3</sup> = 91.11 cm<sup>3</sup>

$A = 2.68$  in<sup>2</sup> = 17.29 cm<sup>2</sup>

$w = 5.62 * 0.2 = 1.12 T/m$

##### Flexión

$M_{\max} = \frac{(1.12)(2)^2}{8} = 0.56 T \cdot m$

$F_b = \frac{0.56 \times 10^5}{91.11} = 616.84 \frac{kg}{cm^2}$

$616.84 \frac{kg}{cm^2} < 1512 \frac{kg}{cm^2} \rightarrow i$  OK!

##### Cortante

$V = \frac{1.12 * 2}{2} = 1.12$  Ton

$F_v = \frac{3 * 1.12 * 1000}{2 * 17.29} = 97.51 \frac{kg}{cm^2}$

$97.51 \frac{kg}{cm^2} \ll 1400 \frac{kg}{cm^2} \rightarrow i$  OK!

##### Revisión wale (2C6x13)

$2S_x = 2 * 5.80 = 11.6$  in<sup>3</sup> = 190.09 cm<sup>3</sup>

$A = 3.83 * 2.54^2 = 24.71$  cm<sup>2</sup>

$2A = 2 * 24.71 = 49.42$  cm<sup>2</sup>

$\sum M_A = 0$

$(5.62)(3.1) \left(\frac{3.1}{2}\right) - 2R_B = 0$

$R_B = 13.50 T/m$

$\sum F_y = 0$

$13.50 + R_A - (5.62)(3.1) = 0$

$R_A = 3.92 T/m$

##### Flexión

$M_{\max} = \frac{(13.5)(0.4)^2}{8} = 0.27 T \cdot m$

$F_b = \frac{0.27 \times 10^5}{190.09} = 142.04 \frac{kg}{cm^2}$

$142.04 \frac{kg}{cm^2} \ll 1512 \frac{kg}{cm^2} \rightarrow i$  OK!

Cortante

$$V = \frac{13.5 * 0.4}{2} = 2.7 \text{ Ton}$$

$$F_v = \frac{3 * 2.7 * 1000}{2 * 49.42} = 81.95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$81.95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \ll 1400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK}$$

Revisión de perno (1")

$$F = 5.62 \text{ Ton}$$

Capacidad del perno de 1"

$$T = A * 1512 = 5.06 * 1512 = 7650 \text{ kg}$$

$$7.65 \text{ Ton} > 5.62 \text{ Ton} \rightarrow \text{OK}$$

Revisión de pin

$$\text{Pin} = R_A * 0.4 = 3.94 * 0.4 = 1.57 \text{ Ton}$$

$$\text{Resistencia} = 3 N^{\circ}4 = 3 * 1.27 = 3.81 \text{ Ton}$$

$$3.81 \text{ Ton} > 1.57 \text{ Ton} \rightarrow \text{OK}$$

COLUMNA C 2 Y C 3ENCOFRADO METÁLICO

Dimensiones: 60x60x280 cm

$$H = 280 \text{ cm} \approx 9.20 \text{ ft}$$

- Plyform 3/4"
- Studs vigas metálicas w6x9
- Wales C6x13
- Perno 1"
- Pin 5/8"

Presión máxima

$$\text{De Tabla 36, para } R = \frac{10 \text{ ft}}{h} \text{ y } T = 90^{\circ}:$$

$$P_{\text{max}} = 1150 \text{ psf (RIGE)}$$

$$P_{\text{max}} = 3000 \text{ psf}$$

$$P_{\text{max}} = \gamma h = 150 * 9.20 = 1378 \text{ psf}$$

$$P_{\text{max}} = 1150 \text{ psf} * 4.89$$

$$P_{\text{max}} = 5.62 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

Plywood (3/4")

Studs @30 cms

$$l = \frac{60 - 3(10)}{2} = 15 \text{ cms}$$

Flexión

$$M_{\text{max}} = \frac{5.62 * (0.15)^2}{9} = 0.0141 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$F_b = \frac{(0.0141 * 10^5)(1)}{1/12 * (100)(2)^3} = 21.1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$21.1 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK!}$$

Cortante

$$V = \frac{5 * 5.62 * 0.15}{8} = 0.527 \text{ ton}$$

$$F_v = \frac{3 * 0.527 * 1000}{2 * 100 * 2} = 3.95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$3.95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < \frac{10 \text{ kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK!}$$

Revisión stud viga w6x9

- Tomando la viga central por ser la más desfavorable
- Tomando la presión como uniformemente distribuida

Para w6x9:

$$S_x = 5.56 \text{ in}^3 = 91.11 \text{ cm}^3$$

$$A = 2.68 \text{ in}^2 = 17.29 \text{ cm}^2$$

$$w = 5.62 * 0.3 = 1.69 \text{ T/m}$$

Flexión

$$M_{\text{max}} = \frac{(1.69)(2)^2}{8} = 0.85 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$F_b = \frac{0.85 * 10^5}{91.11} = 927 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$927 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 1512 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK!}$$

Cortante

$$V = \frac{1.69 * 2}{2} = 1.69 \text{ Ton}$$

$$F_v = \frac{3 * 1.69 * 1000}{2 * 17.29} = 146.66 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$146.66 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \ll 1400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK!}$$

Revisión wale (2C6x13)

$$2S_x = 2 * 5.80 = 11.6 \text{ in}^3 = 190.09 \text{ cm}^3$$

$$A = 3.83 * 2.54^2 = 24.71 \text{ cm}^2$$

$$2A = 2 * 24.71 = 49.42 \text{ cm}^2$$

$$\sum M_A = 0 \rightarrow (5.62)(2.3)(1.4) - 2R_B = 0$$

$$R_B = 11.02 \text{ T/m}$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow 11.02 + R_A - (5.62)(2.8) = 0$$

$$R_A = 4.72 \text{ T/m}$$

Flexión

$$M_{\max} = \frac{(11.02)(0.6)^2}{8} = 0.50 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$F_b = \frac{0.5 \times 10^5}{190.09} = 260.88 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$260.88 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \ll 1512 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK!}$$

Cortante

$$V = \frac{11.02 * 0.6}{2} = 3.31 \text{ Ton}$$

$$F_v = \frac{3 * 3.31 * 1000}{2 * 49.42} = 100.47 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$100.47 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \ll 1400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK!}$$

Revisión de perno (1")

Perno (1")

F=5.62 Ton

Capacidad del perno de 1"

$$T = A * 1512 = 5.06 * 1512 = 7650 \text{ kg}$$

7.65 Ton &gt; 5.62 Ton → OK!

Revisión de pin

$$\text{Pin} = R_A * 0.6 = 4.72 * 0.6 = 2.83 \text{ Ton}$$

$$\text{Resistencia} = 3 N^{\circ}4 = 3 * 1.27$$

$$= 3.81 \text{ Ton}$$

3.81 Ton &gt; 2.83 Ton → OK!

**Anexo 5. Diseño de encofrado para losa densa****LOSA DENSA****ENCOFRADO METÁLICO**

$$V_1 = 70 \times 40$$

$$V_2 = 40 \times 40$$

$$V_3 = 50 \times 25$$

$$\text{Peso losa} = 0.185 \text{ m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$= 444 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Peso encofrado promedio} = 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Carga viva} = 254 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$w = \text{peso losa} + \text{peso encofrado} + \text{carga viva}$$

$$w = 444 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 254 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$= 728 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$w = 0.73 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

**Revisión del Plywood (3/4")**

Studs @ 60 cms

Flexión

$$M_{\max} = \frac{wl^2}{10} = \frac{(0.73 \frac{\text{T}}{\text{m}})(0.60\text{m})^2}{10}$$

$$= 0.02628 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max} = 2,628 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{MC}{I} = \frac{(2,628 \text{ kg} \cdot \text{cm})(1\text{cm})}{\frac{1}{12}(100\text{cm})(2\text{cm})^3}$$

$$= 39.42 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$39.42 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK!}$$

Cortante

$$V_{\max} = \frac{wl}{2} = \frac{(0.73)(0.6 \text{ m})}{2} = 0.219 \text{ T}$$

$$V_{\max} = 219.0 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3(219.0\text{kg})}{2(100\text{cm})(2\text{cm})} = 1.64 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$1.64 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK!}$$

**Revisión de los Studs (w6x9)**

Wales @ 1.20 m

Para w6x9:

$$S_x = 91.11 \text{ cm}^3$$

$$A = 17.29 \text{ cm}^2$$

$$w = 0.73 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} * 0.60 \text{ m} = 0.438 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

**Flexión**

$$M_{\max} = \frac{(0.438 \frac{\text{T}}{\text{m}})(1.20 \text{ m})^2}{10} \\ = 0.063072 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max} = 6,307.2 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{(6,307.2 \text{ kg} \cdot \text{cm})}{91.11 \text{ cm}^3} = 69.23 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$69.23 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \ll 1512 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

**Cortante**

$$V_{\max} = \frac{wl}{2} = \frac{(0.438 \frac{\text{T}}{\text{m}})(1.2 \text{ m})}{2}$$

$$V_{\max} = 0.2628 \text{ T} = 262.8 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{V}{A} = \frac{(262.8 \text{ kg})}{17.29 \text{ cm}^2} = 15.20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$15.20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \ll 1400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

**Revisión de wales (w6x9)**

Puntales @ 2.20 m

Para w6x9:

$$S_x = 91.11 \text{ cm}^3$$

$$A = 17.29 \text{ cm}^2$$

$$w = 0.73 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} * 1.20 \text{ m} = 0.876 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

**Flexión**

$$M_{\max} = \frac{(0.876 \frac{\text{T}}{\text{m}})(2.20 \text{ m})^2}{10} \\ = 0.0423984 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max} = 42,398.4 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{(42,398.4 \text{ kg} \cdot \text{cm})}{91.11 \text{ cm}^3} = 465.35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$465.35 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 1512 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

**Cortante**

$$V_{\max} = \frac{wl}{2} = \frac{(0.876 \frac{\text{T}}{\text{m}})(2.2 \text{ m})}{2}$$

$$V_{\max} = 0.9636 \text{ T} = 963.6 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{V}{A} = \frac{(963.6 \text{ kg})}{17.29 \text{ cm}^2} = 55.73 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$55.73 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \ll 1400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

**Revisión puntales (1 1/2" x 1/8")**

$$A = \pi dt = 3.1416 * 3.81 * 0.3175 \\ = 3.80 \text{ cm}^2$$

$$r = \frac{d + (d - t)}{2} = \frac{3.81 + (3.81 - 0.3175)}{2} \\ = 3.65 \text{ cm}$$

$$k=1$$

$$\frac{kl}{r} = \frac{1 * 180}{3.65} = 49.3 \approx 49 \rightarrow F_a$$

$$= 1298.9 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$P_a = F_a A = 1298.9 * 3.80 = 4,935.82 \text{ kg}$$

Carga en el puntal

$$P = \frac{0.73 * 2.2}{2} = 0.803 \text{ T} = 803 \text{ kg}$$

$$803 \text{ kg} < 4,935.82 \text{ kg} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

## Anexo 6. Diseño de encofrado para viga

### VIGA

#### Peso total de la losa

Espesor=18.5 cms

$$\begin{aligned} \text{Peso losa} &= 0.185 \text{ m} * 2,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ &= 444 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

$$\text{Peso promedio de encofrado} = 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_D = 474 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_L = 254 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_D + W_L = 474 + 254 = 728 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Carga de losa} = 728 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 8\text{m} = 5,824 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga de viga} = 0.4 * 0.515 * 2400$$

$$\text{Carga de viga} = 494.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_T = 5824 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 494.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 6,318.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

#### Revisión de asiento (1"x40 cms)

$$M_{\max} = \frac{W_T \cdot l_1^2}{10} = \frac{6318.4 * (0.25)^2}{10}$$

$$M_{\max} = 39.49 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

#### Flexión

$$F_b = \frac{M_{\max} \cdot c}{I} = \frac{39.49 \times 10^2 \cdot (1.25)}{\frac{1}{12} (40)(2.5)^3}$$

$$F_b = 94.78 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$94.78 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK}$$

#### Cortante

$$V_{\max} = \frac{W_T \cdot l_1}{2} = \frac{6318.4 \cdot 0.25}{2}$$

$$V_{\max} = 789.8 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3 V_{\max}}{2 A} = \frac{3 * 789.8}{2 * 40 * 2.5} = 11.85 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$11.85 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} > 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Es aceptable ya que no sobrepasa el

$$1.2F_{v1} = 10 * 1.2 = 12 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

#### Revisión del joist 4"x4" que sostiene el asiento

Considerando joist @25 cm

$$W_1 = 6,318.4 * 0.25 = 1,579.6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}}$$

#### Flexión

$$M_{\max} = \frac{1579.6 * (0.9)^2}{8} = 159.93 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$F_b = \frac{M_{\max} \cdot c}{I} = \frac{159.93 \times 10^2 \cdot (5)}{\frac{1}{12} (10)(10)^3}$$

$$F_b = 95.96 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$95.96 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} > 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{ACEPTABLE}$$

#### Cortante

$$V_{\max} = \frac{W_1 \cdot l_2}{2} = \frac{1579.6 \cdot 0.9}{2} = 710.82 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3 V_{\max}}{2 A} = \frac{3 * 710.82}{2 * 10 * 10} = 10.66 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$11.85 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} > 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Es aceptable ya que no sobrepasa el

$$1.2F_{v1} = 10 * 1.2 = 12 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

#### Revisión de viga metálica (w6x9)

Puntales @ 2.20 m

Para w6x9:

$$S_x = 91.11 \text{ cm}^3$$

$$A = 17.29 \text{ cm}^2$$

#### Flexión

$$M_{\max} = \frac{(2.25 \frac{\text{T}}{\text{m}})(2.20\text{m})^2}{8} = \frac{1.36125}{2 \text{ vigas}}$$

$$M_{\max} = 0.68063 \text{ T} \cdot \text{m} = 68,063 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{(68,063 \text{ kg} \cdot \text{cm})}{91.11 \text{ cm}^3} = 747.04 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}!$$

$$747.04 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 1512 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

Cortante

$$V_{\max} = \frac{wl}{2} = \frac{(2.25 \frac{\text{T}}{\text{m}})(2.2 \text{ m})}{2} = \frac{2.4752}{2 \text{ vigas}}$$

$$V_{\max} = 1.2375 \text{ T} = 1238 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{V}{A} = \frac{(1238 \text{ kg})}{17.29 \text{ cm}^2} = 71.57 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$71.57 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \ll 1400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

**Revisión marco metálico (1 ½" x 1/8")**

$$P_{\text{adm}} = 1298.9 * 3.8 = 4,935.82 \text{ kg}$$

Carga en el puntal

$$CP = \frac{2.25 * 2.2}{2} = 2.475 \text{ T} = 2,475 \text{ kg}$$

$$2,475 \text{ kg} < 3,845 \text{ kg} \rightarrow \text{¡ OK!}$$

Tabla 42. Materiales para encofrado de elementos estructurales de edificio	
Elemento	Materiales
Zapatas Z-1, Z-2 y Z-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plywood de ¾" de espesor</li> <li>- Cuartón 2" x 4"</li> </ul>
Pedestales P-1, P-2 y P-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plywood de ¾" de espesor</li> <li>- Cuartón 2" x 4"</li> <li>- Perno de 1"</li> <li>- Pines de ½"</li> </ul>
Columnas (Encofrado de madera) C-1, C-2 y C-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plywood de ¾" de espesor</li> <li>- Studs: Cuartón 2" x 4"</li> <li>- Wales: Cuartón 4" x 4"</li> <li>- Perno de 1"</li> <li>- Pines de varilla de 5/8"</li> </ul>
Columnas (Encofrado metálico) C-1, C-2 y C-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plywood de ¾" de espesor</li> <li>- Studs: viga metálica w6x9</li> <li>- Wales: C6x13</li> <li>- Perno de 1"</li> <li>- Pines de varilla de 5/8"</li> </ul>
Losa densa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plywood de ¾" de espesor</li> <li>- Studs: viga metálica w6x9</li> <li>- Wales: viga metálica w6x9</li> <li>- Marco estructural de 1 ½" x 1/8"</li> </ul>
Viga	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plywood de 1" de espesor</li> <li>- Joist: Cuartones 4" x 4"</li> <li>- Viga metálica w6x9</li> <li>- Marco estructural de 1 ½" x 1/8"</li> </ul>

## Diseño de encofrados para puente

### Anexo 7. Diseño de encofrado para pared de estribo

#### PARED DE ESTRIBO

$$f'_c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Dimensiones: 0.80x1.20x6.0 m

Volumen = A · L

$$\text{Volumen} = \left[ (1.20 * 6) - \left( \frac{0.4 * 6}{2} \right) \right] * 10$$

$$\text{Volumen} = 60 \text{ m}^3$$

#### Presión máxima

$$\text{Velocidad de colado} \rightarrow R = 10 \frac{\text{pie}}{\text{h}}$$

$$T = 90^\circ \text{ F}$$

De Tabla 37  $\rightarrow P_{\text{max}} = 943 \text{ PSF} \rightarrow \text{RIGE}$

$$P_{\text{max}} = 2000 \text{ PSF}$$

$$P_{\text{max}} = \gamma h = (150)(19.69) \\ = 2952.75 \text{ PSF}$$

#### Revisión del Plywood (1")

Studs @ 40 cm

$$w = 4.62 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} * 1 \text{ m} = 4.62 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

#### Flexión

$$M_{\text{max}} = \frac{4.62 * (0.4)^2}{10} = 0.004158 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{max}} = 4158 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{7392 * 1.25}{\frac{1}{12} * 100 * (2.5)^3} = 70.96 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$70.96 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

#### Cortante

$$V_{\text{max}} = 0.6 w l = 0.6 * 0.62 * 0.4$$

$$V_{\text{max}} = 1.1088 \text{ T} = 1108.8 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3V}{2A} = \frac{3 * 1108.8}{2 * 100 * 2.5} = 6.65 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$6.65 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

#### Deflexión

Para vigas con claros menores a 34" (85 cm):

$$\delta_{\text{max}} = \frac{1}{8} \text{ " } = 0.3175 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{max}} = \frac{0.0069 w l^4}{EI}$$

$$\delta_{\text{max}} = \frac{0.0069 * \frac{4.62 * 10^3}{100} * (40)^4}{90000 * \frac{1}{12} * 100 * (2.5)^3}$$

$$\delta_{\text{max}} = 0.0696 \text{ cm}$$

$$0.0696 \text{ cm} < 0.3175 \text{ cm} \rightarrow \text{¡OK!}$$

#### Revisión de Stud (W6x9)

Wale @ 1.20 m

Para W6x9:

$$A = 2.68 \text{ pulg}^2$$

$$S_x = 5.56 \text{ pulg}^3$$

$$w = 4.62 * 0.4 = 1.85 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

#### Flexión

$$M_{\text{max}} = \frac{w l^2}{10} = \frac{1.85 * (1.2)^2}{10} = 0.27 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{max}} = 26,640 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{M_{\text{max}}}{S_x} = \frac{26,640}{5.56 * (2.54)^3}$$

$$F_b = 292.39 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$292.39 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 1,512 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

#### Cortante

$$V = \frac{w l}{2} = \frac{1.85 * 1.2}{2} = 1.11 \text{ T} = 1,110 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{V}{A} = \frac{1,110}{2.68 * (2.54)^2} = 64.20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$64.20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 1,400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

**Revisión de wales (2 C6x13)**

Pernos @ 1.20 m

Para 2 C6x13:

$$A = 2 * 3.83 = 7.66 \text{ pulg}^2$$

$$S_x = 2 * 5.80 = 11.60 \text{ pulg}^3$$

$$w = 4.62 * 1.2 = 5.54 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

**Flexión**

$$M_{\max} = \frac{wl^2}{10} = \frac{5.54 * (1.2)^2}{10} = 0.797 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max} = 79,776 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{M_{\max}}{S_x} = \frac{79,776}{11.6 * (2.54)^3}$$

$$F_b = 419.68 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$419.68 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 1,512 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{i OK!}$$

**Cortante**

$$V = \frac{wl}{2} = \frac{5.54 * 1.2}{2} = 3.32 \text{ T} = 3,324 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{V}{A} = \frac{3,324}{7.66 * (2.54)^2} = 67.26 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$67.26 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 1,400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{i OK!}$$

**Revisión de perno(1")**

$$A = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$F_{\text{adm}} = A \cdot \sigma_v = 5.07 * \frac{1,400}{1,000} = 7.1 \text{ T}$$

$$F_p = 1.20 * 1.20 * 4.62 = 6.65 \text{ T}$$

$$6.65 \text{ T} < 7.1 \text{ T} \rightarrow \text{i OK!}$$

**Revisión de pin (1/2") @50 cm**

$$F_{\text{adm}} = A \cdot \sigma_v = \frac{(0.5 * 2.54)^2 \pi}{4} * \frac{1,400}{1,000} = 1.77 \text{ T}$$

$$F_p = 4.62 * 0.5 * \frac{1.2}{2} = 1.39 \text{ T}$$

$$1.39 \text{ T} < 1.77 \text{ T} \rightarrow \text{i OK!}$$

**Anexo 8. Diseño de encofrado para losa****LOSA**

$$f'_c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\gamma_c = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso losa} = e \cdot \gamma_c = 0.2 * 2400 = 480 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Según ACI 347, considerando que se cuenta con carga viva + carga muerta y peso adicional por maquinaria:

$$\text{Carga viva} = 610 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Peso losa} + \text{Carga viva} = 480 + 610$$

$$\text{Peso losa} + \text{Carga viva} = 1090 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Peso losa} + \text{Carga viva} = 1.09 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}$$

$$w = 1.09 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} * 1 \text{ m} = 1.09 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

**Revisión de plywood (1")**

Stud @ 40 cm

**Flexión**

$$M_{\max} = \frac{1.09 * (0.4)^2}{10} = 0.017 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max} = 1,744 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{1,744 * 1.25}{12 * 100 * (2.5)^3} = 16.74 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$16.74 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{i OK!}$$

**Cortante**

$$V = \frac{1.09 * 0.4}{2} = 0.218 \text{ T} = 218 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{3 * 218}{2 * 100 * 2.5} = 1.31 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$1.31 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{i OK!}$$

**Deflexión**

Para vigas con claros menores a 34" (85 cm):

$$\delta_{\max p} = \frac{1}{8}'' = 0.3175 \text{ cm}$$

$$\delta_{\max} = \frac{0.0069w^4}{EI}$$

$$\delta_{\max} = \frac{0.0069 * \frac{1.09 \times 10^3}{100} * (40)^4}{90000 * \frac{1}{12} * 100 * (2.5)^3}$$

$$\delta_{\max} = 0.0164 \text{ cm}$$

0.0164 cm < 0.3175 cm → ¡OK!

**Revisión de stud (cuartón 4"x4")**

Con ángulo @ 1.60 m

$$w = 1.09 * 0.4 = 0.436 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

**Flexión**

$$M_{\max} = \frac{0.436 * (1.60)^2}{10} = 0.111 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max} = 11,161.6 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{11,161.6 * 5}{\frac{1}{12} * 10 * (10)^3} = 66.97 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$66.97 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

**Cortante**

$$V = \frac{0.436 * 1.6}{2} = 0.3488 \text{ T} = 348.8 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{348.8 * 3}{2 * 10 * 10} = 5.23 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$5.23 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

**Revisión de ángulo (2"x2"x1/4")**

Pernos @0.50 m

Para ángulo 2"x2"x1/4":

$$A = 0.938 \text{ pulg}^2$$

$$S_x = 0.247 \text{ pulg}^3$$

$$w = 1.09 * 1.60 = 1.75 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

**Flexión**

$$M_{\max} = \frac{1.75 * (0.50)^2}{10} = 0.04 \text{ T} \cdot \text{m}$$

$$M_{\max} = 4,375 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$F_b = \frac{4,375}{0.247 * (2.54)^3} = 1,080.89 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$1,080.89 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 1,512 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

**Cortante**

$$V = \frac{1.75 * 0.50}{2} = 0.4375 \text{ T} = 437.5 \text{ kg}$$

$$F_v = \frac{437.5}{0.938 * (2.54)^2} = 72.29 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$72.29 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 95 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{¡OK!}$$

**Revisión de perno(1")**

$$A = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$F_{\text{adm}} = A \cdot \sigma_v = 5.07 * \frac{1,400}{1,000} = 7.1 \text{ T}$$

$$F_p = 1.09 * 0.50 = 0.55 \text{ T}$$

$$0.55 \text{ T} < 7.1 \text{ T} \rightarrow \text{¡OK!}$$

Tabla 43. Materiales para encofrado de elementos estructurales de edificio

Elemento	Materiales
Pared de estribo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plywood de 1" de espesor</li> <li>- Stud: W6x9</li> <li>- Wales: C6x13</li> <li>- Perno de 1"</li> <li>- Pin de 1/2"</li> </ul>
Losa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plywood de 1" de espesor</li> <li>- Stud: Cuartón 4"x4"</li> <li>- Ángulo 2"x2"x1/4"</li> <li>- Perno de 1"</li> </ul>

## **Anexo 9. Instrumento para la investigación**



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

No. \_\_\_\_\_

Buen día

Somos estudiantes egresados de Ingeniería Civil de la Universidad de El Salvador que actualmente realizan su trabajo de graduación. El nombre del trabajo es "APLICACIÓN DE PLANOS CONSTRUCTIVOS EN EL PLANTEAMIENTO DE PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS" y como parte de éste, estamos realizando una investigación acerca del conocimiento y aplicación de los planos constructivos por parte de las empresas afines al rubro de la construcción de la zona metropolitana de San Salvador.

Los planos constructivos o planos de taller son representaciones esquemáticas de los detalles de procesos constructivos, tiempos de ejecución, materiales, equipo y mano de obra a ser utilizados en el desarrollo de las distintas actividades que componen un proyecto de construcción. Entre algunos ejemplos de planos constructivos podemos mencionar: planos de taller del acero de refuerzo, plano de taller de encofrados, planos de taller del proceso constructivo, entre otros.

El cuestionario presentado es de carácter anónimo. No hay respuestas buenas o malas, por lo que le invitamos a que se sienta en libertad de responder con completa sinceridad ya que de esa manera podremos apreciar con exactitud cuál es el estado actual acerca de la temática. De antemano agradecemos su colaboración.

Por favor completar la información que se le solicita a continuación.

**1. Nombre de la empresa (Opcional)** \_\_\_\_\_

**2. Edad de la empresa:**

Menor a 5 años

Entre 5 y 10 años

Entre 10 y 15 años

Entre 15 y 20 años

Mayor a 20 años

**3. Tipo de servicio que su empresa provee (Puede seleccionar varias opciones)**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Construcción             | <input type="checkbox"/> Supervisión               |
| <input type="checkbox"/> Diseño                   | <input type="checkbox"/> Topografía                |
| <input type="checkbox"/> Terracería               | <input type="checkbox"/> Acabados                  |
| <input type="checkbox"/> Instalaciones Eléctricas | <input type="checkbox"/> Instalaciones Hidráulicas |
| <input type="checkbox"/> Aire Acondicionado       | <input type="checkbox"/> Otros _____               |

**4. ¿Conoce su empresa los planos constructivos?**

- Si                       No                      ( Si respuesta es No, pasar a pregunta 16)

**5. ¿Son utilizados los planos constructivos en su empresa cuando tiene que desarrollar un proyecto?**

- Si                       No                      ( Si respuesta es No, pasar a pregunta 15)

**6. ¿Para qué tipo de proyecto de edificación ha elaborado planos constructivos?**

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Edificios            | <input type="checkbox"/> Viviendas   |
| <input type="checkbox"/> Puentes              | <input type="checkbox"/> Carreteras  |
| <input type="checkbox"/> Todos los anteriores | <input type="checkbox"/> Otros _____ |

**7. ¿En qué etapa del proyecto ha desarrollado los planos constructivos?**

- Durante la planeación del proyecto
- Durante la ejecución de las actividades
- En ambas situaciones

**8. ¿En qué actividades utiliza su empresa los planos constructivos? (Puede seleccionar varias opciones)**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Proceso constructivo           | <input type="checkbox"/> Ubicación de maquinaria          |
| <input type="checkbox"/> Trazo y nivelación             | <input type="checkbox"/> Terracería general               |
| <input type="checkbox"/> Terracería estructural         | <input type="checkbox"/> Acero de refuerzo                |
| <input type="checkbox"/> Encofrados                     | <input type="checkbox"/> Colado del concreto (Horizontal) |
| <input type="checkbox"/> Colado del concreto (Vertical) | <input type="checkbox"/> Mampostería                      |
| <input type="checkbox"/> Escaleras                      | <input type="checkbox"/> Techo                            |
| <input type="checkbox"/> Pisos                          | <input type="checkbox"/> Cielo falso                      |
| <input type="checkbox"/> Aire acondicionado             | <input type="checkbox"/> Instalaciones eléctricas         |
| <input type="checkbox"/> Instalaciones hidráulicas      | <input type="checkbox"/> Otros _____                      |

**9. ¿Quién realiza el diseño de los planos constructivos en la empresa**

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ingenieros      | <input type="checkbox"/> Arquitectos |
| <input type="checkbox"/> Por subcontrato | <input type="checkbox"/> Dibujantes  |
| <input type="checkbox"/> Otros _____     |                                      |

**10. El uso de planos constructivos, ¿Le ha producido algún tipo de beneficio?**

- Si                       No                      ( Si respuesta es No, pasar a pregunta 12)

**11. ¿Qué tipo de beneficios le han producido los planos constructivos? (Puede seleccionar varias opciones)**

- Control de mano de obra
- Control de herramientas y materiales
- Desperdicio mínimo de materiales
- Cumplimiento de tiempos de ejecución
- Identificación de problemas previo a la ejecución
- Todos los anteriores

**12. ¿Brinda copias de los planos constructivos a sus obreros en campo?**

- Si                       No                       A veces

**13. ¿Considera que los recursos invertidos en la realización de planos constructivos se justifican?**

- Si                       No

**14. En proyectos que ha ganado, ¿Los contratos le exigen la elaboración de planos constructivos?**

- Si                       No                       A veces                      (Si contesto Si a preguntas 4 y 5: Fin de encuesta)

**15. ¿Por qué razón no utiliza los planos constructivos? (Puede seleccionar varias opciones)**

- Falta de tiempo                       Le resulta antieconómico  
 Desconoce cómo elaborarlos                       No los considera necesarios  
 Todas las anteriores

**16. ¿Cómo realiza el cálculo de la cantidad de acero de refuerzo y sus etapas de compra en un proyecto?**

- Calcula longitudes de elementos con los planos de diseño y aplica factores para traslapes  
 Delega este cálculo al jefe de armadura  
 Subcontrata el servicio  
 Compra barras de una sola longitud y traslapa donde terminan las barras enteras  
 Otro \_\_\_\_\_

**17. ¿Cómo selecciona el sistema de encofrados a utilizar en un proyecto?**

- Utilizando historial de proyectos similares  
 Mediante subcontrato  
 Delega esta actividad al maestro de obra o carpintero  
 Otro \_\_\_\_\_

**18. ¿Cómo establece los lugares donde dejará las juntas de construcción en las estructuras de concreto reforzado?**

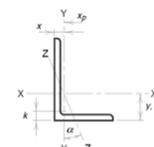
- Lo deja a criterio del ingeniero residente al momento del colado
- Lo deja a criterio del maestro de obra al momento del colado
- Usa historial de proyectos similares
- Según especificaciones del ACI 318
- Las deja donde se le termina el concreto
- Otro \_\_\_\_\_

### Anexo 10. Tabla de propiedades de acero sección W

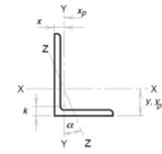
W SHAPES, PROPERTIES														
Nominal wt. Per fit	Compact section criteria				rt	d/At	Elastic properties						Plastic modulus	
	Bf/2tf	Fy'	d/tw	Fy''			Axis x-x			Axis y-y			Zx	Zy
		ksi		ksi			I	S	r	I	S	r	In3	In3
							In.4	In.3	In.	In.4	In.3	In.	In3	In3
W 8 X67	4.4	-	15.8	-	2.28	1.6	272	60.4	3.72	88.6	21.4	2.12	70.2	32.7
58	5.1	--	17.2	-	2.26	1.31	228	52.0	3.65	75.1	18.3	2.10	59.8	27.9
48	5.9	-	21.3	-	2.23	1.53	184	43.3	3.61	60.9	15.0	2.08	49.0	22.9
40	7.2	--	22.9	--	2.21	1.83	146	35.5	3.53	49.1	12.2	2.04	39.8	18.5
35	8.1	64.4	26.2	-	22.2	2.05	127	31.2	3.51	42.6	10.6	2.03	34.7	16.1
31	9.2	50	28.1	-	2.18	2.30	110	27.5	3.47	37.1	9.27	2.02	30.4	14.1
W 8X28	7.0	-	28.3	-	1.77	2.65	98.0	24.3	3.45	21.7	6.63	1.62	27.2	10.1
24	8.1	64.1	32.4	63	1.76	3.05	82.8	20.9	3.42	18.3	5.63	1.61	23.2	8.57
21	6.6	-	33.1	60.2	1.41	3.93	75.3	18.2	3.49	9.77	3.71	1.26	20.4	5.69
18	8.0	--	35.4	52.7	1.39	4.70	61.9	15.2	3.43	7.97	304	1.23	17.0	4.66
15	6.4		33.1	60.3	1.03	6.41	48.0	11.8	3.29	3.41	1.70	0.876	13.6	2.67
13	7.8	45.8	34.7	54.7	1.01	7.83	39.6	9.91	3.21	2.73	1.37	0.843	11.4	2.15
10	9.6	-	46.4	30.7	0.99	9.77	30.8	7.81	3.22	2.09	1.06	0.841	8.87	1.66
W 6 X 25	6.7	62.1	19.9	-	1.66	2.31	53.4	16.7	2.70	17.1	5.61	1.52	18.9	8.56
20	8.2	31.8	23.8	-	1.64	2.82	41.4	13.4	2.66	13.3	4.41	1.50	14.9	6.72
15	11.5	-	26.0	-	1.61	3.85	29.1	9.72	2.56	9.32	3.11	1.46	10.8	4.75
16	5.0	50.3	24.2	-	1.08	3.85	32.2	10.2	2.60	4.43	2.20	0.966	11.7	3.39
12	7.1	-	26.2	54.8	1.05	5.38	32.1	7.31	2.49	2.99	1.50	0.918	8.30	2.32
9	9.2	--	34.7	-	1.03	6.96	16.4	5.56	2.47	2.19	1.11	0.905	6.23	1.72
W 5 X19	5.8	-	19.1	-	1.38	2.38	26.2	10.2	2.17	9.13	3.63	1.28	11.6	5.53
16	6.9	-	20.9	-	1.37	2.78	21.3	8.51	2.13	7.51	3.0	1.27	9.59	4.57
W 4 X 13	5.9	-	14.9	-	1.10	2.97	11.3	5.46	1.72	3.86	1.0	1.00	6.28	2.92

### Anexo 11. Tabla de propiedades de acero sección L

ANGLES EQUAL LEGS AND UNEQUAL LEGS, PROPERTIES FOR DESIGNING													
Size and thickness In.	k	Weight per ft	Area	Axis x-x				Axis y-y				Axis Z-Z	
				I	S	r	y	I	S	r	X	r	Tan $\alpha$
				In.4	In.3	In.	in	In.4	In.3	In.	In.	In.	
L 3 X 2 ½ X ½	7/8	8.5	2.5	2.08	1.04	0.913	1.00	1.30	0.744	0.722	0.75	0.520	0.667
7/16	13/16	7.6	2.21	1.88	0.928	0.920	0.978	1.18	0.664	0.729	0.728	0.521	0.672
3/8	¾	6.6	1.92	1.66	0.810	0.928	0.956	1.04	0.581	0.736	0.706	0.522	0.676
5/16	11/16	5.6	1.62	1.42	0.688	0.937	0.933	0.898	0.494	0.744	0.683	0.525	0.680
¼	5/8	4.5	1.31	1.17	0.561	0.945	0.911	0.743	0.404	0.753	0.661	0.528	0.684
3/16	9/16	3.39	0.996	0.907	0.430	0.954	0.888	0.577	0.310	0.761	0.638	0.533	0.688
L 3 X 2 X ½	13/16	7.7	2.25	1.92	1.00	0.924	1.08	0.672	0.474	0.546	0.583	0.428	0.414
7/16	¾	6.8	2.00	1.73	0.894	0.932	1.06	0.609	0.424	0.553	0.561	0.429	0.421
3/8	11/16	5.9	1.73	1.53	0.781	0.940	10.4	0.543	0.371	0.559	0.539	0.43	0.428
5/16	5/8	5.0	1.46	1.32	0.664	0.948	1.02	0.470	0.317	0.567	0.516	0.432	0.435
¼	9/16	4.1	1.19	1.09	0.542	0.957	0.993	0.392	0.26	0.574	0.493	0.435	0.440
3/16	1/2	3.07	0.902	0.842	0.415	0.966	0.970	0.307	0.200	0.583	0.47	0.439	0.446
L 2 ½ X 2 ½ X ½	13/16	7.7	2.25	1.23	0.724	0.739	0.806	1.23	0.724	0.739	0.806	0.487	1.000
3/8	11/16	5.9	1.73	0.984	0.566	0.753	0.762	0.984	0.566	0.753	0.762	0.487	1.000
5/16	5/8	5.0	1.46	0.849	0.482	0.761	0.740	0.849	0.482	0.761	0.740	0.489	1.000
¼	9/16	4.1	1.19	0.703	0.394	0.769	0.717	0.703	0.394	0.769	0.717	0.491	1.000

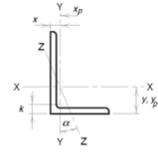


ANGLES EQUAL LEGS AND UNEQUAL LEGS,  
 PROPERTIES FOR DESIGNING



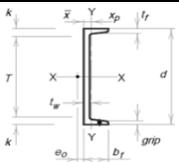
3/16	1/2	3.07	0.902	0.547	0.303	0.778	0.694	0.547	0.303	0.778	0.694	0.495	1.000
L 2 1/2 X 2X 3/8	13/16	5.3	1.55	0.912	0.547	0.768	0.831	0.514	0.363	0.577	0.581	0.420	0.614
5/16	11/16	4.5	1.31	0.788	0.466	0.776	0.809	0.446	0.310	0.584	0.559	0.422	0.620
1/4	5/8	3.62	1.06	0.654	0.381	0.784	0.787	0.372	0.254	0.592	0.537	0.424	0.626
3/16	9/16	2.75	0.803	0.509	0.293	0.778	0.764	0.291	0.196	0.600	0.514	0.427	0.631
L 2 X 2 X 3/8	5/8	4.7	1.36	0.479	0.351	0.594	0.636	0.479	0.351	0.594	0.636	0.389	1.000
5/16	9/16	3.92	1.15	0.416	0.300	0.601	0.614	0.416	0.300	0.601	0.614	0.390	1.000
1/4	1/2	3.19	0.938	0.348	0.247	0.609	0.592	0.348	0.247	0.609	0.592	0.391	1.000
3/16	7/16	2.44	0.715	0.272	0.19	0.617	0.569	0.272	0.190	0.617	0.569	0.394	1.000
1/8	3/8	1.65	0.484	0.190	0.131	0.626	0.546	0.190	0.131	0.626	0.546	0.398	1.000
L 1 3/4 X 1 3/4 X 1/4	1/2	2.77	0.813	0.227	0.227	0.529	0.529	0.529	0.227	0.227	0.0529	0.529	0.341
3/16	7/16	2.12	0.621	0.179	0.144	0.537	0.537	0.506	0.179	0.144	0.537	0.506	0.343
L 1 1/2 X 1 1/2 X 1/4	7/16	2.34	0.688	0.139	0.134	0.449	0.449	0.466	0.139	0.134	0.049	0.466	0.292
3/16	3/8	1.80	0.527	0.110	0.104	0.457	0.457	0.444	0.110	0.104	0.457	0.444	0.293
L 1 1/4 X 1 1/4 X 1/4	7/16	1.92	0.563	0.077	0.091	0.369	0.369	0.403	0.077	0.091	0.369	0.403	0.243
3/16	3/8	1.48	0.434	0.061	0.071	0.377	0.377	0.381	0.061	0.071	0.377	0.381	0.244

ANGLES EQUAL LEGS AND UNEQUAL LEGS,  
 PROPERTIES FOR DESIGNING



L 1 1/8X1 1/8 X 1/8	7/32	0.9	0.266	0.032	0.04	0.345	0.345	0.327	0.032	0.040	0.345	0.327	0.221
L 1 X 1 X 1/8	1/4	0.8	0.234	0.022	0.031	0.304	0.304	0.296	0.022	0.031	0.304	0.296	0.196

### Anexo 12. Tabla de propiedades de acero sección C

CHANNELS AMERICAN STANDARD DIMENSIONS									
									
Nominal wt. Per fit	X	SHEAR CENTER LOCATION e <sub>0</sub>	d/A <sub>f</sub>	AXIS X-X			AXIS Y - Y		
				I	S	r	I	S	R
lb	in	in		In4	In3	in	In4	In3	In
C 15 x 50	0.798	0.583	6.21	404	53.8	5.24	11.0	3.78	0.867
40	0.777	0.767	6.56	349	46.5	5.44	9.23	3.37	0.886
33.9	0.767	0.896	6.79	315	42.0	5.62	8.13	3.11	0.904
C 12 X 30	0.674	0.618	7.55	162	27.0	4.29	5.14	2.06	0.763
25	0.674	0.746	7.85	144	24.1	4.43	4.47	1.88	0.789
20.7	0.698	0.870	8.13	129	21.5	4.61	3.88	1.73	0.799
C 10 X 30	0.649	0.369	7.55	103	20.7	3.42	3.94	1.65	0.669
25	0.617	0.494	7.94	91.2	18.2	3.52	3.36	1.48	0.676
20	0.606	0.637	8.36	78.9	15.6	3.66	2.81	1.32	0.692
15.3	0.634	0.796	8.81	67.4	13.5	3.87	2.28	1.16	0.713
C 9 X 20	0.583	0.515	8.22	60.9	13.5	3.22	2.42	1.17	0.642
15	0.586	0.682	8.76	51.0	11.3	3.40	1.93	1.01	0.661
13.4	0.601	0.743	8.95	47.9	10.6	3.48	1.76	0.962	0.669
C 6 X 18.75	0.555	0.431	8.12	44.0	11.0	2.82	1.98	1.01	0.599
13.75	0.553	0.604	8.75	36.1	9.03	2.99	1.53	0.854	0.615
11.5	0.571	0.697	9.08	32.6	8.14	3.11	1.32	0.761	0.625
C 7 X 14.75	0.532	0.441	6.31	27.2	7.78	2.51	1.38	0.779	0.564
12.25	0.525	0.538	8.71	24.2	6.93	2.60	1.17	0.703	0.571
9.8	0.540	0.647	9.14	21.3	6.08	2.72	0.968	0.625	0.581
C 6 X 13	0.514	0.380	8.10	17.4	5.80	2.13	1.05	0.642	0.525
10.5	0.499	0.486	8.59	15.2	5.06	2.22	0.866	0.564	0.529
8.2	0.511	0.599	9.10	13.1	4.38	2.34	0.693	0.492	0.537
C 5 X 9	0.478	0.427	8.29	8.90	3.56	1.83	0.632	0.450	0.489
6.7	0.484	0.552	8.93	7.49	3.00	1.95	0.479	0.378	0.493
C 4 X 7.25	0.459	0.386	7.84	4.59	2.29	1.47	0.433	0.343	0.450
5.4	0.457	0.502	8.52	3.85	1.93	1.56	0.319	0.283	0.449
C 3 X 6	0.455	0.322	6.67	2.07	1.36	1.08	0.305	0.268	0.416
5	0.438	0.392	7.32	1.85	1.24	1.12	0.247	0.233	0.410
4.1	0.436	0.461	7.78	1.66	1.10	1.17	0.197	0.202	0.404