



REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA VIAL  
CÁTEDRA DE DIBUJO DE PROYECTOS



**DIBUJO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO  
DIRIGIDO A LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL DE  
LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO.**

Elaborado por: Prof. Yiselle Bonucci M.

Valencia, Octubre del 2012.

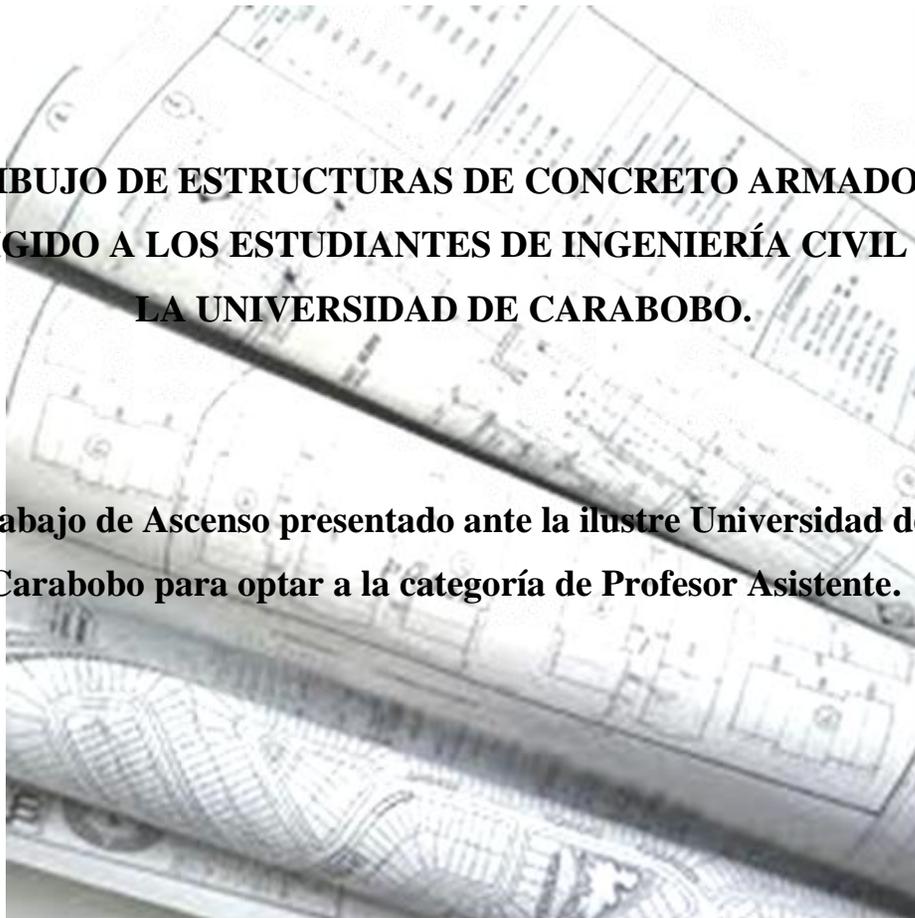


REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA VIAL  
CÁTEDRA DE GEOMETRÍA DESCRIPTIVA



**DIBUJO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO  
DIRIGIDO A LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL DE  
LA UNIVERSIDAD DE CARABOBO.**

**Trabajo de Ascenso presentado ante la ilustre Universidad de  
Carabobo para optar a la categoría de Profesor Asistente.**



Elaborado por: Prof. Yiselle Bonucci M.

Valencia, Octubre del 2012.

**REPUBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA VIAL  
CATEDRA DE DIBUJO DE PROYECTOS**

***DIBUJO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO DIRIGIDO A LOS  
ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD DE  
CARABOBO***

**TUTOR:  
Prof. Yaely Barrios**

**AUTOR:  
Bonucci M. Yiselle**

**RESUMEN**

El trabajo surge como respuesta al poco rendimiento académico en el área de estructuras dentro de la asignatura Dibujo de Proyectos de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo. El trabajo se enmarca dentro de la modalidad de proyecto factible y comprende tres etapas: Diagnóstico, Factibilidad y Diseño de la Propuesta. El diagnóstico detecta la necesidad de la elaboración de un material bibliográfico en la cátedra de Dibujo de Proyectos, la factibilidad determina cuan posible es su realización y la propuesta representa el material propiamente dicho, donde se abarcan temas como losas, envigados, columnas, fundaciones entre otros; llevándole al docente y al estudiante una herramienta que les facilite el proceso de enseñanza-aprendizaje de una manera sencilla y clara que cumpla con el contenido programático de la asignatura y que al mismo tiempo este actualizado bajo las normas existentes en materia de estructuras de concreto armado, de manera que pueda incrementarse el rendimiento académico del estudiantado.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>CAPITULO I.- EL PROBLEMA</b>	
Planteamiento del Problema.....	3
Formulación del Problema.....	5
Objetivos de la Investigación.....	6
General.....	6
Específicos.....	6
Justificación.....	6
Delimitaciones.....	7
<b>CAPITULO II.- MARCO TEORICO</b>	
Antecedentes de la Investigación.....	9
Bases Teóricas.....	11
<b>CAPITULO III.- MARCO METODOLOGICO</b>	
Naturaleza del Estudio.....	31
Tipo de Investigación.....	30
Diagnostico.....	32
Población.....	32
Muestra.....	32
Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	33
Procedimiento para el análisis de la información.....	34
Conclusiones.....	34
Factibilidad.....	34
Diseño de la Propuesta .....	35

## **CAPITULO IV.- PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS**

Resultados de las encuestas.....	36
Dirigida a los estudiantes de Dibujo De Proyectos período lectivo 1-2012.....	37
Conclusiones de los resultados obtenidos .....	46
Procedimiento para conjugar las respuestas obtenidas y llegar a un resultado único.....	46
Dirigida a los docentes de Dibujo de Proyectos período lectivo 1-2012.....	50
Conclusiones de los resultados obtenidos .....	60
Procedimiento para conjugar las respuestas obtenidas y llegar a un resultado ú	60
Confiabilidad de los instrumentos (encuestas).....	64
Dirigida a los estudiantes de Dibujo de Proyectos período lectivo 1-2012.....	64
Dirigida a los docentes de Dibujo de Proyectos período lectivo 1-2012.....	67

## **CAPITULO V.- PROPUESTA**

### **Dibujo de Estructuras de Concreto Armado dirigido a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo**

Notaciones.....	69
<b><i>Losa de Concreto</i></b> .....	71
Losas Macizas.....	73
Losas Nervadas.....	76
- <i>Losas Nervadas en una dirección</i> .....	76
<b><i>Planta de Envigados</i></b> .....	81
<b><i>Detallado de Losas</i></b> .....	97
Detallado o despiece de losas nervadas en una dirección.....	99
Chequeo del acero mínimo.....	101
Recubrimiento.....	102
Ganchos.....	102
Empalmes por solape y anclajes.....	107
Ejemplo del diseño y despiece de una losa nervada.....	109

<i>Losas Reticulares</i> .....	114
<b>Vigas</b> .....	122
Recubrimientos.....	126
Empalmes y anclajes.....	127
Estribos.....	131
Confinamiento.....	132
Ejemplo del diseño y despiece de una viga .....	134
Doblado de barras longitudinales en vigas con cambios de dirección.....	143
<b>Columnas</b> .....	144
Estribos.....	145
<b>Fundaciones</b> .....	154
<i>Fundaciones Directas</i> .....	155
Fundaciones Aislados o Zapatas aisladas.....	156
Planta de fundaciones (sistema de zapatas aisladas).....	158
Fundaciones combinadas.....	162
Fundaciones conectadas.....	162
<i>Placas o Losas de Fundación</i> .....	163
<i>Fundaciones Profundas</i> .....	169
Pilotes.....	170
CONCLUSIONES.....	183
RECOMENDACIONES.....	184
BIBLIOGRAFÍA.....	185
ANEXOS.....	187
Instrumento aplicado a los estudiantes de Geometría Descriptiva de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo (período lectivo 1-2007).....	188
Instrumento aplicado a los docentes de Geometría Descriptiva de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo.....	190

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **Planteamiento del Problema.**

El dibujo técnico posee características de lenguaje, convirtiéndose en la forma de comunicación entre los diferentes integrantes que llevan a cabo un proyecto, desde su concepción hasta su materialización. Este lenguaje posee reglas y símbolos basados en normativas, por lo que únicamente puede ser interpretado y utilizado por personas que hayan estudiado esta forma de comunicación, como lo expresa Romero (1999).

“Cualquier ingeniero necesita como herramienta fundamental el dibujo” (Romero, 1999, p.1.1), siendo así para todo su ejercicio profesional. Esta herramienta es indispensable especialmente para el ingeniero civil, quien a través de planos debe expresar fielmente lo que ha calculado y debe construirse.

A diferencia del dibujo artístico, el dibujo técnico no puede tener varias interpretaciones ni dejar ninguna duda en cuanto a lo que es o representa. Usualmente en el dibujo técnico no es utilizado el color, como es el caso del dibujo artístico, por lo que limita aún más la forma de expresión. La finalidad de lograr buenos dibujos de

Ingeniería es que no existan explicaciones orales, todo debe ser gráfico o escrito y sin cabida a dobles interpretaciones.

Actualmente la herramienta más utilizada en el dibujo de ingeniería es el software AUTO CAD, el cual permite de forma rápida, económica y limpia la presentación de planos, además de proporcionar la ventaja de que puede ser enviado de forma digital sin la necesidad de invertir recursos económicos en la impresión o ploteo de los mismos; incluso en los actuales momentos en las diferentes Alcaldías y entes revisores de proyectos en Venezuela es de forma obligatoria la entrega digital de los proyectos de ingeniería. El dibujo tradicional hecho a mano ha quedado en el olvido, debido al gran tiempo de dedicación, instrumentos especiales de trabajo y personal experto que se necesita para realizar este tipo de dibujos.

Las únicas normativas existentes para el dibujo de proyectos son los manuales elaborados por el antiguo Ministerio de Obras Públicas (MOP) del año 1962, a través de dos publicaciones tituladas “Instrucciones para la elaboración de planos para edificaciones” una dedicada a la parte de arquitectura y otra a la de estructuras (1969). Desde ese momento no se ha reeditado o publicado una nueva normativa que se adapte a la evolución tecnológica que viene experimentado Venezuela en materia de presentación de proyectos, y principalmente a las exigencias de seguridad que día a día se incorporan en las normas de cálculo estructural; debido a esto la uniformidad de criterios en la presentación de proyectos se ha desvirtuado, dejando todo a criterio del profesional que lo realiza.

Dentro del pensum de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo existen materias que tienen por objeto enseñar al estudiante a calcular las diferentes estructuras, pero es la materia Dibujo de Proyectos donde se les explica como dibujarlas de forma técnica para la presentación de un proyecto.

Como se mencionó anteriormente, la bibliografía actualizada y técnica existente es muy escasa, únicamente inserta en las normas de cálculo y no en textos especializados en el dibujo y detallado de estructuras, por lo que el desarrollo de este trabajo ayudaría en la formación del estudiante de ingeniería civil dentro de la materia Dibujo de Proyectos y de profesionales en general que quieran perfeccionar la forma de entrega de sus actuales proyectos.

La metodología de enseñanza de la materia Dibujo de Proyectos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo actualmente se realiza de forma fragmentada, extrayendo elementos de variedades de normas, textos y experiencia profesional que involucran todos los aspectos relacionados con el dibujo y detallado de estructuras de concreto armado, siendo necesaria la compilación actualizada en esta materia que guíe de manera efectiva al docente y al estudiantado.

Ante la situación planteada surge la necesidad de diseñar un material instruccional actualizado de dibujo de estructuras de concreto armado, con respaldos técnicos en cuanto a diseño y forma de ejemplificación técnica, dirigido a los estudiantes de ingeniería civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

### **Formulación del Problema**

¿El diseño de un material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado, será una herramienta clave de ayuda y comprensión para el estudiante de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo dentro de la materia Dibujo de Proyectos?

## **Objetivos de la Investigación**

### **Objetivo General**

Diseñar un material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado dirigido a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo.

### **Objetivos Específicos**

- 1.- Diagnosticar la necesidad existente en el estudiantado de poseer un material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado.
- 2.- Realizar el estudio de factibilidad técnica del material instruccional.
- 3.- Diseñar un material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado dirigido a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo.

## **Justificación**

El diseño de un material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado dirigido a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo surge debido a la necesidad de suministrarle al estudiantado, un instrumento que le facilite el aprendizaje y comprensión de términos y elementos estructurales, ya que para el momento en que éste cursa la materia Dibujo de Proyectos, aún no posee los conocimientos técnicos necesarios para poder plasmarlo en un dibujo de ingeniería.

En base a la experiencia profesional adquirida como docente de la asignatura Dibujo de Proyectos dentro de esta Facultad de Ingeniería, se observa que la forma de aprendizaje más rápida y efectiva de los estudiantes es la visual; de allí el dicho de que una imagen vale más que mil palabras.

En otro orden de ideas, el material propuesto en esta investigación se presenta de forma gráfica y explicativa con ayuda de fotografías de proyectos de construcción que ayudan a facilitar la abstracción, no solamente de lo que debe plasmarse en papel obtenido por los cálculos, sino a la factibilidad de la ejecución de dichos proyectos en el sitio de la obra.

Por otra parte, la realización de este trabajo es relevante, ya que intenta proporcionarle a los docentes, un material didáctico útil y un instrumento de ayuda al momento de impartir las clases relacionadas con el dibujo de estructuras de concreto armado, donde se ejemplifica el dibujo de fundaciones, columnas, losas y vigas de concreto armado.

Finalmente, este estudio pretende elevar el rendimiento académico de los estudiantes, disminuir la deserción, la repitencia y contribuir con la formación de un profesional de alto nivel, capaz de plasmar de forma exacta las conceptualizaciones y cálculos realizados para un proyecto estructural de concreto armado, basándose en las normativas actuales y criterios de presentación estandarizados.

### **Delimitaciones**

El dibujo de estructuras abarca no solo el dibujo de estructuras de concreto, sino también de acero y diferentes materiales como por ejemplo los hechos con paneles,

que son considerados como estructura dentro de una edificación; sin embargo el presente trabajo se limitará al dibujo de estructuras de concreto armado, siendo necesario continuar con la producción intelectual hasta completar todas las áreas del dibujo de proyectos de ingeniería y lograr así satisfacer por completo las necesidades de los estudiantes y los profesionales a fines.

Este material instruccional contempla la ejemplificación de elementos estructurales como:

- *Fundaciones:* planta fundaciones, losa de fundación, vigas de riostra, fundaciones aisladas, pilotes.
- *Columnas:* armado longitudinal, empalmes, ligaduras, tipos, tablas de columnas, nodos viga-columna.
- *Vigas:* sección longitudinal, despieces, sección transversal, estribos, longitud de anclaje, empalmes.
- *Losas:* tipos de losas, planos de envidados, armadura principal, recubrimientos, longitudes de anclaje, despiece, armadura de repartición.

Todas las ejemplificaciones de los elementos estructurales se harán mediante dibujos de planta, corte y despiece; así como su respectiva explicación técnica e indicaciones del diseño. No se explica cómo se realiza en el programa Auto Cad.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### Antecedentes de la Investigación

**Barrios, Yaely (2007) Trabajo de Ascenso para optar a la categoría de Profesor Asistente.** “Sistema de doble proyección ortogonal de geometría descriptiva dirigido a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo”. En este trabajo se diseña una guía de aplicaciones del sistema de doble proyección ortogonal de Geometría Descriptiva, basada en ejercicios resueltos y propuestos que ayudan al estudiante a comprender de forma más explicativa los conceptos implícitos en las teorías de la Geometría Descriptiva. Para la evaluación de la factibilidad del trabajo se utilizaron 2 cuestionarios tipo encuestas que se le aplicaron tanto a los docentes como a los estudiantes cursantes de la materia dentro la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo. La metodología realizada en esta investigación será el aporte a este trabajo ya que se enmarca dentro de Proyecto Factible.

**Gómez, Y (2006) Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Civil.** “Manual de estudio para la Cátedra de Dibujo de Proyectos” En esta investigación se diseña un manual de estudio para la asignatura Dibujo de Proyectos, basada en la ejemplificación de todos los planos necesarios para la construcción de una vivienda de 2 pisos. La metodología de la investigación se basó en la entrevista y

aplicación de encuestas no estructuradas a profesores y alumnos de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería. Debido a que esta investigación se enmarca dentro de un proyecto factible, su metodología servirá de apoyo al presente trabajo.

**Casal, Victor (2004) Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Civil.** “Biblioteca de detalles típicos de construcción, en formato digital, compatibles con el sistema Auto Cad”. En dicha tesis se realiza una compilación de los detalles típicos más comunes para estructuras de concreto armado, actualizando la forma de presentación y adecuándolo a las normas estructurales para ese año; se digitalizaron y se agruparon mediante una aplicación compatible con Auto Cad. Esta investigación será de guía para el presente trabajo en los aspectos conceptuales involucrados, el tipo de documentación utilizada y la forma de representación de detalles estructurales.

## Bases Teóricas

### Dibujo de Proyectos

Según el pequeño Larousse ilustrado (2008), un *Dibujo* es una representación gráfica en la que la imagen se traza, de modo más o menos complejo, sobre una superficie que constituye el fondo.

El Dibujo de Proyectos se basa en el dibujo técnico, que viene siendo un lenguaje universal técnico y normalizado, por medio del cual se expresa de forma precisa y exacta la concepción de un elemento, utilizando para ello representaciones, esquemas o gráficos plasmados en papel con simbologías estandarizadas, de acuerdo a la especialidad del proyecto.

Romero (1999) afirma que:

Como todo lenguaje, es necesario que existan reglas y símbolos que puedan ser interpretados por todas las personas que lo manejan. Estas reglas son las que nos da la geometría descriptiva, en tanto que, las normas existentes determinan los símbolos que se deben utilizar. Quiere decir que el dibujo de ingeniería es un dibujo técnico normalizado, que solo puede ser realizado o interpretado por las personas que lo hayan estudiado. (p.1.1)

Los objetivos principales del Dibujo de Proyectos son en primer término, comunicar información en un momento dado, y en segundo término registrar la información para ser utilizada cuando sea necesario.

La persona que realiza los dibujos de los proyectos es el responsable de que la información que se quiere hacer llegar sea correcta, precisa y no deje lugar a más de una interpretación.

La falta de uniformidad en la presentación de los planos actualmente ha desvirtuado el concepto del dibujo técnico como lenguaje universal, dificultando la comprensión expedita de los planos para trabajadores y profesionales de la construcción. Pero al mismo tiempo el avance tecnológico y las variaciones en los requerimientos de los proyectos, han hecho que la presentación de los elementos que conforman un proyecto evolucione, aumentando el nivel de detalle, la precisión gráfica y los tiempos en la realización de los planos.

## **Presentación de Planos**

### ***Tamaños y tipos de Papel***

Las instrucciones para la elaboración de planos para edificios del MOP (1962), en su apéndice, presenta una serie de tamaños sugeridos para la presentación de planos, que para la época eran de fácil acceso, el tipo de papel que se utilizaba en esa época hasta finales de la década de los años 90 incluso a principios del 2000, podían ser de tres tipos, Albanene, Canson o Vegetal. Actualmente el tipo de papel utilizado es papel bond blanco.

En cuanto a los tamaños de papel, en la actualidad en todos los países excepto Canadá y Estados Unidos se utilizan tamaños estandarizados comúnmente por las normas DIN 476 o ISO 216, pero también se observan los tamaños propuestos por las normas ANSI (American National Standards Institute) en sus series ANSI y ARCH.

La herramienta utilizada y exigida por todos los entes gubernamentales y privados en la actualidad para el dibujo de proyectos es el software Auto Cad, en donde se puede conseguir dentro de su configuración todos los formatos presentados según las

normas anteriormente expuestas o configurar manualmente el tamaño del papel deseado.

Los formatos ISO cumplen con los siguientes principios:

- Tienen la misma proporción entre su lado mayor y menor.
- Dos tamaños de papel sucesivos tienen que ser uno el doble de superficie que el otro, de modo que cortando un formato se obtienen dos iguales del formato siguiente.
- El A0 tiene una superficie de un metro cuadrado.

A continuación se muestra la ejemplificación de los formatos ISO 216 de forma gráfica.

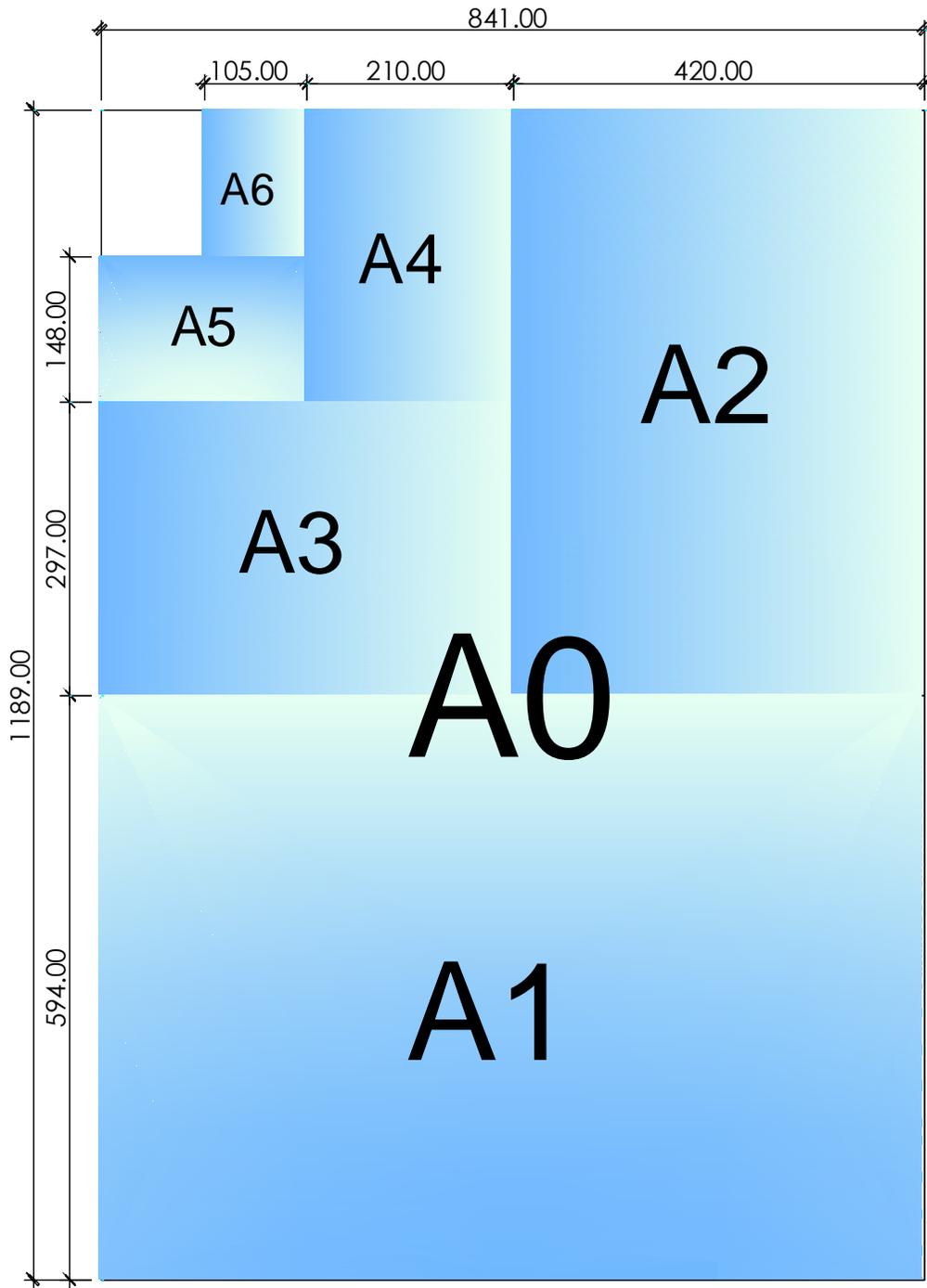


Gráfico 1. Formatos de papel según Normas ISO 216. *Nota.* Datos tomados de [es.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org). Adaptación Bonucci (2012).

**Tabla N°1.***Tamaños de papel según norma ISO 216*

SERIE A			SERIE B			SERIE C		
Nombre	Tamaño en mm		Nombre	Tamaño en mm		Nombre	Tamaño en mm	
	Ancho	Alto		Ancho	Alto		Ancho	Alto
A0	841	1189	B0	1000	1414	C0	917	1297
A1	594	841	B1	707	1000	C1	648	917
A2	420	594	B2	500	707	C2	458	648
A3	297	420	B3	353	500	C3	324	458
A4	210	297	B4	250	353	C4	229	324
A5	148	210	B5	176	250	C5	162	229
A6	105	148	B6	125	176	C6	114	162
A7	74	105	B7	88	125	C7	81	114
A8	52	74	B8	62	88	C8	57	81
A9	37	52	B9	44	62	C9	40	57
A10	26	37	B10	31	44	C10	28	40

*Nota:* Datos tomados de [alekar.net](http://alekar.net). Adaptación (Bonucci 2012)**Tabla N°2.***Tamaños de papel según norma (ANSI)*

SERIE ANSI			SERIE ARCH		
Nombre	Tamaño en mm		Nombre	Tamaño en mm	
	Ancho	Alto		Ancho	Alto
ANSI A o carta	215.9	279.4	ARCH A	304.8	228.8
ANSI B o Tabloide	279.4	431.8	ARCH B	457.2	304.8
ANSI C	538.8	431.8	ARCH C	609.6	457.2
ANSI D	538.8	863.6	ARCH D	914.4	609.6
ANSI E	863.6	1117.6	ARCH E	1219.2	914.4

*Nota:* Datos tomados de [alekar.net](http://alekar.net). Adaptación (Bonucci 2012)

Los tipos de papeles más utilizados en Venezuela son los de la norma ISO 216, sin embargo el tamaño o norma utilizada no es determinante para la aprobación o rechazo de un proyecto ante un ente gubernamental.

En la era tecnológica del dibujo de proyectos, la idea del profesional encargado es economizar papel. La selección de un determinado tamaño de papel va a depender del

tipo de edificación y de las escalas utilizadas, así como también de la especialidad que va dentro de un mismo plano. Los dibujos se distribuyen de forma ordenada para que ocupen el menor espacio posible y es allí donde se decide el tamaño del papel a utilizar según el resultado arrojado por dicha distribución.

El tamaño más cómodo para el manejo de planos de edificaciones en obra es el ISO A1 debido a sus dimensiones, pero no en todos los casos puede utilizarse.

En los proyectos debe siempre entregarse un mismo tamaño de papel para todos los planos de todas las especialidades, manteniendo una uniformidad de criterios independientemente del profesional encargado de cada especialidad.

### **Márgenes y Formatos**

Las láminas de papel deben tener una serie de márgenes y formatos que den una presentación formal al plano. Los formatos se basan en líneas perimetrales que se dibujan en el papel, que indican los sitios de cortes y doblados, facilitando la presentación final; adicionalmente debe llevar un recuadro o tarjeta de identificación en su parte inferior derecha con el contenido de la información básica del proyecto y de los profesionales que lo realizaron.

Independientemente de las dimensiones utilizadas de tamaño de papel, el plano al ser doblado debe quedar de tamaño carta (21x28)cm u oficio (21x30)cm, por lo que se dibujan unas pequeñas líneas verticales que ayudan a realizar los dobleces.

Actualmente la presentación más común del proyecto en conjunto, es introducir los planos en fundas transparentes y a su vez en carpeta de tres ganchos tamaño carta, para así evitar la incomodidad de dejar una pestaña o franja para encarpetar y al mismo tiempo proteger los planos con la funda.

Según las Instrucciones para la elaboración de planos para edificios del MOP (1962), las líneas que constituyen el marco de un plano las podemos clasificar en:

- **Línea de corte de originales:**

Es la línea que determina las dimensiones de la lámina, la cual puede servir de guía para el ribeteado de los originales.

Entiéndase por ribeteado al remate o borde de la lámina. En la actualidad esta línea no es utilizada para tal fin, ya que según el establecimiento donde se impriman los planos, el personal que allí labora, por comodidad corta los planos por fuera de esta línea en vez de realizarlo justamente por donde ésta lo indica.

- **Línea de corte de copias:**

Es la línea que trazada a 1cm medido hacia el interior de la “Línea de corte de originales”, determina las dimensiones de la copia. MOP (1962).

Esta línea se denota por medio de un recuadro de línea fina continua paralela, donde además de determinar las dimensiones de la copia protege el borde del papel. Por esta línea se deberán cortar las copias que se deriven de este plano. En la actualidad las copias de los planos se realizan de forma idéntica a la del original, al igual que su forma de cortado dejando en desuso esta línea (ver gráfico 2).

- **Línea para archivo:**

Es la línea trazada a la distancia de 3,5cm hacia el lado derecho de la “Línea de corte de copias” y que limita el margen adicional para archivo. MOP (1962)

Representa una franja o separación de la línea de corte de copias. Obteniendo así una franja de papel para poder archivar los planos en diferentes carpetas (ver gráfico 2).

Algunos proyectistas aún dibujan esta franja en sus planos, pero hoy por hoy no es usual verla, ya que la forma de archivo de los planos se realiza de una manera que no se requiere de esa área y que además representa un área inútil que podría ser utilizada

para presentar y aprovechar el espacio dentro del plano; sin embargo esta franja puede ser de mucha utilidad para archivar los planos en obra, donde éstos se colocan abiertos y uno encima de otro formando una especie de libro grande.

Para archivar los planos en obra, una vez desplegados y apilados los planos por la franja para archivo se le abrirán huecos y se le colocarán dos tablitas y 2 tornillos como prensa para armar el libro y así colgarlo en las paredes de la oficina de obra, de manera que sea más cómodo al momento de localizar un plano y no tener que desdoblarlo cada vez que se necesiten.

- **Línea de marco interior:**

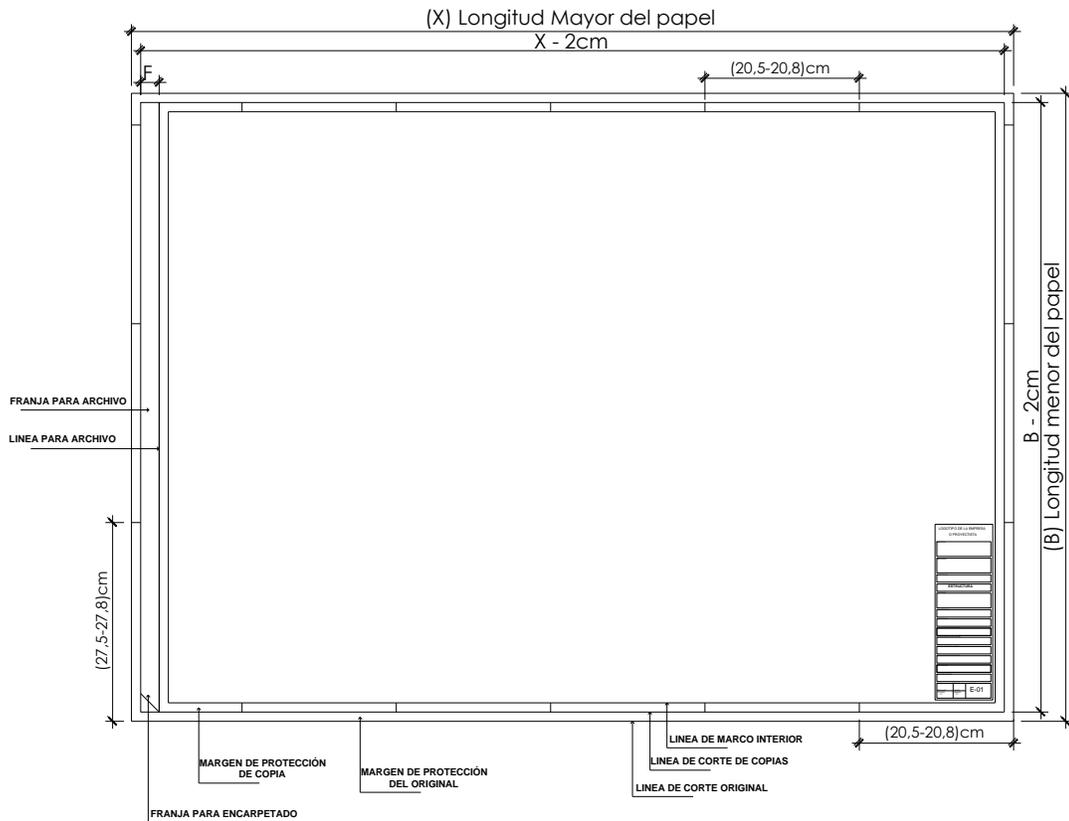
Es el recuadro que dibujado en forma continua a la distancia de 1cm de la “Línea de corte de copias” y de la “Línea para archivo”, sirve para limitar la extensión de los dibujos. El espesor de esta línea será de 1mm aproximadamente. MOP (1962)

Representa el margen de protección de la copia y al mismo tiempo limita la extensión o área útil de los dibujos (ver gráfico 2).

- **Línea de doblado de copias:**

Todos los planos deben ser doblados para ser entregados a los entes gubernamentales respectivos, para lo cual se utilizan pequeñas líneas guías horizontales y verticales entre la línea de marco interior y la línea de corte de copias. El tamaño final una vez doblado será ligeramente menor que el tamaño carta u oficio y posteriormente serán colocados en las fundas y carpetas.

Las marcas en sentido vertical se harán cada (21,5 a 21,8)cm iniciando de derecha a izquierda, para que el sello o tarjeta de identificación del plano quede totalmente visible, y las horizontales serán cada (27,5-27,8)cm iniciando de abajo hacia arriba (ver gráfico 2).



**Gráfico 2. Formato para presentación de planos.** *Nota.* Datos tomados de Romero (1999). Adaptación Bonucci (2012)

### Doblado de Planos

Los planos actualmente se doblan sin dejar pestañas para el encarpetado, solo mostrando al final de los dobleces un tamaño levemente inferior que el de una hoja tamaño carta u oficio, de tal forma que entre de forma holgada a las fundas transparentes.

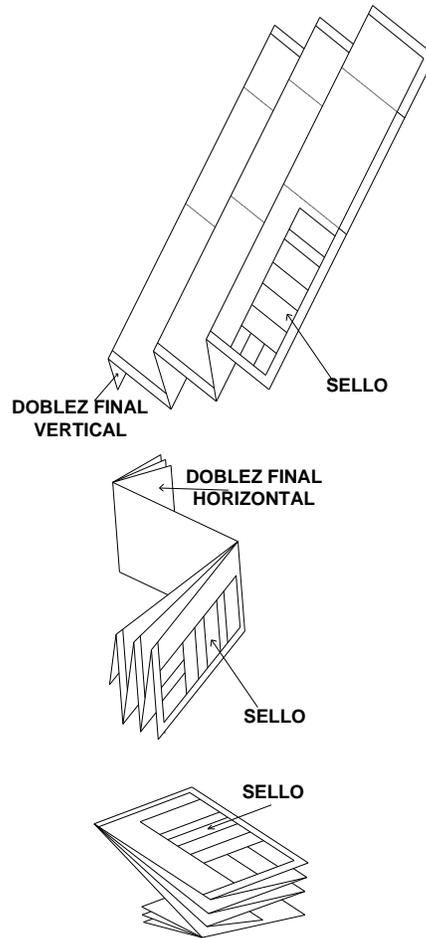


Gráfico 3. **Doblado de Planos.** *Nota.* Datos tomados de MOP (1962). Adaptación Bonucci (2012)

### Identificación de los planos

Representa el título o nombre que identifica a todos los planos dibujados. Expresa en términos breves el contenido de los mismos; este título o nombre va inscrito en un rectángulo denominado Recuadro de Identificación, sello, tarjeta de identificación o por su nombre popular *cajetín*, en el cual se inscribirán también el nombre de la entidad, organismo, oficina de proyecto o proyectista a título personal que elabore el proyecto; así como otros datos de carácter complementario.

Este recuadro se dibuja en el ángulo inferior derecho del plano, su tamaño mínimo es de 18x8cm, pero usualmente el tamaño dependerá de la cantidad de información que se deba colocar y número de profesionales que intervienen en la realización del proyecto.

La información básica que debe llevar el recuadro de identificación o sello es la siguiente:

- **Proyecto u Obra:** Se coloca el nombre de la edificación que se esta proyectando, por ejemplo: Conjunto Residencial Palma Real.
- **Ubicación:** Se refiere a la dirección, ciudad y estado donde esta ubicado el proyecto.
- **Propietario:** Nombre del propietario del proyecto, puede ser una persona natural o jurídica.
- **Especialidad:** En este renglón se coloca el tipo de especialidad del plano, por ejemplo: Arquitectura, Estructura, Topografía, Instalaciones Sanitarias, etc.
- **Contenido:** Se coloca el contenido del plano mediante los nombres de los elementos que allí se plasman, por ejemplo: Planta de Fundaciones, Topografía Modificada, Fachadas.
- **Nombres de los profesionales que intervienen en el proyecto:** Se identifica por separado cada especialidad involucrada en el proyecto, colocando su nombre y apellido, así como su número de inscripción en el Colegio de Ingenieros de Venezuela (C.I.V) o Arquitectos (C.A.V). En caso de que en una de las especialidades hayan intervenido varios profesionales se colocarán todos los nombres uno debajo del otro con sus respectivos C.I.V o C.A.V.

Existirán tantos recuadros como profesionales intervengan en el proyecto.

Se estila que el nombre de todos los profesionales aparezca en la identificación en cada uno de los planos de cada especialidad.

- **Dibujo o Digitalización:** Indica el nombre de la persona que realizó el dibujo o digitalización del plano; anteriormente no era usual que el profesional que realizaba los cálculos dibujara sus propios planos, debido al tiempo que debía invertir de dicho trabajo, actualmente es el mismo profesional hace.
- **Colaboradores:** En algunos proyectos intervienen técnicos, estudiantes o personas con mucha experiencia que no pueden firmar como responsables del proyecto, pero que igualmente merecen los créditos por su trabajo; cuando éste sea el caso se colocará el nombre y apellido de aquellas personas que colaboraron en la realización del proyecto.
- **Fecha:** Conocer el día exacto de la culminación de un proyecto es complicado, por lo que se estila colocar únicamente el mes y el año en que se culminó el proyecto.
- **Escalas:** En los planos generalmente no se coloca un solo dibujo, por ello es necesario que a cada uno de ellos se les indique su nombre y escala. En el recuadro de identificación y cuando este caso suceda dentro de un plano, se colocará la palabra “indicada”.
- **Escala de Ploteo:** Este término es adicionado al recuadro de identificación desde la aparición del programa Auto Cad, debido a que la escala del dibujo no corresponde a la escala que se debe usar para imprimir o plotear los planos. Este nuevo término facilita la rápida impresión de los proyectos.
- **N° de Láminas:** Indica el número del plano dentro de la secuencia de una misma especialidad. Es recomendable colocarlo en forma de fracción, en donde el numerador indicará el número de la lámina y el denominador el total de ellas dentro de esa especialidad.
- **Hoja N°:** Usualmente no se coloca la palabra Hoja N° sino que directamente se coloca una letra que corresponde al tipo de especialidad del plano, seguidamente un número separado mediante un guion de la letra, que indica el número que corresponde de esa lámina dentro del total de la especialidad.

Dentro de las instrucciones para la elaboración de planos del MOP (1962) no se hace referencia en cuanto a la letra con que debe identificarse cada especialidad por lo que ha dado origen a variaciones en este sentido. Usualmente las letras empleadas son:

- A= Arquitectura
- E= Estructura
- T= Topografía
- IS= Instalaciones Sanitarias
- IE= Instalaciones Eléctricas
- ISC= Instalaciones Contra Incendio
- IM= Instalaciones Mecánicas

Para planos especiales o de muchos detalles, los profesionales pueden hacerlos formar parte de alguna especialidad o crear una nueva letra para identificarlos, ya que no existe ninguna norma o reglamento que lo limite.

### **Especificaciones de las Letras dentro de los Planos**

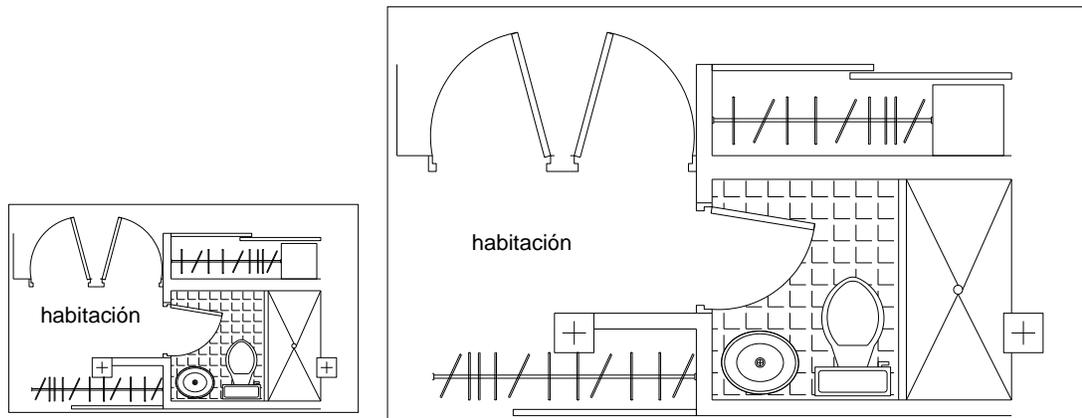
Según las instrucciones para la elaboración de planos del MOP (1962) las letras deben ser dibujadas de forma vertical y de tipo no elaborado. Llevando estas características al tipo de letra que en la actualidad poseen las computadoras podríamos hacer un equivalente a un modelo Arial o Times New Roman, además se especifica que las letras itálicas solo deben ser utilizadas para planos topográficos.

La altura de las letras no se especifica por lo que generalmente su altura variará según la importancia de los títulos dentro del Plano. Por ejemplo, si se tiene un tamaño de papel ISO A1 la altura de las letras para el contenido del plano serán mayores a las utilizadas para el nombre de cada uno de los dibujos dentro del plano. Seguidamente en orden de importancia vendrán las letras que indican la escala de

cada uno de los dibujos y en el mismo orden los títulos de los recuadros de identificación.

Continuando con las alturas e importancias se tienen las letras dentro de los dibujos hasta llegar a las más pequeñas que serán las de los números de los acotados. Según el MOP (1962) la altura mínima será de 1.5mm cuando sea escrita a mano, pero en la actualidad se estila colocar 2mm como mínimo en los planos digitalizados, para una mejor visualización.

Es importante destacar que al momento de presentar los dibujos dentro de un plano, todas las letras de igual importancia deben quedar del mismo tamaño, independientemente de la escala utilizada, como puede apreciarse en el gráfico 4 en la palabra “habitación”.



**Gráfico 4. Invariabilidad de tamaño de letras según la escala del dibujo. Nota. Bonucci (2012)**

### **Espesores y tipos de líneas**

Según MOP (1962) las líneas utilizadas para dibujos técnicos se trazarán con líneas bien definidas, nítidas y de una intensidad y espesor constante de manera de

lograr originales de buena presentación que den una reproducción lo más perfecta posible.

Las líneas deben ser de color negro y su espesor e intensidad estarán en función de la escala y de lo que representen en el dibujo.

Los dibujos que representen elementos de la misma índole se trazarán con líneas de igual valor.

Las líneas más usuales se trazarán según las indicaciones establecidas en el (gráfico 5). Podrán emplearse otros trazos de líneas, siempre que queden claramente identificadas en la “leyenda” del mismo plano.

TIPO DE LÍNEA	REPRESENTACIÓN	APLICACIÓN
Continua, gruesa		aristas y contornos visibles
Continua, fina		Líneas dimensionales, de extensión, de referencia, de sombreado
Línea de trazos		Aristas y contornos no visibles, detalles no visibles
De trazo y punto fino		Líneas centrales, de eje, de simetría, divisorias
De trazo y punto grueso		Líneas para indicar cortes
línea con zig-zag, media		Líneas de interrupción larga

Gráfico 5. Tipos de líneas según su continuidad. Nota. Datos tomados de MOP (1962).

LÍNEAS	TIPO	GROSOR APROXIMADO
	Gruesa	1 mm
	Media	0,5 mm
	Fina	0,25 mm

Gráfico 6. Clasificación de líneas según su grosor. Nota. Datos tomados de Romero (1999).

**Tabla N°3.**

*Escalas Utilizadas*

ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIONES CIVILES	CONSTRUCCIONES MECÁNICAS	TOPOGRAFIA
<b>1:10</b>	<b>1:2,5</b>	<b>1:100</b>
<b>1:20</b>	<b>1:5</b>	<b>1:200</b>
<b>1:50</b>	<b>1:10</b>	<b>1:250</b>
<b>1:100</b>	<b>1:20</b>	<b>1:500</b>
<b>1:200</b>	<b>1:50</b>	<b>1:1000</b>
	<b>1:100</b>	<b>1:2000</b>
		<b>1:5000</b>

*Nota:* Datos tomados de MOP (1962). Adaptación (Bonucci 2012)

Dentro de las escalas mencionadas en la tabla N°3, los planos estructurales como las plantas de envigados y planta de fundaciones se presentarán en una escala mínima de 1:50, debido a que la visibilidad en una escala más pequeña dificultaría su comprensión.

Para detalles estructurales, las escalas dependerán del tamaño del elemento a detallar, pudiendo utilizarse para dibujos pequeños como cortes de vigas o columnas de viviendas escala 1:10 pudiendo llegar hasta 1:20 para detalles de escaleras, muros o losas.

Al momento de indicar la escala utilizada en el recuadro de identificación o cajetín MOP(1962) recomienda que se coloquen todas las escalas usadas en el mismo, destacándose la escala principal con números de mayor tamaño. Sin embargo esta notación se presta a confusiones, lo ideal es que cada dibujo dentro del plano tenga indicada su escala y que en el recuadro de identificación se coloque la palabra “indicada”, porque precisar la escala principal muchas veces y sobre todo en dibujos

estructurales es complicado, debido a la diversidad de escalas y número de dibujos que se colocan dentro del plano.

## **Medidas y Acotamientos**

Existen reglas para el acotamiento de dibujos técnicos, MOP (1962) p.22, establece que:

- Todas las medidas se expresarán en unidades del sistema métrico decimal.
- Las medidas inferiores al metro se expresarán en centímetros.
- En los dibujos mecánicos, o de detalles que lo ameriten, especialmente en los de escala natural, se utilizarán las líneas de acotamiento y las líneas de extensión.
- Tanto en las líneas de acotamiento como las de extensión se prolongarán dos o tres milímetros más allá del cruce respectivo.
- La línea de acotamiento será interceptada con un pequeño trazo a 45° en su intersección con la línea de extensión. Este trazo debe ser de mayor espesor que los de las líneas de acotamiento y extensión, trazado de derecha a izquierda en el sentido de la escritura.

Cuando MOP (1962) se refiere a dibujos mecánicos, en el área de la ingeniería civil se asume que involucran los planos de estructuras metálicas, quienes deberán acotarse en milímetros.

Las especificaciones sobre el trazo a 45° de intersección de las líneas en el acotado, así como su sentido vienen resumidas automáticamente en una de las opciones que tiene el programa Auto Cad para el acotado.

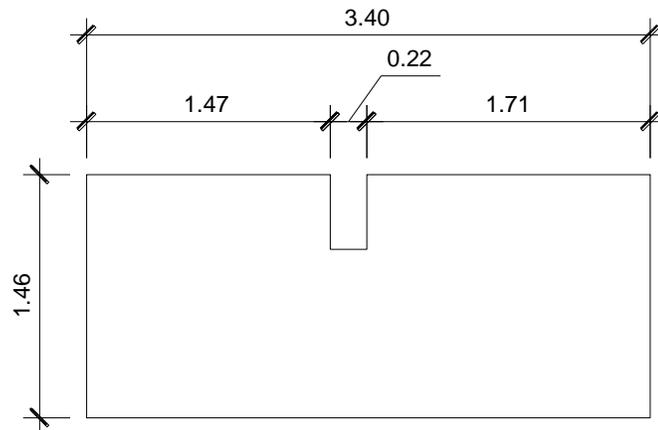
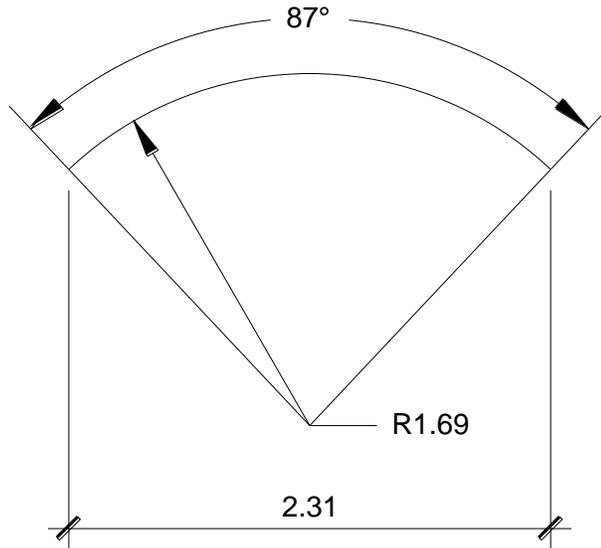


Gráfico 7. **Ejemplo de Acotado.** *Nota.* Bonucci (2012)

En el gráfico 6 se muestra como se representa la forma de acotado de planos arquitectónicos y de estructuras de concreto. Cuando se quieran acotar medidas parciales del objeto, éstas se deben colocar de forma interna al acotado del tamaño mayor, y si el tamaño del segmento a acotar es muy pequeño y los números no entran en dicho espacio se puede colocar fuera de las líneas de acotado simplemente o con una línea que indica la ubicación del número.

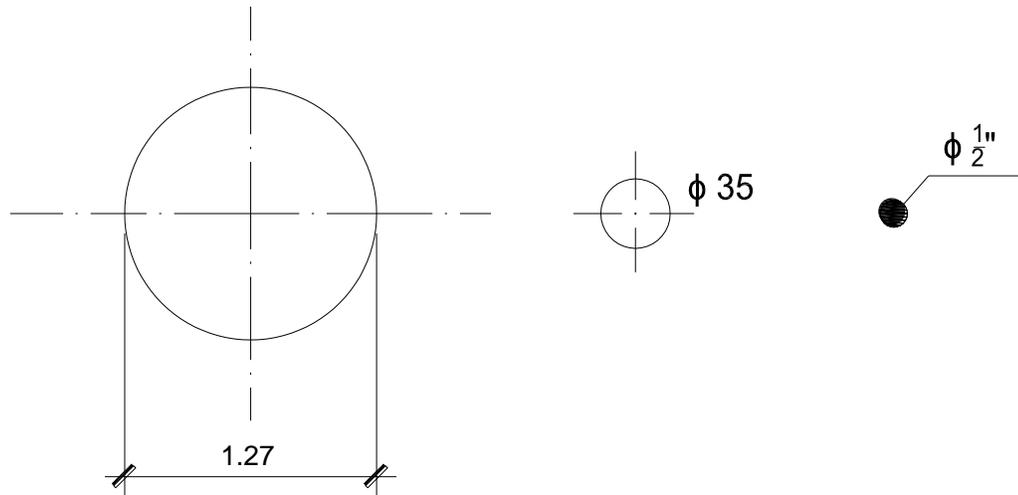
Para el acotado de arcos, cuerdas, ángulos y radios MOP (1962) indica que deben realizarse a través de líneas con flechas, y los radios llevarán solo una flecha en el extremo que señala el arco.



**Gráfico 8. Ejemplo de Acotado para arcos y radios.** *Nota.* Datos tomados de MOP (1962). Adaptación (Bonucci 2012)

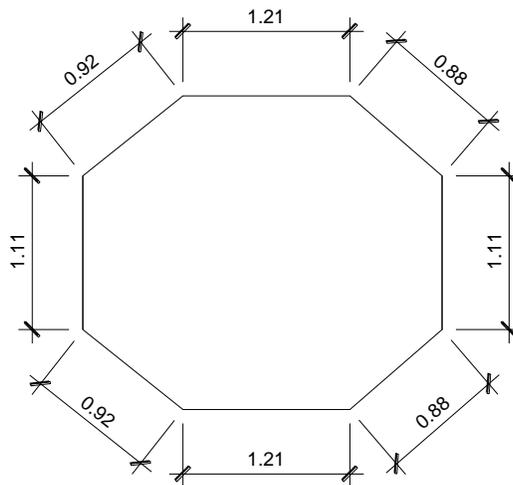
En el acotado de diámetros MOP (1962) refleja que debe anteponerse la letra griega  $\Phi$  a la dimensión; éste símbolo se omitirá cuando se acote sobre el diámetro mismo.

Se debe destacar que por lo general el dibujo mecánico involucra muchos dibujos de arcos y círculos, por lo que usualmente estos planos, por conveniencia se acotan todas sus medidas mediante flechas y no con la línea a  $45^\circ$ . Mención que se realiza dado que para el dibujo de estructuras de acero se toman los mismos criterios.



**Gráfico 9. Ejemplo de Acotado de diámetros.** *Nota.* Datos tomados de MOP (1962). Adaptación (Bonucci 2012)

Las indicaciones que se deben seguir para la definir posición de la escritura de las medidas acotadas, MOP (1962) establece que deben ir de acuerdo con el grado de inclinación de las líneas de acotamiento.



**Gráfico 10.** **posiciones de la medidas de un** Bonucci (2012).

**Ejemplo de escritura de acotado.** *Nota.*

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **Naturaleza del Estudio**

- **Tipo de Investigación**

La presente investigación se basa en la creación de un material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado dirigido a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo, por lo que se enmarca dentro de la modalidad de proyecto factible según lo que afirman los autores Orozco, Labrador y Palencia (2002):

Corresponde a la producción de tecnología blanda y constituye una alternativa de solución viable a la situación dada, esto es: propuestas, procesos y diseños instruccionales fundamentados en la planificación consultiva, desarrollados en medios impresos o virtuales. Se diferencian de las propuestas en que son consecuencia de un diagnóstico sistemático previo, no necesariamente de campo e implican un estudio de factibilidad funcional, de disposición al cambio y/o de disponibilidad de recursos con la participación de los entes involucrados. (p.22)

Según lo planteado anteriormente, la investigación se presenta en tres fases: Diagnóstico, Factibilidad y Diseño de la Propuesta. Con la realización del diagnóstico se busca analizar la necesidad de la creación de un material bibliográfico actualizado que sirva de guía para la cátedra de dibujo de proyectos, en la fase de la factibilidad

se determina que tan posible es la realización del material y por último en la fase de la propuesta se realiza el diseño del texto propiamente dicho.

Siguiendo la metodología del trabajo de ascenso realizado Barrios (2007) debido a su similitud en cuanto al tipo de investigación que se realiza en este trabajo, se detallan los procesos que siguen a continuación en cada una de las fases anteriormente señaladas.

## **DIAGNÓSTICO.**

Esta fase se realizará por medio de la aplicación de dos cuestionarios tipo encuesta, uno dirigido a los docentes y otro a los estudiantes de la cátedra Dibujo de proyectos. Por tanto, es necesario establecer, la población, muestra y técnicas e instrumentos de recolección de datos.

- **POBLACIÓN.**

- Docentes:**

- Está constituida por dos (3) docentes de la asignatura Dibujo de Proyectos.

- Estudiantes:**

- Está conformada por el grupo de alumnos que cursó la asignatura en el período lectivo 1-2012(150 estudiantes).

- **MUESTRA.**

En el caso de los docentes, la población al ser pequeña es igual a la muestra. Ahora bien, en el estudio con los alumnos, de acuerdo con Arias (2006, p.88), la muestra será:

$$n : \frac{N \cdot Z_c^2 \cdot p \cdot q}{(N - 1) \cdot E^2 + Z_c^2 \cdot p \cdot q}$$

En donde:

n: Tamaño de la muestra.

N: Total de elementos que integran la población.

$Z^2_c$ : Zeta crítico, valor determinado para el nivel de confianza adoptado, elevado al cuadrado. Para un grado de confianza de 95% el coeficiente es igual a 2, entonces el valor de zeta crítico es igual a  $2^2=4$ .

E: Error muestral: falla que se produce al extraer la muestra de la población. Generalmente, oscila entre 1% y 5%.

p: Proporción de elementos que representan una determinada característica a ser investigada.

q: proporción de elementos que no presentan la característica a ser investigada.  
 $p+q=1$ .

$$n : \frac{150.4.50.50}{(150-1).25 + 4.50.50} = \frac{1.500.000}{3725 + 10000} = \frac{1.500.000}{13725} = 110$$

En función a lo anterior, la muestra será de 110 estudiantes.

## • TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Al igual que para el diagnóstico, las técnicas e instrumentos de recolección de información se realizarán en base a lo propuesto por la profesora Yaely Barrios (2007) en su trabajo de ascenso.

La recolección de información para esta investigación es la directa, mediante la aplicación de dos cuestionarios tipo encuesta. Con el primero se pretende obtener la opinión de los docentes en cuanto a la necesidad de contar con un material bibliográfico actualizado que sirva como guía en la asignatura dibujo de proyectos; así como determinar su disposición de adquirir el material instruccional y

recomendarlo como texto guía, el segundo busca establecer la necesidad de los estudiantes de poseer un material bibliográfico que les facilite el aprendizaje de la asignatura. La confiabilidad de ambos instrumentos es determinada mediante el coeficiente  $\alpha$  - de Cronbach.

- **PROCEDIMIENTO PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.**

La información se procesada mediante el programa Microsoft Office Excel. La presentación de los resultados se realiza a través de tablas de distribución de frecuencia y gráficos circulares.

- **CONCLUSIONES.**

Se exponen los resultados obtenidos durante la fase del diagnóstico.

### **FACTIBILIDAD.**

El estudio de factibilidad contempla la determinación de los recursos de carácter económico, humano e institucional que respaldan el desarrollo de la investigación y permiten su realización.

Los recursos económicos necesarios para costear los gastos generados por esta investigación son aportados por el autor. Dentro de los recursos humanos que intervienen para la realización del trabajo se tienen al autor, el profesor tutor de la investigación, los profesores de la materia y los estudiantes, quienes a través de las encuestas aplicadas plantean sus puntos de vista en cuanto a la viabilidad de este proyecto. A nivel institucional se cuenta con el apoyo de la escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, quien será el primer ente receptor beneficiado por la producción de este material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto

Armado, en pro de un mejoramiento de la calidad de la enseñanza en nuestra Facultad de Ingeniería.

### **DISEÑO DE LA PROPUESTA.**

Contempla el diseño del texto guía propiamente dicho, sustentado por los cuestionarios tipo encuesta previamente realizados. La investigación titulada Dibujo de Estructuras de Concreto Armado dirigido a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo incluye dentro de su desarrollo los elementos estructurales básicos con sus respectivas formas de detallado y representación, presentado de una forma sencilla y con empleo de fotografías que permitan el fácil entendimiento de todos los elementos, que para el estudiante cursante de la materia puede tornarse complicada su comprensión.

## **CAPÍTULO IV**

### **PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Se presentan los resultados obtenidos en la aplicación de los cuestionarios tipo encuesta, diseñados de acuerdo a la escala de Licker y a los cuales se les determinó la confiabilidad mediante el coeficiente  $\alpha$ - de Cronbach.

Los resultados de los instrumentos se presentan en cuadro y gráficos circulares, indicando en los primeros la frecuencia y porcentaje de cada una de las alternativas de respuesta, las cuales fueron:

- 1: En total desacuerdo.
- 2: Parcialmente en desacuerdo.
- 3: Neutral.
- 4: Bastante de acuerdo.
- 5: Totalmente de acuerdo.

## Resultados de las Encuestas

- *Dirigida a los estudiantes de Dibujo de Proyectos, período lectivo 1-2012.*

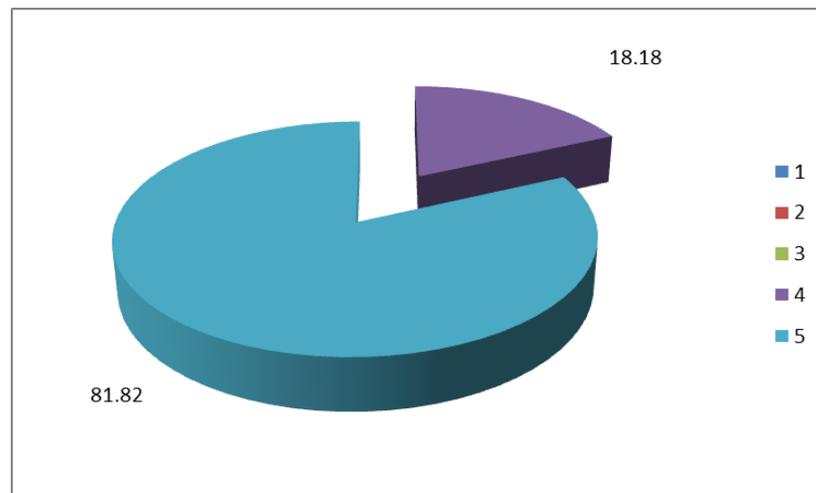
1.- ¿El dominio del Dibujo de Estructuras de Concreto Armado es fundamental para la comprensión y ejecución de Proyectos de Obras Civiles?

**Tabla 4**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°1 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	20	90	110
Porcentaje	0	0	0	18.18	81.82	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 11. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°1 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

**Interpretación:**

El 100% de los estudiantes opinan que están bastante o totalmente de acuerdo con que es fundamental para la comprensión y ejecución de proyectos de obras civiles el dominio del dibujo de estructuras de concreto armado

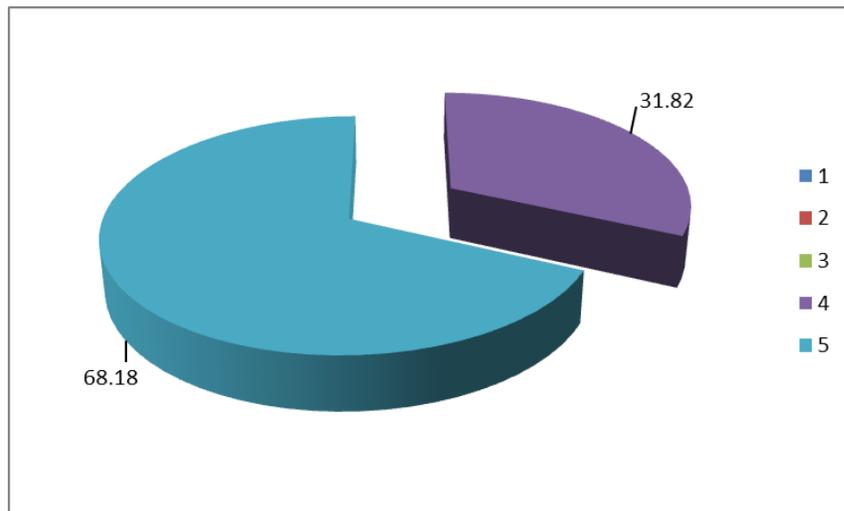
2.- ¿Considera necesario contar con un material instruccional que se adapte al contenido programático de Dibujo de Proyectos de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo?

**Tabla 5**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°2 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	35	75	110
Porcentaje	0	0	0	31.82	68.18	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 12. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°2 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

**Interpretación:**

El 100% de los estudiantes opinan que están bastante o totalmente de acuerdo con la necesidad de contar con un material instruccional que se adapte al contenido programático de Dibujo de Proyectos de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo.

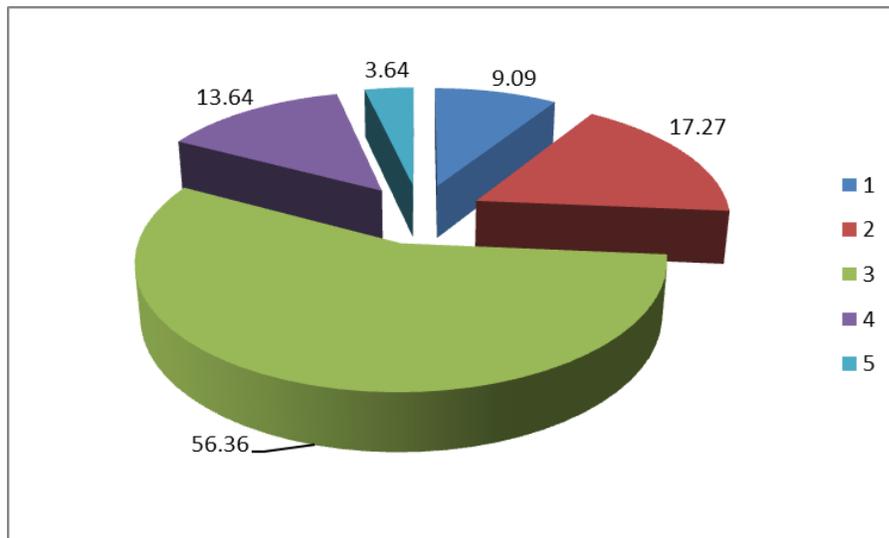
3.- ¿Algún texto de Dibujo de Proyectos de los disponibles en la actualidad se adapta al contenido programático de la asignatura en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo?

**Tabla 6**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°3 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	10	19	62	15	4	110
Porcentaje	9.09	17.27	56.36	13.64	3.64	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 13. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°3 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

**Interpretación:**

Solo el 17.28% de los estudiantes opinan que los textos de Dibujo de Proyectos de los disponibles en la actualidad se adaptan al contenido programático de la asignatura en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo.

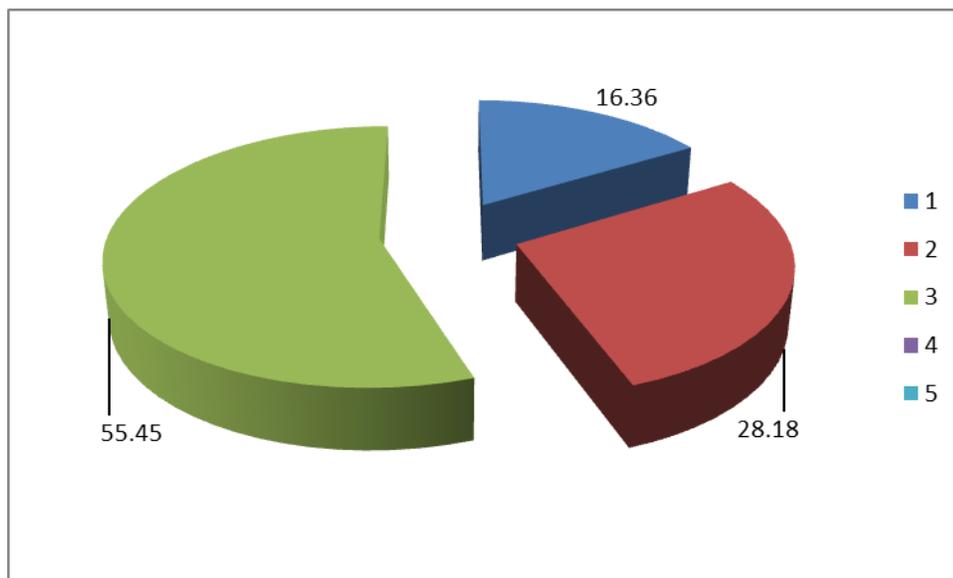
4.- ¿El material bibliográfico existente es innovador?

**Tabla 7**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°4 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	18	31	61	0	0	110
Porcentaje	16.36	28.18	55.45	0.00	0.00	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 14. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°4 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

**Interpretación:**

Ninguno de los encuestados está de acuerdo en que el material existente es innovador.

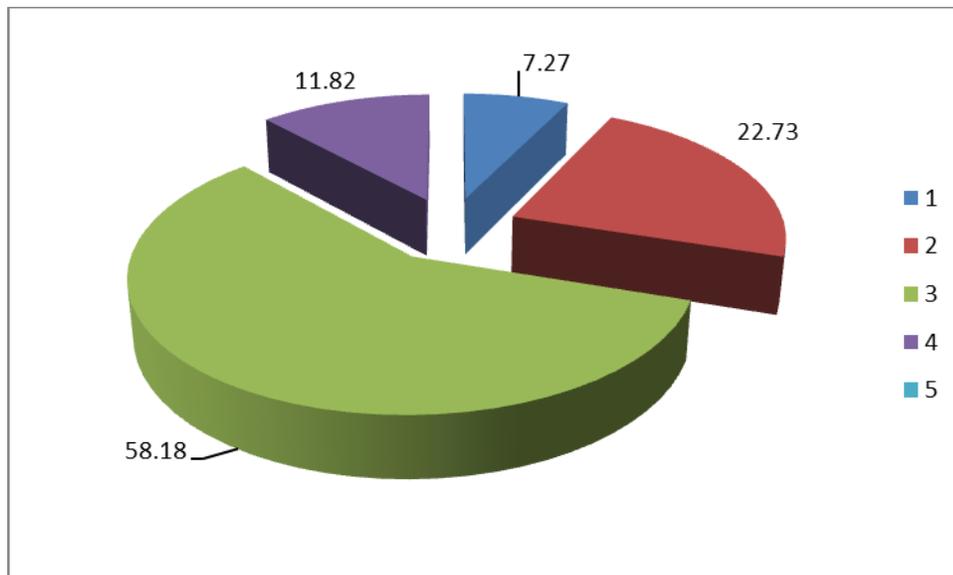
5.- ¿Los textos actualmente utilizados son sencillos y de fácil comprensión?

**Tabla 8**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°5 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	8	25	64	13	0	110
Porcentaje	7.27	22.73	58.18	11.82	0.00	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 15. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°5 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

**Interpretación:**

Solo un 11.82% de los encuestados está bastante de acuerdo que los libros actualmente utilizados son sencillos y de fácil comprensión.

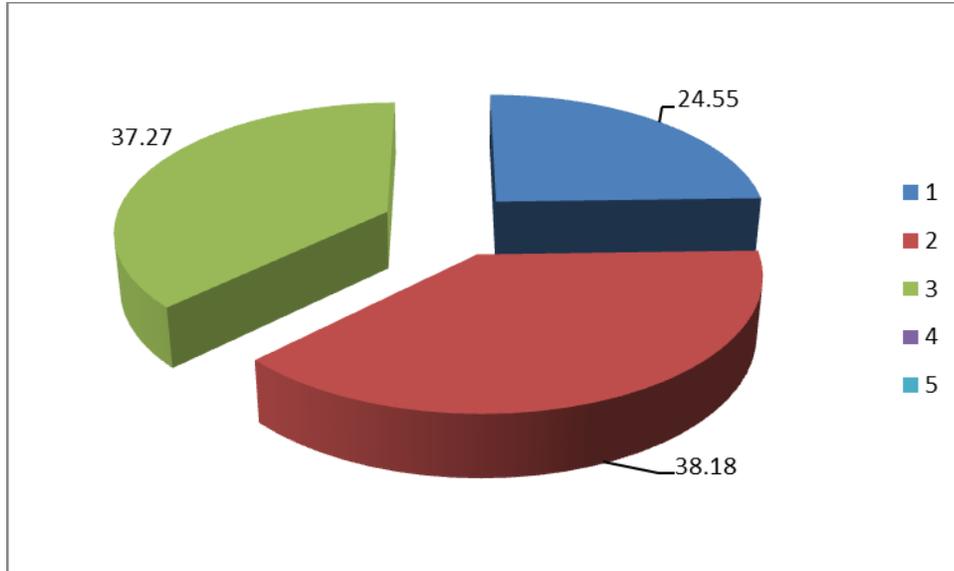
6.- ¿Los libros existentes están actualizados?

**Tabla 9**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°6 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	27	42	41	0	0	110
Porcentaje	24.55	38.18	37.27	0.00	0.00	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 16. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°6 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

**Interpretación:**

Ninguno de los encuestados está de acuerdo en que los libros existentes están actualizados.

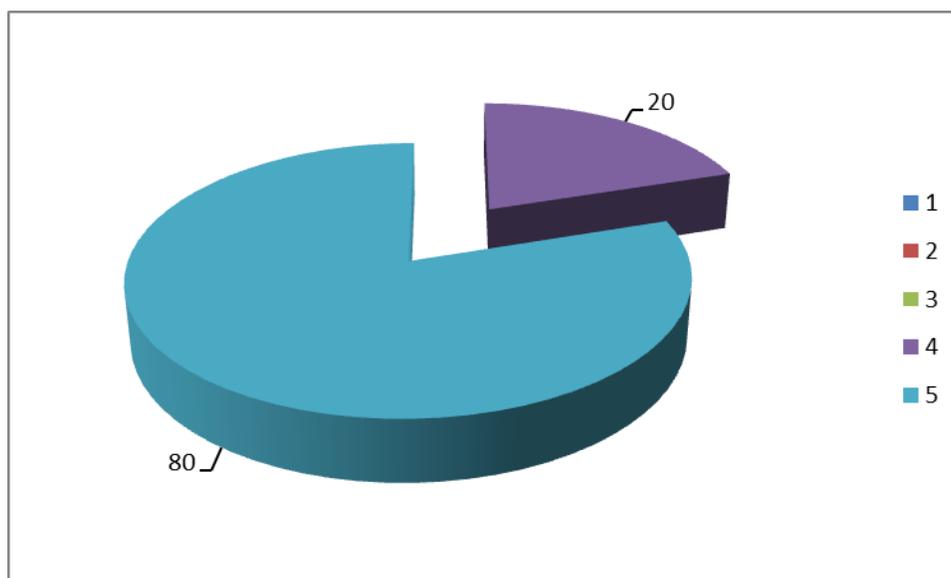
7.- ¿Para usted es importante la existencia de un texto guía para la asignatura?

**Tabla 10**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°7 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	22	88	110
Porcentaje	0.00	0.00	0.00	20.00	80.00	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 17. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°7 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

**Interpretación:**

El 80% opina que si está totalmente de acuerdo que sería importante la existencia de un texto guía para la asignatura, y el 20% restante está bastante de acuerdo con esta afirmación.

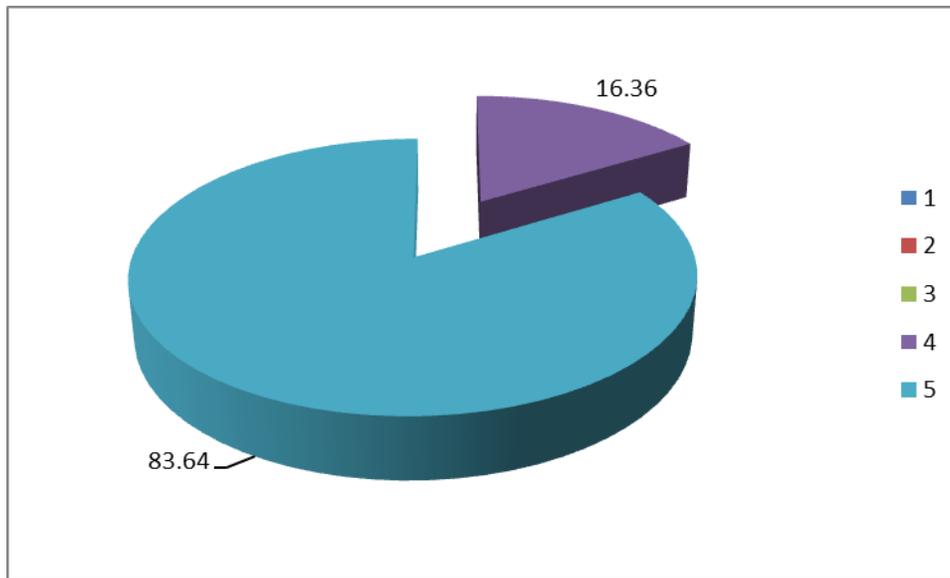
8.- ¿La existencia de un manual de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado cónsono con el contenido programático facilitaría el estudio de la asignatura?

**Tabla 11**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°8 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	18	92	110
Porcentaje	0.00	0.00	0.00	16.36	83.64	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 18. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°8 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

**Interpretación:**

El resultado obtenido en esta pregunta fue bastante claro, expresando que el 100% de los encuestados está totalmente de acuerdo o bastante de acuerdo que con la existencia de un manual de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado cónsono con el contenido programático facilitaría el estudio de la asignatura.

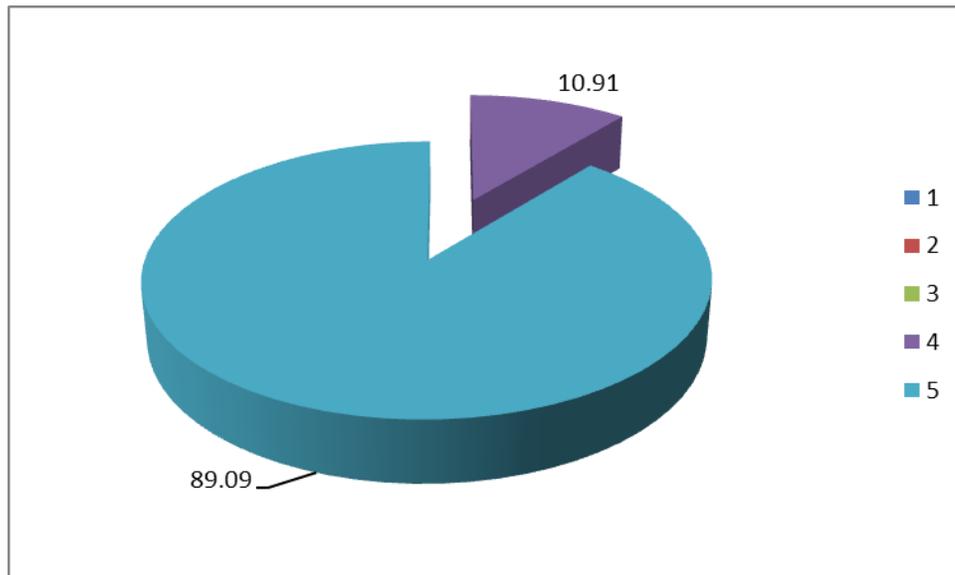
9.- ¿Considera usted necesaria la elaboración de un material instruccional del Dibujo de Estructuras de Concreto Armado dirigido a estudiantes de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo?

**Tabla 12**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°9 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	12	98	110
Porcentaje	0.00	0.00	0.00	10.91	89.09	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 19. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°9 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

### ***Interpretación:***

Al igual que la pregunta anterior casi el 100% del total de encuestados confirma que considera necesaria la elaboración de un material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado dirigido a estudiantes de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

### ***Conclusiones de los resultados obtenidos***

En función a la encuesta realizada se puede establecer la importancia que tiene para el estudiante y para el profesor la creación de un material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado, que se adapte al contenido programático de la asignatura Dibujo de Proyectos de la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo, que al mismo tiempo facilite al aprendizaje, sea sencillo y este actualizado con las nuevas normas estructurales existentes en el país. Adicionalmente se corrobora la importancia del dibujo de estructuras de concreto armado dentro del desarrollo de la vida profesional del ingeniero civil.

A pesar de lo anteriormente expuesto y a fin de establecer un procedimiento más preciso en la interpretación de los resultados obtenidos, a continuación se presentan una tablas en donde se le asignará un peso a cada una de las alternativas de respuesta en función del tipo de pregunta, generando un rango de valores, indicando aquel dentro de los cual deben estar enmarcados los resultados, para que así se refleje la verdadera necesidad de la elaboración del presente material instruccional

### **Procedimiento utilizado para procesar las respuestas obtenidas llegando a un resultado único**

En la encuesta las preguntas se dividen en dos grupos que indican la valoración de la escala de Licker:

- Grupo N°1: conformado por 5 interrogantes, con los números según la encuesta, 1,2,7,8,9, en el que el peso de las opciones irá de mayor a menor, es decir, si el estudiante elige siempre la opción 5: totalmente de acuerdo entonces se ve favorecida la elaboración del material instruccional, por el contrario si selecciona la opción 1: en total desacuerdo, indica que este trabajo no es necesario realizarse.

En función de lo antes expuesto, a las alternativas de estas preguntas se les asigna el siguiente peso:

**Tabla 13**

*Establecimiento de rangos factibles de elaboración de la propuesta, aplicado a los estudiante, grupo de interrogantes N°1.*

Alternativas	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Neutral	Parcialmente de acuerdo	En total desacuerdo
<b>Peso</b>	5	4	3	2	1
<b>Nº de interrogantes x grupo</b>	5	5	5	5	5
<b>Nº de encuestados</b>	110	110	110	110	110
<b>Valor</b>	<b>2750</b>	<b>2200</b>	<b>1650</b>	<b>1100</b>	<b>550</b>

Valor= peso x Nº interrogantes del grupo x Nº de encuestados

<b>Valor Máximo</b>	<b>2750</b>
<b>Valor Mínimo</b>	<b>550</b>

*Nota.* (Bonucci, 2012).

De acuerdo con la tabla N° 13, para que resulte favorecida la elaboración del material instruccional se requiere que la sumatoria de las alternativas escogidas por los encuestados con su respectivo peso esté entre 2750 y 2200.

- Grupo N°2: conformado por 4 interrogantes, con los números según la encuesta, 3,4,5,6, en el que el peso de las opciones irá de menor a mayor, es decir, si el estudiante elige siempre la opción 5: totalmente de acuerdo entonces no es necesaria la realización de este trabajo y si por el contrario selecciona la opción 1: en total desacuerdo, indica que es favorable la elaboración de este material instruccional.

**Tabla 14**

*Establecimiento de rangos factibles de elaboración de la propuesta, aplicado a los estudiante, grupo de interrogantes N°2*

.Alternativas	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Neutral	Parcialmente de acuerdo	En total desacuerdo
<b>Peso</b>	1	2	3	4	5
<b>Nº de interrogantes x grupo</b>	4	4	4	4	4
<b>Nº de encuestados</b>	110	110	110	110	110
<b>Valor</b>	<b>440</b>	<b>880</b>	<b>1320</b>	<b>1760</b>	<b>2200</b>

Valor= peso x N° interrogantes del grupo x N° de encuestados

<b>Valor Máximo</b>	<b>2200</b>
<b>Valor Mínimo</b>	<b>440</b>

*Nota.* (Bonucci, 2012).

De acuerdo con la tabla N° 14, para que resulte favorecida la elaboración del material instruccional se requiere que la sumatoria de las alternativas escogidas por los encuestados con su respectivo peso esté entre 2200 y 1760.

Agrupando los valores del grupo N°1 y 2, requeridos para que la elaboración del material instruccional sea factible o significativo, se obtiene que el rango dentro del cual se debe encontrar el total de las alternativas escogida es:

**Tabla 15**

*Establecimiento de rangos deseables en la combinación del Grupo de interrogantes N°1 y N°2, aplicado a estudiantes.*

	ALTERNATIVAS	
GRUPO N°1	<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>Bastante de acuerdo</b>
	2750	2200
GRUPO N°2	<b>En total desacuerdo</b>	<b>Parcialmente de acuerdo</b>
	2200	1760
<b>Rango deseable</b>	<b>4950</b>	<b>3960</b>

*Nota.* (Bonucci, 2012).

**Tabla 16**

*Totalización de Valores según las alternativas arrojadas por la encuestas en el grupo N°1, aplicado a estudiantes.*

Alternativas	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Neutral	Parcialmente de acuerdo	En total desacuerdo	
<b>Peso</b>	5	4	3	2	1	
Item	# de Alternativas arrojadas en las encuestas					
1	90	20	0	0	0	
2	75	35	0	0	0	
7	88	22	0	0	0	
8	92	18	0	0	0	
9	98	12	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	443	107	0	0	0	$\Sigma$ Valores
<b>VALOR</b>	<b>2215</b>	<b>428</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2643</b>

*Nota.* (Bonucci, 2012).

**Tabla 17**

*Totalización de Valores según las alternativas arrojadas por la encuestas en el grupo N°2, aplicado a estudiantes.*

Alternativas	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Neutral	Parcialmente de acuerdo	En total desacuerdo	
<b>Peso</b>	1	2	3	4	5	
Item	# de Alternativas arrojadas en las encuestas					
3	4	15	62	19	10	
4	0	0	61	31	18	
5	0	13	64	25	8	
6	0	0	41	42	27	
<b>TOTAL</b>	4	28	228	117	63	$\Sigma$ Valores
<b>VALOR</b>	<b>4</b>	<b>56</b>	<b>684</b>	<b>468</b>	<b>315</b>	<b>1527</b>

*Nota.* (Bonucci, 2012).

Al sumar la totalización de valores para ambos grupos se obtiene un total de 4170, el cual se encuentra dentro de los rangos deseables establecidos en la tabla N°15 (3960-4950). Este resultado confirma definitivamente la necesidad de elaborar un material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado.

### **Resultado de las Encuestas**

- *Dirigida a los docentes de la asignatura Dibujo de Proyectos, período lectivo 1- 2012.*

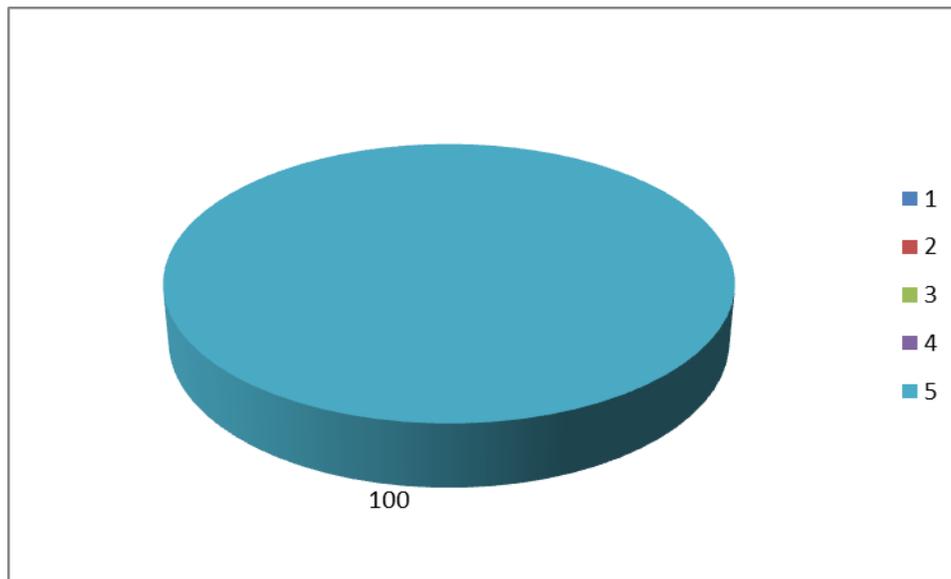
1. ¿Considera importante el empleo de un material instruccional para la enseñanza de la Asignatura Dibujo de Proyectos?

**Tabla 18**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°1 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	0	3	3
Porcentaje	0	0	0	0.00	100.00	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 20. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°1 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

***Interpretación:***

La totalidad de los profesores considera importante el empleo de un material instruccional para la enseñanza de la Asignatura Dibujo de Proyectos que le sea de apoyo dentro del aula de clases.

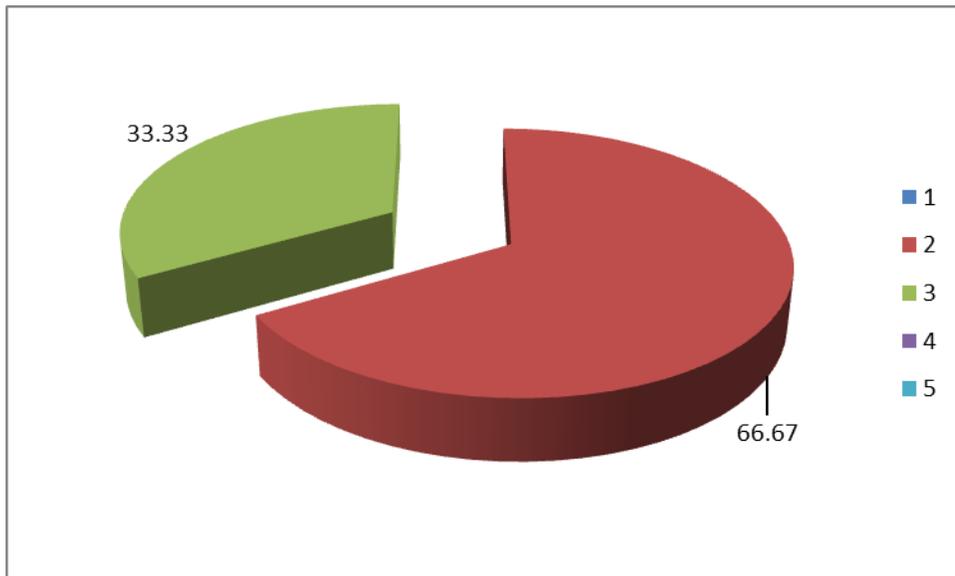
2.- ¿Algún texto de Dibujo de Proyectos de los disponibles en la actualidad se adapta al contenido programático de la asignatura en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo?

**Tabla 19**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°2 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	2	1	0	0	3
Porcentaje	0	66.67	33.33	0	0	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 21. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°2 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

***Interpretación:***

Los profesores opinan que solo partes de los textos existentes se adaptan al contenido programático de la asignatura en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo.

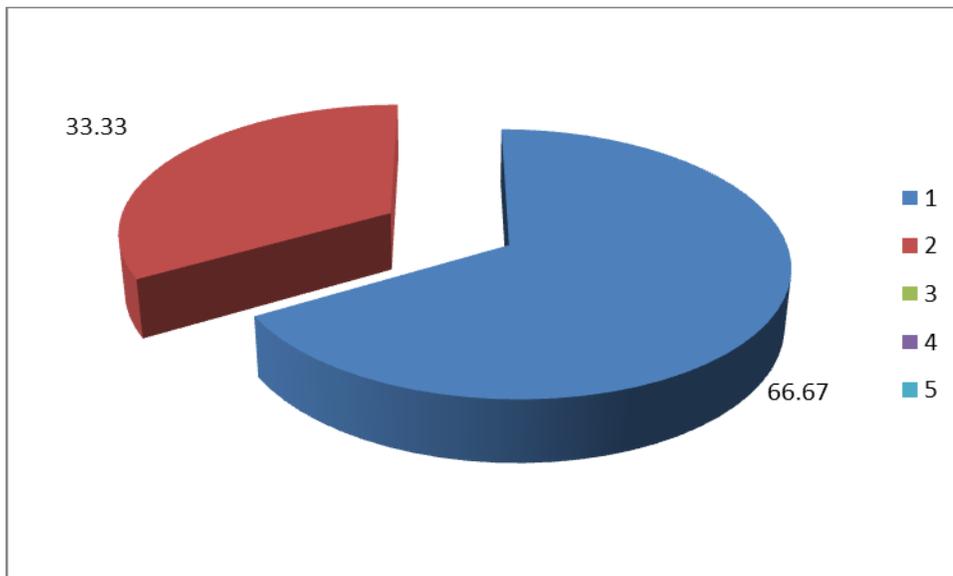
3.- ¿Los textos existentes facilitan el desarrollo de su clase en el aula?

**Tabla 20**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°3 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	2	1	0	0	0	3
Porcentaje	66.67	33.33	0.00	0.00	0.00	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 22. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°3 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

***Interpretación:***

Casi la totalidad de los profesores manifiesta que los textos existentes no facilitan el desarrollo de su clase en el aula.

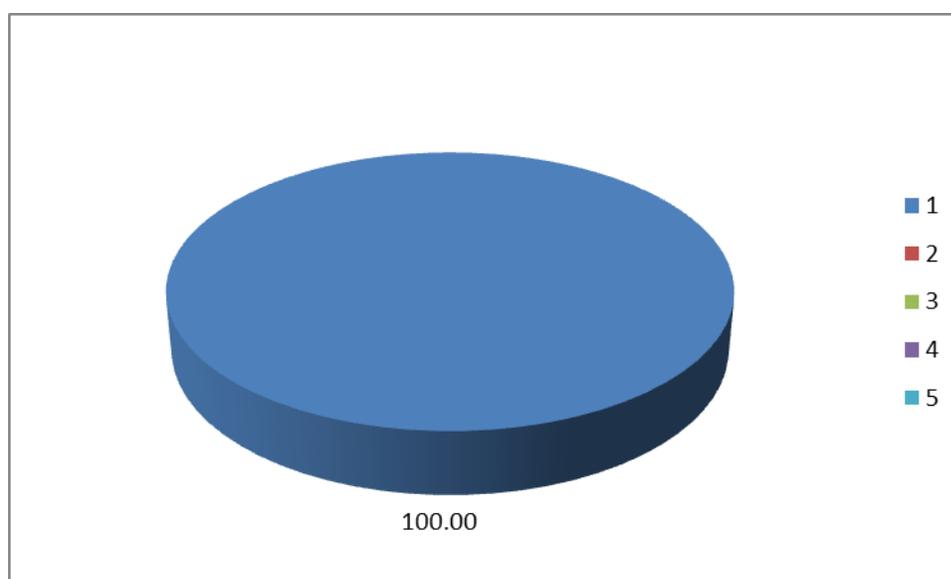
4.- ¿Los libros existentes están actualizados?

**Tabla 21**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°4 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	3	0	0	0	0	3
Porcentaje	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 22. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°4 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

***Interpretación:***

Al igual que los estudiantes, los profesores consideran que los libros existentes no están actualizados.

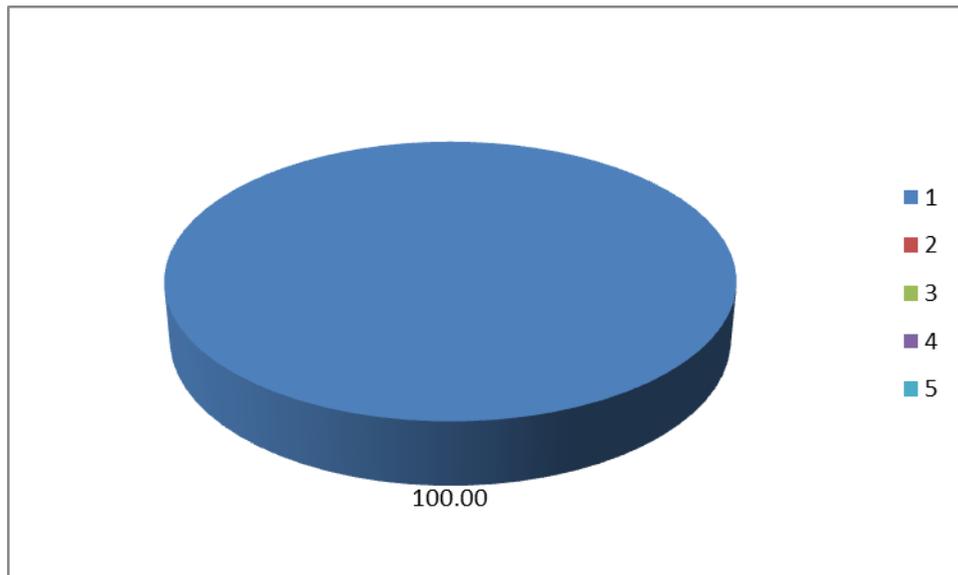
5.- ¿Los textos actualmente utilizados facilitan el desarrollo de la capacidad de razonamiento espacial de los estudiantes?

**Tabla 22**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°5 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	3	0	0	0	0	3
Porcentaje	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 23. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°5 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

***Interpretación:***

El resultado arroja que los textos existentes no ayudan en el desarrollo de la capacidad de razonamiento espacial de los estudiantes, siendo fundamental para la interpretación y comprensión del dibujo de proyectos.

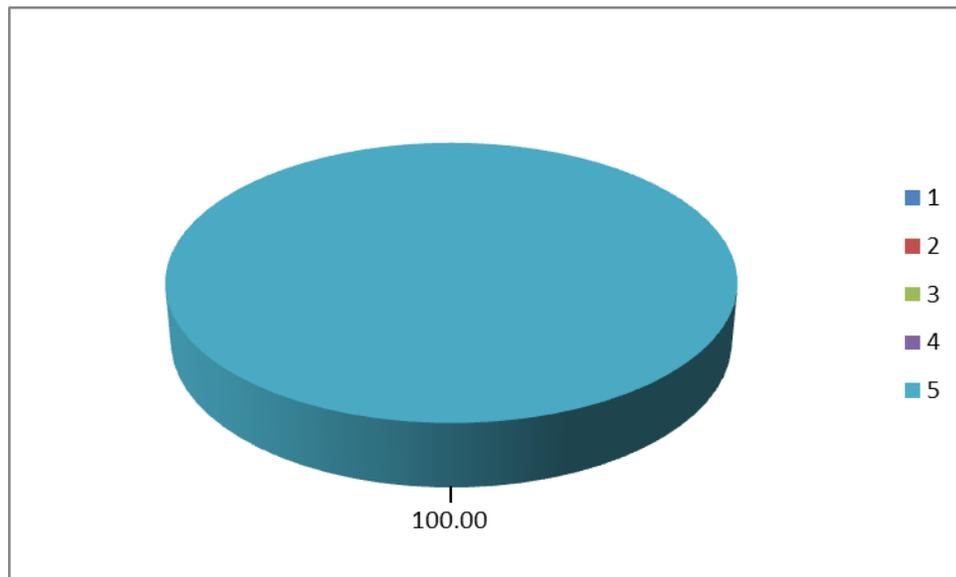
6.- ¿El dominio del Dibujo de Estructuras de Concreto Armado es fundamental para la comprensión y ejecución de Proyectos de Obras Civiles?

**Tabla 23**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°6 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	0	3	3
Porcentaje	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 24. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°6 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

***Interpretación:***

Al igual que los estudiantes, los profesores consideran que están totalmente de acuerdo en que el dominio del Dibujo de Estructuras de Concreto Armado es fundamental para la comprensión y ejecución de Proyectos de Obras Civiles.

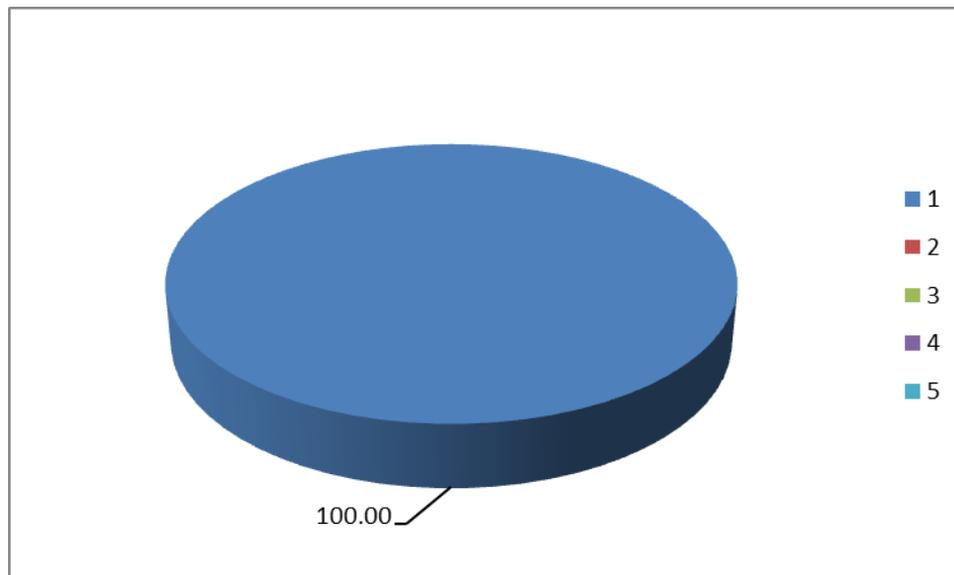
7.- ¿Cuenta usted con un material instruccional específico de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado que se adapte a las necesidades de la cátedra y de los aprendices?

**Tabla 24**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°7 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	3	0	0	0	0	3
Porcentaje	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 25. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°7 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

***Interpretación:***

El resultado muestra que actualmente dentro de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo, no se cuenta con un material instruccional específico de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado que se adapte a las necesidades de la cátedra y de los aprendices.

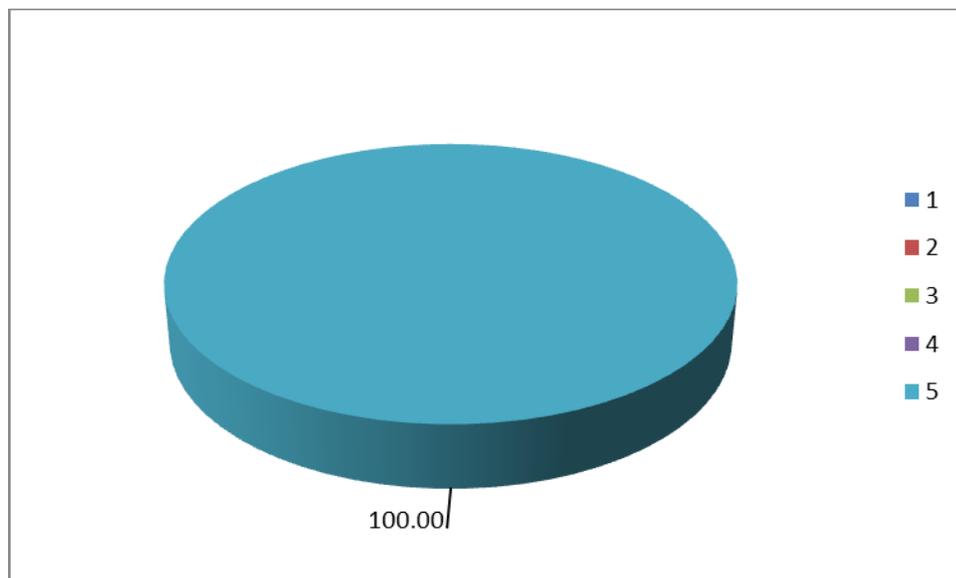
8.- ¿Considera necesario contar con un material instruccional que apoye el proceso de enseñanza-aprendizaje del Dibujo de Proyectos de Estructuras de Concreto Armado?

**Tabla 25**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°8 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	0	3	3
Porcentaje	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 26. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°8 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

***Interpretación:***

Derivado de la pregunta anterior se evidencia que los profesores de Dibujo de Proyectos de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo y en ausencia de un material instruccional, consideran que es necesario contar con un material instruccional que apoye el proceso de enseñanza-aprendizaje del Dibujo de Proyectos de Estructuras de Concreto Armado.

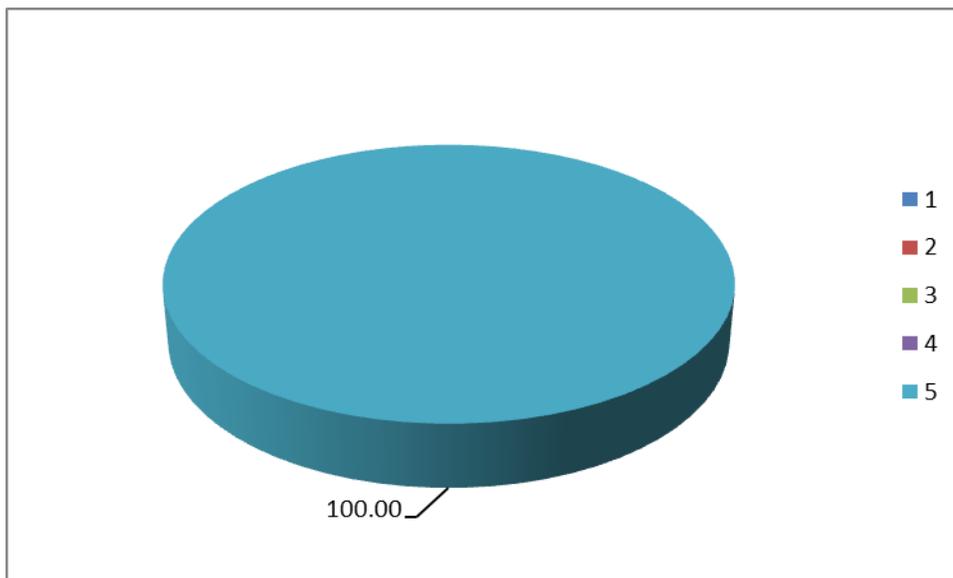
9.- ¿La elaboración de un material bibliográfico propio, le parece un aporte significativo para la cátedra?

**Tabla 26**

*Frecuencia de las alternativas de la pregunta N°9 expresadas en porcentaje*

Alternativas	1	2	3	4	5	Total
Frecuencia	0	0	0	0	3	3
Porcentaje	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100

*Nota.* (Bonucci, 2012).



**Gráfico 27. Gráfico de Frecuencias de las alternativas de la pregunta N°9 en porcentaje.** *Nota.* Bonucci (2012)

***Interpretación:***

Los profesores de la Cátedra de Dibujo de Proyectos en su totalidad, consideran que la elaboración de un material bibliográfico propio sería un aporte significativo para dicha cátedra.

### ***Conclusiones de los resultados obtenidos***

La encuesta dirigida a los docentes respalda los resultados arrojados por los alumnos, ya que para ambos es importante poseer un material instruccional adaptado al contenido programático de la asignatura Dibujo de Proyectos de la escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, el cual facilite el proceso de enseñanza-aprendizaje y contribuya con el desarrollo de la capacidad espacial del alumno.

La encuesta realizada ratifica lo poco innovadores y desactualizados en que se encuentran los textos actuales, los cuales al combinarse obstaculizan la comprensión del estudiante y al mismo tiempo dificultan la enseñanza del facilitador.

No obstante, aunque lo antes expuesto refleja la necesidad de elaborar un material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado, y a fin de establecer un procedimiento más preciso en la interpretación de los resultados obtenidos, a continuación se presentan una tablas en donde se le asignará un peso a cada una de las alternativas de respuesta en función del tipo de pregunta, generando un rango de valores, indicando aquel dentro de los cual deben estar enmarcados los resultados, para que así se refleje la verdadera necesidad de la elaboración del presente material instruccional.

### **Procedimiento utilizado para procesar las respuestas obtenidas llegando a un resultado único**

En la encuesta las preguntas se dividen en dos grupos que indican la valoración de la escala de Licker:

- Grupo N°1: conformado por 4 interrogantes, con los números según la encuesta, 1,6,8,9, en el que el peso de las opciones irá de mayor a menor,

es decir, si el docente elige siempre la opción 5: totalmente de acuerdo entonces se ve favorecida la elaboración del material instruccional, por el contrario si selecciona la opción 1: en total desacuerdo, indica que este trabajo no es necesario realizarse.

En función de lo antes expuesto, a las alternativas de estas preguntas se les asigna el siguiente peso:

**Tabla 27**

*Establecimiento de rangos factibles de elaboración de la propuesta, aplicado a los docentes, grupo de interrogantes N°1.*

Alternativas	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Neutral	Parcialmente de acuerdo	En total desacuerdo
<b>Peso</b>	5	4	3	2	1
<b>Nº de interrogantes x grupo</b>	4	4	4	4	4
<b>Nº de encuestados</b>	3	3	3	3	3
<b>Valor</b>	<b>60</b>	<b>48</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>12</b>

Valor= peso x Nº interrogantes del grupo x Nº de encuestados

<b>Valor Máximo</b>	<b>60</b>
<b>Valor Mínimo</b>	<b>12</b>

*Nota.* (Bonucci, 2012).

De acuerdo con la tabla N° 27, para que resulte favorecida la elaboración del material instruccional se requiere que la sumatoria de las alternativas escogidas por los encuestados con su respectivo peso esté entre 60 y 48.

- Grupo N°2: conformado por 5 interrogantes, con los números según la encuesta, 2,3,4,5,7, en el que el peso de las opciones irá de menor a

mayor, es decir, si el docente elige siempre la opción 5: totalmente de acuerdo entonces no es necesaria la realización de este trabajo y si por el contrario selecciona la opción 1: en total desacuerdo, indica que es favorable la elaboración de este material instruccional.

**Tabla 28**

*Establecimiento de rangos factibles de elaboración de la propuesta, aplicado a los docentes, grupo de interrogantes N°2*

Alternativas	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Neutral	Parcialmente de acuerdo	En total desacuerdo
<b>Peso</b>	1	2	3	4	5
<b>Nº de interrogantes x grupo</b>	5	5	5	5	5
<b>Nº de encuestados</b>	3	3	3	3	3
<b>Valor</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>60</b>	<b>75</b>

Valor= peso x Nº interrogantes del grupo x Nº de encuestados

<b>Valor Máximo</b>	<b>75</b>
<b>Valor Mínimo</b>	<b>15</b>

*Nota.* (Bonucci, 2012).

De acuerdo con la tabla N° 28, para que resulte favorecida la elaboración del material instruccional se requiere que la sumatoria de las alternativas escogidas por los encuestados con su respectivo peso esté entre 75 y 60.

Agrupando los valores del grupo N°1 y 2, requeridos para que la elaboración del material instruccional sea factible o significativo, se obtiene que el rango dentro del cual se debe encontrar el total de las alternativas escogida es:

**Tabla 29**

*Establecimiento de rangos deseables en la combinación del Grupo de interrogantes N°1 y N°2, aplicado a docentes.*

	ALTERNATIVAS	
	GRUPO N°1	Totalmente de acuerdo
	60	48
GRUPO N°2	En total desacuerdo	Parcialmente de acuerdo
	75	60
<b>Rango deseable</b>	<b>135</b>	<b>108</b>

*Nota. (Bonucci, 2012).*

**Tabla 30**

*Totalización de Valores según las alternativas arrojadas por la encuestas en el grupo N°1, aplicado a docentes.*

Alternativas	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Neutral	Parcialmente de acuerdo	En total desacuerdo	
<b>Peso</b>	5	4	3	2	1	
Item	# de Alternativas arrojadas en las encuestas					
1	3	0	0	0	0	
6	3	0	0	0	0	
8	3	0	0	0	0	
9	3	0	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	12	0	0	0	0	$\Sigma$ Valores
<b>VALOR</b>	<b>60</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>

*Nota. (Bonucci, 2012).*

**Tabla 31**

*Totalización de Valores según las alternativas arrojadas por la encuestas en el grupo N°2, aplicado a docentes.*

Alternativas	Totalmente de acuerdo	Bastante de acuerdo	Neutral	Parcialmente de acuerdo	En total desacuerdo	
<b>Peso</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	
Item	# de Alternativas arrojadas en las encuestas					
2	0	0	1	2	0	
3	0	0	0	1	2	
4	0	0	0	0	3	
5	0	0	0	0	3	
7		0	0	0	3	
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	$\Sigma$ Valores
<b>VALOR</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>55</b>	<b>70</b>

*Nota.* (Bonucci, 2012).

Al sumar la totalización de valores para ambos grupos se obtiene un total de 130, el cual se encuentra dentro de los rangos deseables establecidos en la tabla N°29 (108-135). Este resultado confirma definitivamente la necesidad tanto de los estudiantes como del personal docente de elaborar un material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado.

### **CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS (ENCUESTAS)**

- *Dirigida a los estudiantes de Dibujo de Proyectos, período lectivo 1-2012.*

A continuación se determina la confiabilidad del Alpha de Cronbach, empleando la siguiente formula:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum S^2 p}{S^2 t} \right) \quad \text{ec. 4.1}$$

Donde:

N= número de Item

$$\sum S^2 p = \sum_{j=1}^{j=5} \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (x-\bar{x})^2}{\sum_{i=1}^{i=n} x} \quad \text{ec. 4.2}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} x}{n} \quad \text{ec. 4.3}$$

Donde:

X= número de veces que es escogida una alternativa de la escala de Licker, por ítem.

i= Número de ítem

j= Número de valores que toma la escala de Licker, en este caso del 1 al 5.

$$S^2 t = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\sum_{i=1}^{i=n} (x-\bar{x})^2)}{n} \quad \text{ec.4.4}$$

**Tabla 32**

*Determinación de la confiabilidad Alpha de Crombach, aplicada a encuestas de estudiantes.*

Item	Totalmente de acuerdo		Bastante de acuerdo		Neutral		Parcialmente en desacuerdo		En total desacuerdo	
	X	(X-Xp) <sup>2</sup>	X	(X-Xp) <sup>2</sup>	X	(X-Xp) <sup>2</sup>	X	(X-Xp) <sup>2</sup>	X	(X-Xp) <sup>2</sup>
1	90	1626.78	20	25.00	0	641.78	0	169.00	0	49.00
2	75	641.78	35	400.00	0	641.78	0	169.00	0	49.00
3	4	2085.44	15	0.00	62	1344.44	19	36.00	10	9.00
4	0	2466.78	0	225.00	61	1272.11	31	324.00	18	121.00
5	0	2466.78	13	4.00	64	1495.11	25	144.00	8	1.00
6	0	2466.78	0	225.00	41	245.44	42	841.00	27	400.00
7	88	1469.44	22	49.00	0	641.78	0	169.00	0	49.00
8	92	1792.11	18	9.00	0	641.78	0	169.00	0	49.00
9	98	2336.11	12	9.00	0	641.78	0	169.00	0	49.00
ΣX =	447		135		228		117		63	
Xp =	49.67		15.00		25.33		13.00		7.00	
Σ(X-Xp) <sup>2</sup>		17352.00		946.00		7566.00		2190.00		776.00
S <sup>2</sup> p		38.82		7.01		33.18		18.72		12.32
ΣS <sup>2</sup> p =		38.82+7.07+33.18+18.72+12.32								
ΣS <sup>2</sup> p=		110.05								
S <sup>2</sup> t =		(17352+946+7566+2190+776)/9								
S <sup>2</sup> t/n=		3203.33								

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum S^2 p}{S^2 t} \right) \alpha = \frac{9}{9-1} \left( 1 - \frac{110.05}{3203.33} \right) \alpha = 1.09$$

*Nota.* (Bonucci, 2012).

De acuerdo al resultado obtenido en la tabla N°32, un  $\alpha = 1.09$  indica que el instrumento es confiable.

- *Dirigida a los docentes de la asignatura Dibujo de Proyectos, período lectivo I- 2012.*

**Tabla 33**

*Determinación de la confiabilidad Alpha de Crombach, aplicada a encuestas de docentes.*

Item	Totalmente de acuerdo		Bastante de acuerdo		Neutral		Parcialmente en desacuerdo		En total desacuerdo	
	X	(X-Xp) <sup>2</sup>	X	(X-Xp) <sup>2</sup>	X	(X-Xp) <sup>2</sup>	X	(X-Xp) <sup>2</sup>	X	(X-Xp) <sup>2</sup>
1	3	2.78	0	0.00	0	0.01	0	0.11	0	1.49
2	0	1.78	0	0.00	1	0.79	2	2.78	0	1.49
3	0	1.78	0	0.00	0	0.01	1	0.44	2	0.60
4	0	1.78	0	0.00	0	0.01	0	0.11	3	3.16
5	0	1.78	0	0.00	0	0.01	0	0.11	3	3.16
6	3	2.78	0	0.00	0	0.01	0	0.11	0	1.49
7	0	1.78	0	0.00	0	0.01	0	0.11	3	3.16
8	3	2.78	0	0.00	0	0.01	0	0.11	0	1.49
9	3	2.78	0	0.00	0	0.01	0	0.11	0	1.49
ΣX =	12		0		1		3		11	
Xp =	1.33		0.00		0.11		0.33		1.22	
Σ(X-Xp) <sup>2</sup>		20.00		0.00		0.89		4.00		17.56
S <sup>2</sup> p		1.67		0.00		0.89		1.33		1.60
ΣS <sup>2</sup> p =		1.67+0+0.89+1.33+1.6								
ΣS <sup>2</sup> p =		5.48								
S <sup>2</sup> t =		(17352+946+7566+2190+776)/9								
S <sup>2</sup> t/n =		4.72								

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum S^2 p}{S^2 t} \right) \alpha = \frac{9}{9-1} \left( 1 - \frac{5.48}{4.72} \right) \alpha = -0.18$$

*Nota. (Bonucci, 2012).*

De acuerdo al resultado obtenido en la tabla N°33, un  $\alpha = -0.18$  indica que el instrumento no es confiable, lo cual era de esperarse pues solo existen 3 encuestados. Para que el instrumento arroje resultados veraces se requiere por lo menos de 30 docentes, con los cuales no cuenta la cátedra. A pesar de lo antes expuesto, como la encuesta fue aplicada a

expertos en el área se confía en las respuestas arrojadas por el instrumento debido a la experiencia de los docentes.

## CAPITULO V

### PROPUESTA

**Dibujo de Estructuras de Concreto Armado dirigido a los estudiantes de ingeniería civil de la Universidad de Carabobo.**

#### NOTACIONES

$b_w$ : Anchura del alma, anchura o espesor del muro estructural; diámetro de la sección circular, en cm.

$C_d$ : Distancia del centro de la barra a la superficie más cercana del concreto.

$C_c$ : Recubrimiento libre medido desde la superficie de la barra de refuerzo principal hasta la cara más traccionada de la sección, en cm.

$d_c$ : Espesor del recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema traccionada hasta el centro de la barra o alambre ubicado más cerca de ella, cm.

$d$ : Distancia entre la fibra extrema comprimida y el baricentro del acero de refuerzo longitudinal traccionado, cm (altura efectiva). Altura útil. También se define como altura del miembro menos el recubrimiento de diseño.

$d_b$ : Diámetro nominal de la barra o alambre, en cm.

$d'$ : Distancia desde la fibra extrema comprimida hasta el baricentro del acero de refuerzo a compresión, en cm

$E_{cb}$ : Modulo de elasticidad del concreto de la viga

$E_{cs}$ : Módulo de elasticidad de concreto de la losa

$f_c$ : Resistencia específica del concreto a compresión, Kg/cm<sup>2</sup>

$f_y$ : Resistencia cedente especificada del acero de refuerzo, Kg/cm<sup>2</sup>.

$h$ : Espesor total del miembro

L: Luz de cálculo para vigas o losas en una dirección. Longitud de anclajes.

$L_d$ : Longitud de transferencia de tensiones para una barra o alambres con resaltes, sin gancho, en cm.

$L_{dh}$ : Longitud de transferencia para barras en tracción que terminan en ganchos estándar, medida desde la sección crítica al extremo exterior del gancho (la longitud directa entre la sección crítica y el comienzo del gancho o el punto de tangencia) más el radio de doblado y un diámetro de la barra, en cm.

$L_n$ : Luz libre en la dirección más larga para construcciones reforzadas en dos direcciones, medida cara a cara de los apoyos en placas sin vigas y medida cara a cara de las vigas u otros apoyos en los demás casos, en cm.

Luz libre para momentos positivos o fuerzas cortantes y promedio de luces libres adyacentes para momentos negativos medida cara a cara de los apoyos, en cm.

$L_o$ : Longitud mínima medida desde la cara del nodo y a lo largo del miembro, en la cual se dispondrá el refuerzo transversal de confinamiento, en cm.

$\alpha$ : Coeficiente que cuantifica la relación entre rigidez de la sección de una viga y la rigidez de la placa limitada lateralmente por ejes de paneles adyacentes a cada lado de la viga. Se calcula como:

$$\frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s}$$

Factor de importancia (véase Norma Venezolana 1756). Angulo entre los estribos inclinados o del acero de refuerzo en dinteles, con respecto al eje longitudinal del miembro.

$\beta$ : Relación de la luz libre (lado) de la dirección larga de una placa (zapata o cabezal), a su luz libre en la dirección corta.

$\lambda$ : Multiplicador para el cálculo de la flecha adicional a largo plazo, según se definen los factores de corrección por peso unitario del concreto.

S: Separación entre centro y centro de las barras

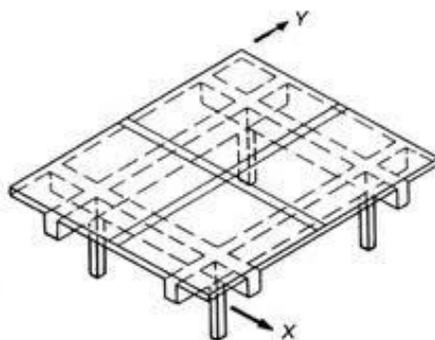
$S_o$ : Máxima separación del acero de refuerzo transversal en zonas confinadas en  $L_o$ , en cm.

$S_x$ : Máxima separación del acero de refuerzo transversal en columnas, en cm.

## **Losa de concreto**

Es un elemento estructural plano o inclinado en el que sus dos primeras dimensiones (ancho y largo), son notoriamente mayores a la tercera (espesor), siendo la dimensión menor su espesor; también se le conoce estructuralmente como “diafragma”.

Las losas poseen diversas funciones como por ejemplo, separar dos pisos consecutivos, crear espacios para recreación, manufactura, áreas residenciales, cubiertas de techo, obras ornamentales, entre otras. Su función estructural es transmitir las cargas actuantes: variables (personas que transitan sobre ella) y permanentes (peso propio de la estructura, sobre pisos, revestimientos, equipos fijos, paredes, instalaciones, etc), a los diferentes apoyos.



**Gráfico 28. Diagrama de Losa de entrepiso, apoyada en vigas.** *Nota.* Datos tomados de <http://www.lavirtu.com/albumes.asp?idcategoria=63986>

Las losas se componen de dos elementos básicos, concreto y acero. El concreto absorbe los esfuerzos a compresión y el acero a tracción.

Diversos autores clasifican las losas en base a diferentes criterios, por ejemplo:

Quintero, Ussher (2011) afirman que las losas se pueden clasificar según sus condiciones de apoyo, la dirección de su armado, sección transversal, material y método constructivo

Fratelli (1998) hace la siguiente clasificación de las losas o entrepisos.

Según su forma de trabajo:

- Losas armadas en una dirección, o simplemente armadas
- Placas o losas cruzadas armadas en dos direcciones ortogonales, con barras cruzadas, comúnmente llamadas losas reticulares.

Según su forma de ejecución, los entrepisos pueden ser:

- Llenos o macizos
- Aliviados o Nervados

Extrayendo las diversas clasificaciones se puede obtener la siguiente clasificación general.

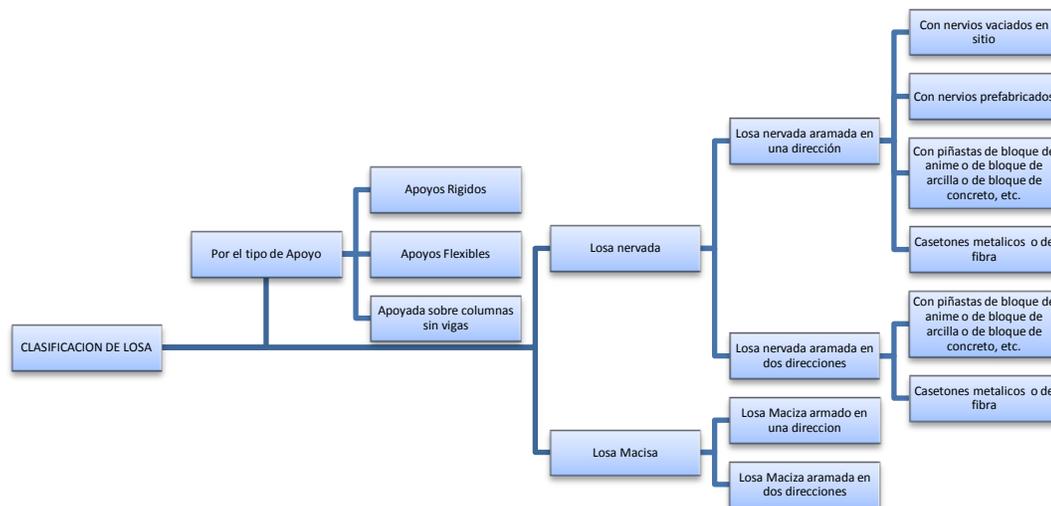


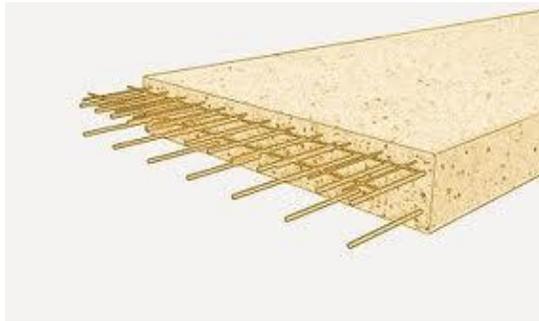
Gráfico 29. Clasificación general de Losas de concreto. Nota. Bonucci (2012).

Existen efectos que se producen en las losas por el fraguado o cambios de temperatura, para lo cual las normas COVENIN 1753-2006 en su capítulo 7 ha dispuesto la colocación de aceros de repartición mediante mallas electrosoldadas o cabillas, dependiendo del tipo de losa.

### **Losas Macizas:**

Son losas que poseen su sección uniforme de concreto, con una geometría rectangular, donde la longitud mayor estará en el sentido horizontal, es decir, los espacios vacíos que forma el emparrillado de acero es rellenado por concreto.

Son las losas menos económicas, ya que tienen mayor cantidad de concreto y acero que las nervadas; a pesar de que el espesor es menor en comparación con otro tipo de losa para una misma luz, la losa maciza es más pesada.



**Gráfico 30. Sección de losa maciza (doble capa de armado).** *Nota.* Datos Tomados de <http://www.lavirtu.com/albumes.asp?idcategoria=63986>.

El acero utilizado para contrarrestar los efectos del fraguado y cambios de temperatura en este tipo de losa se realiza a través de cabillas o barras de acero colocadas como repartición en sentido perpendicular a la dirección del armado,

Su forma de ejecución se basa en la construcción de un encofrado o mesa de soporte, ya sea con madera o metal, acero de refuerzo colocado sobre él en ambas direcciones y un posterior vaciado de concreto.



Figura 1. **Vaciado y vibrado de losa maciza.** Nota. Datos tomados de <http://www.lavirtu.com/albumes.asp?idcategoria=63986>

En la representación de una losa maciza se deben indicar los elementos estructurales constituidos por las vigas o muros donde ésta se apoya, con sus respectivas dimensiones, las luces entre cada una de ellas y la luz libre medida desde la cara de los apoyos. Debe indicarse también de forma numérica sus respectivos aceros -uno a uno- por cada elemento de acero, especificando el diámetro de la barra, la cantidad de ellas, la longitud de cortado o total de ese trozo de acero, y sobre el dibujo de las barras de acero en su zona central, indicar las longitudes de doblado.

Según el artículo 10.3.1.3 de la Norma Covenin 1753-2006 establece que la separación máxima del refuerzo no excederá al menor valor entre estas dos condiciones: 3 veces el espesor de la losa o 45 cm.

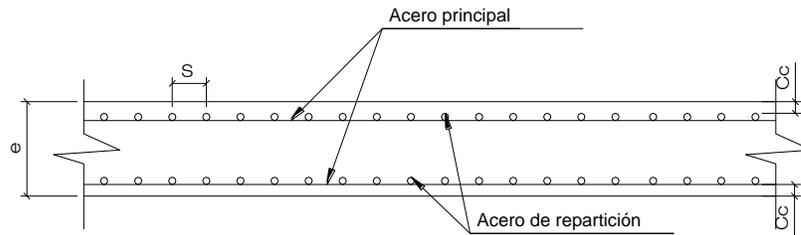


Gráfico 31. Sección Tipo de una losa Maciza. *Nota.* Bonucci (2012).

$$S_{\text{máx}}, \text{ el menor entre } \left\{ \begin{array}{l} 3 \times e \\ 45 \text{ cm} \end{array} \right.$$

( $S_{\text{máx}}$  = Separación máxima)

Según COVENIN 1753-2006 en las losas macizas cuya luz libre no exceda los 3 m, y dependiendo del espesor y de ciertas condiciones, podrá utilizarse malla electrosoldada con alambres de diámetro iguales o menores a 6 mm, como refuerzo negativo y positivo, siempre y cuando este refuerzo sea continuo a través de los apoyos o esté debidamente anclado en ellos.



Figura 2. Losa maciza. *Nota.* Datos tomados de <http://www.lavirtu.com/albumes.asp?idcategoria=63986>

## Losas Nervadas

Las losas nervadas en general se componen de la unión de nervios (concreto y acero) en forma de “T” (Ver gráfico N°32) unidos en su parte superior; y separados entre sí por elementos no estructurales como bloques de diferentes materiales o casetones removibles, que dependiendo del tipo de losa tendrán esos espacios o bloques longitudinalmente entre los nervios para las losas nervadas en una dirección, o de forma reticular o cuadradas para las losas nervadas en dos direcciones.

### *Losas Nervadas en una dirección*

Según COVENIN 1753-2006 las losas nervadas en una dirección consisten en una combinación monolítica de nervios separados regularmente, armados en una dirección y con una loseta superior vaciada de concreto sobre los bloques, o ser parcialmente prefabricada, pero al menos una parte de su espesor debe ser vaciada en sitio.



**Figura 3. Armado de planta de Envigado de entrepiso Losa nervada en una dirección (Edificio de apartamentos). Nota. Bonucci (2012).**

Es importante indicar en los planos el tipo de material con que se armará la losa: bloques de anime, arcilla, concreto o casetones, de manera que queden en salvaguarda las intenciones de cambio de materiales por parte de las empresas ejecutantes, y así como la responsabilidad del ingeniero calculista, evitando ocasionar un sobrepeso no estimado en las consideraciones de diseño estructural.

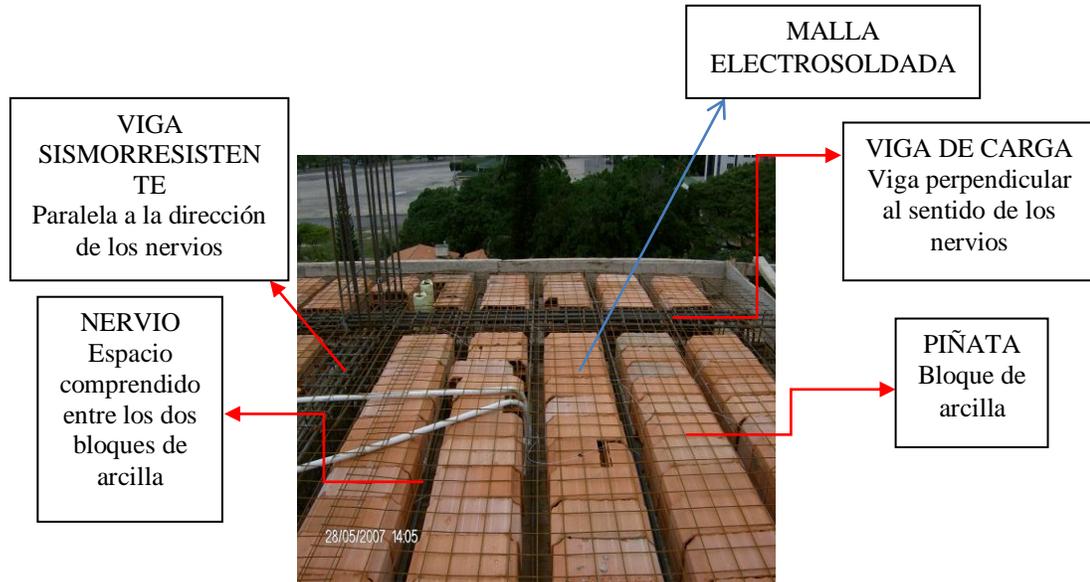


Figura 4. **Planta de Envigado de entrepiso armada lista para vaciar. Losa nervada en una dirección (Edificio de apartamentos).** Nota. Bonucci (2012).

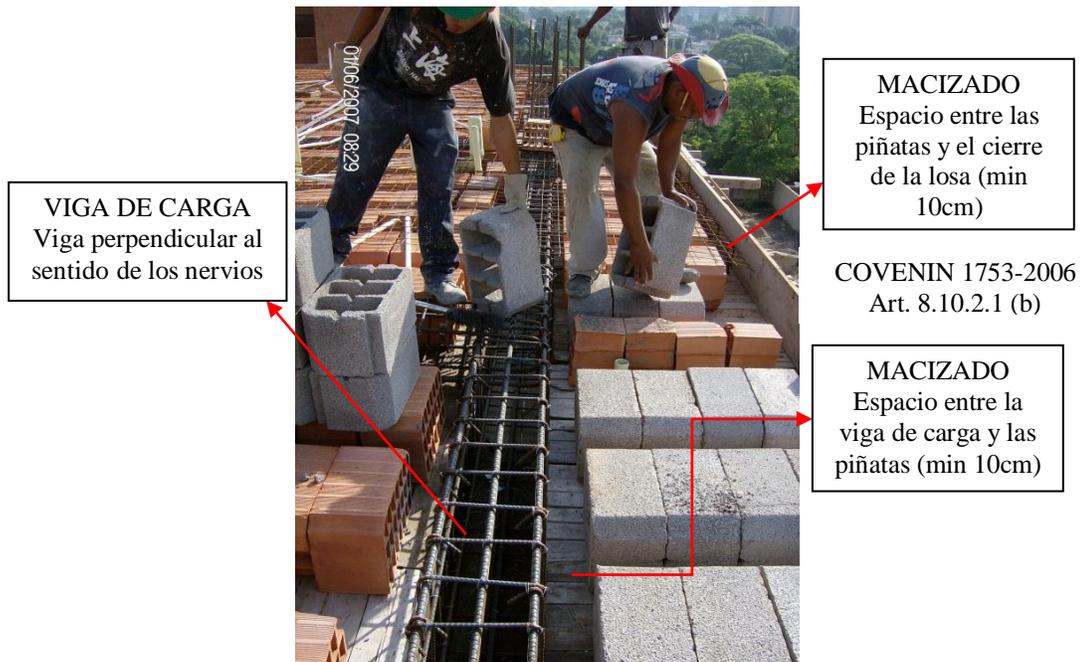


Figura 5. Colocación de piñatas en planta de envigado de entrepiso. Losa nervada en una dirección. (Edificio de apartamentos). *Nota.* Bonucci (2012).

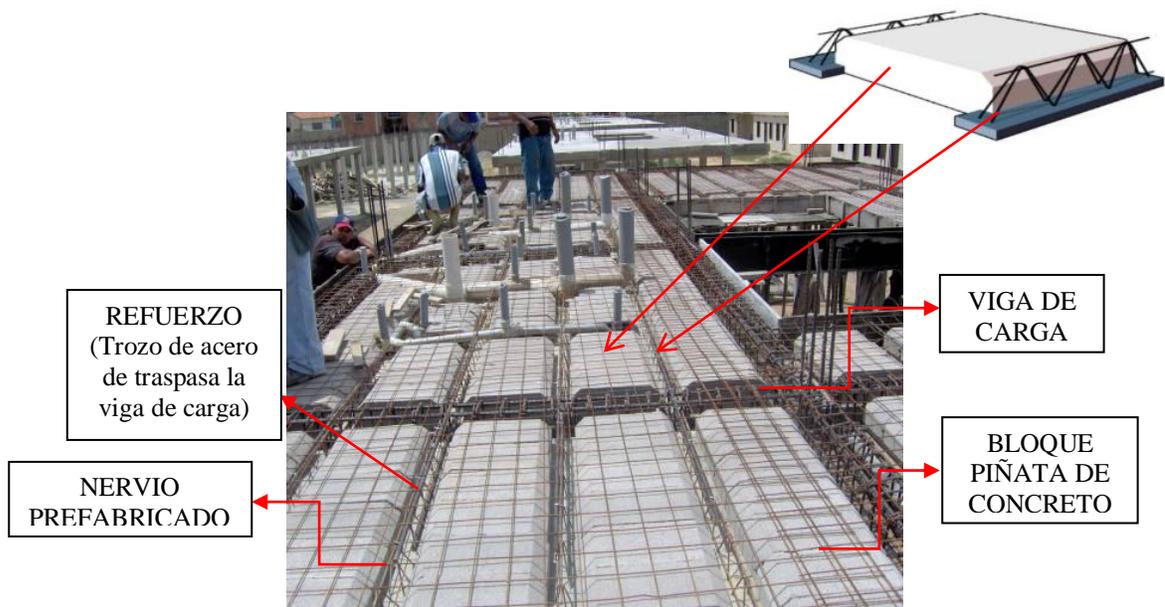


Figura 6. Planta de envigado de entrepiso. Losa nervada en una dirección. Con nervios prefabricados (Town Houses). *Nota.* Bonucci (2012).

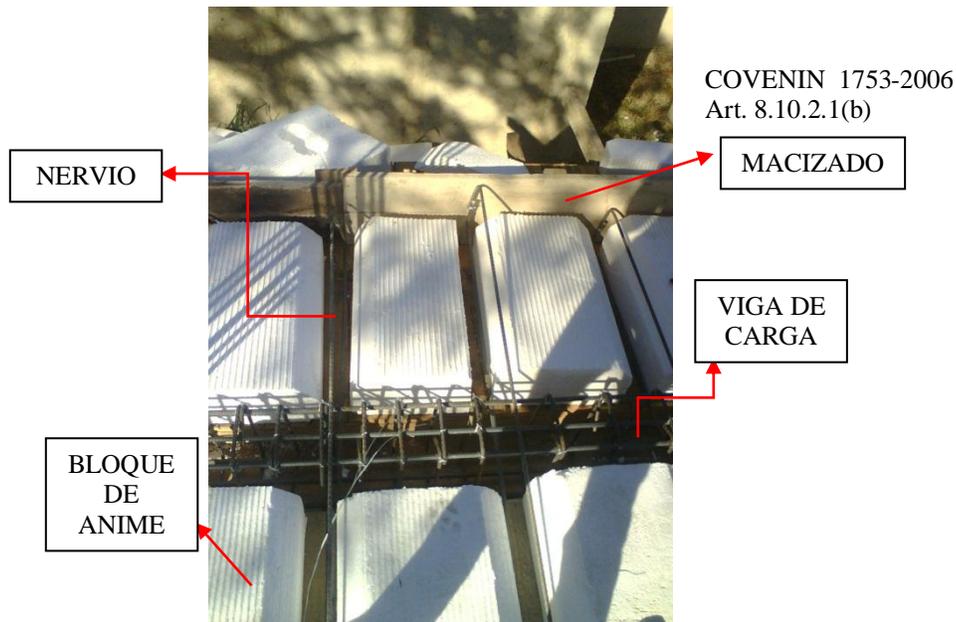
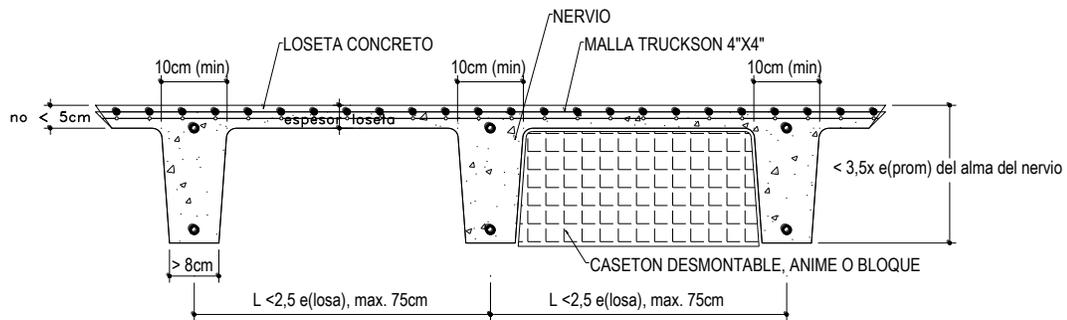


Figura 7. Planta de envidado de entrepiso. Losa nervada en una dirección. Con Bloques de anime (Town Houses). Nota. Bonucci (2012).



Figura 8. Planta de envidado de entrepiso. Losa nervada en una dirección. Con Casetones o Formaletas (Edificio de Oficinas). Nota. Datos tomados de Quintero, Ussher (2011). Adaptación Bonucci (2012).

La separación entre los nervios y sus dimensiones en general está definido según las normas COVENIN 1753-2006 en su capítulo 8, pudiéndose resumir en el siguiente dibujo.



### DIMENSIONES MIN. EN LOSAS NERVADAS

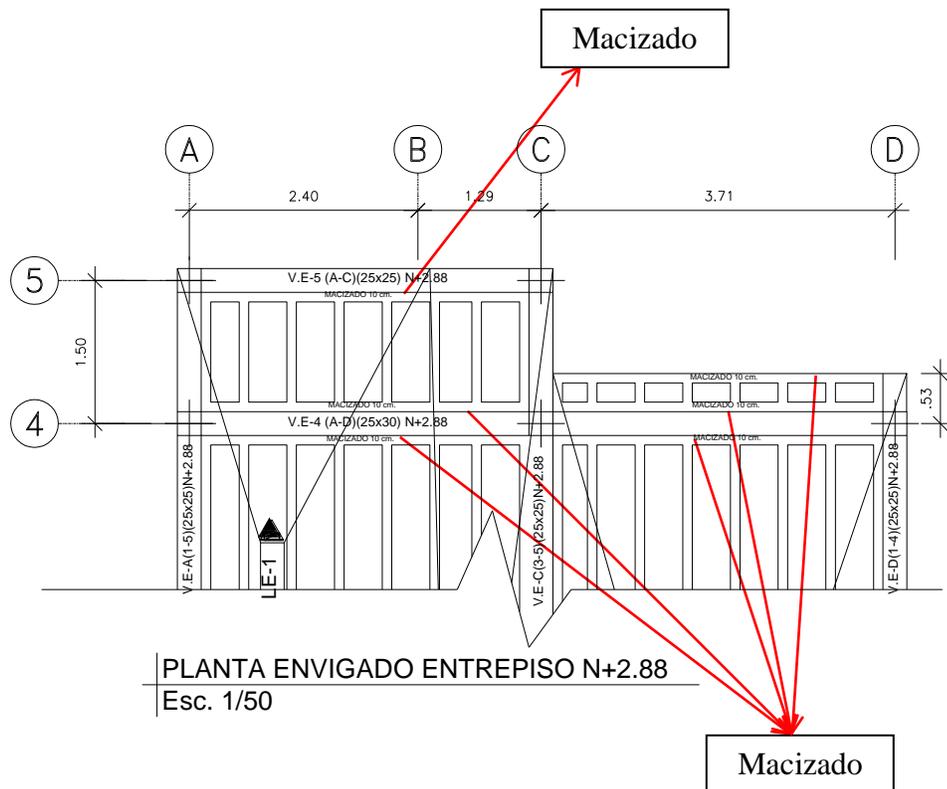
Esc. 1/20

e (losas) cm	L (max) cm	Ancho (max) Piñata o bloque cm
0.20	0.50	0.40
0.25	0.625	0.50
0.30	0.75	0.60
0.35	0.75	0.60

**Gráfico 32. Dimensiones mínimas de los elementos que componen una losa nervada.** *Nota.* Bonucci (2012).

En todos los extremos de las losas nervadas se hará un macizado mínimo de 10 cm, como lo establece COVENIN 1753-2006, en su capítulo 8.10.2.1 (c).

En el dibujo del nervio representado en el gráfico anterior la sección del mismo es variable, la cual es utilizada en losas reticulares y de forma rectangular para losas nervadas en una dirección.

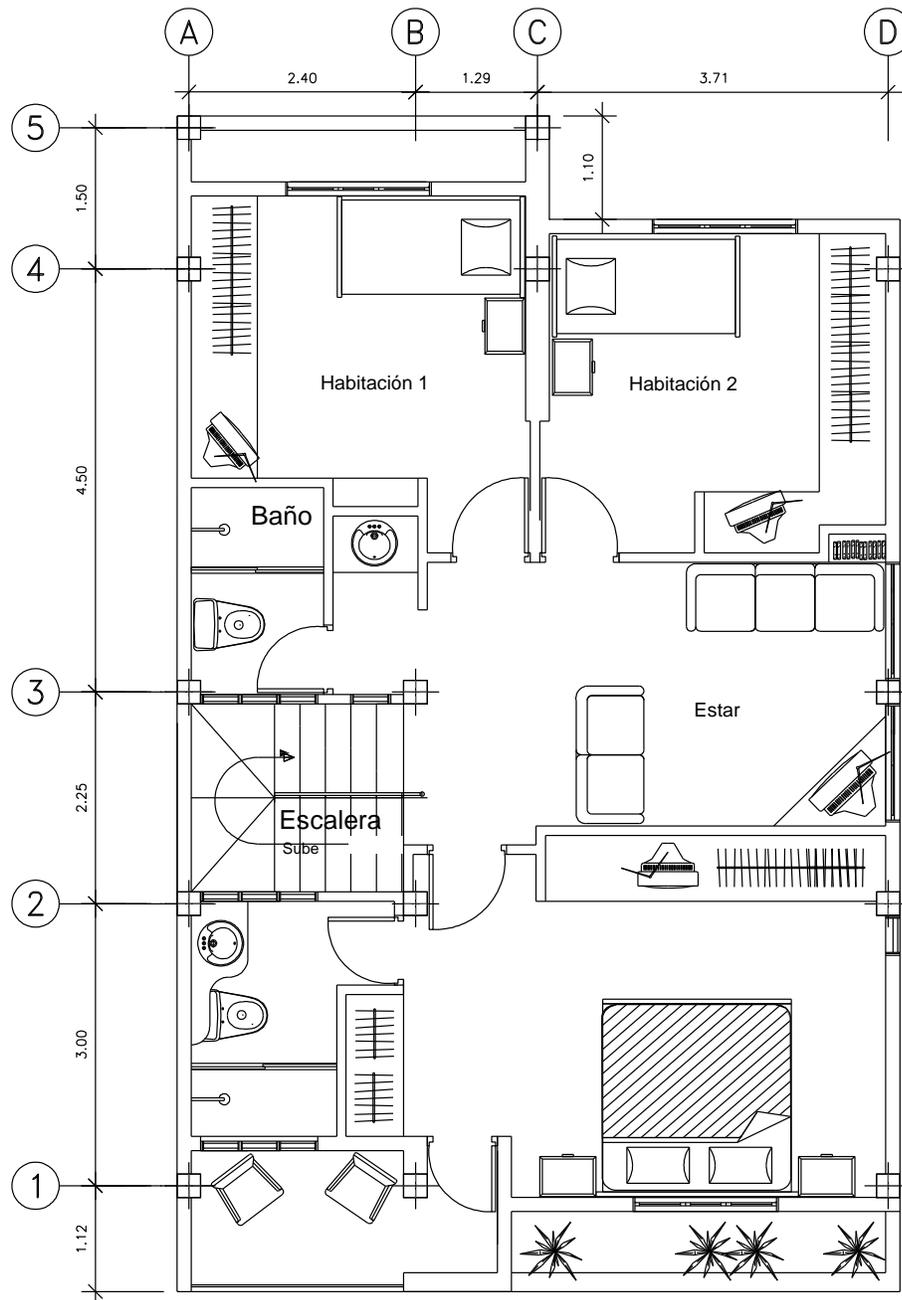


**Gráfico 33. Sección de Losa de Entrepiso (Vivienda Unifamiliar) a un nivel de +2.88, e indicación de macizados.** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

### Planta de Envigados

Las plantas de envigados son las representaciones gráficas de la vista de planta de cada una de las losas de entrepiso o techo de una estructura. El plano debe contener las columnas, los ejes entre ellas, vigas, sentido del armado de las losas; si ésta es nervada se deben dibujar los volúmenes que no llevan concreto, es decir los espacios que están rellenos por bloques de arcilla, concreto, anime o con casetones (formaletas prefabricadas) que en éste último caso quedarían vacíos porque deben ser removidos. Esta representación se observa en los planos como un rectángulo, para losas nervadas en una dirección, y como cuadrados para losas nervadas en dos direcciones.

Lo primero que debe hacerse es el análisis de la arquitectura -ya que en el plano de envigados se deben dibujar las columnas que arroje el cálculo estructural y no necesariamente las que el arquitecto propone en los planos de arquitectura-, así como también regirse por todos los bordes de losa o la geometría que el arquitecto tenga contemplado en el entrepiso al igual que en el techo. A continuación se presenta un ejemplo paso a paso el dibujo de una losa nervada en una dirección.

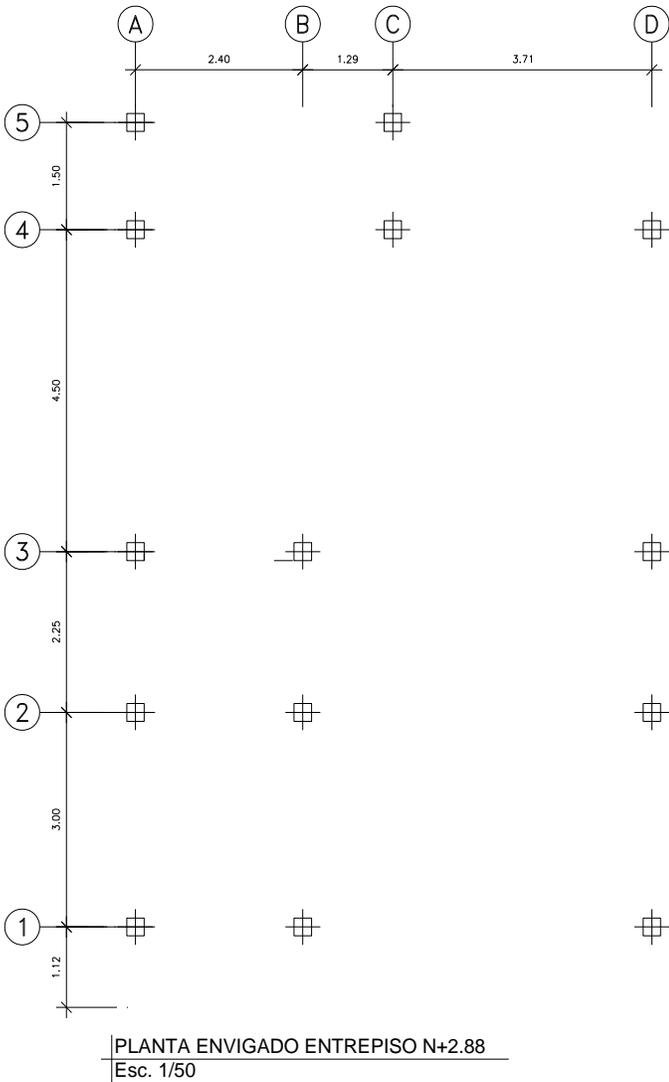


**Gráfico 34. Planta alta de Arquitectura (Vivienda Unifamiliar).** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

Los planos mostrados deben ir a escala 1:50. Por razones prácticas los que aquí se muestran no tendrán escala, ya que a pesar de que en la identificación de los

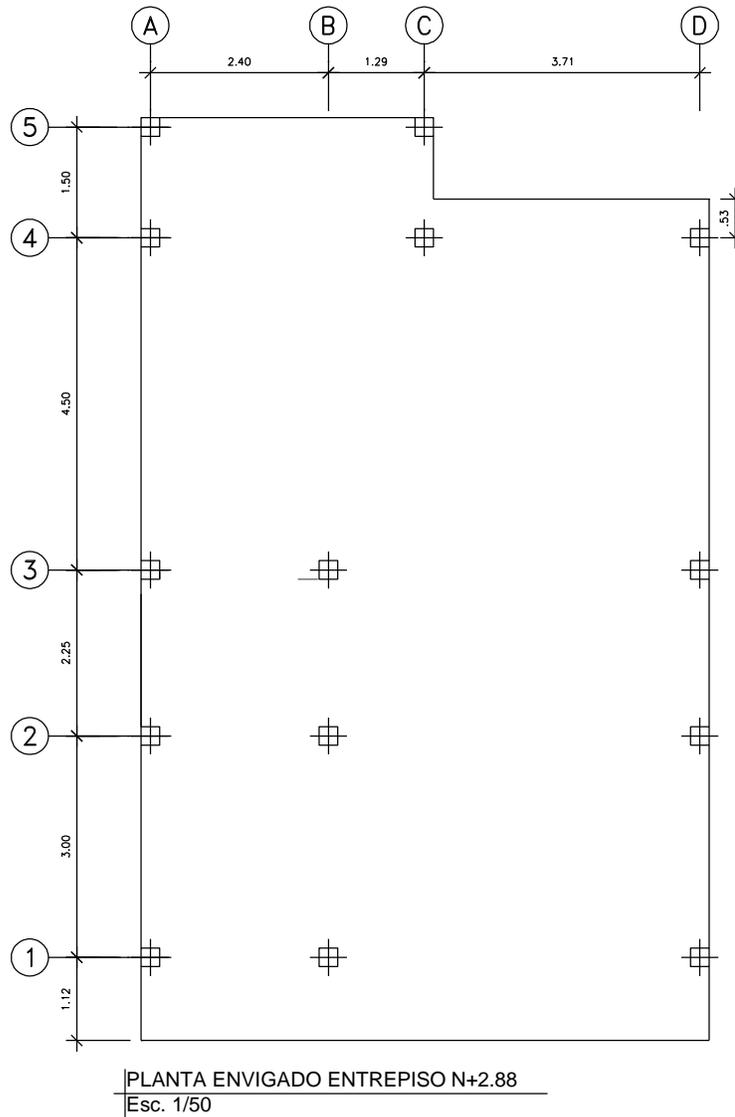
nombres del dibujo este indicada, la intención es mostrar cómo deben ser presentados.

El plano se inicia con el dibujo de los ejes estructurales y las columnas (ver gráfico N°35 )

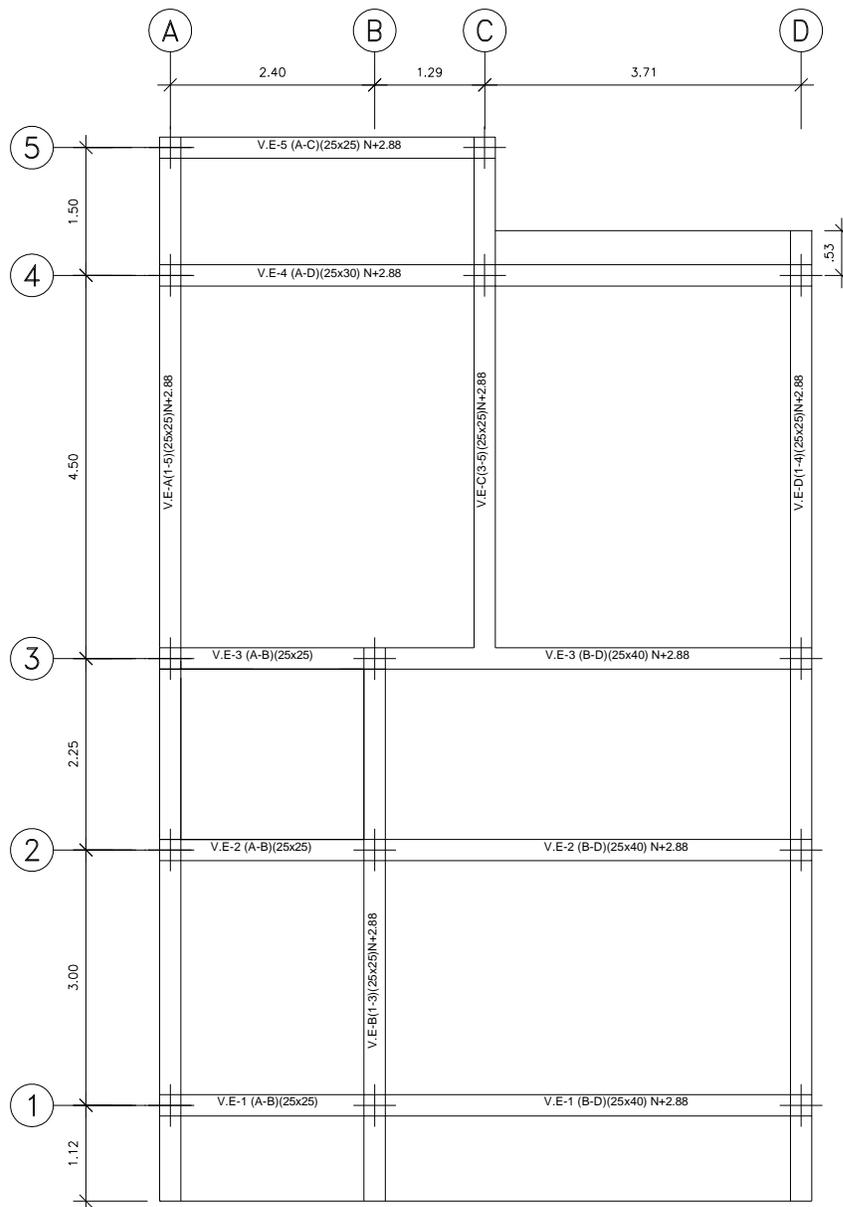


**Gráfico 35. Paso inicial para dibujar una Planta de Envigado (Vivienda Unifamiliar).** Nota. Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

Seguidamente se colocan los bordes de la losa de entrepiso o techo (siempre según los planos arquitectónicos), para dar paso al dibujo de las vigas y sentido del armado de las losas.



**Gráfico 36. Dibujo de bordes de losa de entrepiso en la Planta de Envigado (Vivienda Unifamiliar).** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012)



PLANTA ENVIGADO ENTREPISO N+2.88  
Esc. 1/50

Gráfico 37. Dibujo de vigas y borde losa en la Planta de Envigado (Vivienda Unifamiliar). Nota. Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012)

Al momento de dibujar las vigas dentro del plano se deben identificar sus dimensiones como se muestra en el gráfico N°37. Si la planta de envigado esta toda a un mismo nivel no es necesario colocarle los niveles en cada una de las vigas, pero si por el contrario se está realizando una planta de envigado de un techo inclinado, debe indicarse en cada una de las vigas su nivel.

Cabe destacar que cuando se colocan los nombres de las vigas sobre el plano de envigado, se indica una sola vez por viga y no por tramo como se muestra en la viga VT-4 (A-D) (25x30) N+4.88 del gráfico N°37, a menos que dentro de la misma viga su sección varíe, como es el caso de las vigas de los ejes 1,2 y 3.

La nomenclatura utilizada para denotar vigas es la siguiente:

- Ubicación en cuanto a nivel se refiere: se utilizan las letras VT y VE que significan, viga de techo y viga de entrepiso. Como las iniciales lo indican VT solo se indicará en la planta de envigado de techo, a menos que existan techos a diferentes alturas, en este caso se le puede agregar un número que las distinga; y las letras VT se utilizarán para todo el resto de las plantas de entrepiso, excepto para las del nivel más bajo (planta baja o sótano) las cuales tendrán las letras VR que significan vigas de riostra. La segunda letra pudiera omitirse para los casos de techo y entrepiso.

Ejemplo: Viga C del gráfico 39. VE-C (3-5) (25x25) N+2.88

- Ubicación según el eje longitudinal donde se apoya: representa el número o letra (según los ejes de los planos), que acompaña a las dos primeras, separándose por medio de un guión; este número o letra corresponde al eje longitudinal donde la viga se encuentra.

Ejemplo: Viga C del gráfico 39. VE-C (3-5) (25x25) N+2.88

- Ubicación según los ejes de apoyo extremos: se denotan mediante letras o números (según los ejes de los planos) en los cuales la viga se apoya, solo se coloca el apoyo inicial y final, siempre entre paréntesis para que visualmente no interfiera con el número o letra que lo precede.

Ejemplo: Viga C del gráfico 39. VE-C (3-5) (25x25) N+2.88

- Dimensiones de la viga: se colocarán las dimensiones de la viga en las unidades que el ingeniero calculista prefiera, cm o m, y de forma opcional entre paréntesis; debe existir coherencia en estas unidades para evitar confusiones, es decir si en una planta de envigado se denotan en metros, en el resto de las plantas debe realizarse en la misma unidad. Se debe tener siempre presente que el orden de las medidas es fundamental, puesto que el primer número corresponderá a la base y el segundo a la altura, separadas por un símbolo “x”.

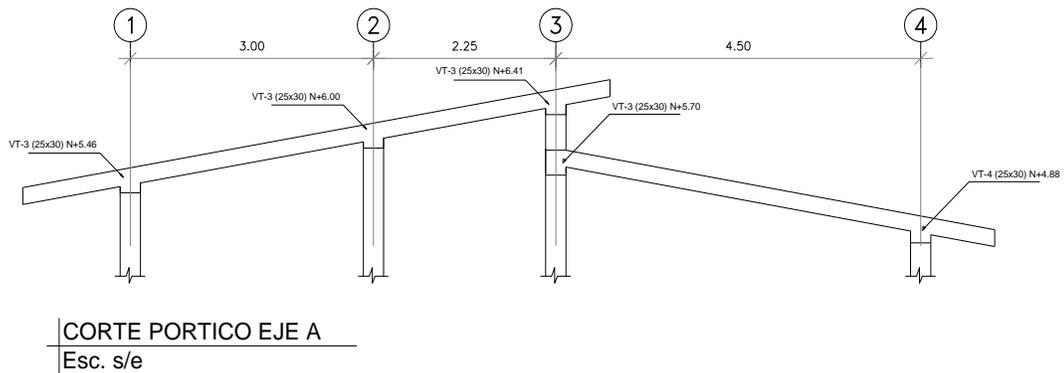
Ejemplo: Viga C del gráfico 39. VE-C (3-5) (25x25) N+2.88

Generalmente las vigas poseen una base menor a su altura, por el hecho de que su inercia en esa posición tiene un mejor comportamiento en comparación con el sentido contrario; pero en caso de vigas planas en donde la altura de la viga es igual al espesor de la losa y el ancho es mayor que su altura, al denotarse sus medidas, igualmente se deben cumplir con las mismas especificaciones, las cuales son base x altura.

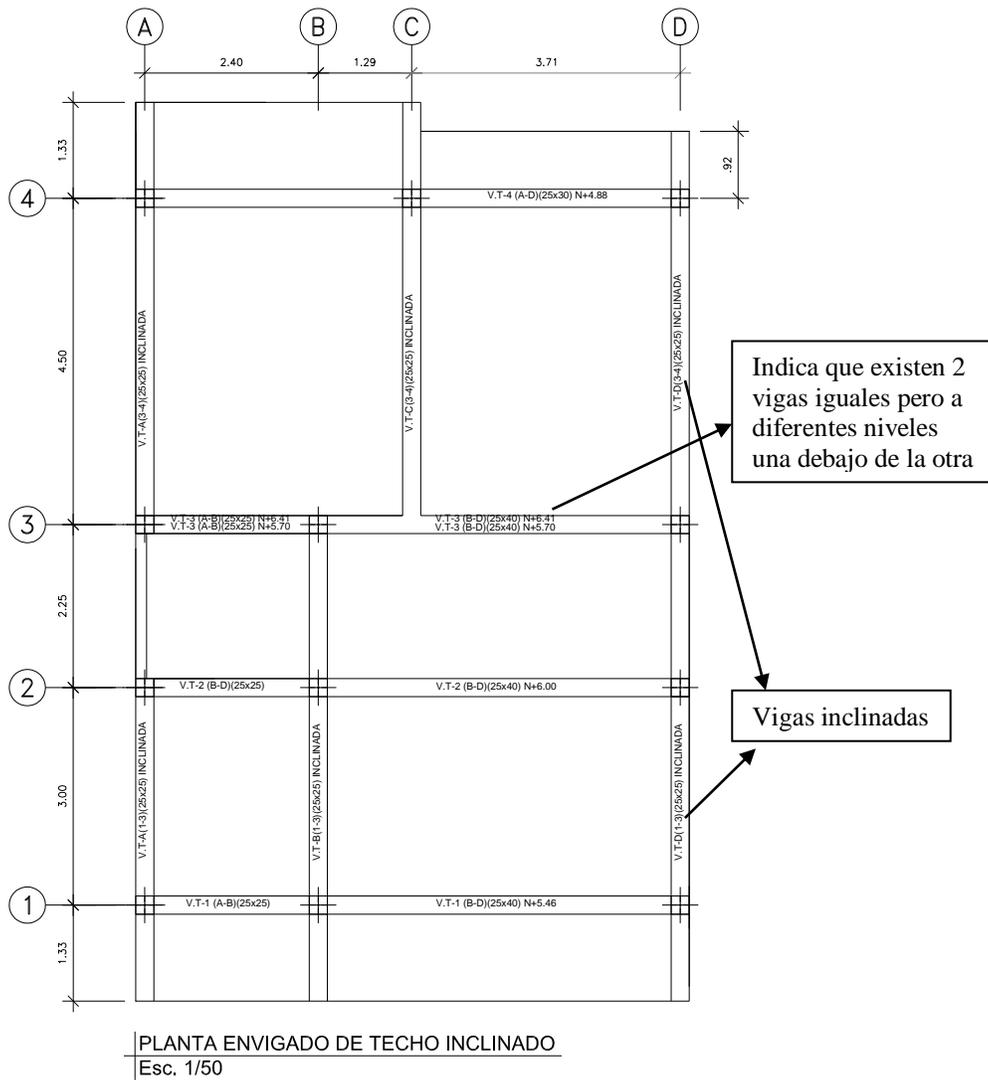
- Nivel de la viga: indica la altura a la cual será colocada la viga (en su parte superior), se coloca la letra N que significa nivel, seguido de un símbolo + o – indicando si está ubicada por encima del nivel 0 de la estructura o por debajo de éste, para luego colocarse un número, que indica la distancia medida desde el nivel 0 que es colocado por el arquitecto, usualmente es el nivel de planta baja, pero no es una constante.

Ejemplo: Viga C del gráfico 39. VE-C (3-5) (25x25) N+2.88

Esta acotación es opcional en muchos de los casos, ya que si todas las losas son horizontales incluyendo la del techo, con solo colocarle el nivel al título o nombre del dibujo sería suficiente, ya que todas las vigas estarían al mismo nivel, pero en caso de techos inclinados, en donde los ejes de apoyo y la cumbrera estarán a diferentes niveles dentro del dibujo la losa, ésta acotación se convierte en fundamental, como se aprecia en los gráficos N° 38 y 39, de manera que no se preste a confusión la presencia de dos nombres diferentes de vigas que coinciden en la vista de planta.



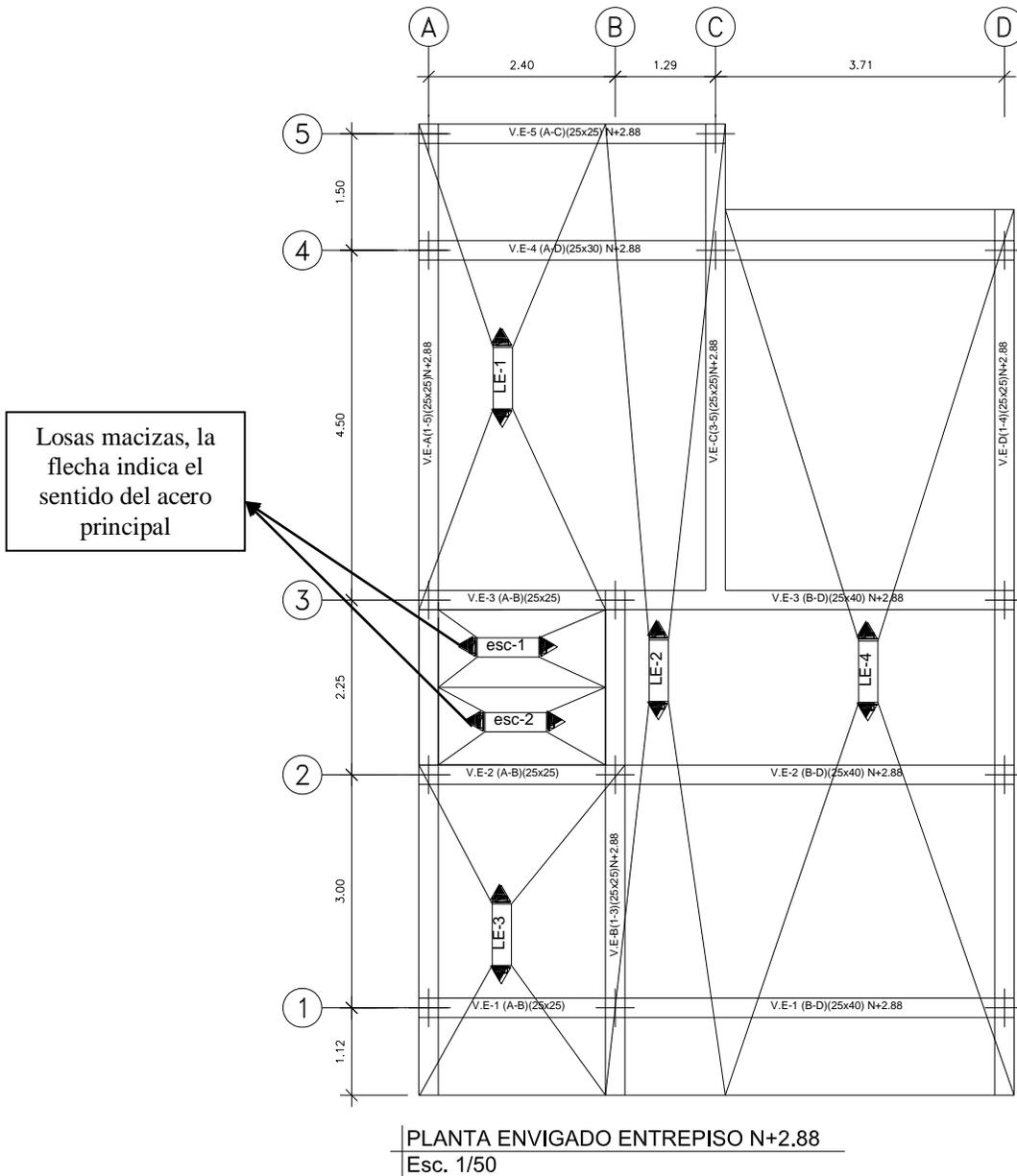
**Gráfico 38. Corte del pórtico del eje A (Vivienda Unifamiliar).** *Nota.* Bonucci (2012)



**Gráfico 39. Dibujo de vigas y borde losa en la planta de Envigado de techo inclinado a dos aguas (Vivienda Unifamiliar).** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012)

Una vez dibujados los bordes de las losas y las vigas, se indica el sentido del armado la losa según el cual fue diseñado por el ingeniero calculista. Aproximadamente en el centro de cada losa se dibuja un recuadro donde si indica dentro de él, el nombre de y tipo de losa siguiendo la secuencia empleada igualmente a su criterio, por ejemplo LE-1, significa que es la losa de entrepiso 1, si se coloca

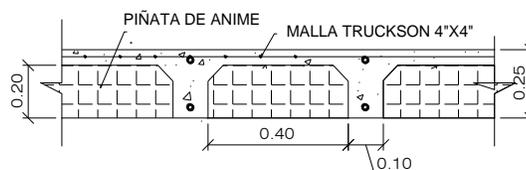
LT-1, losa de techo. Se dibujan 4 líneas que parten de los vértices del recuadro y que terminan en los extremos de las losas, quedando demostrada claramente la amplitud de la losa. Por último se debe colocar una flecha que indique el sentido de la losa. (ver gráfico N° 40)



**Gráfico 40. Indicación del sentido de los nervios en la planta de envigado de entepiso, (Vivienda Unifamiliar).** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012)

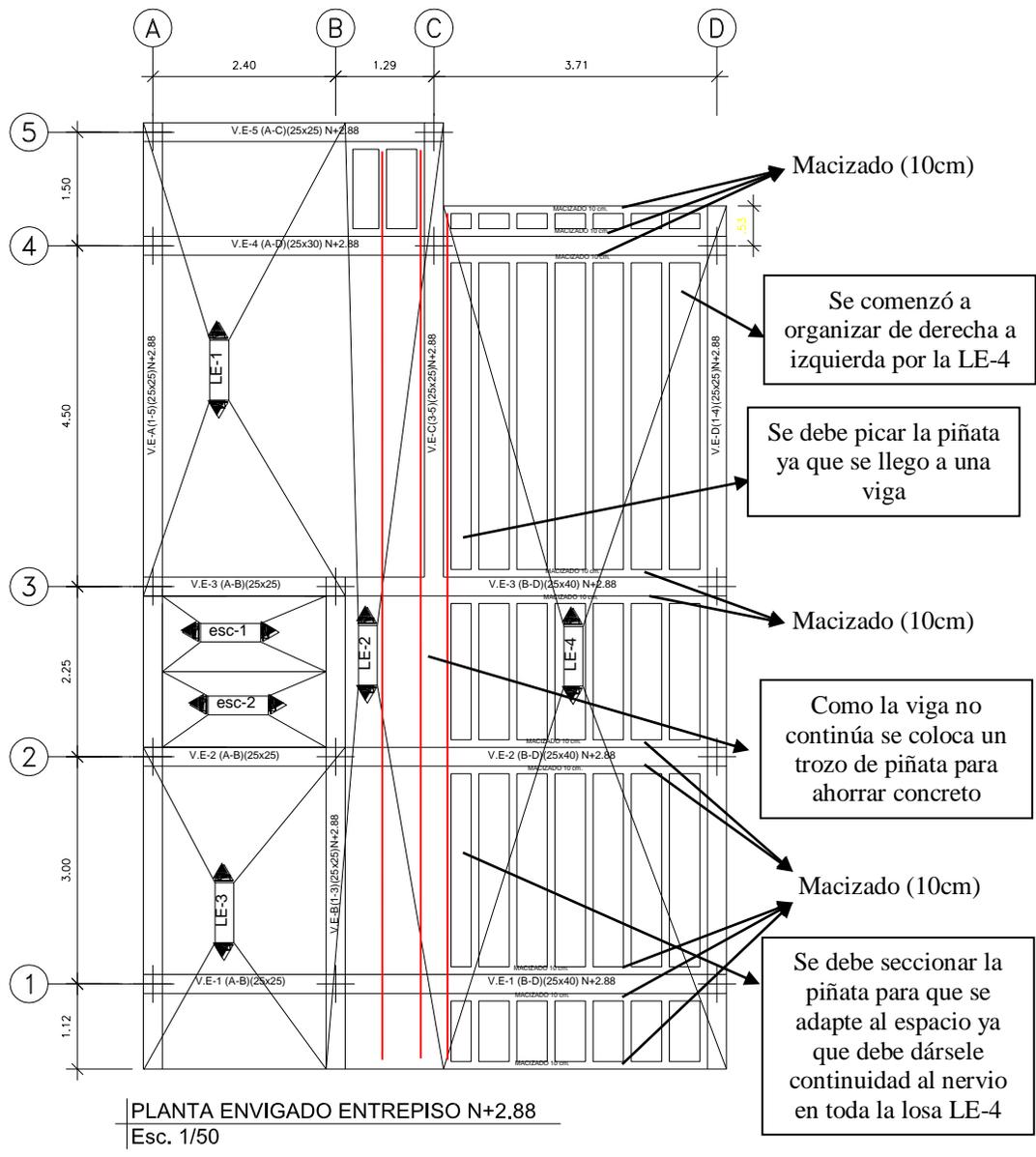
Después de indicado el sentido del armado de la losa, se deben colocar de forma precisa los bloques o formaletas que se utilizarán en cada una de ellas, de manera que se establezcan exactamente el número de nervios a construir y al mismo tiempo sea de referencia para el ingeniero residente durante la construcción, al momento de repartir y cuantificar las piñatas dentro de las mismas. Es necesario acotar que no es lo mismo iniciar el armado de derecha a izquierda que viceversa, pues pueden quedar nervios mayores a los 10cm en ciertas partes debido a que se le debe dar continuidad a los nervios durante toda el área de la losa independientemente cuantas vigas de carga pasen.

Sabiendo que un bloque piñata, independientemente del tipo de material o formaleta comercialmente tiene 40 cm de ancho (pudiendo variar según el diseño), y que los nervios tienen un mínimo de 10cm, se van ordenando las piñatas de acuerdo a la mejor conveniencia (derecha-izquierda o viceversa), pero siempre respetando el sentido en el cual fue diseñada, igualmente se deberá dejar un espacio mínimo de 10cm (macizado) en las intersecciones de los nervios con las vigas de carga y en los finales de la losa.(ver gráfico N°42)

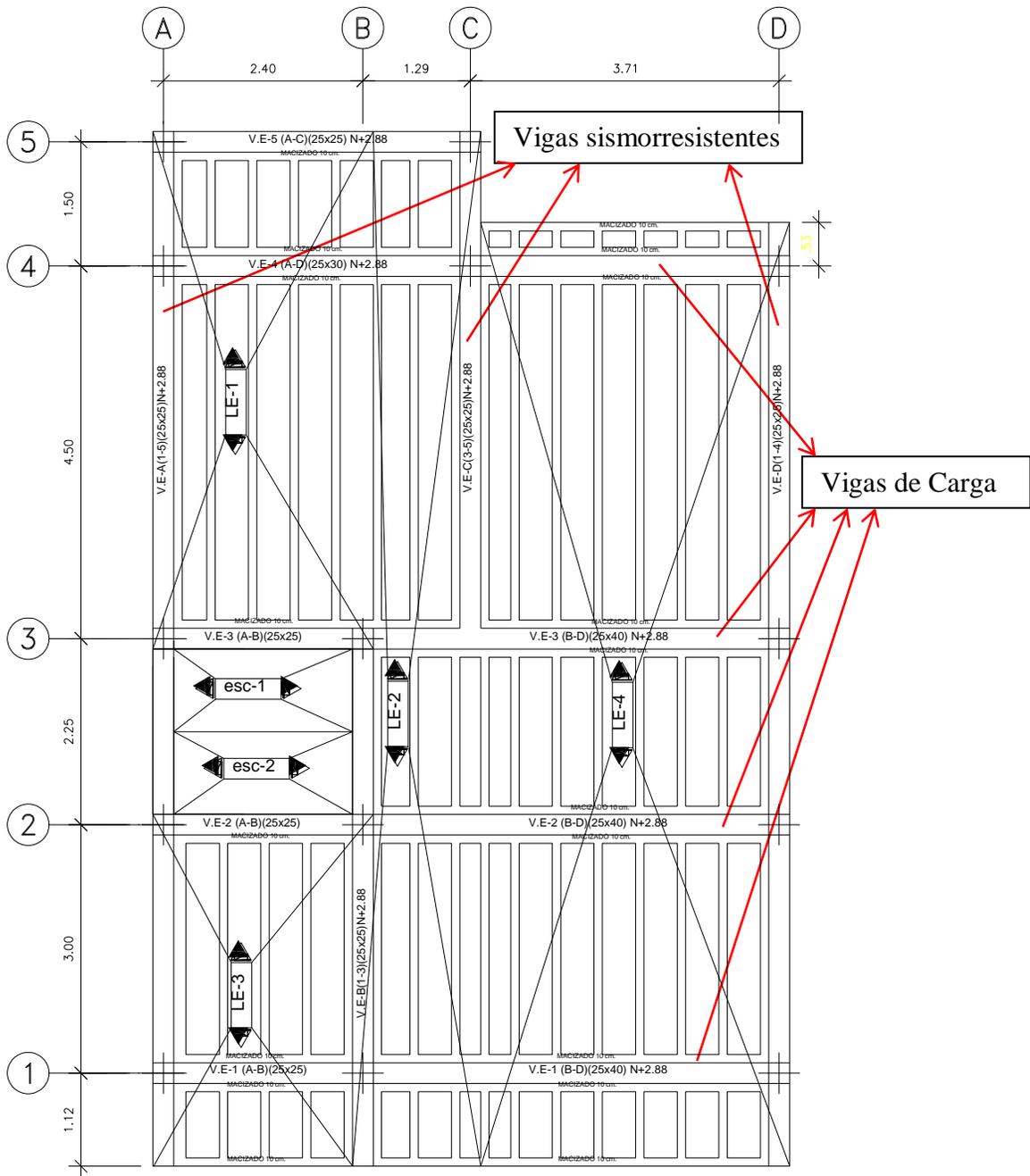


**SECCIÓN TÍPICA LOSA NERVADA**  
**h= 25 cm**  
**Esc. 1:20**

**Gráfico 41. Detalle típico de una losa nervada en una dirección, (Vivienda Unifamiliar).** *Nota.* Bonucci (2012)



**Gráfico 42. Colocación de bloques en el sentido de los nervios en la planta de envigado de entrepiso, (Vivienda Unifamiliar).** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012)

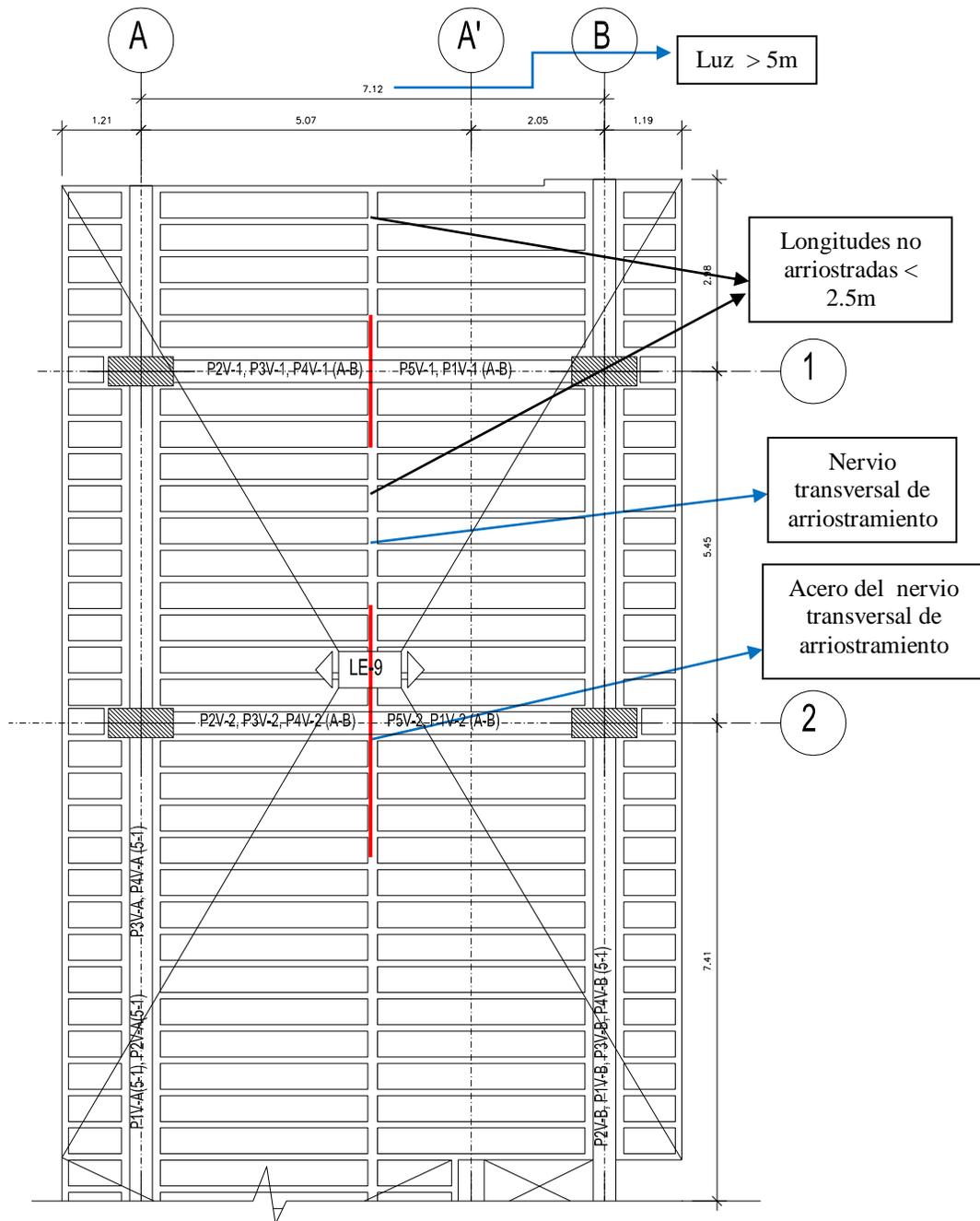


PLANTA ENVIGADO ENTREPISO N+2.88  
Esc. 1/50

**Gráfico 43. Planta de Envigado de Entrepiso terminada, (Vivienda Unifamiliar).**

*Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012)

Si la luz libre de las losas nervadas supera los 5 m (separación entre los ejes donde se apoya la losa) se deberá rigidizar a través de un nervio transversal de arriostramiento, con la misma sección y armadura de los nervios longitudinales y la armadura de los nervios longitudinales distribuidas por mitades como acero de refuerzo superior e inferior pero no menor de dos barras de  $\frac{1}{2}$ ”; y la longitud arriostrada de los nervios será de 2,5 m como máximo, como lo expresan las normas COVENIN 1753-2006 en su artículo 8.10.2.2.



**ENVIGADO TIPO DE NIVELES DEL 1 AL 5**

ESCALA: 1/50

**Gráfico 44. Planta de Envigado de Entrepiso con nervio rigidizador, (Vivienda Multifamiliar).** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,CA. Adaptación Bonucci (2012)

## **Detallado de Losas**

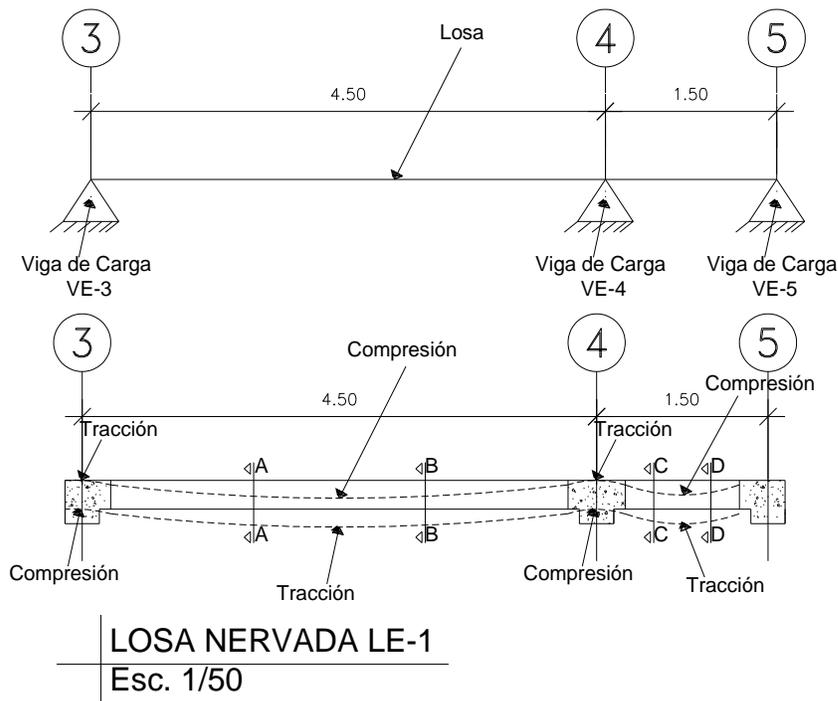
El acero que se calcula por ejemplo en las losas nervadas, representa el acero de un nervio, el cual será repetido en tantos nervios iguales existan por cada una de las losas de las plantas de envigados; se toma únicamente una sección típica para realizar este cálculo ya que éste se repite de forma idéntica.

Dependiendo del tipo de losa, se indica de forma diferente el detallado de en los planos; así en losas nervadas, cuando se emplea la palabra detallado se refiere al dibujo de cada trozo de acero (cabillas) así como la disposición dentro de cada nervio contenido en la losa, de manera que sea una guía para la confección y colocación del mismo.

La colocación del acero superior en las losas, por lo general se realiza mediante refuerzos o trozos de acero en los nodos o apoyos (vigas de carga), que no son más que cabillas con una determinada longitud que exige el cálculo en los apoyos, y en el acero inferior con barras continuas durante toda su longitud que se anclan en los apoyos extremos.

Por su naturaleza, el concreto tiene un mínimo soporte cuando es sometido a tracción, por lo que en las zonas donde la losa presente tensiones a tracción deberá reforzarse con barras de acero (cabillas).

Las losas se apoyarán en las vigas de carga o muros, (las cuales van perpendiculares a la dirección de los nervios o armado de la losa). En los planos, el acero de los nervios se dibuja en el sentido del armado de la losa, o lo que es lo mismo, paralelo a las vigas sismorresistentes (perpendiculares a las de carga).

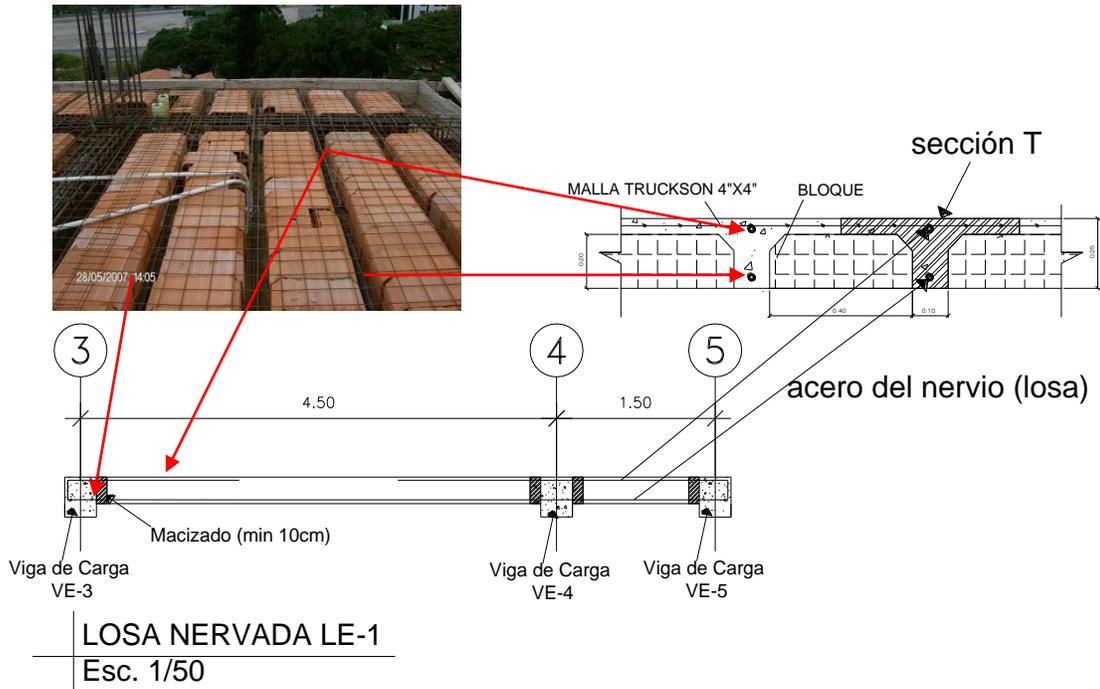


**Gráfico 45. Análisis gráfico de las deformaciones de la LE-1. (Vivienda Unifamiliar).** *Nota.* Bonucci (2012)

Tomando como ejemplo la LE-1 del gráfico N°43, que se muestra mediante el gráfico N°45 tenemos que entre la zona del eje 3 y la sección A-A, así como entre la sección BB-CC y DD-eje 5, las fibras superiores presentan una deformación de alargamiento, por lo que se encuentra sometido a tracción, necesitando ser reforzado con barras de acero; mientras que en las zonas centrales de los tramos AA-BB, CC-DD las fibras están sometidas a compresión por lo que el concreto puede absorber estos esfuerzos por sí solo, salvo en determinadas condiciones.

En el acero inferior sucede lo contrario, en las zonas de los nodos o ejes las fibras están a compresión mientras que en los tramos centrales están a tracción, necesiándose barras de acero que colaboren con el acero en estos tramos. En el acero inferior se colocará por lo menos una de las barras de forma continua como lo cita el

artículo 7.8 de la Norma COVENIN 1753-2006, como se evidencia en el gráfico N°46.



**Gráfico 46. Colocación del acero en losas. (Ejemplificación longitudinal y en corte).** *Nota.* Bonucci (2012)

Como las losas nervadas son repetitivas solo se calcula una franja unitaria típica por cada una de las losas, llamándose sección T debido a la forma que se produce al ver el corte transversal de la misma.

***Detallado o despiece de losas nervadas en una dirección***

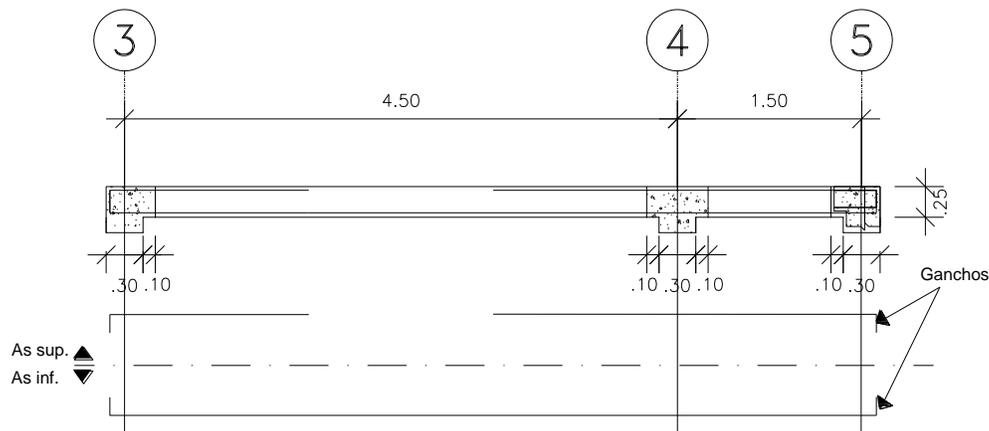
El despiece de una losa consiste en dibujar todo el acero o las barras que están contenidas dentro de los nervios, indicando en cada una de ellas los siguientes datos y en este mismo orden:

- Cantidad de barras (en números)

- Diámetro de la barra de acero (en pulgadas)
- Longitud total o de cortado de la cabilla
- Longitud de doblado, usualmente ubicado en el medio de la barra y sin acotado. (ver gráfico N°50)

El dibujo de los despieces o detallado debe hacerse por cada una de las losas de forma longitudinal, y se inicia colocando los ejes donde ésta se apoya, a continuación se dibuja un recuadro o rectángulo con el espesor de la losa, los apoyos que serán las vigas de carga con sus respectivos anchos alineándose por lo general en la parte superior de la losa, los macizados que se miden a 10 cm mínimo a menos que el calculista indique lo contrario, de cada lado de las caras de las vigas para dar paso el dibujo del acero que va en los nervios. Posteriormente en la parte inferior se dibuja una línea continua o raya-punto que divide el acero inferior del superior donde se van colocando cada una de las barras, dibujándolas en su verdadero tamaño y a escala, con todos los datos de identificación anteriormente señalados. Ver gráficos N°47 y 50

La escala utilizada para realizar los despieces de losas en general es 1/50 ya que permite un buen tamaño para la lectura de los planos. En caso de que la losa sea muy extensa pudiese dibujarse en escala 1/75 pero no es lo usual, por lo que en vez de cambiar la escala se aumenta el tamaño del papel.



LOSA NERVADA LE-1 (e=25cm) N+2.88

Esc. 1/50

**Gráfico 47. Primera fase del despiece de una losa (proveniente de la planta de envidado mostrada en el gráfico N°43).** Nota. Datos tomados de ARQYEST21,CA. Adaptación Bonucci (2012)

### ***Chequeo del acero mínimo***

Según el capítulo 18.3.3 de la norma COVENIN 1753-2006, el acero mínimo en elementos a flexión se calcula como:

$$As(\min) = \frac{14}{f_y} * b * d \quad \text{para } f'c < 315 \text{ Kg/cm}^2 \quad \text{norma (10-1a),} \quad \text{Ec. 5.1}$$

Siendo:

b= ancho del nervio

d= altura de la losa menos el recubrimiento de la fibra a tracción.

f'c= resistencia del concreto a los 28 dias

Por ejemplo para una losa nervada de 25 cm, con un ancho de nervios de 10cm, el área de acero mínima requerida (As) es de 0.77cm<sup>2</sup> la cual no cumple con una cabilla de 3/8" que solo posee un As= 0.71cm<sup>2</sup>. Concluyendo así que el diámetro

mínimo para esta losa será el diámetro inmediatamente superior ½” con un  $A_s=1.27\text{cm}^2$

### ***Recubrimiento***

El acero por su naturaleza tiende a la corrosión cuando entra en contacto con el medio ambiente, y dependiendo de la agresividad de éste, el proceso de oxidación puede acelerarse. Para evitar en lo posible estos efectos en el acero que esta embebido en los elementos estructurales COVENIN 1753-2006 en su capítulo 7.2.4 prevé que para las losas el recubrimiento mínimo será de 2 cm, lo cual representa la separación que debe existir entre la superficie del acero de refuerzo de la losa y la cara exterior de concreto expuesta al medio ambiente. Ver gráfico N°48

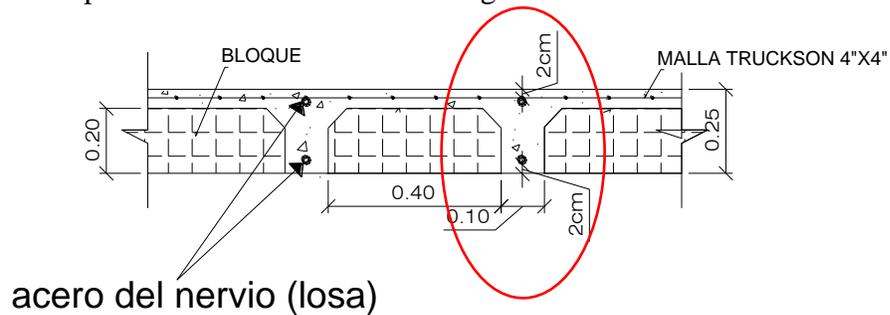
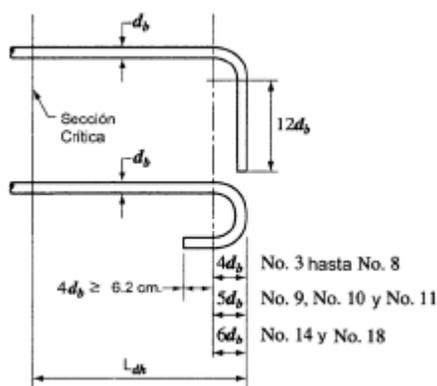


Gráfico 48. Recubrimiento mínimo de protección en losas. Nota. Bonucci (2012).

### ***Ganchos***

Un gancho estándar “en el acero longitudinal” según la misma norma citada se resume de la siguiente manera



Donde  $d_b$  = diámetro de la barra

**Gráfico 49. Detalle de barras con ganchos.** *Nota.* Datos tomados de las normas COVENIN 1753-2006.

El tipo de gancho más utilizado por su fácil ejecución es el de  $90^\circ$ , pero la opción de los  $180^\circ$  estaría empleada para cuando el cálculo de la longitud del gancho sea mayor que el alto de la viga o losa. En el acero longitudinal este gancho debe estar presente en los apoyos de los extremos o en los extremos de la losa, que se calcularan de acuerdo al caso.

**Tabla 34**

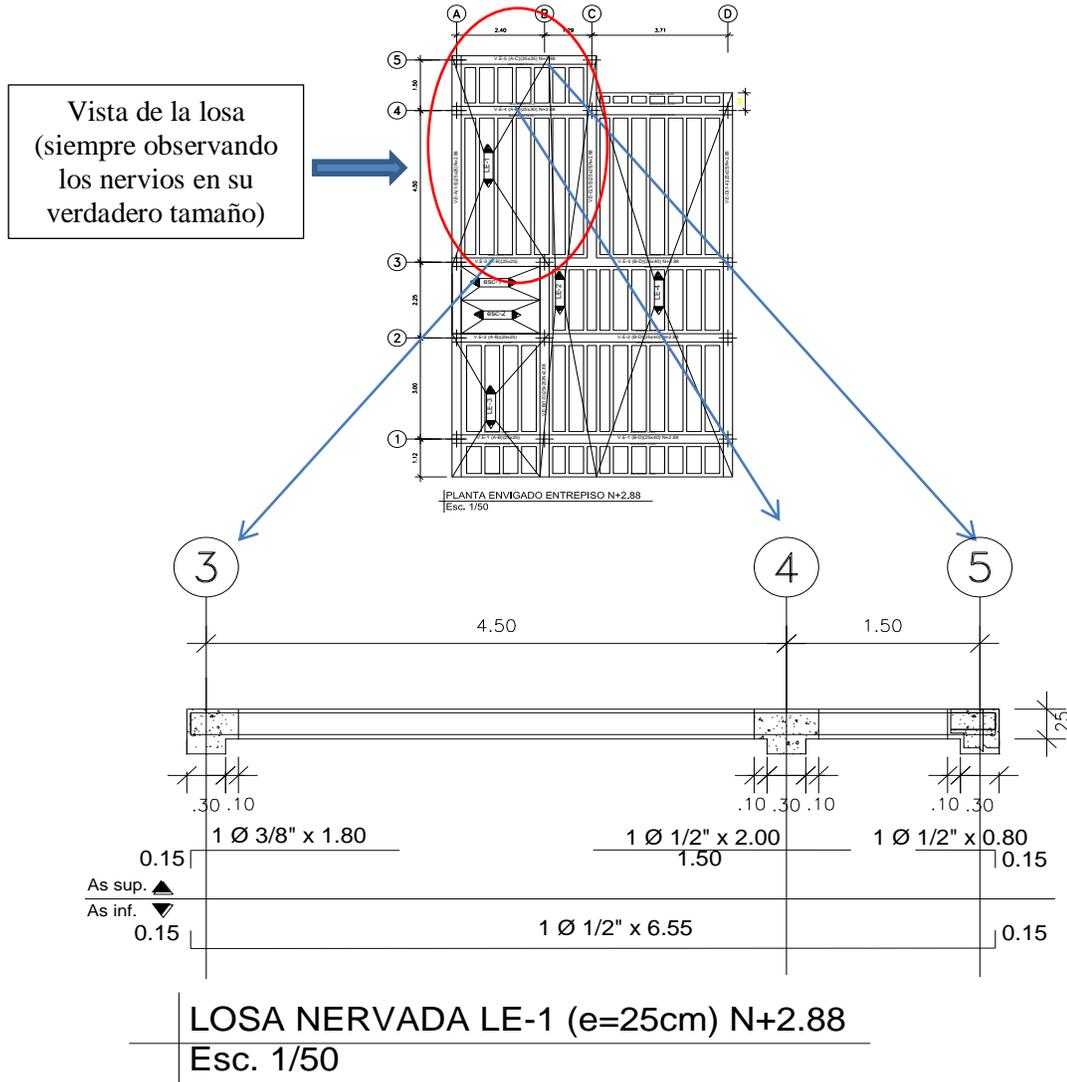
*Longitudes de ganchos a  $90^\circ$  y  $180^\circ$  según las normas COVENIN 1753-2006.*

Art. 7.2.2 de la norma COVENIN 1753-2006				
diámetro de la barra	Gancho (cm) $90^\circ$		Gancho (cm) $180^\circ$	
	$12 \times d_b$ (cm)	Redondeo	$4 \times d_b$ (cm)	Min (cm)
Pulg				
3/8	11.43	12	3.81	7
1/2	15.24	16	5.08	7
5/8	19.05	20	6.35	7
3/4	22.86	23	7.62	7
7/8	26.67	27	8.89	7
1	30.48	31	10.16	7
1 3/8	41.91	42	13.97	7

*Nota.* Bonucci (2012)

El ingeniero calculista actualmente con ayuda de programas computarizados determina las áreas de acero requeridas para resistir las solicitaciones generadas por las cargas actuantes en las secciones de la losa. Las losas no poseen estribos, por lo que en las zonas donde no se requiera acero, no se colocará acero longitudinal.

En Venezuela las cabillas o barras de acero utilizadas para el diseño y que se producen de  $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$  son de 12m de largo, por lo que los maestros cabilleros, en la obra y según los planos estructurales deben seguir las especificaciones de forma cabal de cada uno de los aceros dibujados, optimizando al máximo los 12 metros disponibles evitando desperdicios. Para ello es necesario que en los planos se coloquen los diámetros y longitudes a la cual deben cortar las piezas de acero, así como las longitudes de doblados, que para el caso de losas serían únicamente los ganchos ubicados en los apoyos extremos. Los ganchos de  $90^\circ$  son llamados coloquialmente “escuadras” por los maestros cabilleros.



**Gráfico 50. Ejemplo de despiece de losa nervada LE-1 una dirección respecto a la planta de envigado mostrada en el gráfico N°43. Nota. Datos tomados de ARQYEST21,C.A.**

En el gráfico N°22 se concentra todo lo mencionado anteriormente. Solo habría que destacar 3 cosas:

- En la identificación de las piezas de acero, la separación entre el diámetro y la longitud total o de corte, se realiza mediante el símbolo “x”.

- En la longitud de corte de la pieza de acero debe estar incluida la longitud de doblado, que en este caso son los ganchos.
- La unidad de medida de los refuerzos de acero no se coloca, ya que se sobre entiende que está en metros.

Los planos de estructuras generalmente son entregados con errores, manifestándose en las longitudes de corte principalmente; ya que dependen de varios factores, no solo de las dimensiones de la losa y vigas donde se apoya, sino de los recubrimientos que se empleen. Aunque la norma establezca 2 cm para las losas no quiere decir que no puedan existir recubrimientos superiores a éste, sobre todo en ambientes marinos o muy húmedos donde la posibilidad de corrosión es mayor, por lo que es indispensable que en los planos sean especificadas estas longitudes.

Otro detalle que a juicio del autor se debe tener en cuenta es la estimación de los decimales en las longitudes de corte, ya que en campo la precisión es bastante pobre cuando se utilizan elementos tan rígidos doblados generalmente a mano. Las apreciaciones recomendadas utilizadas son de múltiplos de 5 en los decimales; longitudes por ejemplo 8.23m son difíciles de garantizar, no así 8.25m.

Una longitud de corte dibujada y posteriormente colocada con medidas superiores a las debidas, puede traer como consecuencia que el acero no entre en el encofrado, teniendo así que descartar dicha pieza de acero ya que no se pueden volver a doblar los ganchos en los extremos y redoblarlo adecuadamente para reducir la distancia doblada con una medida errónea, pues fatiga el acero y se parte.

Si el acero dibujado y posteriormente colocado es menor al debido, traería como consecuencia en la mayoría de los casos, la colocación de una pieza de acero adicional en dicho lugar, con una suficiente longitud de anclaje que garantice esa unión no planificada, acarreando mayores costos en materiales y mano de obra a la estructura en ejecución.

El detallado o despiece de losa, así como cualquier elemento estructural debe tener una identificación o título del dibujo, en el que se indicará el nombre adoptado para la planta de envigado donde está ubicada, el espesor de la losa, su tipo, si es nervada o maciza (esto generalmente se resume colocándole una “N” para indicar que es nervada) y la escala en la cual está hecho el dibujo. Las letras LE-1 en el nombre del dibujo significan:

L= losa

E= losa de entrepiso (si es de techo se coloca “T”)

1= el número que se le asignó cuando el ingeniero estructural dispuso las losas (no tiene ninguna razón técnica).

### ***Empalmes por solape y anclajes***

Un empalme no es más que la unión de dos piezas de acero para poder lograr longitudes mayores a las individuales de cada una de ellas.

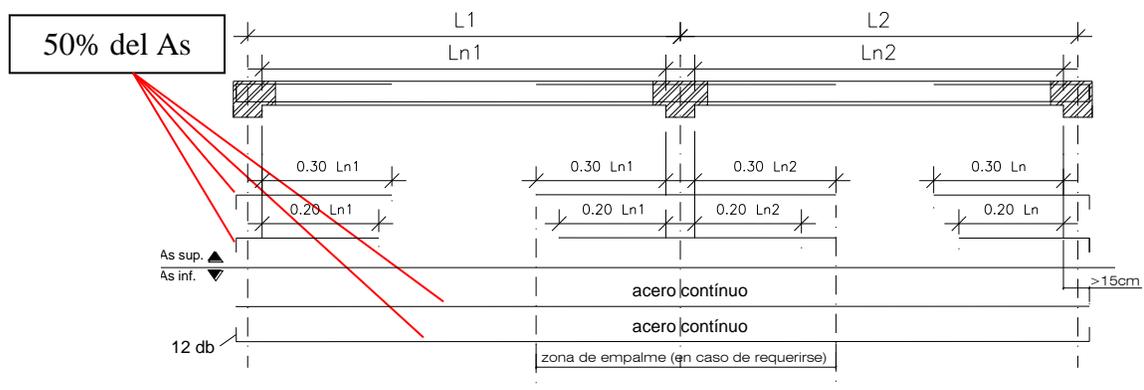
Como se describe en párrafos anteriores, las barras de acero o cabillas en Venezuela son fabricadas de 12 m de longitud por comodidad de transporte y manejo, lo que acarrea una dificultad para la construcción de elementos superiores a esta medida, por lo que es necesario empalmar las barras para poder llegar a las longitudes deseadas.

Cuando los elementos estructurales son sometidos a tensiones a tracción producidos por las cargas aplicadas, las barras de acero embebidas en el concreto tienden a deslizar en el sentido de la tensión, por lo que esas tensiones a tracción que sufren las barras deben ser contrarrestadas con la adherencia por fricción que se produce entre 2 barras y la masa de concreto. A mayor superficie de contacto entre las barras y el concreto mayor adherencia se producirá, traducándose en la práctica en la prolongación o aumento en la longitud de la barra que esta embebida en el concreto llamándosele longitud de anclaje o de transferencia.

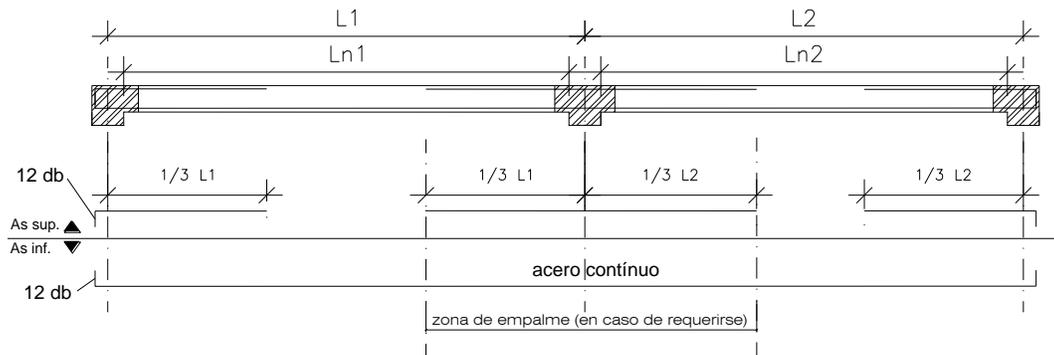
En el concreto armado se produce una simbiosis entre el concreto y el acero, donde el acero trabaja con todas las fuerzas a tensiones y el concreto con las de compresión. Estas propiedades de los elementos deben ser consideradas al momento de estimar las longitudes de anclaje de las barras, de manera que queden colocadas dentro de las zonas comprimidas del elemento.

El punto en donde se comienza a producir un cambio de signo en el momento flector, se le denomina punto de inflexión. A partir de este punto y hacia la zona en compresión se medirá esta longitud de anclaje.

La distribución y empalmes en elementos de acero en losas, como se muestra en el gráfico N°51. COVENIN 1753-2006 establece gráficamente una configuración en el despiece para el caso específico de losas.



**Gráfico 51. Longitudes mínimas de acero de refuerzo en losas.** *Nota.* Datos tomados de COVENIN 1753. Adaptación Bonucci (2012).



**Gráfico 52. Longitudes de acero de refuerzo en losas comúnmente utilizadas.**

*Nota.* Bonucci (2012).

En el gráfico anterior se observa que los aceros están en función de  $L$  y no de  $Ln$ , esta forma de cálculo siempre dará como resultado una longitud levemente mayor a la calculada como lo indica la norma, además de ser relativamente más sencillo. Al utilizar esta estrategia se gana tiempo y se obtiene un pequeño margen de seguridad adicional ante algún error durante la ejecución.

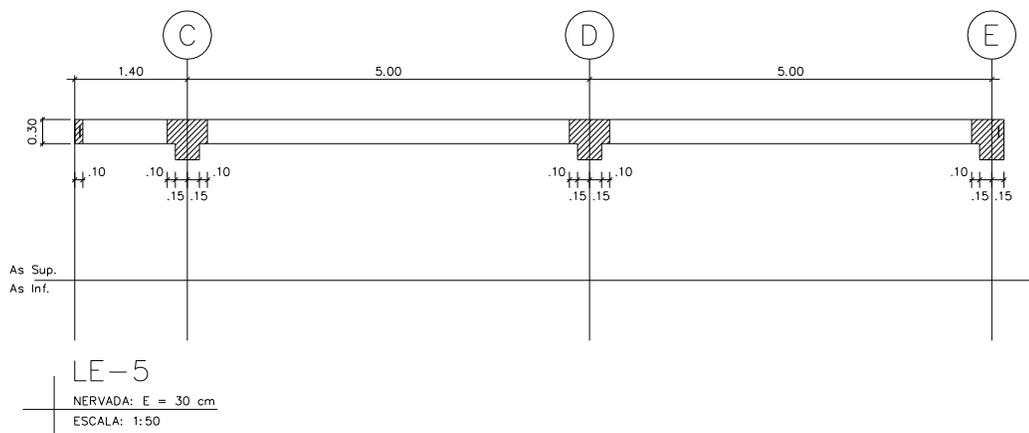
### ***Ejemplo del diseño y despiece de una losa nervada***

El ejemplo se iniciará con las áreas de acero determinadas con la ayuda del programa de cálculo SAP 2000 para un nervio de sección unitaria; con esta información se procede a realizar el diseño del nervio de la losa, seleccionando los diámetros, cantidades de cabillas, longitudes de corte y ganchos que se adapten al cálculo realizado.



**Gráfico 53. Áreas de acero arrojadadas por el programa de cálculo SAP2000 de una losa nervada para un entpiso de una vivienda unifamiliar.** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,CA.

Lo primero que debe dibujarse son los ejes, las vigas donde estará apoyada la losa y los macizados que se utilizarán (mínimo 10cm a cada lado de los apoyos y extremos de cada finales de losa) con el acotado de todas las dimensiones de cada uno de los elementos que intervienen, generalmente a escala 1/50 de ser posible. Las líneas de los ejes de los apoyos se prolongarán hasta sobrepasar la línea media que se dibuja para separar el acero superior del inferior.



**Gráfico 54. Dibujo preliminar del despiece de una losa nervada.** *Nota.* Bonucci (2012)

Una vez dibujados los bordes exteriores o contornos de la losa se procede a determinar los diámetros de los refuerzos de acero y sus longitudes. Lo primero es comparar las áreas de acero solicitadas en cada uno de los tramos, recordando que en losas para el acero superior solo se colocan refuerzos en los nodos, y para el inferior un acero corrido, de esta forma se unifica el diseño.

Iniciando el análisis de izquierda a derecha desde el volado de 1.40m hasta el eje C, el primer nodo o apoyo en encontrarse es el eje C, por lo que el primer acero de refuerzo superior estará en ese nodo; evaluando las áreas de acero superiores en dicho nodo tanto a la derecha como a la izquierda se toma el valor mayor de las  $A_s$ , que en este caso es de  $0.609 \text{ cm}^2$ , indicando que con una barra de  $3/8''$  que tiene un área de

acero de 0.71 cm<sup>2</sup> sería suficiente para cubrir los requerimientos; sin embargo debe verificarse el acero mínimo mediante la Ec 5-1.

$$As(\min) = \frac{14}{f_y} * b * d \quad As(\min) = \frac{14}{4.200} * 10 * (30 - 2) = 0.933cm^2$$

Por lo que habrá que colocar un diámetro de ½”.

**Tabla 35**

*Áreas, diámetros y longitudes de ganchos de barras de acero (cabillas) según los diámetros comerciales existentes en Venezuela*

diámetro	areas de acero (cm2)	diámetro (cm)	gancho (cm) 12db
3/8"	0.71	0.95	12
1/2"	1.26	1.27	16
5/8"	1.98	1.59	20
3/4"	2.85	1.91	23
7/8"	3.87	2.27	27
1"	5.06	2.54	31
1 3/8"	10.07	3.58	42

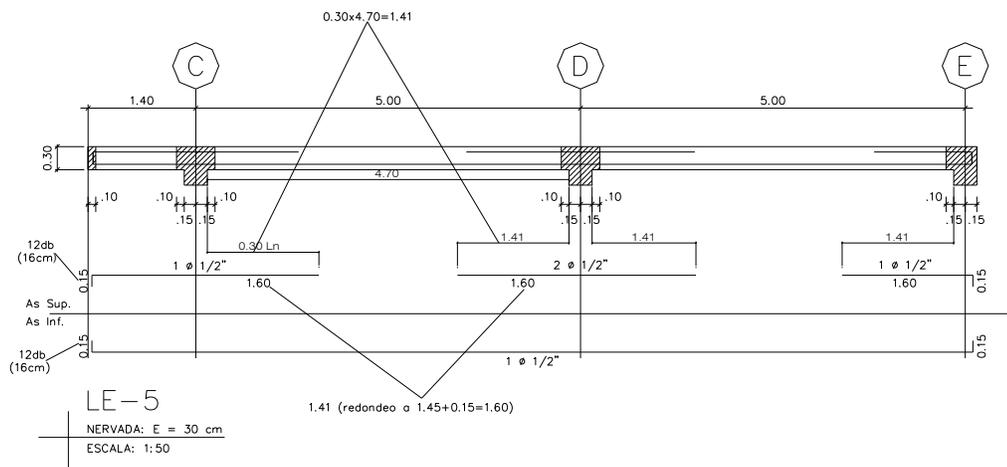
*Nota.* (Bonucci, 2012).

Para unificar los aceros colocados, en el volado sería conveniente prolongar el acero del nodo C hasta la punta izquierda de la losa cerrando con un gancho (por ser el punto final de la losa). Ahora bien, la longitud del refuerzo del lado derecho del nodo C, se estimará como se indicó en el gráfico N°51 recomendado por las normas CONENIN 1753-2006.

Para el refuerzo del nodo D, se evidencia que el As requerido puede ser cubierto con 1 Φ 3/8”+ 1 Φ ½” = 1.97 cm<sup>2</sup>, pero para unificar el acero se colocarán 2 Φ ½”. El nodo E presenta características similares al nodo C pero sin la presencia de volado; como este nodo se encuentra en el extremo derecho de la losa, también se le debe colocar gancho a este refuerzo.

El acero inferior como va corrido en toda su extensión, se debe verificar el mayor  $A_s$  de todos los tramos en su zona central que es la sección más crítica, así se garantizaría en toda la losa, en este caso es de  $0.915 \text{ cm}^2$ , por lo que  $1\Phi 1/2''$  sería suficiente para cubrirlo.

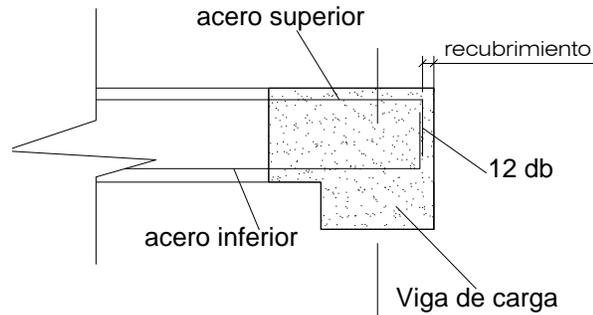
Las longitudes de los ganchos se determinan como lo recomendado en el gráfico N°49. Para los ganchos en los refuerzos superiores e inferiores el valor es de 16cm (Cabillas de  $1/2''$ ). Para utilizar medidas con múltiplos de 5, se tomará 15cm para todos los ganchos. En el grafico siguiente se resume lo anteriormente expuesto.



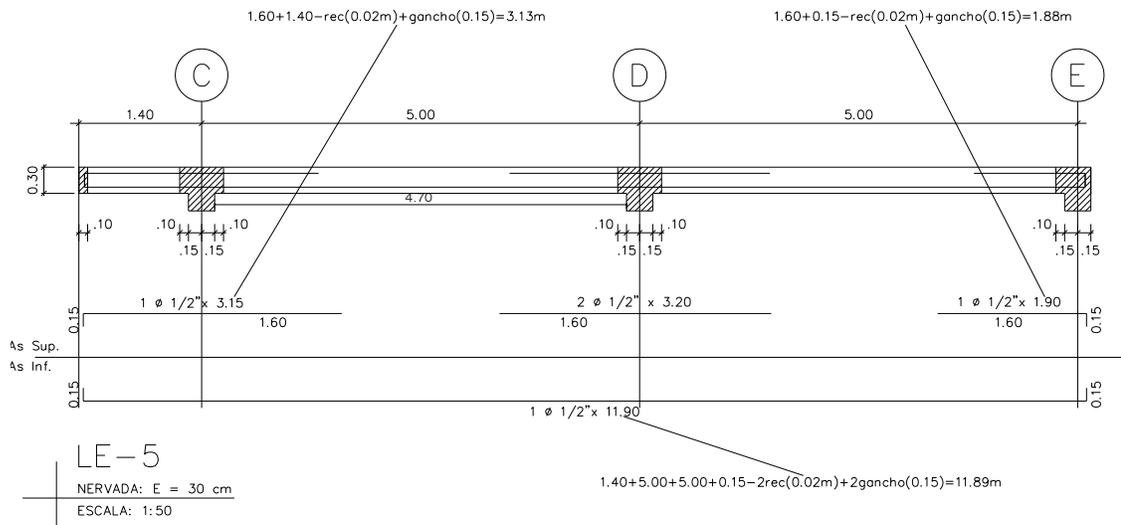
**Gráfico 55. Detallado de diámetros y ubicación de refuerzos en el despiece de una losa nervada.** *Nota.* Bonucci (2012)

Una vez realizada la ubicación y selección de los diámetros de las barras se calcula la longitud total de cada refuerzo o longitud de desarrollo para ser ejecutado en obra, señalándose de forma numérica la longitud total incluyendo los ganchos y antecedida por la letra “x”.

Se debe tomar en cuenta que el acero en los extremos debe pasar el eje de apoyo y llegar hasta una distancia en la que solo quede el recubrimiento, como se presenta en el gráfico siguiente.



**Gráfico 56. Detallado de nodo extremo en el despiece de una losa nervada.** Nota. Bonucci (2012)



**Gráfico 57. Despiece completo de una losa nervada.** Nota. Bonucci (2012)

Se aprecia que debajo de los refuerzos del acero superior está escrito 1.60 sin ningún acotamiento, al igual que en los ganchos, esto se debe a que el acero cuando se dobla y se deforma no puede resultar de forma exacta a las medidas colocadas,

pudiendo variar por milímetros, e incluso centímetros estas longitudes finales. Esta imprecisión hace que no se acote ninguna barra de acero; únicamente se acotan los elementos de concreto en los cuales si se pueden garantizar unas medidas casi exactas.

### ***Losas reticulares***

No son más que la suma de dos losas armadas en una dirección pero colocadas en sentido ortogonal entre ellas, que al sobreponerse forman una retícula, de esta forma se transmite la carga en dos direcciones. Los espacios vacíos entre los nervios generalmente son realizados por medio de por formaletas o casetones de fibra de vidrio u otro material con geometría cuadrada; una vez colocados los casetones y los nervios es colocado el concreto, dejando sobre los casetones una capa que trabajará en conjunto con el resto de los componentes de la losa.

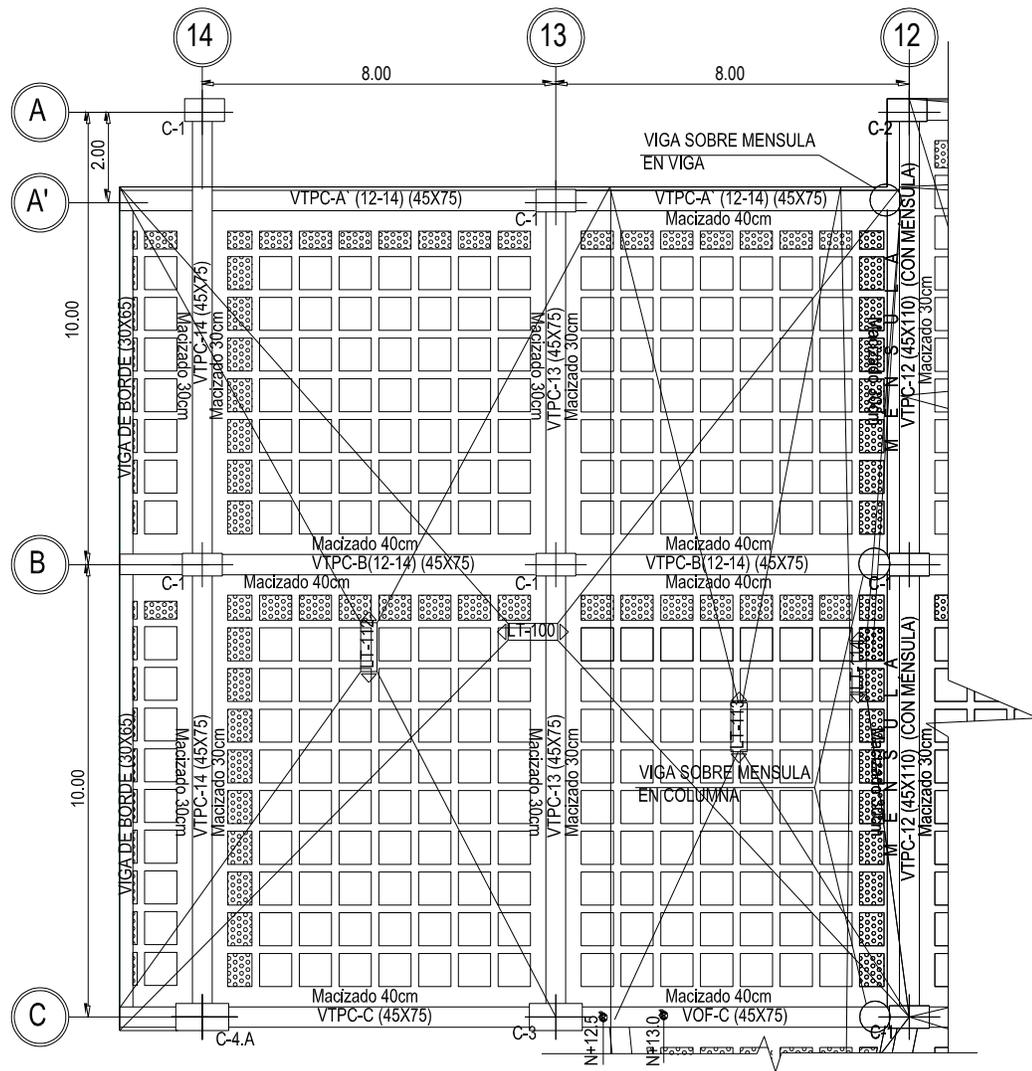
El uso de casetones removibles se hace con la finalidad de no incorporar ningún volumen sólido entre los nervios con el fin de aligerar la losa y por ende una disminución de los costos. Este tipo de losas por su gran capacidad de soportar carga se utiliza para edificaciones con grandes luces o grandes cargas, como las de estacionamientos y centros comerciales que requieren grandes luces entre los apoyos.



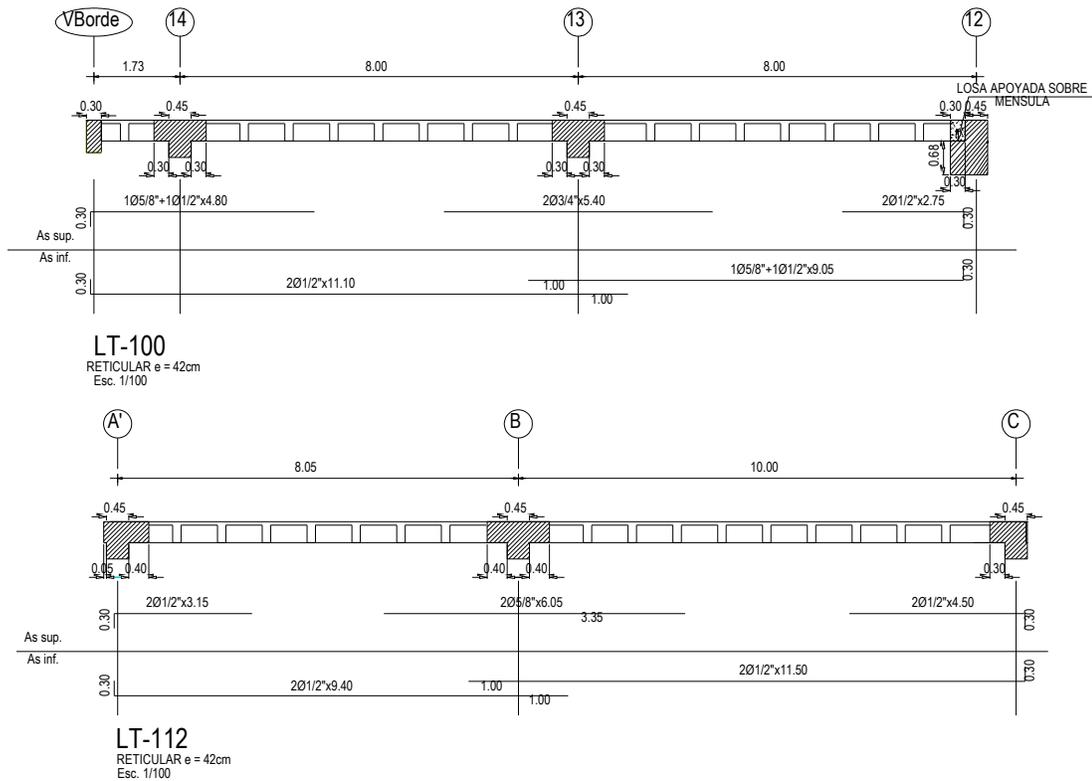
Gráfico 58. Losa Reticular. Nota. Datos tomados de [http://www.generadordeprecios.info/rehabilitacion/DEH/DEH022\\_0\\_0\\_3\\_0\\_0\\_1\\_0.html](http://www.generadordeprecios.info/rehabilitacion/DEH/DEH022_0_0_3_0_0_1_0.html)

La diferencia en el dibujo de las losas reticulares con respecto a las armadas en una dirección, es que los espacios vacíos entre los nervios (ocupado por los casetones, bloques o anime) se ve de forma cuadrada y no rectangular como en el caso de las losas en una dirección. Para el ejemplo mostrado se evidencian elementos sombreados similares a los casetones, pero que en realidad son bloques de anime, debido a que los casetones no tienen la geometría necesaria para llenar los espacios entre los nervios, es decir los casetones tienen medidas estándar, por lo que lo más común es utilizar anime. Todo esto sucede cuando se distribuyen los casetones en cada una de las áreas de la losa: al final generalmente quedan espacios menores al área que ocupa un casetón y dejarlo sin nada sería llenarlo de concreto, lo que acarrea mayores costos y pesos adicionales no deseados.

Otras de las diferencias entre el dibujo de las losas reticulares y las armadas en una dirección es el sentido del armado; en el caso de las reticulares, las losas se identificarán con nombres diferentes en cada uno de los sentidos, representándose con una “X”, con flechas que indican dicho sentido. Esto se debe a que cada losa tiene un acero propio que depende de la amplitud del vano, por ello se requieren aceros diferentes (en este caso de cada losa), por lo que se debe tratar por separado.

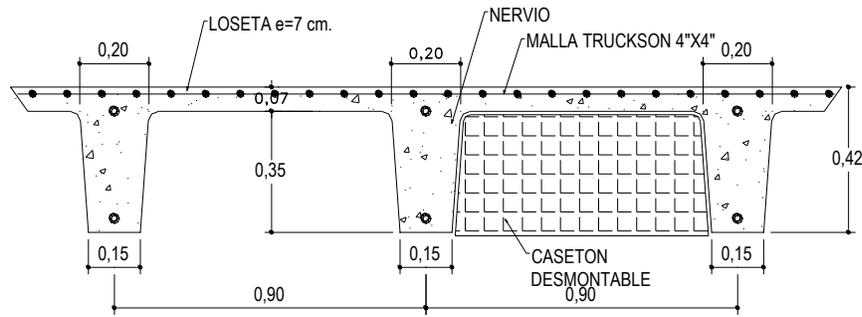


**Gráfico 59. Ejemplo de planta de envidado de losa reticular (fragmento del original).** *Nota.* Datos tomados de SISMICA C.A.



**Gráfico 60. Despieces de losas reticulares 100 y 112 de la planta de envigado del gráfico N°59 . Nota. Datos tomados de SISMICA C.A.**

En estos despieces o detallado se aprecia el mismo esquema utilizado en las losas en una dirección, con la diferencia que se ven los nervios ortogonales a ellos (se dibujan los casetones). Caso contrario para el de las losas en una dirección, donde las piñatas se ven por el lateral confundiendo con el dibujo del acero del nervio, sin embargo existen profesionales que omiten el dibujo de los casetones o bloques en ambos tipos de losas.



**Gráfico 61. Sección típica de la losa reticular utilizada en la planta de envigado del gráfico N°59 con uso de casetones. Nota.** Datos tomados de SISMICA C.A.

En el detalle de la sección típica de la losa reticular se aprecia que el nervio es de forma trapezoidal, todo debido a que las caras de los casetones tienen una inclinación en sus paredes verticales con el fin de que pueda desencofrarse o retirarse fácilmente una vez vaciado el concreto.

Cabe destacar que independientemente del tipo de losa que se esté utilizando, siempre se debe colocar dentro de los planos una sola vez, el detalle de la sección típica de la misma con al menos 3 nervios; ya que se repite la misma sección para todas las losas. En el detalle se indicarán: las dimensiones de los nervios, la altura de la losa, la separación entre los nervios, el espesor de la loseta, y el tipo de material de los bloques que la conforman: arcilla, concreto, anime o casetones.



Figura 9. Casetones colocados durante la construcción, casetón plástico y techo desencofrado reticular triangular. *Nota.* Datos tomados de <http://powermaxquito.wordpress.com/2009/10/01/casetones-plasticos/>



Figura 10. Forma de apuntalamiento y desencofrado de casetones. *Nota.* Datos tomados de <http://concretoarenas.blogspot.com/2011/09/losa-reticular.html>



Figura 11. Encofrado de losa reticular con casetones (sin vigas). *Nota.* Datos tomados de <http://www.sevilla21.com/foro/viewtopic.php?f=5&t=5382&start=2600>



Figura 12. **Encofrado de losa reticular con bloques de concreto (sin vigas).** *Nota.* Datos tomados de <http://www.lavirtu.com/albumes.asp?idcategoria=63986>

En la figura anterior se puede apreciar una losa reticular sin vigas, apoyándose directamente sobre las columnas. La unión de la losa y la columna debe ser rígida, por eso se evidencia un armado de 4 vigas cortas dispuestas en forma de cruz, que refuerzan estos apoyos.

En las losas reticulares donde son sustituidos los casetones por bloques de concreto, las cargas son muy superiores a las que pueden obtenerse dejando los espacios vacíos mediante los casetones. Las ventajas aparentes de no utilizar casetones serían que no habría que desencofrar una por una las formaletas, y que las tuberías en general pueden ir por dentro de la losa y no colgantes, como sería el caso para las utilizadas con casetones.



Figura 13. Vista de una losa reticular desencofrada. Nota. Datos tomados de <http://www.estructurasguadalimar.com/es/forjado-bidireccional>

### **Vigas**

Constituyen los elementos horizontales o inclinados de un sistema estructural, y poseen ciertas características como:

- Forman parte, junto con las columnas, dinteles y muros del SISTEMA RESISTENTE a cargas laterales (sísmicas, viento).
- Resisten también cargas gravitacionales provenientes de las losas, además de las accidentales.
- Ante la acción sísmica son los miembros que disipan energía.
- La geometría de las vigas: T, rectangulares y de cajón.



Figura 14. **Acero en viga de carga.** *Nota.* Datos tomados de Ing. Carlos Polanco



Figura 15. **Acero en viga de carga sobre encofrado.** *Nota.* Datos tomados de Ing. Carlos Polanco

Al igual que en las losas, en las vigas se presentan comportamientos donde existen zonas en tensión y otras en compresión. Naturalmente habrá que colocar aceros en las zonas en tensión a tracción, sin embargo, en vigas, los aceros son

necesarios tanto en la zona superior como en la inferior debido a que el elemento debe ser dúctil y deben poder amarrarse todos los estribos a lo largo de la viga, los cuales colaboran con las fuerzas de corte y evitan agrietamientos, debido al efecto de inversión de momentos que pueden generarse durante un sismo. El número mínimo de cabillas longitudinales por consiguiente será de 4 unidades colocadas una en cada esquina del elemento y de  $\Phi\frac{1}{2}$ ” como mínimo según el capítulo 18 de la norma COVENIN 1753-2006, sin embargo este acero dependerá al mismo tiempo de la sección de la viga, por lo que el diámetro mínimo puede ser superior a  $\frac{1}{2}$ ”.

El acero mínimo según el capítulo 18 de la norma para vigas se verifica mediante la siguiente fórmula:

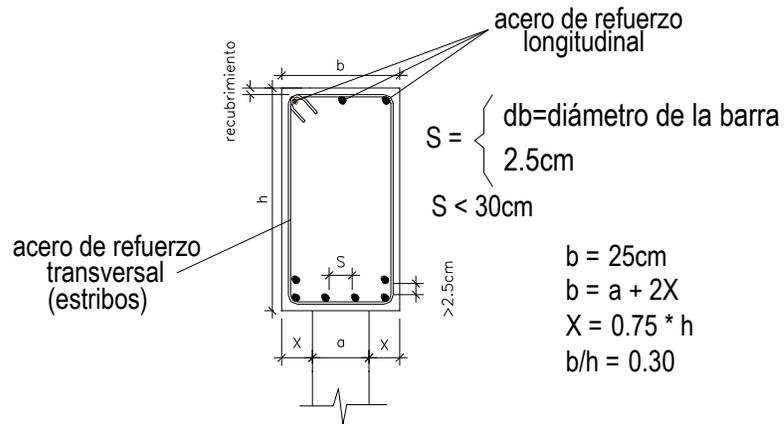
$$A_s(\text{min}) = \frac{14}{f_y} \times b_w \times d \quad \text{Ec. 5.2}$$

Donde:

$b_w$  = ancho de la viga

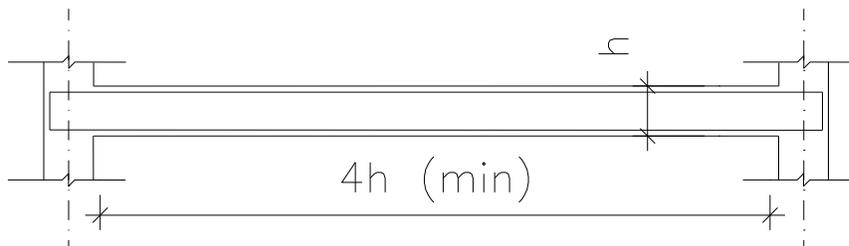
$d$  = altura (h) menos el recubrimiento

NOTA: A pesar de que en la verificación del  $A_s$  con la fórmula de menor a  $1.27\text{cm}^2$ , que es el área de acero para una cabilla de  $\frac{1}{2}$ ”, igualmente se colocará este diámetro como mínimo.

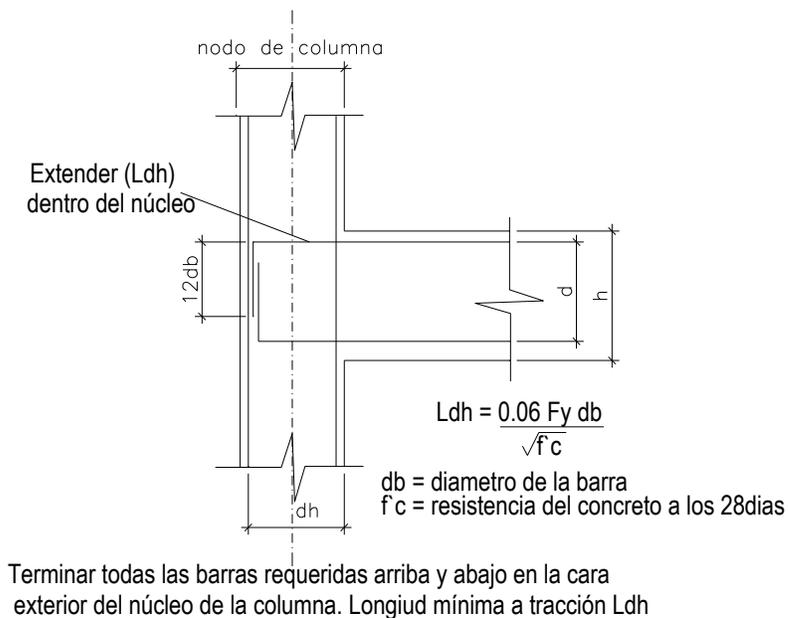


**Gráfico 62. Requisitos de diseño en vigas.** *Nota.* Datos tomados de COVENIN 1753-2006. Adaptación Bonucci (2012).

Además de cumplir con los requisitos dispuestos en el gráfico anterior, una viga debe tener como mínimo una luz libre de por lo menos 4 veces su altura total.



**Gráfico 63. Luz libre mínima en vigas.** *Nota.* Bonucci (2012).



Gráficoo **64. Requisitos de diseño en vigas (tramos extremos)**. *Nota.* Datos tomados de COVENIN 1753-2006.

### ***Recubrimientos***

En todos los elementos estructurales deben cumplir con ciertos recubrimientos mínimos que eviten la corrosión del acero de refuerzo embebido en los elementos estructurales, dependiendo del tipo de ambiente al cual están sometidos, como se muestra en el gráfico siguiente.

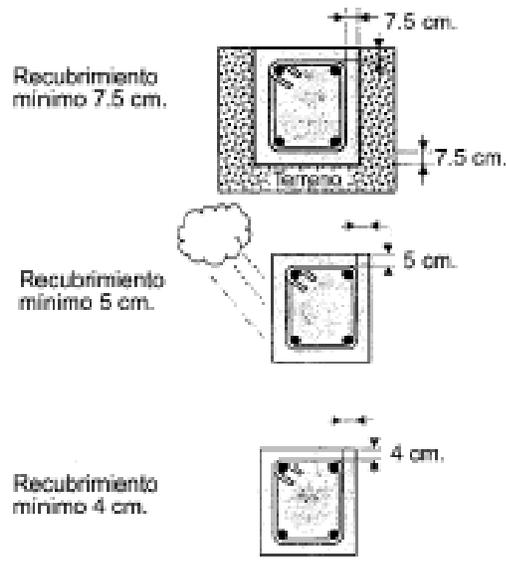


Gráfico 65. **Recubrimientos mínimos en vigas.** *Nota.* Datos tomados COVENIN 1753-2006.

El gráfico N°65 presenta solo 3 tipos de ambientes: cuando el elemento estructural está colocado bajo tierra, bajo ambiente agresivo o marino, y por último ambiente normal, que es el utilizado en todas las zonas no costeras de Venezuela. Sin embargo si la estructura es la de algún tipo de planta, donde existan compuestos que puedan acelerar los procesos de oxidación, el ingeniero calculista deberá preverlo en el proyecto, ya que afectaría el diseño de todos los elementos.

### ***Empalmes y anclajes***

Al igual que lo comentado en la sección de losas, la longitud máxima de fabricación de la barras de acero en Venezuela es de 12m, por lo que para poder lograr longitudes mayores a ésta, habrá que empalmar. La norma establece 3 tipos de empalmes: solape, soldadura y mecánico, pero el que se utiliza es el empalme por solape; ya que por soldadura queda descartado debido a la composición del acero de las cabillas que se utilizan en Venezuela que impiden ser soldadas, y el mecánico mediante uniones especiales como se aprecia en las figura siguientes.



Figura 16. **Empalme mecánico de barras de acero.** Nota. Datos tomados de: <http://www.tradeines.com/product-bending-machinery/threading-rolling-machine-514586.html>



Figura 17. **Conexión para empalme mecánico.** Nota. Datos tomados de: <http://spanish.alibaba.com/img/Tube-conexion-de-cabilla-300000074291.html>

La unión de estas 2 piezas de barras no puede ser punta con punta: deben tener una longitud mínima (longitud de desarrollo o transferencia) que dependerá del diámetro de la barra y de la resistencia del concreto, entre otros. Esta longitud debe ser adecuada, para que cuando se produzcan las tensiones, el empalme resista y no se separe logrando una correcta adherencia por fricción y no dejen de realizar su función que es la de mantener la continuidad del acero.



Gráfico 66. **Ejemplo de solape.** Nota. Bonucci (2012).

Los estribos de la viga que van dentro de esta zona solapada deben estar confinados, es decir, a una separación menor a la colocada en las zonas centrales, para que colaboren con esta zona débil que se está generando.

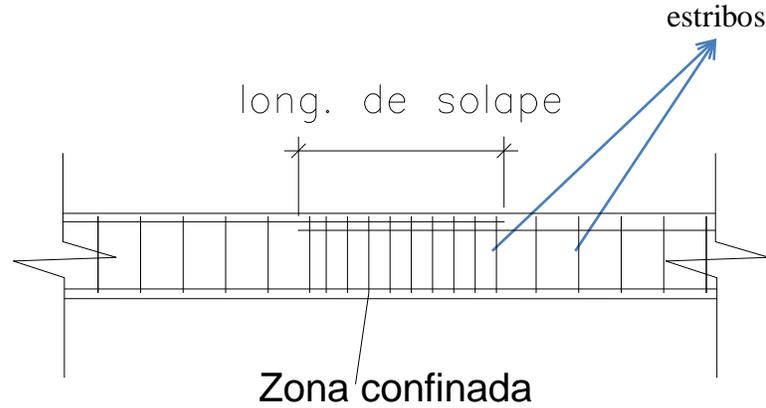


Gráfico 67. Ejemplo de confinamiento en el acero superior. Nota. Bonucci (2012).

Ahora bien, ese solape no puede realizarse en cualquier lugar de la viga ni tampoco cuando se terminen los 12m de cabilla, sino que debe hacerse en las zonas donde el acero esté en la zona a compresión del elemento (requerimientos de acero mínimos). En el caso del acero superior, el centro del solape debe ubicarse en el centro de la luz de la viga y para el acero inferior, en cualquiera de los tercios de ella.

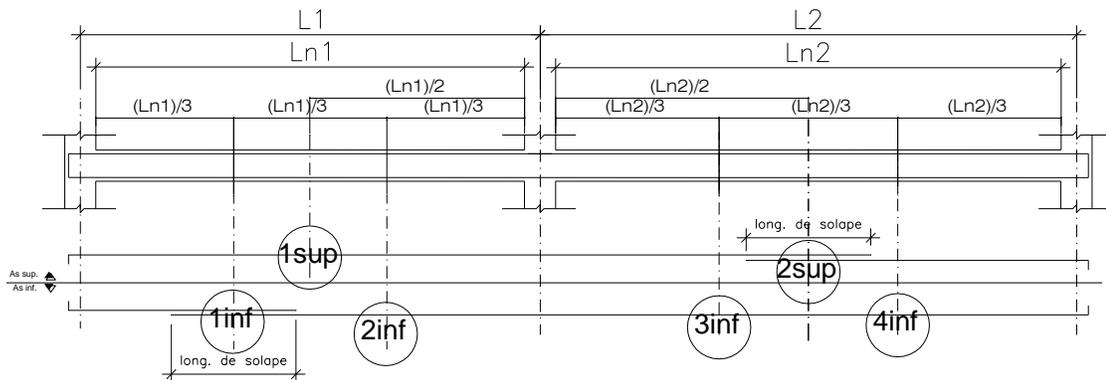
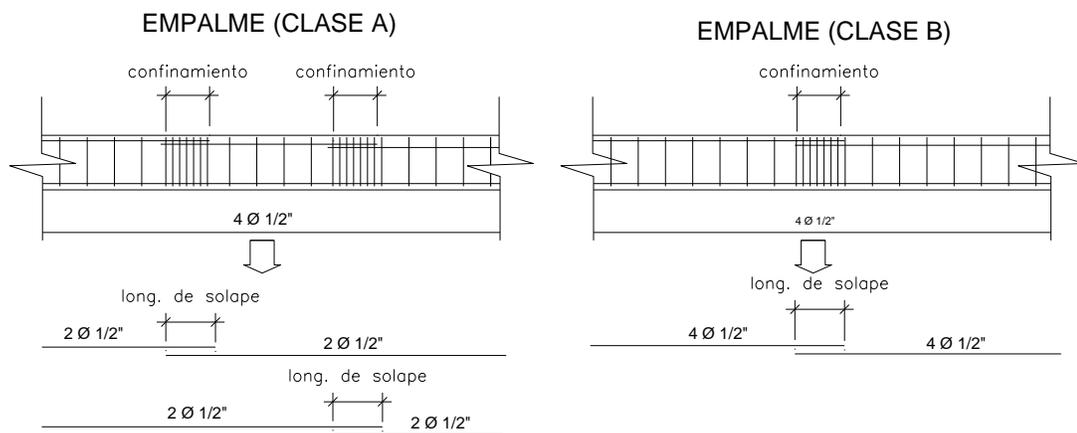


Gráfico 68. Esquema de posibles zonas de empalme por solape (acero superior e inferior). Nota. Bonucci (2012).

Según el esquema mostrado para esta viga de 2 tramos, en el acero superior existen 2 posibilidades de empalmes por solape (en la mitad de cualquiera de los tramos) mientras que para el acero inferior hay 4 posibilidades (al tercio de la luz en cada tramo, dejando 2 posibilidades por vano); su escogencia dependerá del criterio del ingeniero calculista.

Dependiendo del área de acero requerido por diseño, los empalmes se clasificarán en clase A y B, como se ejemplifica mediante el siguiente gráfico.



**Gráfico 69. Clases de empalmes en barras solicitadas a tracción (ejemplo gráfico)**

*Nota.* Bonucci (2012).

La norma COVENIN 1753-2006 en su capítulo 12 establece las longitudes mínimas en los empalmes dependiendo del tipo de tensiones al cual están sometidos: tracción o compresión. Al verificar estos dos tipos de sollicitación se evidencia que siempre el que proporcionará una mayor longitud de empalme es para sollicitaciones a tracción. Estas medidas mínimas a su vez se diferenciarán según la clase de empalme, como se mostró en los gráficos anteriores.

$$\text{Longitud de empalme Clase A} = L_d > 30\text{cm} \quad \text{Ec. 5.3}$$

$$\text{Longitud de empalme Clase B} = 1.3L_d > 30\text{cm} \quad \text{Ec. 5.4}$$

Donde:

Ld= Longitud de transferencia a tracción requerida para desarrollar la resistencia cedente  $f_y$

Existen dos fórmulas para calcular el Ld. Dependiendo de los requisitos como los señalados a continuación, se usará una u otra:

- Separación entre las barras longitudinales y estribos (transversales)
- Área de concreto fresco debajo del acero longitudinal
- Recubrimientos y diámetro de la barra a empalmar
- Resistencia del concreto
- Barras recubiertas en materiales epóxicos

$$L_d = \left( \frac{0.192 f_y \alpha \beta \lambda}{\sqrt{f'_c}} \right) d_b \quad \text{Ec. 5.5 (12.3 de la norma)}$$

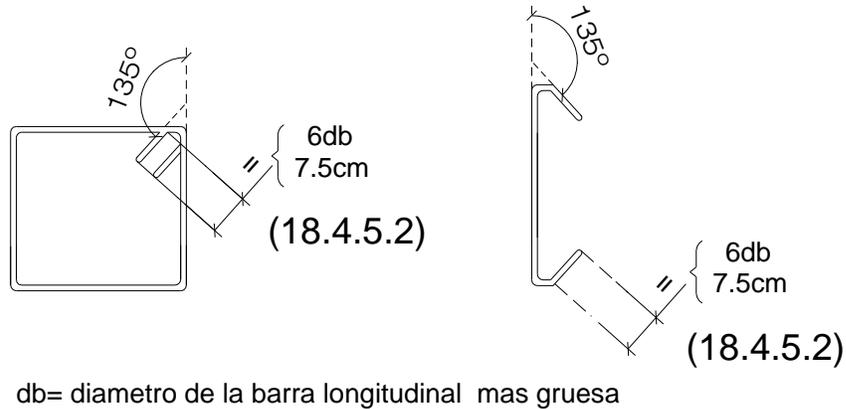
$$L_d = \left( \frac{0.288 f_y \alpha \beta \lambda}{\sqrt{f'_c}} \right) d_b \quad \text{Ec. 5.6 (12.4 de la norma)}$$

### ***Estribos***

Según la definición que presenta el Manual de Detallamiento ICH (2009), los estribos son barras de acero dobladas formando un polígono -en general rectángulo o rombo- que se utilizan para resistir los esfuerzos de corte de vigas y columnas, para armar y confinar vigas y columnas y para acortar la luz de pandeo de barras -de columnas, vigas y muros- sometidas a compresión. Generalmente el término “estribo” se reserva para el refuerzo transversal de las vigas y el de “ligadura” para el refuerzo transversal de las columnas.

Otras de las funciones de los estribos son mejorar la adherencia del acero longitudinal por empalme y a su vez por razones constructivas para poder colocar en su sitio el acero longitudinal.

En general los estribos deben tener la forma que se muestra en la gráfica a continuación, sus diámetros interiores de doblado deben ser mayores que  $4db$ , para barras hasta 16mm de diámetro y sus ganchos deben estar doblados en  $135^\circ$  y tener un largo mínimo de  $6db$ , pero menos de 75mm, El diámetro mínimo para los estribos es de  $3/8''$ .



$db =$  diámetro de la barra longitudinal mas gruesa

Gráfico 70. Tipos de estribos. Nota. Bonucci (2012).

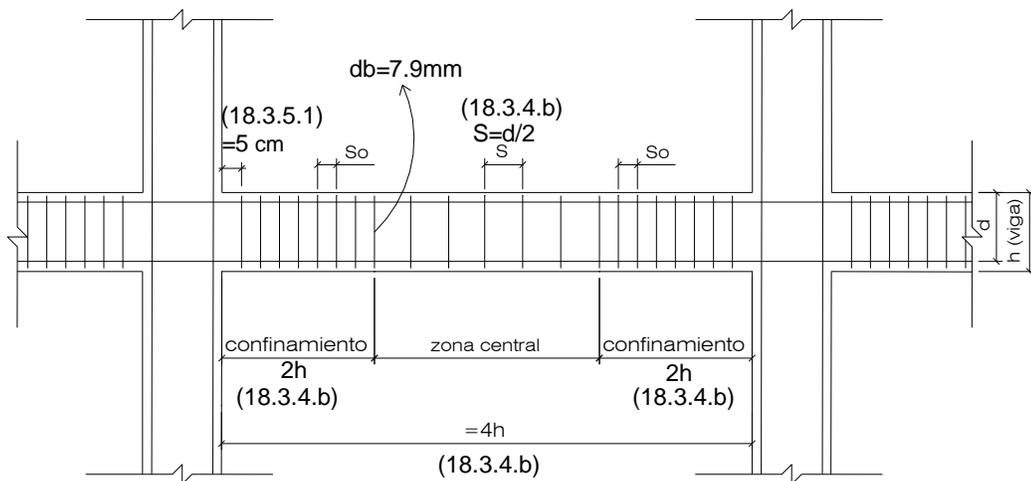
### **Confinamiento**

Una zona de confinamiento es la longitud de la viga o columna donde el acero transversal o estribos van más juntos unos de otros. Estas zonas están ubicadas sobre las vigas en los nodos junto a las caras de las columnas hasta una distancia de  $2h$ , siendo  $h$  la altura de la viga; también se confina el acero en aquellas zonas donde las vigas se intercepten con otras, así como en los sitios donde existan empalmes por solape como se explicó anteriormente.

El primer estribo que se coloca en una viga estará separado de la cara de la columna a una distancia máxima de 5cm como se muestra en el gráfico N°71.

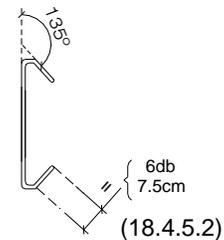
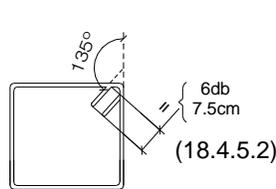


Figura 18. **Nodo estructural.** Nota. Bonucci (2012).



(18.3.4.b)

$$S_o = \begin{cases} d \text{ (viga)} / 4 \\ 8db \text{ (db= diámetro de la barra longitudinal mas gruesa)} \\ 24 db \text{ (estribo)} \\ 30 \text{ cm} \end{cases}$$

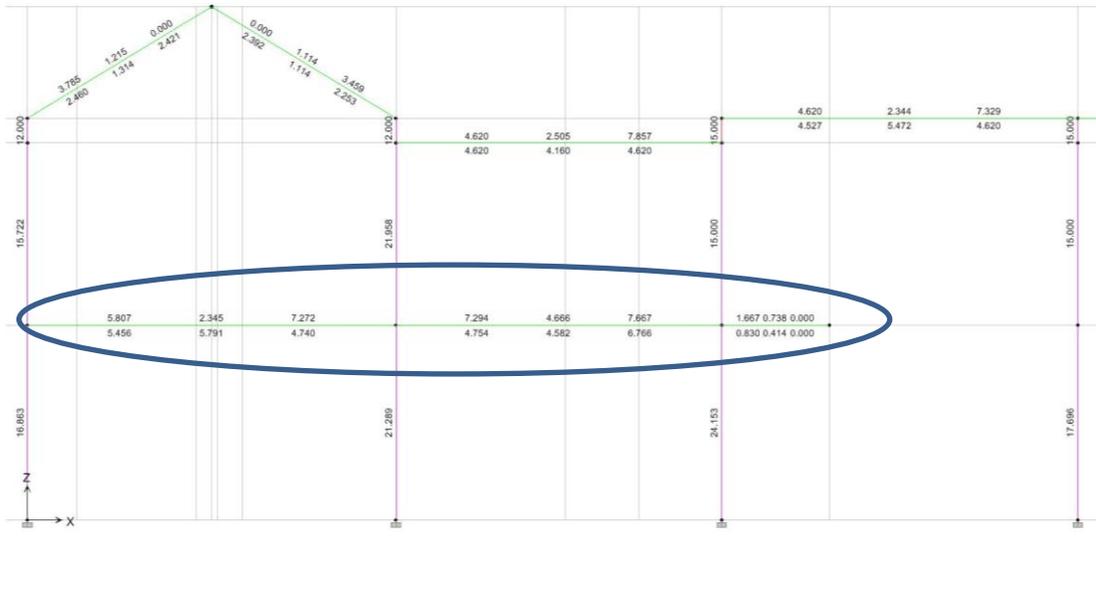


db= diámetro de la barra longitudinal mas gruesa

Gráfico 71. **Requisitos de diseño en vigas.** Nota. Datos tomados de apuntes de clase del Prof. Denis Rodríguez. Adaptación Bonucci (2012).

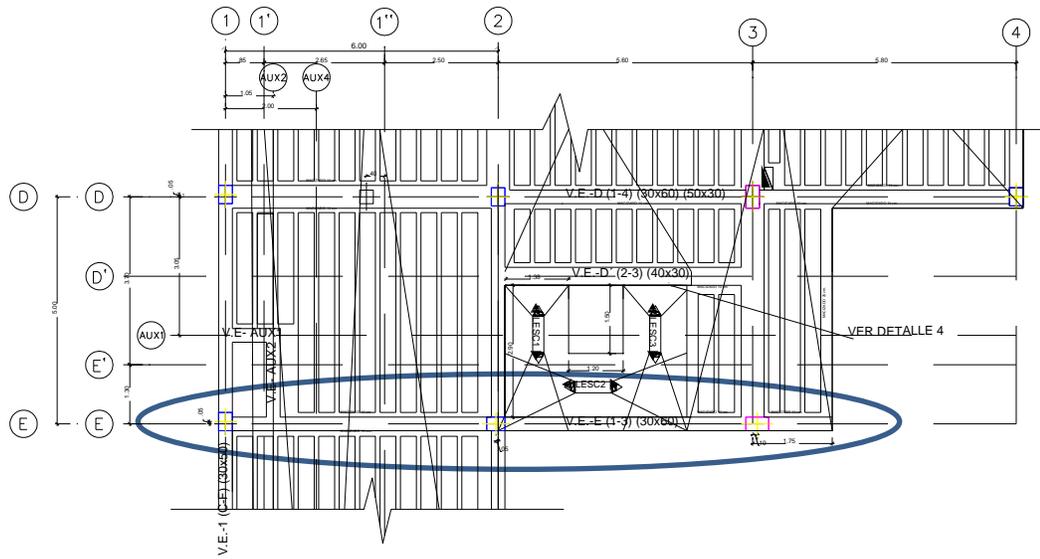
### ***Ejemplo del diseño y despiece de una viga***

Para iniciar el ejemplo se presentan las áreas de acero (cm<sup>2</sup>) proporcionadas por el programa de cálculo SAP 2000; el siguiente paso es realizar el diseño de la viga, seleccionando los diámetros, cantidades de cabillas, longitudes de corte y ganchos.

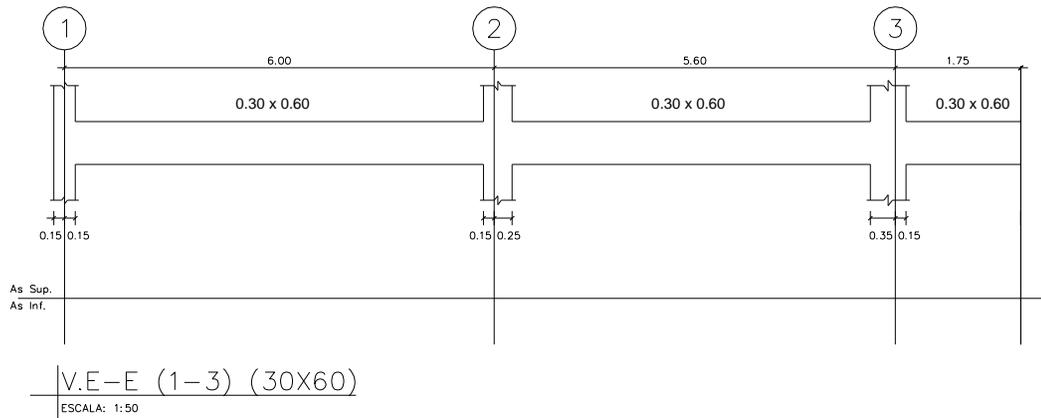


**Gráfico 72. Áreas de acero arrojadas por el Programa SAP2000 de un pórtico de una vivienda unifamiliar aislada. Nota.** Datos tomados de ARQYEST21,C.A.

Se analizará la viga central del pórtico que se aprecia en el gráfico anterior; para lo cual se presenta la planta de envigado a la cual pertenece esta viga según el gráfico N°73. El detallado de una viga se inicia dibujando los ejes, altura de la viga y apoyos, que vienen siendo las columnas donde esta se apoya, tomando en cuenta las excentricidades de los ejes respecto a los centros geométricos de las columnas.



**Gráfico 73. Planta de Envidado (sección) para ejemplo de detallado de viga.** Nota. Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).



**Gráfico 74. Despiece de Viga (fase 1).** Nota. Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

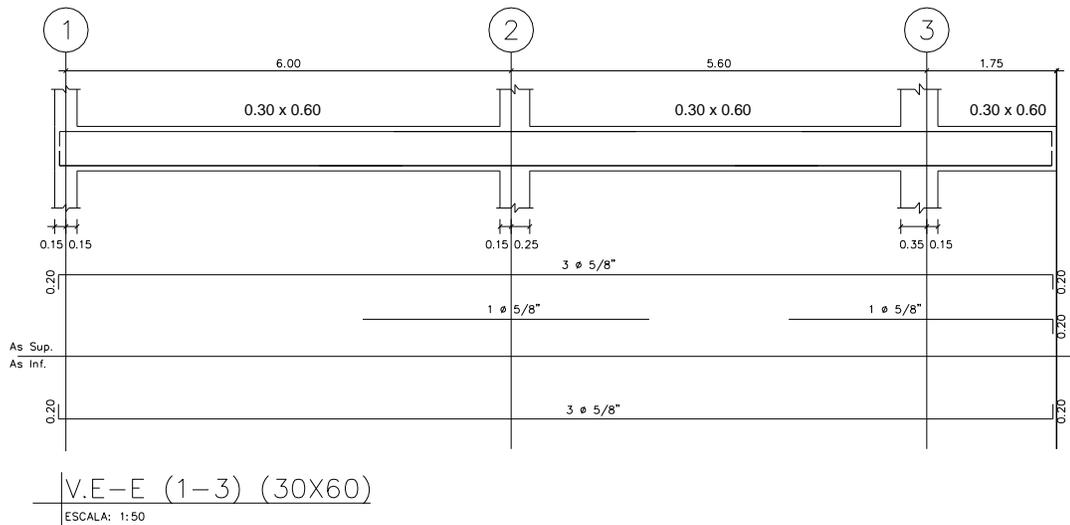
Conocidas las áreas de acero se deben determinar las cantidades y diámetros de las cabillas que tendrá la viga por cada tramo, realizándose en las siguientes fases:

1.- Es recomendable iniciar con el acero inferior, tomando en cuenta únicamente las  $A_s'$  que se encuentran en los tramos de mayor área (generalmente los centrales), donde la fibra inferior de la viga estarán a tracción. Escogiendo la mayor,  $5.79 \text{ cm}^2$ , y utilizando la Tabla N°35 mostrada anteriormente se evidencia que con 3 cabillas de  $5/8''$  se puede cumplir con el requerimiento ( $3 \times 1.98 \text{ cm}^2 = 5.94 \text{ cm}^2$ ).

2.- Concluido el acero inferior se continúa con el superior, teniendo en cuenta que las fibras a tracción están en los nodos y no en las zonas centrales, pero que a pesar de ello se debe colocar un acero mínimo en las zonas centrales, que a su vez sirva para amarrar el acero transversal (estribos). Usualmente se coloca como acero longitudinal el mismo utilizado en el acero inferior.

Se verifica el  $A_s'$  requerida en los nodos, tomando en cuenta el acero longitudinal superior ya colocado, en este caso 3 barras de  $5/8'' = 5.94 \text{ cm}^2$  satisface los requerimientos. Para el nodo del eje 1 si cumple, ya que solo se requieren  $5.80 \text{ cm}^2$ , pero para el nodo del eje 2,  $7.272 \text{ cm}^2$  (demanda del lado izquierdo) y  $7.294 \text{ cm}^2$  (demanda del lado derecho) no cumpliría. En este caso se debe colocar una barra de refuerzo adicional que cumpla con la diferencia. Tomando el mayor de las 2 áreas de acero del nodo 2, ( $7.294 - 5.94 \text{ cm}^2 = 1.35 \text{ cm}^2$ ) sería el área necesaria a colocar, la cual se compensa colocando 1 barra de  $5/8''$  adicional que proporciona  $1.98 \text{ cm}^2$ .

Al verificar el nodo 3, igualmente se evidencia que debe colocarse un acero de refuerzo adicional, caso similar al nodo 2 donde con 1 cabilla de  $5/8''$  cumpliría con el  $A_s$  requerido; aportando un  $A_s'$  de ( $4 \times 1.98 \text{ cm}^2 = 7.92 \text{ cm}^2$ ) cumpliendo con el requerido de  $7.667 \text{ cm}^2$ . Igualmente deben verificarse los requerimientos por acero mínimo señalados en formulas anteriores antes de tomar la decisión definitiva.



**Gráfico 75. Despiece de Viga (fase 1 y 2).** Nota. Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

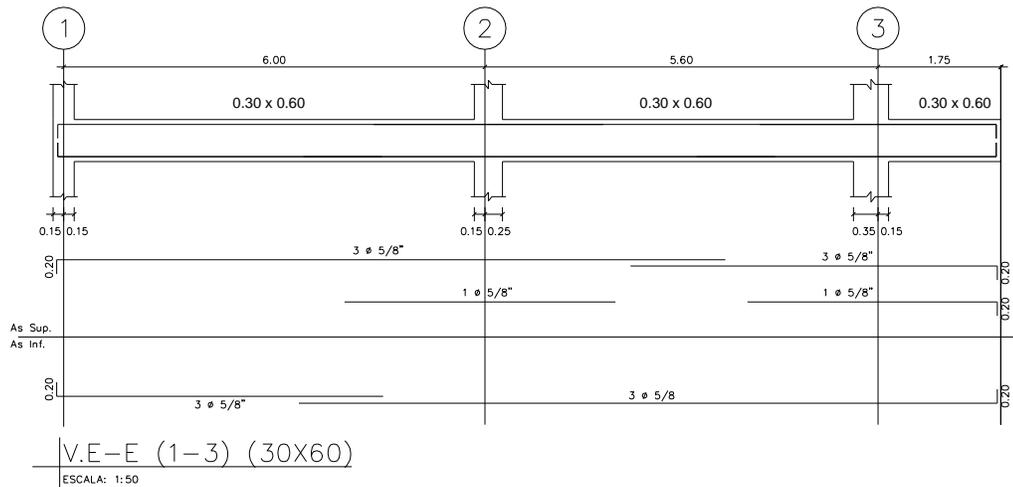
3.- Se determinan las longitudes de las barras y de los refuerzos a colocar. Para el acero corrido debe tenerse en cuenta que las cabillas son fabricadas de 12m por lo que longitudes mayores a ésta deberán empalmarse piezas de cabillas en los lugares explicados anteriormente.

Para la determinación de la medida total del acero longitudinal tanto inferior como superior, se debe tomar en cuenta que éste acero debe traspasar el nodo de las columnas extremas, hasta separarse del borde solo una distancia igual al recubrimiento de la cara externa; para ello se realiza la siguiente operación:

Se suman las luces totales de la viga  $6 + 5.6 + 1.75 + 0.15$  (sección de columna a la izquierda del eje 1) = 13.5 m. A esta distancia se le deben restar los recubrimientos de cada lado de la viga  $2 \times 0.05 \text{ m} = 0.10 \text{ m}$ . Retomando  $13.5 - 0.10 = 13.40 \text{ m}$ . A esta longitud se le debe sumar los ganchos que se colocan en todo final de las vigas, calculados como 12db (ver gráfico N°34), para este caso la barra de 5/8", arroja un gancho de  $(12 \times 1.5875 \text{ cm} = 19.05 \text{ cm}$ , redondeando a 0.20 m).

La longitud total del acero longitudinal es  $13.40 + (2 \times 0.20) = 13.80$  m. Este resultado refleja la necesidad de empalmar las cabillas, ejecutándose de la manera explicada anteriormente.

3.1- Se realiza la ubicación de los solapes, siguiendo las alternativas del gráfico N°68 y los tipos de empalmes A y B como en el gráfico N°76



**Gráfico 76. Despiece o detallado de Viga, ubicación de solapes tipo B (fase 3.1).**

*Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

3.2- Ya ubicados los sitios de empalmes por solape, se deben determinar dichas longitudes, para poder estimar el largo de cada pieza de cabilla.

Las longitudes de solapes son difíciles de precisar, ya que dependen de muchos factores como se mencionó anteriormente; así como la asignación de los valores de cada una de las incógnitas que conforman la ecuación, materia que está fuera del alcance de la materia Dibujo de Proyectos; sin embargo para la realización del ejercicio se tomarán algunos valores comúnmente utilizados.

Siguiendo las ecuaciones 5.5 y 5.6 que se encuentran en el artículo 12.2 de las normas COVENIN 1753-2006, en la estimación de nuestros cálculos se le asignará un valor = 1 a las variables  $\alpha$ ,  $\beta$ , y  $\lambda$ , el cual es el que generalmente aplica en la mayoría de los casos, y una resistencia del concreto ( $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ ), estos valores se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 36**

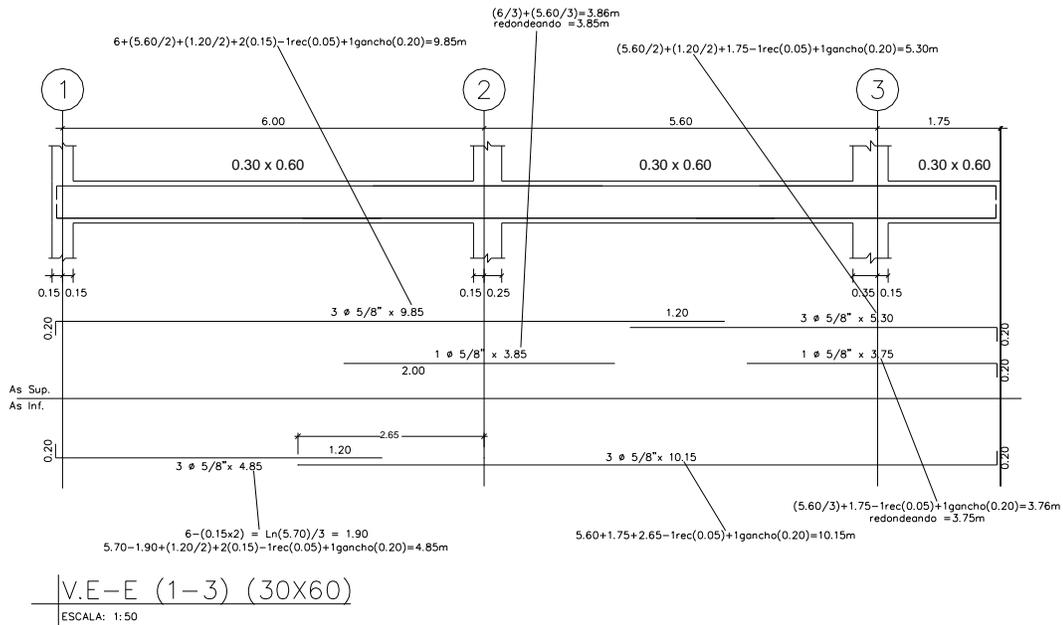
*Longitudes de Transferencia de tensiones según ecuaciones 12.3 y 12.4 de la Norma COVENIN 1753-2006, con valores de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\lambda= 1$  y  $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$*

Longitudes de solapes			
diámetro de la barra	Artículo 12.2.1 de la norma COVENIN 1753-2006		
	Ecuación 12.3	Ecuación 12.4	Min
Pulg	Ld(cm)	Ld(cm)	Ld(cm)
3/8	55	80	30
1/2	75	110	30
5/8	90	135	30
3/4	110	160	30
7/8	125	190	30
1	145	215	30
1 3/8	195	295	30

*Nota.* Bonucci (2012)

Tomaremos los valores de la columna de la ecuación 12.3, pero tomando en cuenta las ecuaciones 5.3 y 5.4. El tipo de solape seleccionado fue el B, por lo que los valores tomados de esta tabla serán multiplicados por 1.3.

Para una barra de 5/8” como es la propuesta en los diámetros de la viga corresponde una  $Ld = 90 \text{ cm} \times 1.3 = 117 \text{ cm}$ , se redondeará a 120 cm.



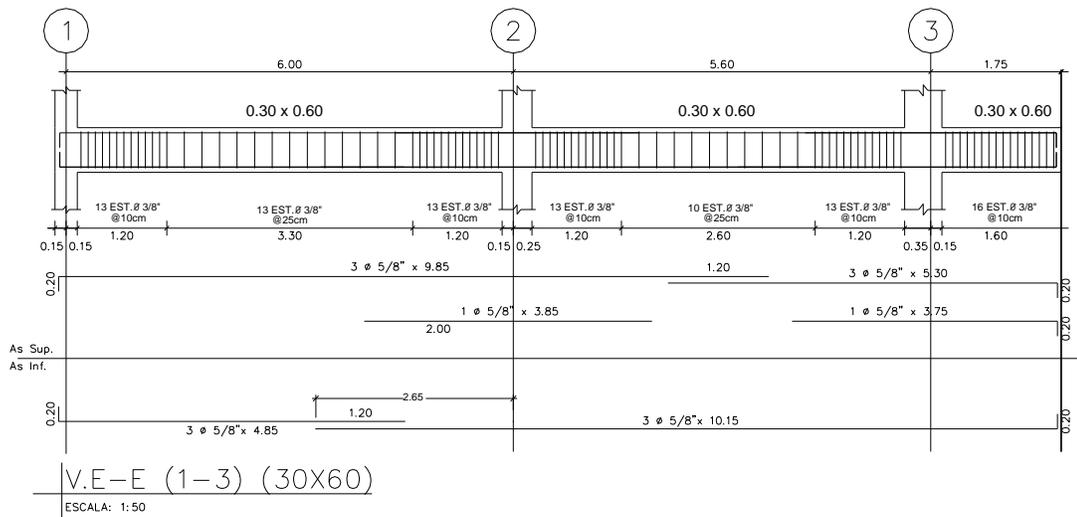
**Gráfico 77. Despiece de Viga con longitudes de barras (fase 3.2).** Nota. Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

4.- Una vez definido el acero longitudinal, se procede a colocar el transversal (estribos), siguiendo las pautas señalada en el gráfico N°71 de acuerdo con el capítulo 18 de las normas COVENIN 1753-2006.

Se calculan las longitudes de las zonas de confinamiento  $2xh$ .  $2x60=120$  cm; así como la separación entre estribos, tanto en la zona de confinamiento como en la zona central. A continuación se determina la separación en la zona de confinamiento:

$$S_o = \begin{cases} d \text{ (viga)} / 4 \\ 8db \text{ (db= diametro de la barra longitudinal mas gruesa)} \\ 24 db \text{ (estribo)} \\ 30 \text{ cm} \end{cases} \quad S_o = \begin{cases} 55 / 4 = 13.75 \text{ cm} \\ \boxed{8 \times 1.58 = 12.65 \text{ cm}} \\ 24 \times 0.95 = 22.80 \text{ cm} \\ 30 \text{ cm} \end{cases}$$

Redondeando hacia abajo el menor valor obtenido, se coloca cada 10cm, y en la zona central  $d/2 = 55/2 = 27.5$ cm, se colocarán cada 25cm.



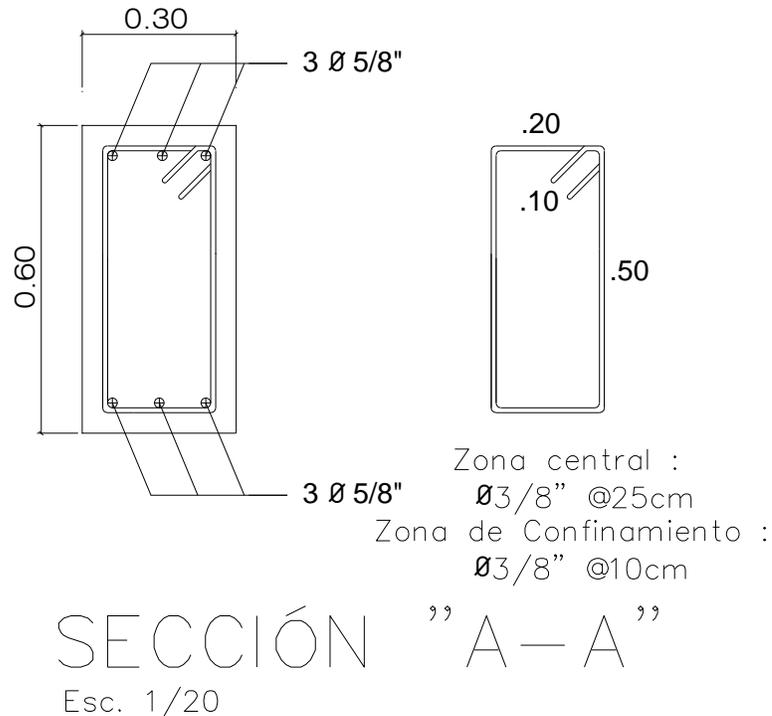
**Gráfico 78. Despiece o detallado de Viga con estribos (fase 4).** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

Es recomendable, colocar en el dibujo, y justo donde se coloca la información del estribo, la cantidad de ellos, ya que para el ingeniero de campo, cabillero o contratista de la obra es de mucha ayuda tener la mayor cantidad de datos reflejados en los planos, evitando errores en estimaciones de cantidades de materiales en obra.

5.- Para culminar el detallado y dibujo completo de una viga, se debe realizar por lo menos un dibujo del corte transversal de la viga, en escala 1/20 o 1/10, dependiendo las dimensiones de la misma. El dibujo debe contener los diámetros de las barras y su disposición dentro de la misma, de manera que cuando existan diferentes diámetros pueda entenderse donde van colocados cada uno de ellos; así mismo se debe realizar un dibujo del estribo, con todas las longitudes de doblado y los ganchos.

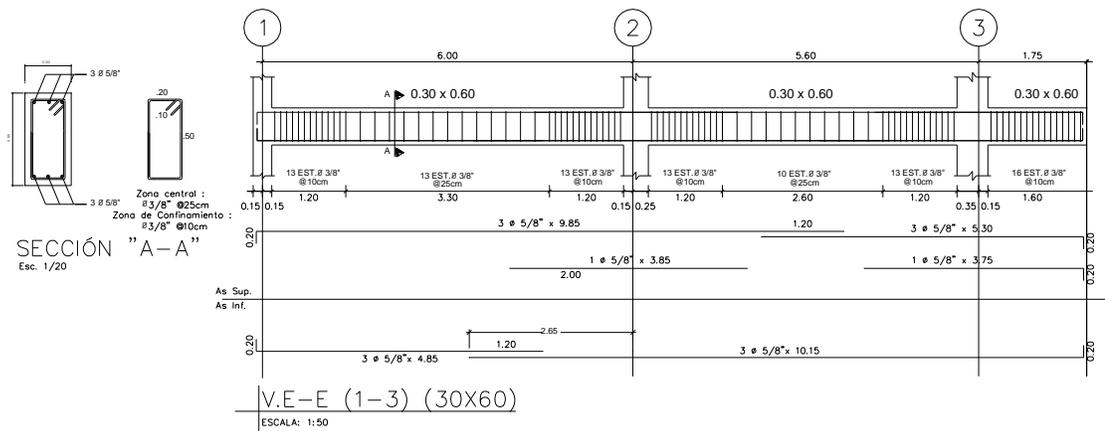
Es importante destacar que las longitudes de doblado de las cabillas no se acotan, solo se coloca la longitud con un número, sobre el lado de la cabilla doblada, como se indica en el estribo del gráfico N°79 donde indica, 0.50 el lado largo, 0.20 en el lado corto y 0.10 cada uno de los ganchos. Esto se debe a que al doblar el acero, las

medidas que se indican no pueden ser garantizadas milimétricamente, pueden existir errores de centímetros por encima o por debajo del número colocado; concluyendo así que solo se acotan elementos de concreto como las secciones de columnas y vigas que mediante encofrados de madera y pueden garantizar las medidas acotadas con mayor precisión.



**Gráfico 79. Corte A-A VE-E (1-3) (30x60) (fase 5).** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

5.1- Para concluir el dibujo, se debe indicar sobre el detallado de la viga la ubicación del corte donde se realizó esta sección, el cual por lo general, se realiza en una zona de la viga donde no existan refuerzos, indicando solo el acero longitudinal que va corrido en toda la extensión de la viga, y dejando la información sobre los refuerzos solo en el detallado del acero longitudinal.



**Gráfico 80. Despiece o detallado total de la viga VE-E (1-3) (30x60) (fase 5.1).**

*Nota.* Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

### ***Doblado de barras longitudinales en vigas con cambios de dirección***

Según el Manual de detallamiento ICH (2009) las armaduras no deben doblarse con radios de curvatura muy pequeños, con el fin de evitar que la barra aplaste el concreto en la zona cóncava de la barra.

Las barras nunca deben quedar colocadas con su lado cóncavo hacia el recubrimiento, a menos que se disponga de refuerzos (estribos) especiales que sean capaces de tomar los esfuerzos de desviación que se producen en el doblé.

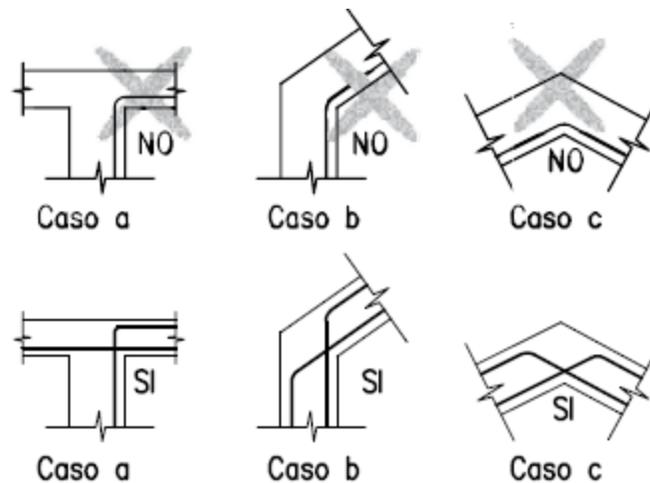


Gráfico 81. Ejemplos de doblado correcto e incorrecto de barras. *Nota.* Datos tomados de Manual de Detallamiento ICH (2009).

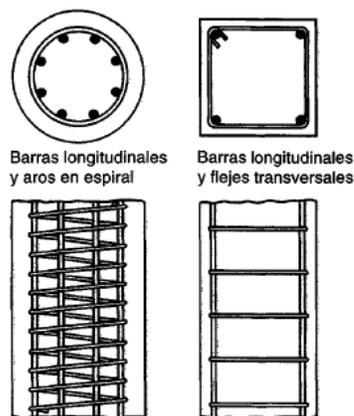
### Columnas

COVENIN 1753-2006 define una columna como un miembro estructural utilizado para soportar cargas axiales, acompañada o no de momentos flectores, y que tiene una altura de por lo menos 3 veces su menor dimensión transversal.

Son elementos estructurales verticales que soportan cargas que provienen de las vigas y contribuyen a la estabilidad de la estructura. Deben diseñarse para resistir las cargas actuantes (diferentes combinaciones), y comportarse más resistentes que las vigas, de manera que las rótulas plásticas se formen en éstas y no en las columnas.

La dimensión mínima de las columnas es de 30cm. Y la relación  $b/h$  debe ser  $\geq 0.40$  y deben cumplir con las disposiciones del capítulo 10 y 18 de la norma COVENIN 1753-2006.

Se diseñan a flexo compresión y el acero máximo es de 6% de la sección de la columna, recomendando no pasar del 3.5%



**Gráfico 82. Tipos de columnas** *Nota.* Datos tomados de Manual de Detallamiento ICH (2009).

El acero mínimo debe ser el 1% del área de la sección transversal. El empalme por solape se hará en el tercio central de la altura. El acero transversal, se diseñará por capacidad y se debe confinar, como lo establece la norma COVENIN 1753-2006

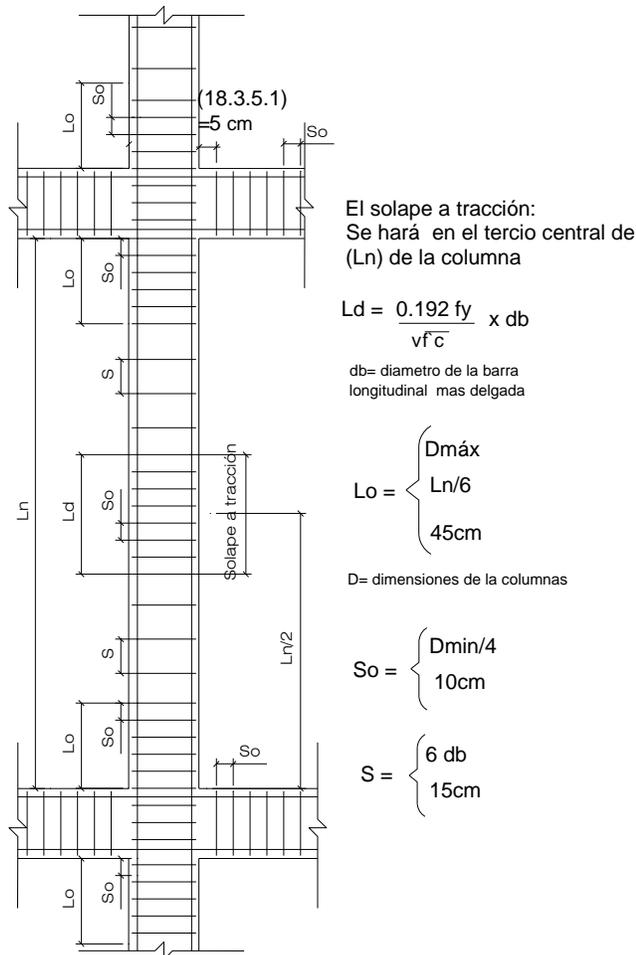
***Ligaduras:***

Al igual que para las vigas, las columnas también poseen estribos (acero transversal), los cuales representan el refuerzo transversal de corte y torsión estructurales. El estribo en las columnas es denominado “ligadura” y el término “estribo” queda para las vigas.

Para las columnas cilíndricas se utilizan los llamados “zunchos” que constituye un refuerzo enrollado en forma de hélice cilíndrica alrededor del refuerzo longitudinal.

Las ligaduras para las columnas cumplen con los mismos requisitos que para las vigas, en donde sus diámetros interiores de doblado deben ser mayores que  $4d_b$ , para barras hasta 16 mm de diámetro y sus ganchos deben estar doblados en  $135^\circ$  y tener un largo mínimo de  $6d_b$ , pero menos de 75 mm, El diámetro mínimo para los estribos es de  $3/8"$ , aplica el mismo gráfico de estribos para las vigas, gráfico N°71.

La separación de las ligaduras y la ubicación de las zonas de confinamiento si difiere con relación a las vigas. Los empalmes por solape en columnas se harán el tercio central de la altura. Este dato es de suma importancia ya que por lo general, en los planos estructurales no se dibuja el despiece del acero longitudinal en las columnas, simplemente se presenta un esquema donde se indica la zona del empalme. El no tener las longitudes de corte dispuestas en un plano de forma específica, generalmente trae como consecuencia ubicaciones de empalmes no deseados, colocándose en los sitios donde se terminan las cabillas a los 12m sin importar en qué lugar queden dispuestos.



**Gráfico 83. Detallado de acero en columnas.** Nota. Datos tomados de COVENIN 1753-2006. Adaptación Bonucci (2012).

En las columnas de los edificios, los ingenieros calculistas generalmente disminuyen sus secciones conforme van recibiendo menores cargas, para ahorrar materiales; por eso es común observar que las columnas en los últimos pisos tienen dimensiones menores a las de planta baja.

La variación en las secciones de las columnas por piso, hace que a nivel de dibujo deban identificarse con diferentes nombres cada vez que éstas cambien sus dimensiones, a pesar de que se encuentren ubicadas en el mismo eje de la edificación; para ello se construye un cuadro de columnas en donde se coloca en la 1era fila, los ejes de la edificación y en la 1ra columna los pisos o niveles, de manera que al intersectarse el piso con el eje se encuentre que tipo de columna se ejecutara.

Cada nombre asignado a cada tipo de columna debe ir acompañado de un detalle en escala 1/20 o 1/10 donde se indiquen sus dimensiones, diámetros, y las longitudes de doblado de los estribos, tomando en cuenta las consideraciones de diseño de la norma COVENIN 1753-2006 según el gráfico N°83, o mediante los ejemplos citados en los gráficos N°86,87 y 88.

CUADRO DE COLUMNAS

EJES NIVELES	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5
PB	C1	C4	C4	C4	C1	C7	C9	C7	C9	C7	C1	C5	C5	C5	C1
P1	C1	C4	C4	C4	C1	C7	C9	C7	C9	C7	C1	C5	C5	C5	C1
P2	C1	C4	C4	C4	C1	C7	C9	C7	C9	C7	C1	C5	C5	C5	C1
P3	C2	C5	C5	C5	C2	C7	C9	C7	C9	C7	C2	C6	C6	C6	C2
P4	C2	C5	C5	C5	C2	C8	C10	C8	C10	C8	C2	C6	C6	C6	C2
P5	C2	C5	C5	C5	C2	C8	C10	C8	C10	C8	C2	C6	C6	C6	C2
P6	C3	C6	C6	C6	C3	C8	C10	C8	C10	C8	C3	C11	C11	C11	C3
P7	C3	C6	C6	C6	C3	C8	C10	C8	C10	C8	C3	C11	C11	C11	C3
TECHO															
TSM															

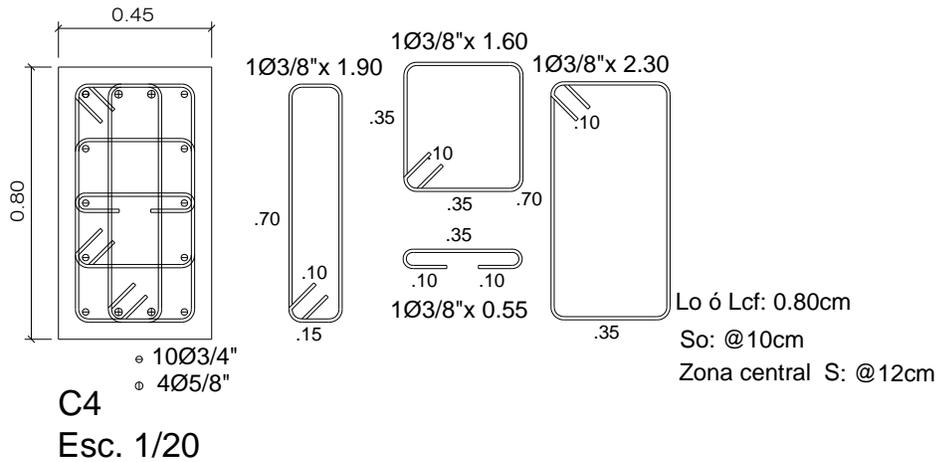
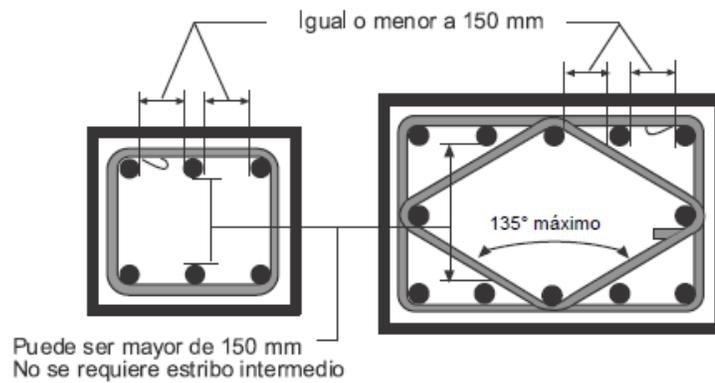


Gráfico 84. Ejemplo de cuadro de columnas en un edificio Nota. Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

La lectura de la tabla mostrada en el gráfico N°84, sería la siguiente: por ejemplo, en el nivel de Planta baja y el piso 1, en el eje A1 la columna que debe ir es una de tipo C1. Si se quiere saber cuáles cabillas la conforman se debe ubicar el dibujo de la columna C1 que debe estar junto a la tabla.

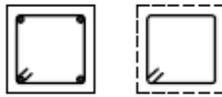


**Gráfico 85. Distancia máxima entre estribos transversales de barras a compresión** *Nota.* Datos tomados de Manual de Detallamiento ICH (2009).

Para edificaciones de menor altura, no es necesario hacer una tabla, ya que generalmente las dimensiones de las columnas no varían, y con solo colocar su nombre o identificación en el plano de fundaciones, junto con su detalle sería suficiente.

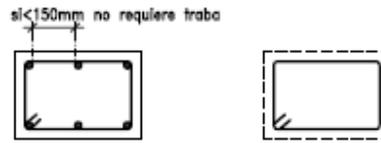
Cabe destacar que el número que acompaña la C por ejemplo C1, no tiene ninguna razón específica, simplemente la C representa la inicial de la palabra “columna” y el número, lo coloca el ingeniero calculista a su criterio, usualmente el 1 indica la columna con menores dimensiones.

Caso (A) 4 barras



n° de barras : 4  
n° de estribos : 1  
n° de trabas : 0

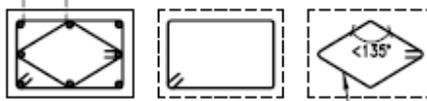
Caso (B) 6 barras



n° de barras : 6  
n° de estribos : 1  
n° de trabas : 0

Caso (C1) 8 barras

si < 150mm no requiere estribo romboidal

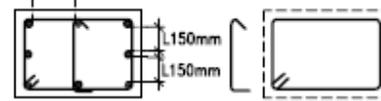


n° de barras : 8  
n° de estribos : 2  
n° de trabas : 0

Nota: Requiere de control cuidadoso de la geometría

Caso (C2) 8 barras

si < 150mm no requiere traba



n° de barras : 8  
n° de estribos : 1  
n° de trabas : 1

Caso (D) 10 barras

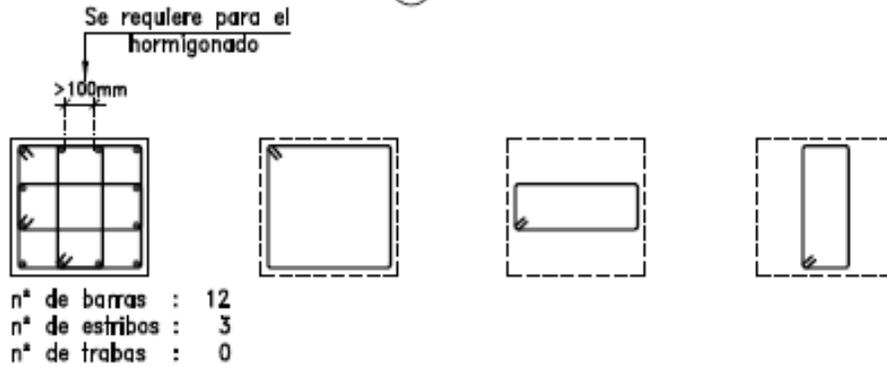


si < 300mm no requiere traba

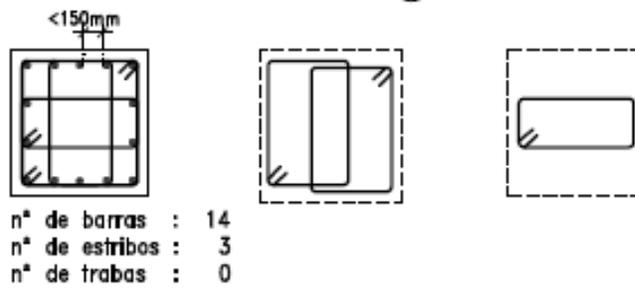
n° de barras : 10  
n° de estribos : 2  
n° de trabas : 1 (si b < 300mm)

Gráfico 86. Secciones típicas de columnas (1). Nota. Datos tomados de Manual de Detallamiento ICH (2009).

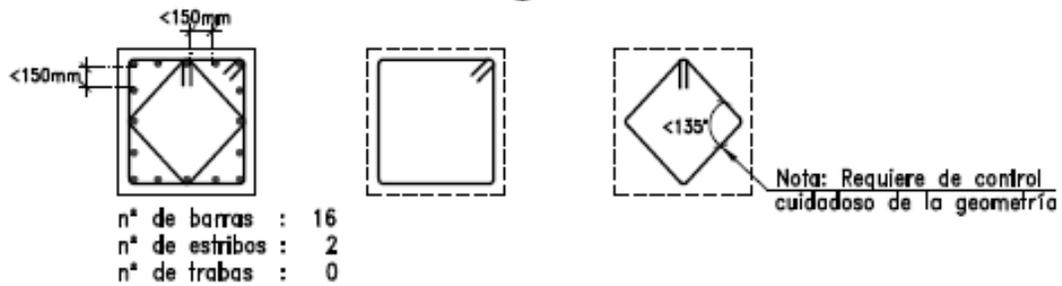
Caso (E) 12 barras



Caso (F) 14 barras



Caso (G1) 16 barras



Caso (G2) 16 barras

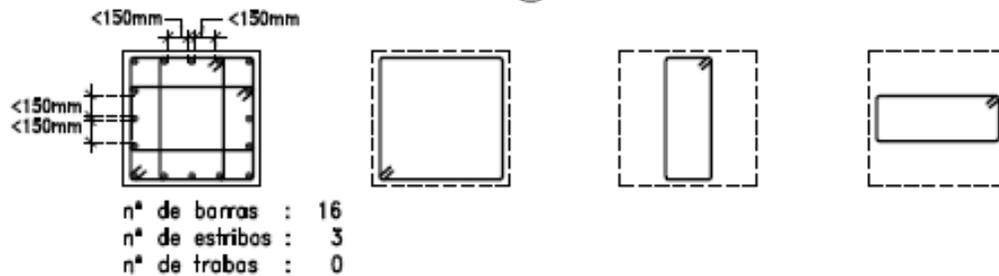


Gráfico 87. Secciones típicas de columnas (2). Nota. Datos tomados de Manual de Detallamiento ICH (2009).

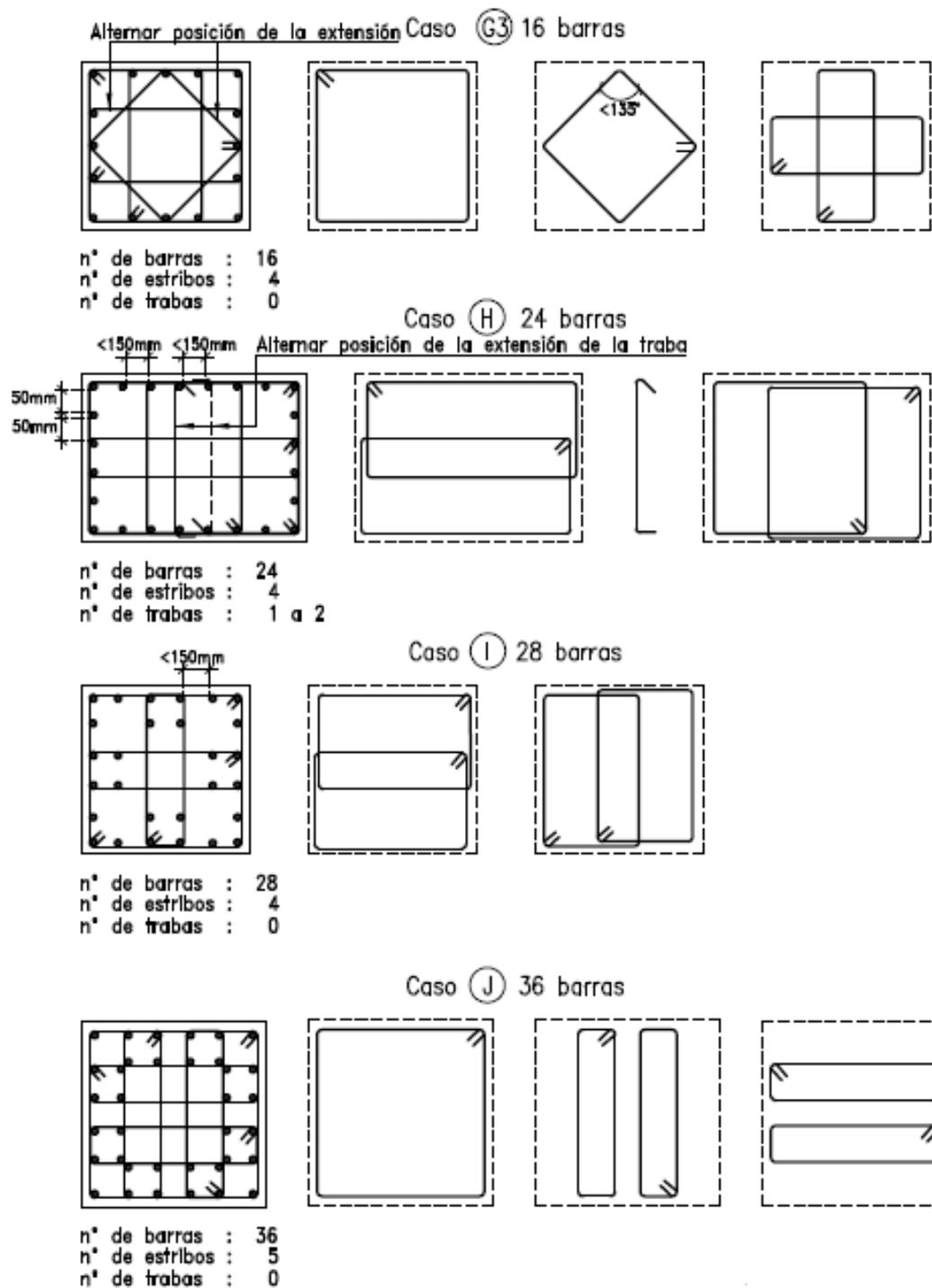


Gráfico 88. Secciones típicas de columnas (3). Nota. Datos tomados de Manual de Detallamiento ICH (2009).

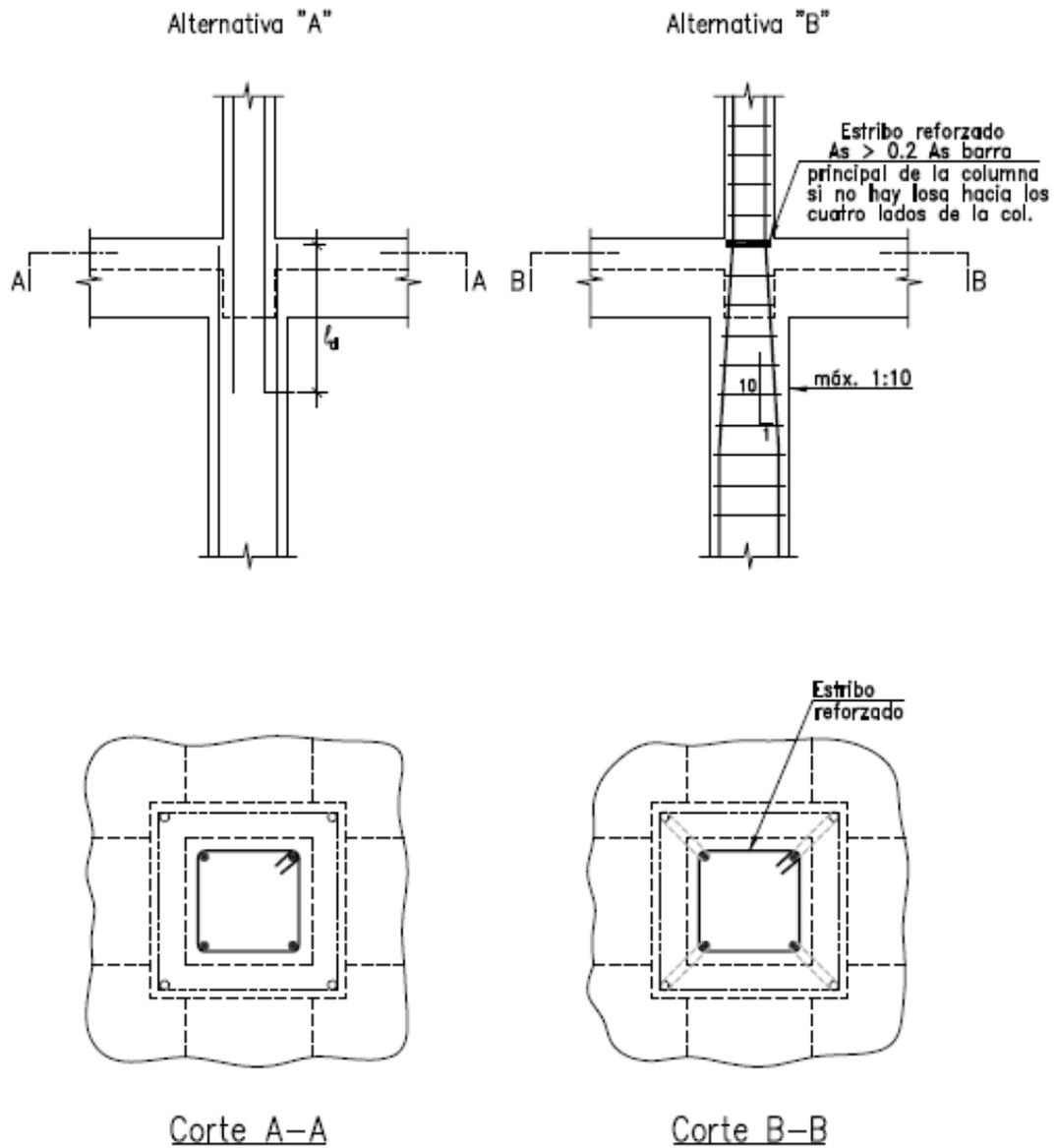


Gráfico 89. Disposición de aceros en Columnas de sección variable. Nota. Datos tomados de Manual de Detallamiento ICH (2009).

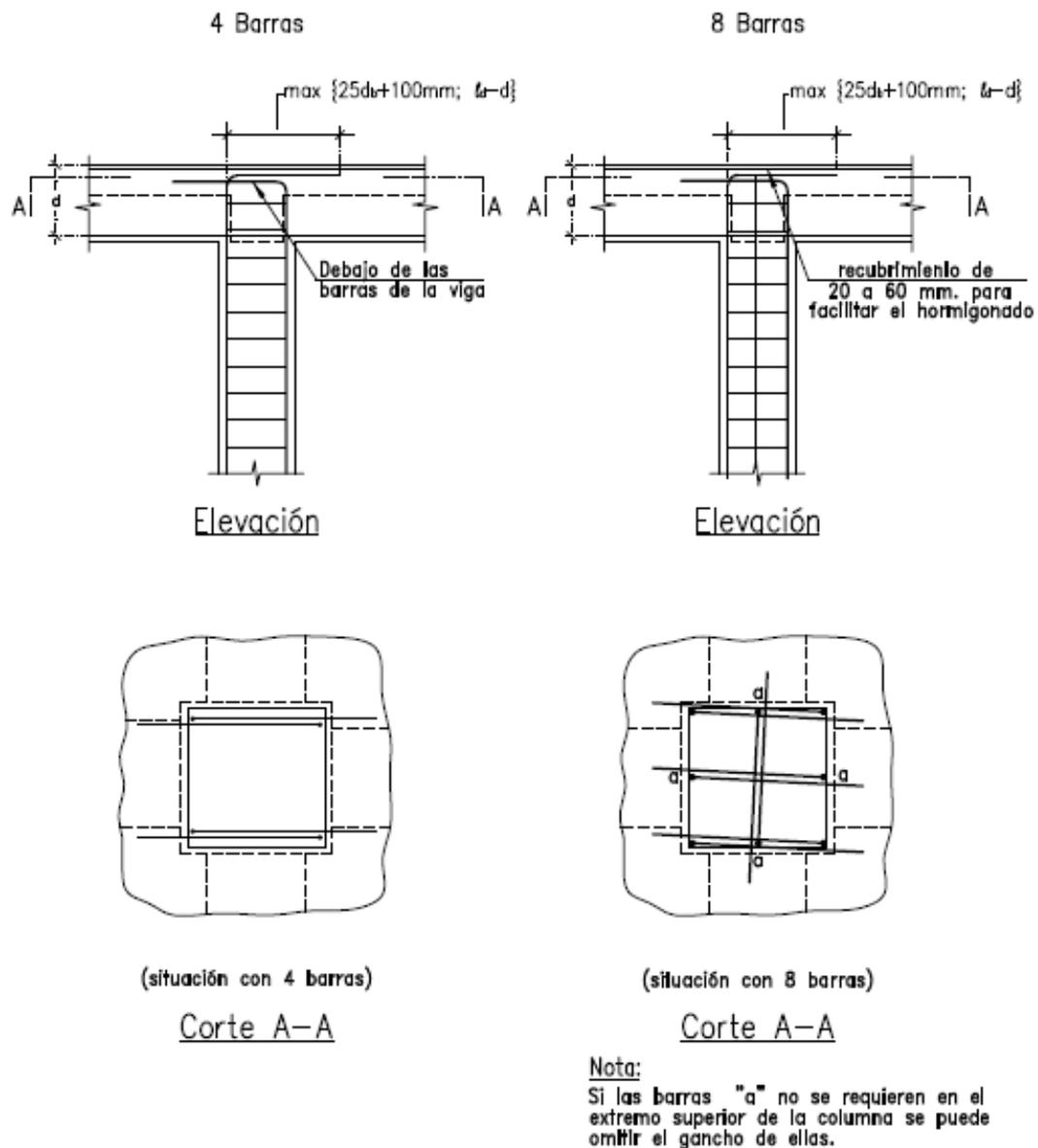


Gráfico 90. Disposición de aceros en el extremo superior de las columnas. Nota.

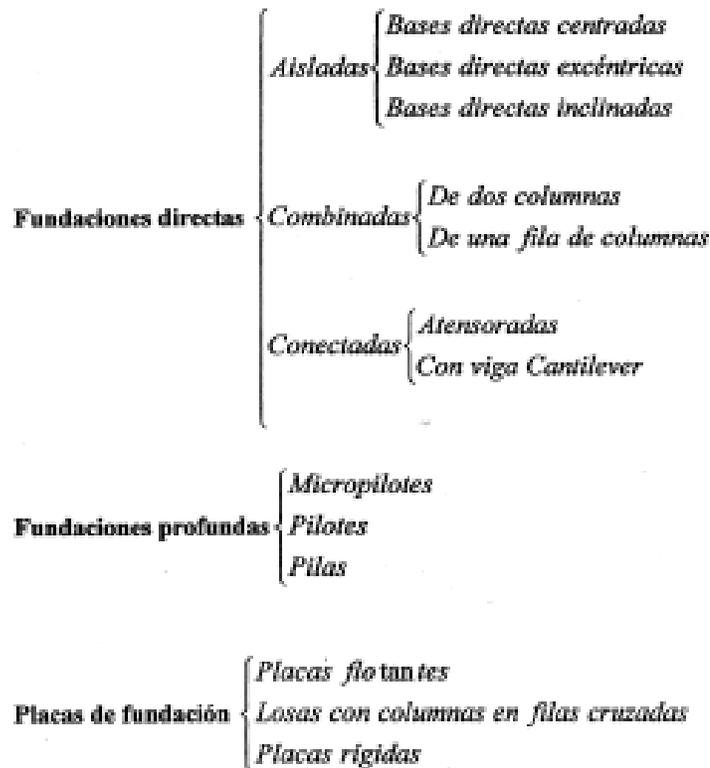
Datos tomados de Manual de Detallamiento ICH (2009).

### Fundaciones:

(Fratelli 1993) define las fundaciones como un elemento más de la estructura, cuya función es la de transmitir al suelo todas las cargas que impone la superestructura de una construcción. La forma como se realiza esa transferencia depende de una gran diversidad de parámetros, entre los cuales se pueden mencionar:

- La capacidad portante del suelo de fundación
- La profundidad en la cual se ubica la base
- El tipo de magnitud de las cargas impuestas
- Las propiedades elásticas del suelo
- La rigidez y tamaño de la superestructura
- El comportamiento de la superestructura
- La presencia del nivel freático

Las fundaciones se pueden clasificar en:



**Fundaciones Directas:**

(Fratelli 1993) las define como aquellas fundaciones que se apoyan en toda el área de la base sobre el terreno, en un estrato mayor a 5m de profundidad, medido desde la cota superior del terreno a construir, y donde el suelo ofrezca la suficiente

capacidad portante para soportar las cargas impuestas por la superestructura, con moderados asentamientos.

**Fundaciones Aisladas o Zapatas aisladas:**

Son elementos utilizados para soportar un o más columnas con relativa poca distancia entre ellas, pudiendo ser de diversas formas geométricas de acuerdo a las necesidades. Su uso está indicado para estructuras con relativa poca carga y en el suelo con gran capacidad de soporte, como lo afirma Landa (1988).

Al mismo tiempo Fratelli (1993) establece que estos tipos de fundaciones generalmente son de forma cuadrada o rectangular, y consisten en una placa o losa armada según dos direcciones ortogonales, que se apoya directamente sobre el suelo de fundación.

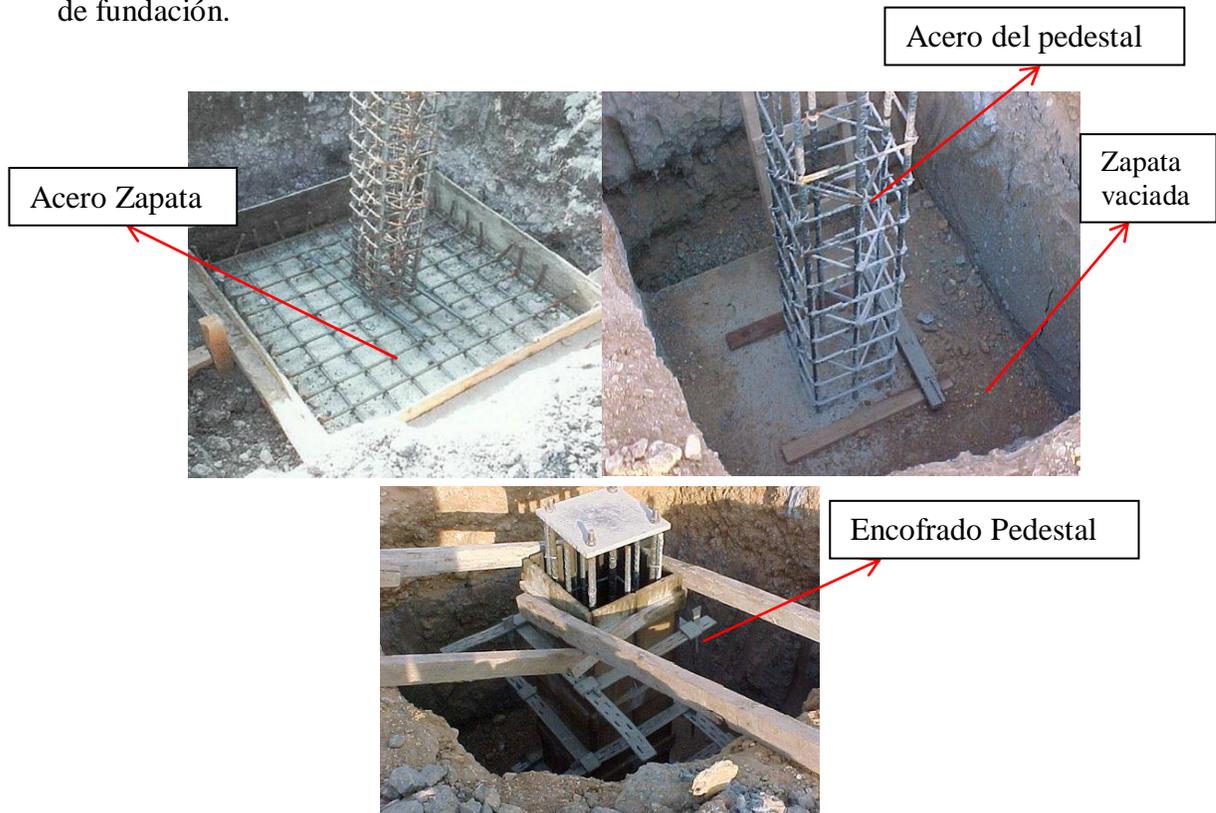
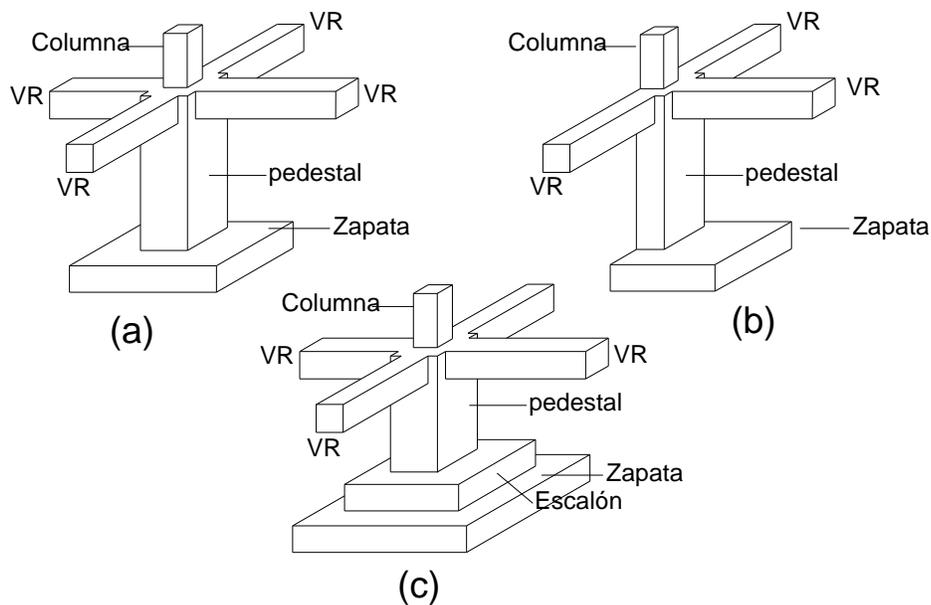


Figura 19. Zapata aislada. Nota. Bonucci (2012).

Dependiendo de la ubicación de la zapata dentro de la edificación, ésta deberá dibujarse de una forma específica: de forma centrada cuando su centro de gravedad coincida con su centro geométrico, y la excéntrica cuando existan obstáculos laterales que impidan su ejecución de forma centrada, como por ejemplo el lindero de una edificación vecina, obligando a desplazar la zapata, mas no la ubicación de la columna.



**Gráfico 91. Esquema de una fundación aislada centrada (a), excéntrica (b) y centrada con escalón (c). Nota. Bonucci (2012).**

El suelo que resiste la fundación tiene una resistencia que varía de un suelo a otro, y dependiendo de las cargas que la edificación recaigan sobre él, se escogerán las dimensiones de los elementos que conforman el sistema.

Las cargas que se transmiten de forma vertical al suelo a través de las columnas punzonarían el suelo, por lo que en la base de éstas se colocan las zapatas, que

ayudan a repartir las cargas, pero para poder llegar a la profundidades deseadas debe existir un elemento intermedio entre ambas como lo es el pedestal, que por lo general es de 5cm más grande que la sección de la columna, y esto es debido a que los recubrimientos en los elementos que están bajo tierra son mayores a los que están a la intemperie.

Cuando las cargas sobre la fundación son significativas y para ahorrar concreto, en vez de aumentar el tamaño de la zapata se coloca un escalón entre el pedestal y la zapata, como se observa en el gráfico N°91 (c).

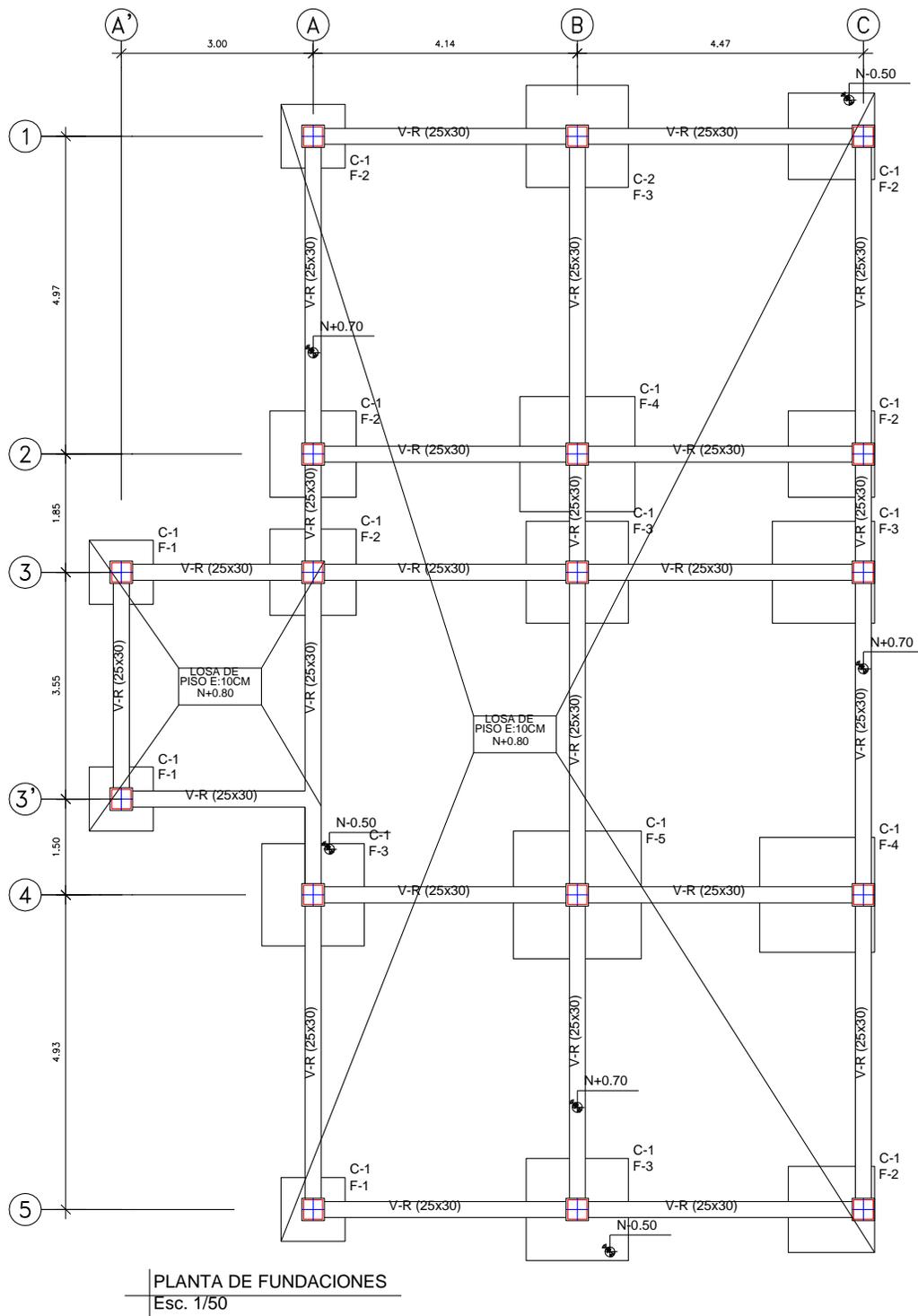
### **Planta de Fundaciones (sistema de zapatas aisladas)**

Un sistema de fundación con zapatas aisladas debe ser amarrado por medio de vigas de riostra, las cuales permiten la estabilidad de todo el sistema.

La distancia desde la parte superior de la viga de riostra hasta la parte inferior de la zapata se le llama profundidad de desplante, y debe tener mínimo una distancia de 1.5m; todo este sistema estará bajo tierra, por esta razón es llamado infraestructura.

El dibujo de la planta de fundaciones debe realizarse en el mismo orden en que se observan las fundaciones vistas de planta, ya que facilita del dibujo y se evita borrar trazos que no son visibles posteriormente.

Se inicia con el dibujo de los ejes de la edificación, seguidamente se plasman las columnas, los pedestales, las vigas de riostra y por último las zapatas.

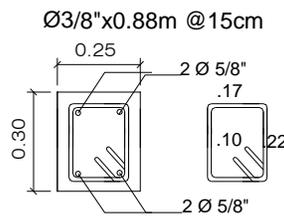


**Gráfico 92. Planta de fundaciones (vivienda unifamiliar).** Nota. Datos tomado de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

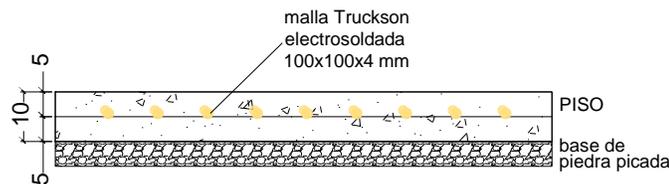
Como se observa en el gráfico anterior una vez dibujados los elementos señalados, se debe identificar todas las columnas y el tipo de fundación, así como las vigas de riostra. Al mismo tiempo se visualiza una “X” como si fuera el armado de una losa, pero realmente no lo es, solo indica que sobre estas vigas de riostra habrá una losa de piso de 10 cm, la cual no es estructural.

Acompañando este plano se debe dibujar una sola vez los detalles de cada uno de los tipos de fundación si es el caso (centradas y/o excéntricas), con dimensiones colocadas en letras, de manera que a través de una tabla de fundaciones y dependiendo del nombre que se le asigne a cada tipo de fundación tendrá unos valores diferentes. Es usual encontrar la información del acero de los elementos e incluso el despiece del acero de la zapata como se aprecia en el gráfico N° 94.

El detalle de la losa de piso y de la viga de riostra también debe estar adjunto a la planta y cuadro de fundaciones.



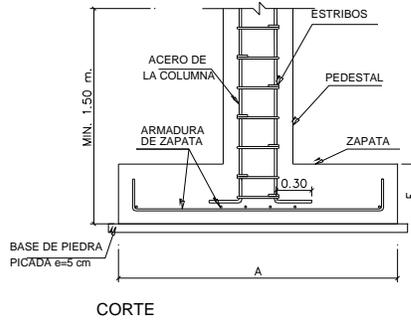
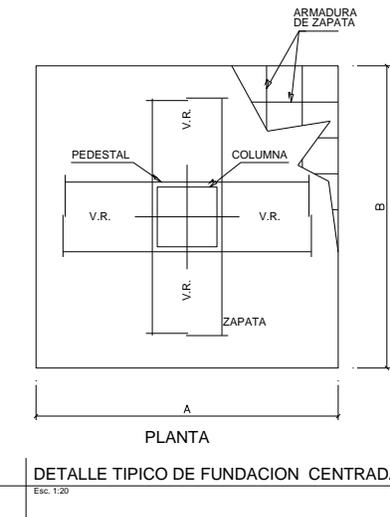
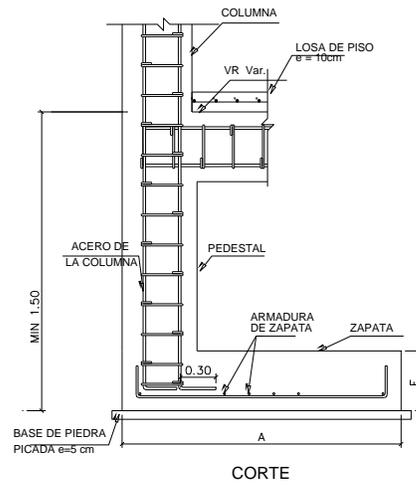
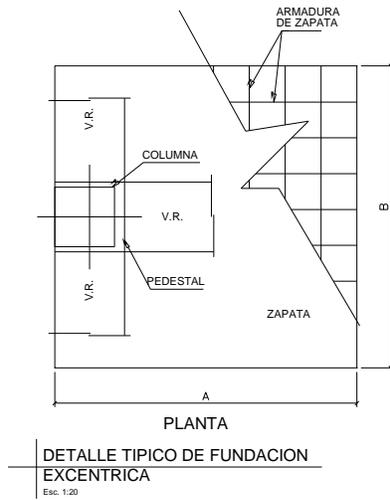
**SECCIÓN V.R.**  
Esc. 1/20



**DETALLE PISO**  
Esc. 1/20

**Gráfico 93. Detalle de losa de piso y losa de piso.** Nota. Datos tomado de

ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).



CUADRO DE FUNDACIONES (  $R_c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$  )

DESCRIP TIPO	ZAPATA		PEDESTAL		ESP. E	PROF. H	REFUERZO (EN DIRECCION A)	REFUERZO (EN DIRECCION B)
	A	B	C	D				
F-1	1.00	1.00	0.35	0.35	0.30	1.50	0.10 $8 \phi 3/8" \times 1.15$ 0.10	0.10 $8 \phi 3/8" \times 1.15$ 0.10
F-2	1.35	1.35	0.35	0.35	0.30	1.50	0.10 $11 \phi 3/8" \times 1.50$ 0.10	0.10 $11 \phi 3/8" \times 1.50$ 0.10
F-3	1.60	1.60	0.35	0.35	0.30	1.50	0.15 $13 \phi 3/8" \times 1.75$ 0.15	0.15 $13 \phi 3/8" \times 1.75$ 0.15
F-4	1.80	1.80	0.35	0.35	0.30	1.50	0.15 $14 \phi 3/8" \times 1.95$ 0.15	0.15 $14 \phi 3/8" \times 1.95$ 0.15
F-5	2.00	2.00	0.35	0.35	0.30	1.50	0.10 $11 \phi 1/2" \times 2.15$ 0.10	0.10 $11 \phi 1/2" \times 2.15$ 0.10

Gráfico 94. Detalle de fundación Aislada y Excéntrica. Nota. Datos tomado de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

El cálculo de las longitudes de las cabillas reflejadas en el cuadro de fundaciones del gráfico N°94 se realiza de igual manera que para las losas y vigas, únicamente recordando que los recubrimientos para estos elementos es de 7.5 cm como mínimo, ya que están en contacto directo con la tierra y se debe proteger el acero de cualquier oxidación.

### **Fundaciones combinadas:**

Son las que sirven de apoyo a dos columnas muy cercanas, evitando así la superposición de sus bases aisladas como lo indica Fratelli (1993).

Así mismo Landa (1988) indica que la geometría de la zapata lo dictan las cargas actuantes, el número de columnas y la separación entre ellas, se usan para suelos con capacidad de soporte bueno y para estructuras cuyas cargas no sean tan grandes por razones de economía.

### **Fundaciones conectadas:**

Soportan cargas excéntricamente aplicadas en las columnas, y al unir las mediante tensores o vigas rígidas, se anula el efecto del volcamiento y se otorga estabilidad al conjunto, así lo comenta Fratelli (1993).

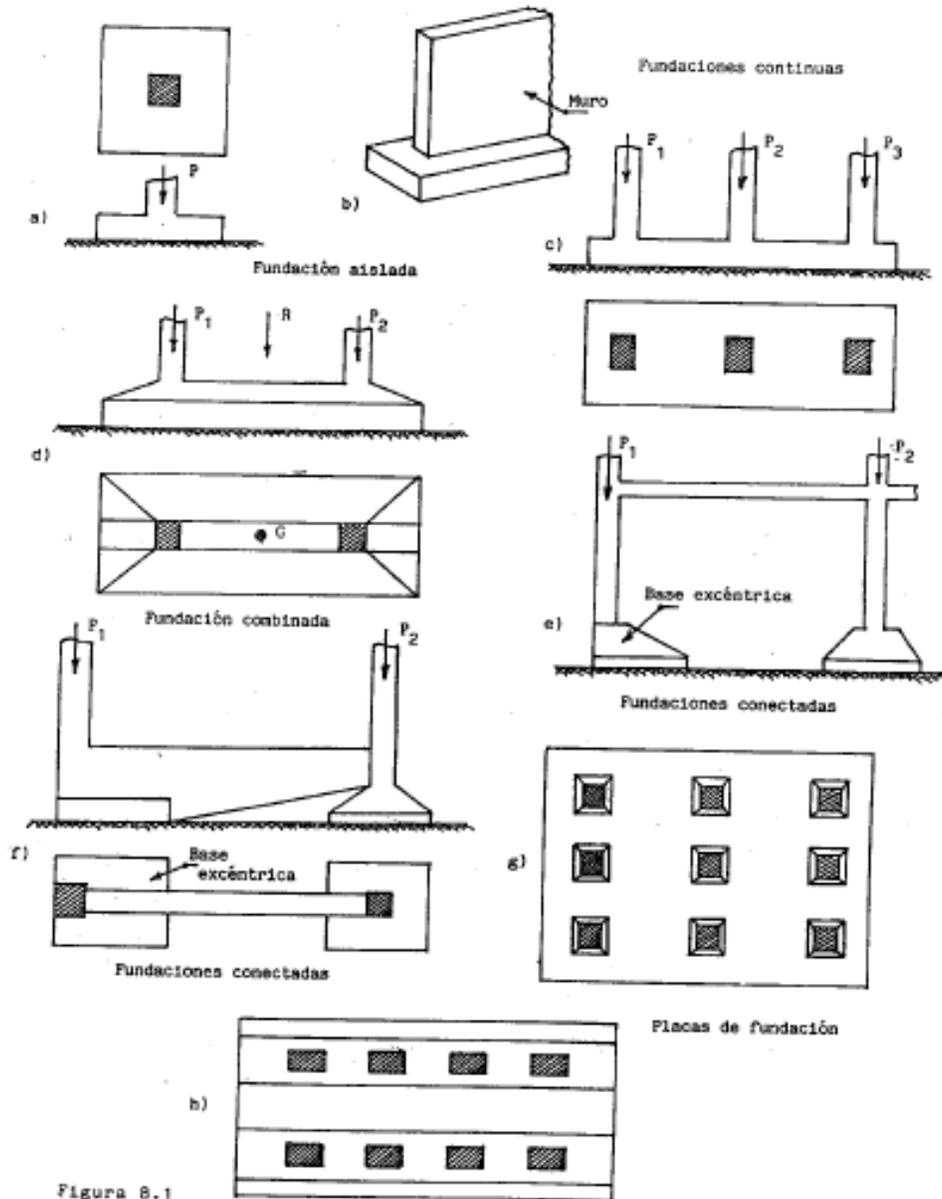


Figura 8.1

Gráfico 95. Tipos de Fundaciones. Nota. Datos tomados Fratelli 1993.

**Placas o Losas de Fundación:**

Fratelli (1993) define las Placas de fundación como una losa armada en dos direcciones ortogonales, de grandes dimensiones, que sirve a un grupo de columnas o

muros, o soporta estructuras tales como silos, estanques de agua, depósitos, chimeneas, torres de alta tensión, etc.

En algunas oportunidades las losas presentan espesores considerables y en algunos casos poseen nervios o vigas de entramado conectando columnas y muros. (disminuyen el espesor de la placa y aumentan la rigidez de la fundación).

Se usa para estructuras con pequeñas o grandes cargas, para terrenos con de baja cohesión como arenas donde no se justifican excavaciones debido al costo de los mismo o en suelos de tipo expansivo, que provocan asentamientos diferenciales que las fundaciones con fundaciones aisladas no son capaces de absorber.



Figura 19. Losa de Fundación (sin vigas de riostra). Nota. Tomada del Ing. Carlos Polanco.

Se utilizan losas de fundación en los siguientes casos:

- Cuando el suelo de fundación ofrece una limitada capacidad portante.
- Para evitar asentamientos considerables si el sub-suelo presenta zonas débiles o defectos.

- Si existe la posibilidad de ascenso del nivel freático, con una subpresión que puede levantar las bases aisladas poco cargadas.
- Como apoyo de muros y columnas muy cargadas, cuyas bases independientes exigen un área en planta que supera el 50% del área del terreno.



Figura 20. **Losa de Fundación (con vigas de riostra).** *Nota.* Bonucci (2012).



Figura 21. Losa de Fundación (con vigas de riostra). *Nota.* Bonucci (2012).



Losa de fundación vaciada



Excavación de zapatas en losa de fundación

Vaciado de losa de fundación sin vigas de riostra (solo con zapatas)



Figura 22. Losas de Fundación (sin vigas de riostra). *Nota.* Bonucci (2012).

Al igual que para una planta de fundaciones con zapatas aisladas, en la losa de fundación se debe iniciar el plano con la representación de los ejes, lo segundo es el borde de la losa, la cual generalmente se trata que coincida con la losa de piso de la arquitectura, solo el área ocupada por el contorno de la edificación. Por ejemplo si se tiene una terraza o jardín, no conviene continuar la losa de fundación sino solo una losa de piso, ya que generaría costos innecesarios y además de que en ese sector no se requiere una base estructural de soporte.

Una vez determinado el borde de la losa, se procede a dibujar las columnas y el área ocupada por las zapatas. Si la losa posee vigas de riostra éstas deberán dibujarse de forma similar a las realizadas en la planta de fundaciones de zapatas aisladas.

Se debe identificar como en todo plano de fundaciones, el nombre asignado a cada tipo de columna, junto con la denominación dada a las zapatas. En el ejemplo presentado del gráfico N°96 solo se tiene un tipo de zapatas, pero éstas pueden variar según sea el caso.

Usualmente se realiza un pequeño dibujo del entramado interno de la losa (en el ejemplo mostrado es realizado con una nube), en donde se indica el diámetro del acero colocado, cada cuantos centímetros se debe colocar y cuantas capas de acero incluirá.

Se realizan 2 cortes de la losa de forma perpendicular entre sí, donde se indican todos los espesores involucrados, como la base de piedra picada, el espesor de la losa de fundación como tal, rellenos compactados de necesitarse y los sobrepisos.

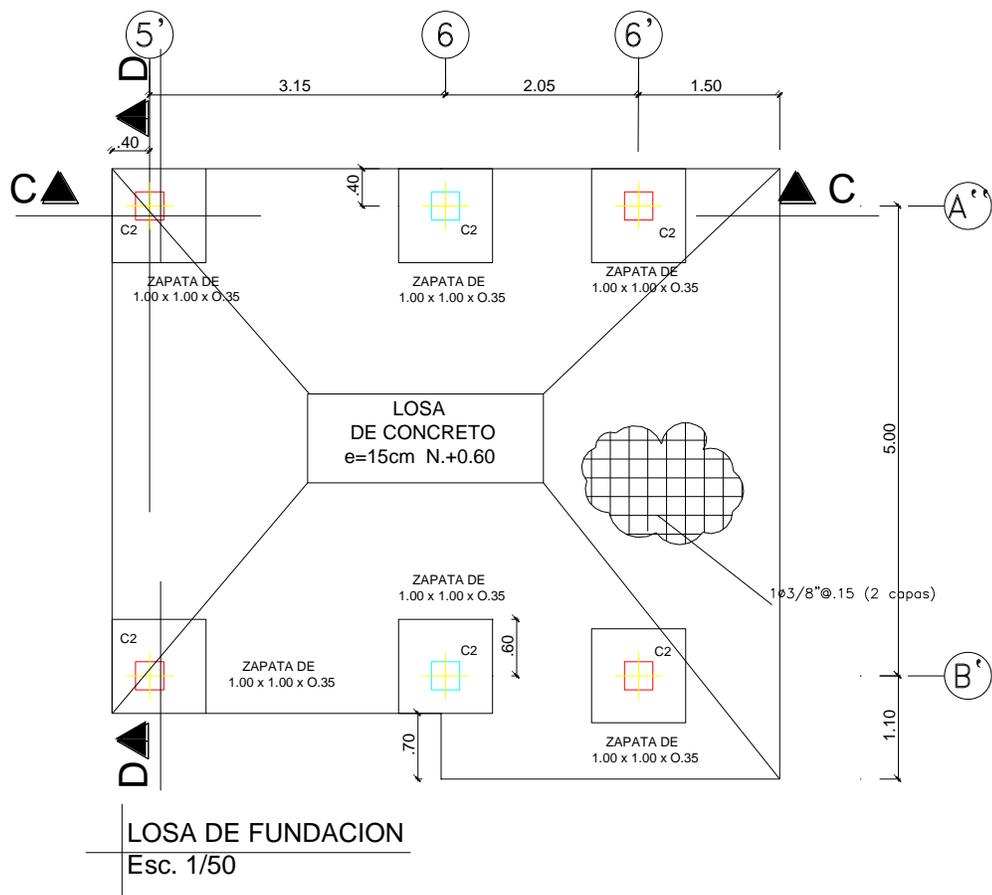
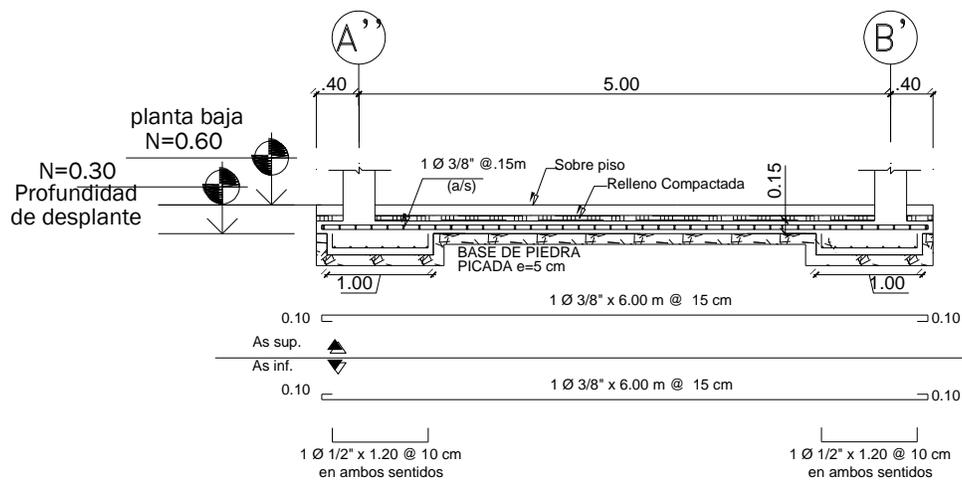
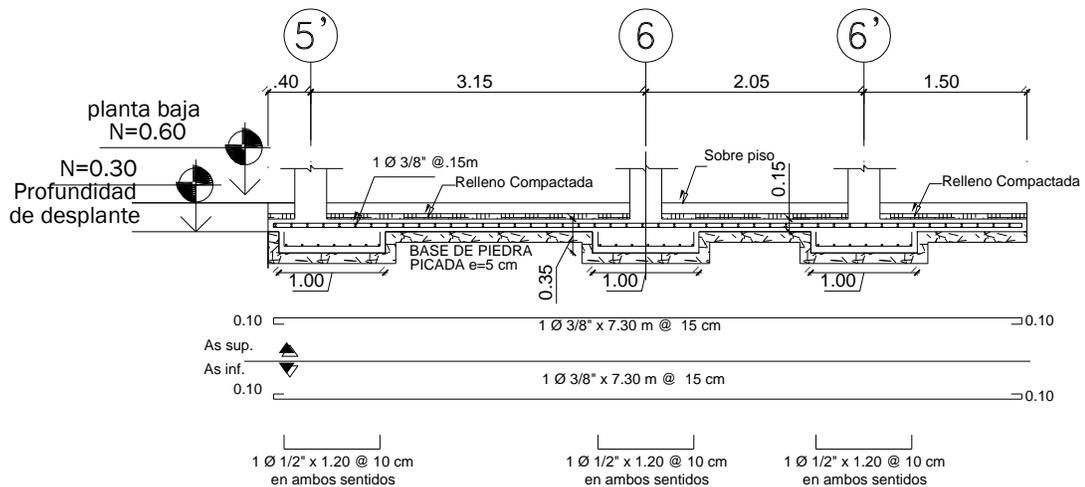


Gráfico 96. Ejemplo de Losa de Fundación (edificación de un solo nivel). Nota.  
Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).



CORTE DE LOSA DE FUNDACION SEC. D-D

Esc: 1:50



CORTE DE LOSA DE FUNDACION SEC. C-C

Esc: 1:50

Gráfico 97. Cortes de Losa de Fundación del gráfico N°66 (edificación de un solo nivel). Nota. Datos tomados de ARQYEST21,C.A. Adaptación Bonucci (2012).

**Fundaciones Profundas**

Fratelli (1993) expresa que las fundaciones profundas representan un sistema de fundación utilizado cuando el suelo de fundación no es lo suficientemente resistente para soportar las cargas impuestas de las bases directas de la superestructura.

Pudiéndose producir:

- Asentamientos locales excesivos e inadmisibles
- Falla del suelo, al superar su capacidad portante.

**Las fundaciones profundas se pueden clasificar en:**

Pilotines ( $10\text{cm} \leq D \leq 20\text{cm}$ )

Pilotes ( $20\text{cm} < D \leq 80\text{cm}$ )

Pilas ( $80\text{cm} < D \leq 220\text{cm}$ )

siendo D el diámetro de la sección transversal

**Fundaciones básicas que cumplen las fundaciones indirectas:**

- 1.- Transmitir trabajando por punta, como la columna, las cargas de la superestructura, hasta un estrato firme del subsuelo.
- 2.- Distribuir cargas concentradas de gran magnitud por adherencia o fricción, en suelos homogéneos de espesor considerable.
- 3.- Densificar y compactar suelos sueltos sin cohesión, incrementando su resistencia.
- 4.- Anclar estructuras, evitando que se inclinen o vuelquen.
- 5.- Controlar asentamientos, cuando los suelos son compresibles o expansivos.

**Pilotes:**

Son miembros estructurales de gran esbeltez, con sección transversal circular o poligonal, que penetran en suelos de baja capacidad portante a fin de transmitir las cargas a niveles más profundos del subsuelo. (Fratelli 1993).

La clasificación de los pilotes es bastante amplia, Fratelli (1993) realiza una descripción detallada de la misma:

- Según el material usado

- La forma de ejecución y colocación
- Capacidad Resistente
- Tipo de trabajo
- Forma de la sección transversal
- Altura alcanzada
- Su perfil longitudinal

***Según el material:***

- Madera
- Concreto (sin armar, armados y pretensados)
- Acero
- Mixtos

***Según su forma de ejecución y colocación:***

- Pre- formados: hincados, vibrados, roscados o atornillados o colocados mediante gatos.
- *Vaciados in Situ*: con tubos recuperables, con tubos perdidos, perforados y excavados.

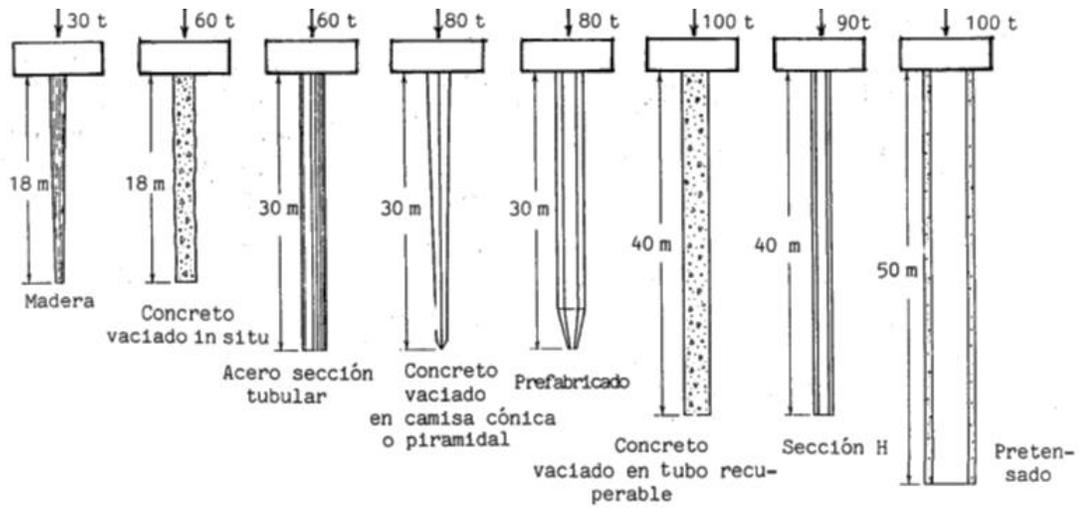


Gráfico 98. Clasificación de pilotes según su capacidad portante. *Nota.* Datos tomados de Fratelli (1993).

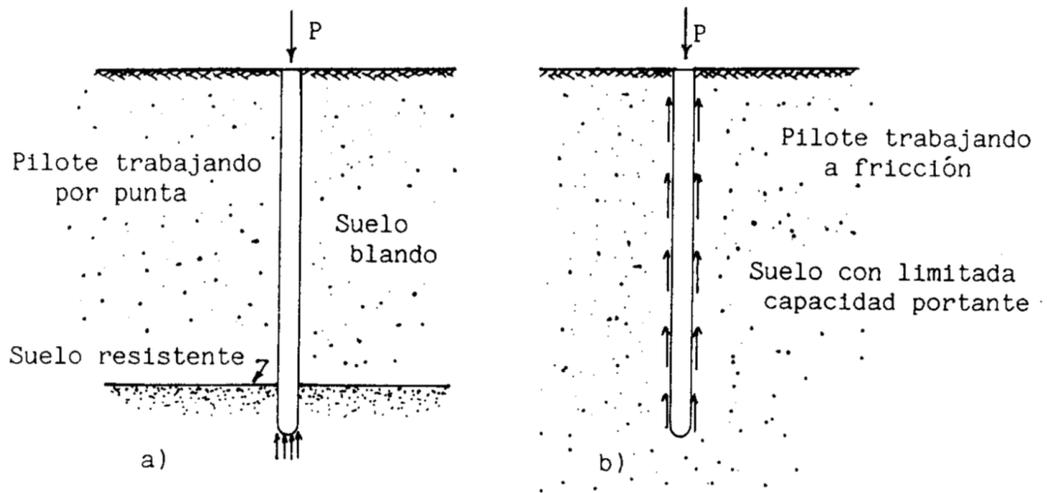
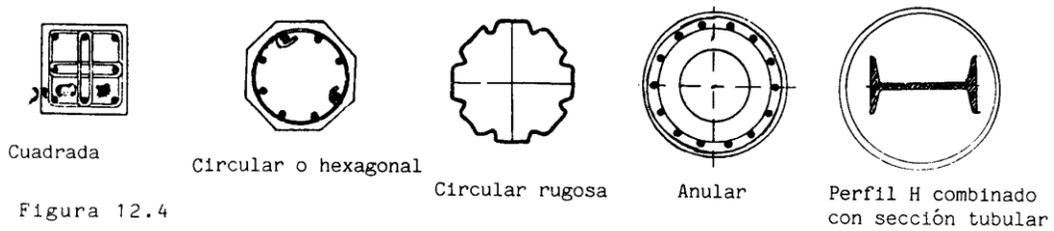
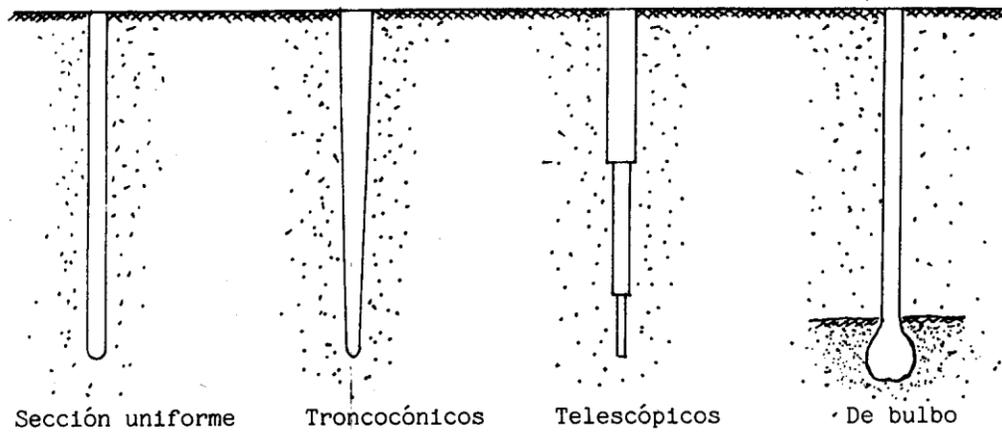


Gráfico 99. Clasificación de pilotes según su forma de trabajo. *Nota.* Datos tomados de Fratelli (1993).



**Gráfico 100. Clasificación de pilotes según su sección transversal.** *Nota.* Datos tomados de Fratelli (1993).



**Gráfico 101. Clasificación de pilotes según su perfil longitudinal.** *Nota.* Datos tomados de Fratelli (1993).

A continuación se presenta una serie de figuras que ilustran el proceso constructivo de uno de los sistemas de fundaciones más comunes, como los pilotes vaciados en sitio.

(a)



(b)



Figura 23. **Ejecución de un pilote vaciado un situ.** (a) máquina de pilotes preparada para empezar a perforar, (b) máquina perforando. *Nota.* Bonucci (2012).

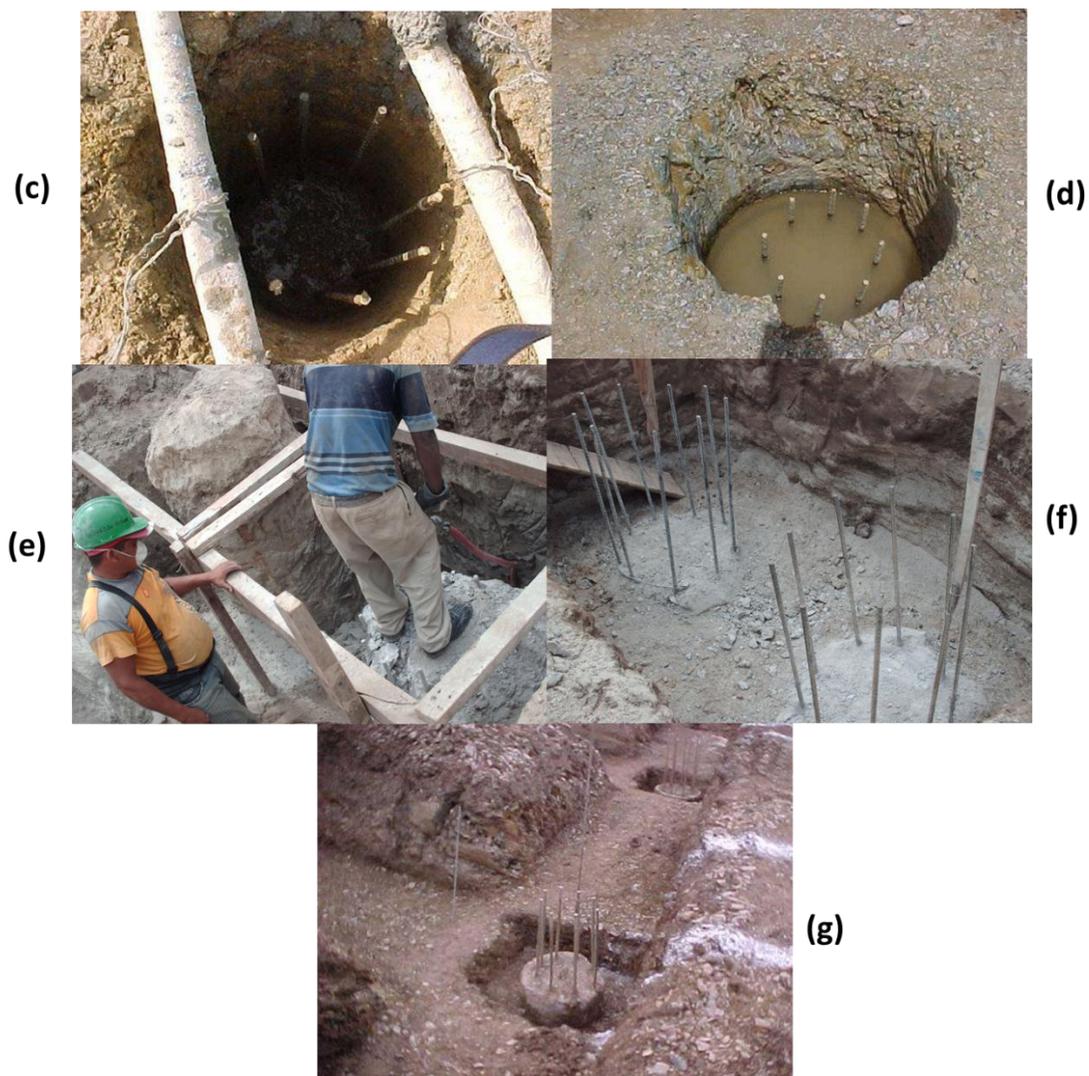


Figura 24. **Procedimiento de preparación de un pilote una vez vaciado.** (c) y (d) pilote vaciado, (e) descabezado de pilotes con compresor, (f) espacio para cabezal con 2 pilotes ya descabezado, (g) Pilote descabezado preparado para recibir el cabezal. *Nota.* Bonucci (2012).

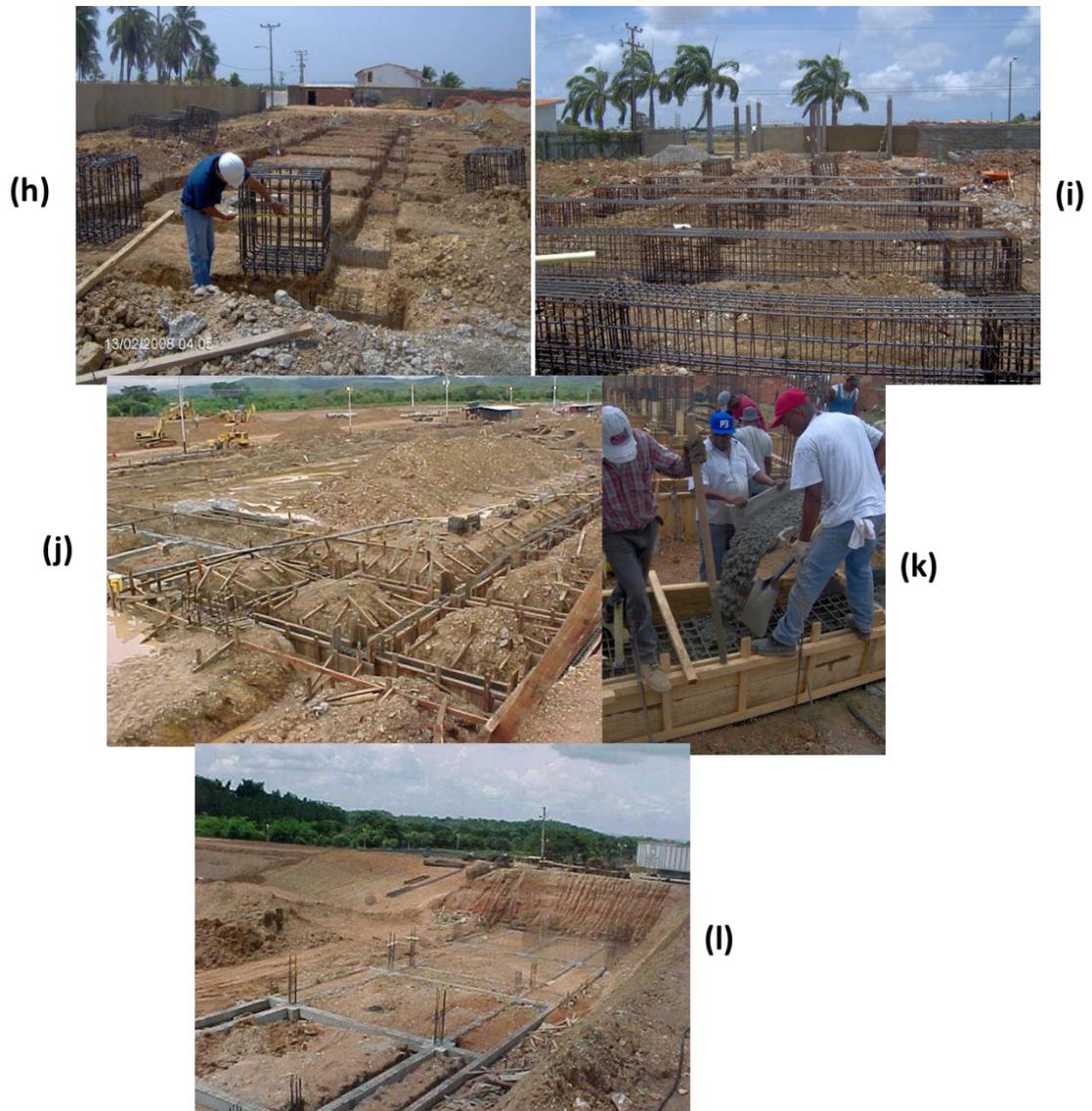


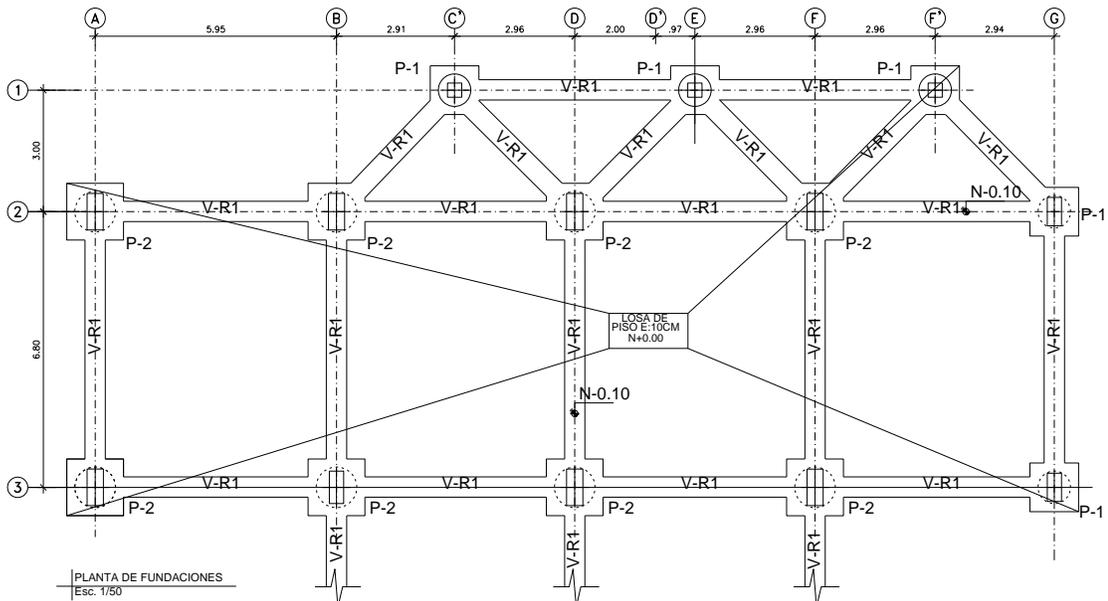
Figura 25. **Procedimiento de preparación de un sistema de fundaciones profundas.** (h) preparación de cabezales, (i) acero en vigas de riostra y cabezales (sobre terreno), (j) encofrado de vigas y cabezales, (k) vaciado de vigas de riostra y cabezales, (l) sistema de fundaciones listo. *Nota.* Datos tomados del Ing. Carlos Polanco y Bonucci (2012).

Una vez comprendido el proceso constructivo de un sistema de fundaciones profundas, se debe ejemplificar que deben contener los planos para poder ejecutarlo.

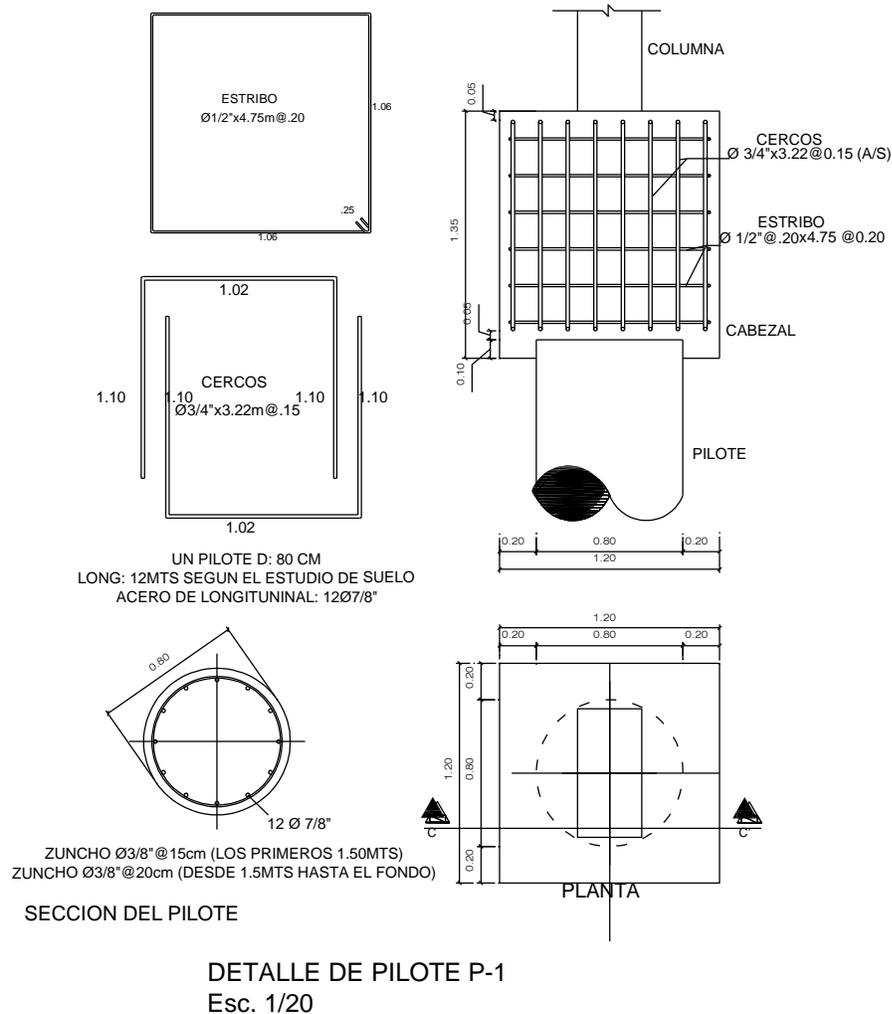
Al igual que en todos los sistemas de fundaciones se debe iniciar por el dibujo de la planta de fundaciones, en la cual se representan los ejes de la edificación, el área de los cabezales y pilotes, las vigas de riostra (vistos de planta); así como su respectiva identificación que diferencia un tipo de fundación de otra. En este tipo de planos adicionalmente se deben acotar todas las excentricidades que puedan tener los ejes geométricos de los pilotes con respecto a los ejes de la edificación, ya que cualquier desviación cambiaría la transmisión de las cargas de la superestructura a la infraestructura, acarreando modificaciones en los cálculos estructurales.

El plano de fundaciones por tener generalmente áreas extensas, se realizarán en la escala más grande posible para el tipo de papel utilizado, 1/50, 1/75 o 1/100 en su defecto. Este es el plano más importante de toda la edificación, un error en éste puede acarrear graves problemas e incluso la suspensión de la obra o demoliciones no deseadas; de allí la importancia de que cada acotado y cada medida este correcta y ajustada a las dimensiones del terreno, disposición arquitectónica y retiros exigidos.

En estos planos no se indica el tipo de columna como es usual encontrarlo en los planos de fundaciones aisladas, ya que existe un cuadro de columnas que especifica claramente su tipo en cada uno de los ejes y en cada nivel de la edificación. Por consiguiente solo se indicará el tipo o nombre del pilote, el cual incluye un detalle de cada uno de los tipos de pilotes, con las medidas en planta del cabezal, corte y todos los despieces de los acero que lo conforman, adicionalmente se realiza la sección transversal de cada tipo de pilote, en donde se indica su diámetro, acero longitudinal y especificaciones de los zunchos, como lo son el diámetro de la cabilla y la longitud de paso o separación entre cada vuelta.

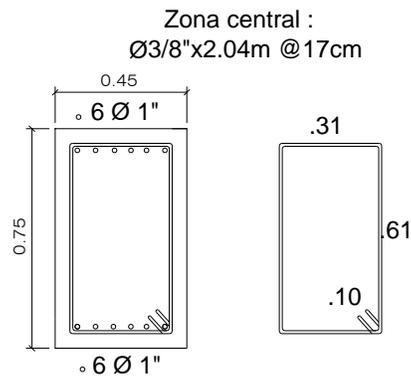


**Gráfico 102. Planta de Fundaciones (fundaciones profundas), parte de la planta general de un edificio residencial de 4 niveles.** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST,21 C.A. Adaptación Bonucci (2012).

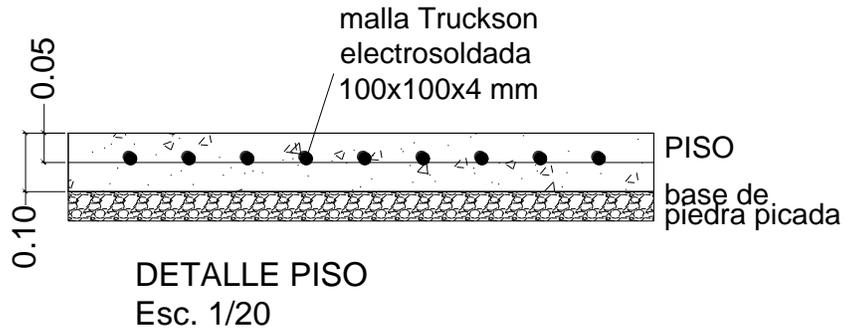


**Gráfico 103. Detalle de pilote tipo P-4 de la planta de fundaciones del gráfico N°102. Edificio residencial de 4 niveles.** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST,21 C.A. Adaptación Bonucci (2012).

Adicionalmente al plano general de fundaciones y los detalles de los pilotes y cabezales, se debe realizar el detalle de las vigas de riostra, las cuales pueden ser de diferentes tamaños y aceros según los cálculos estructurales. Su diferenciación se hace colocándole un número, por ejemplo, VR-1 significa que es el tipo de viga de riostra 1; también se anexa un detalle de la losa de piso. Todos estos detalles se realizarán a escala 1/20.

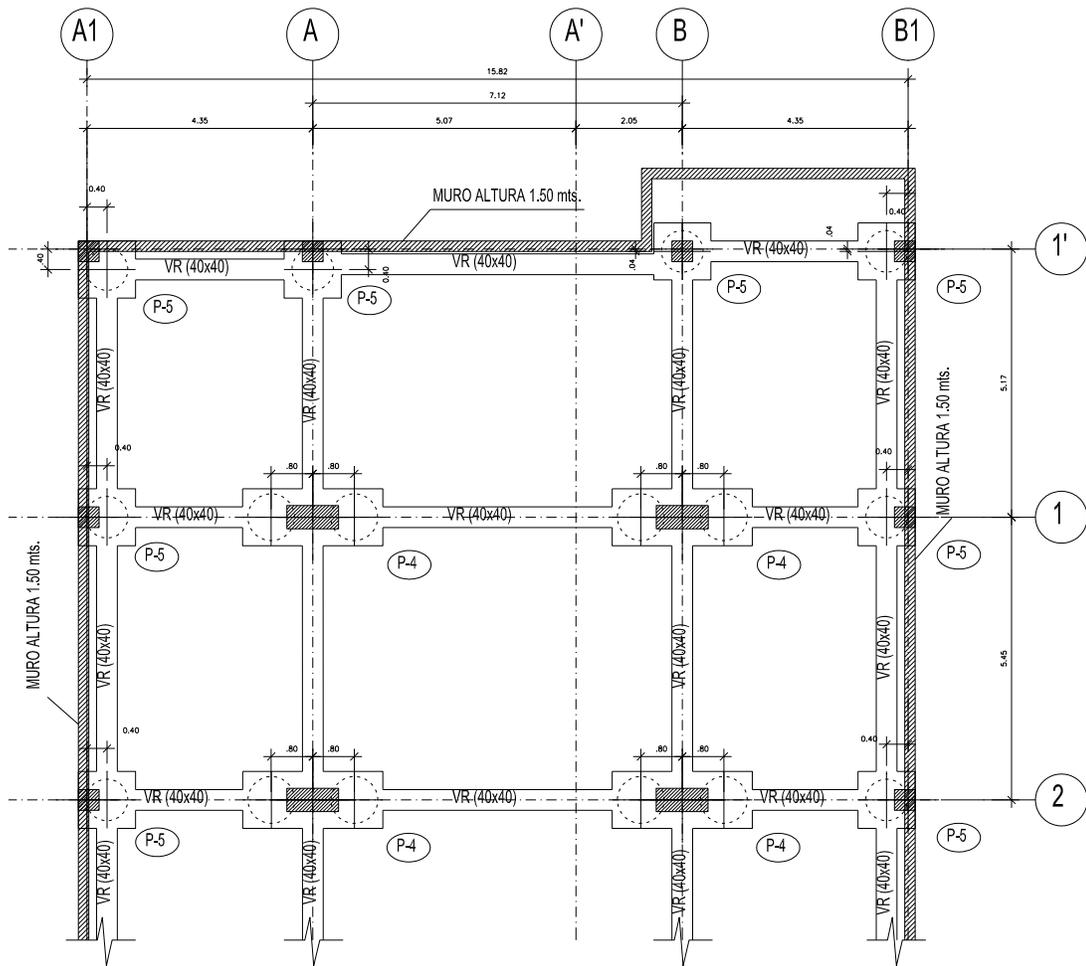


VIGA RIOSTRA V.R-1  
 Esc. 1/20



**Gráfico 104. Detalle de Viga de Riostra VR-1 de la planta de fundaciones del gráfico N°102 de una edificación residencial de 4 niveles.** *Nota.* Datos tomados de ARQYEST,21 C.A. Adaptación Bonucci (2012).

En el gráfico N°105 se presenta otro ejemplo de planta de fundaciones profundas, donde existen columnas que están soportadas por un grupo de 2 pilotes unidos por un solo cabezal. Pueden existir grupos de varios pilotes amarrados cabezales de diferentes formas, no necesariamente cuadrados o rectangulares, todo dependerá de las cargas que bajen de la superestructura y del criterio empleado por el ingeniero calculista.



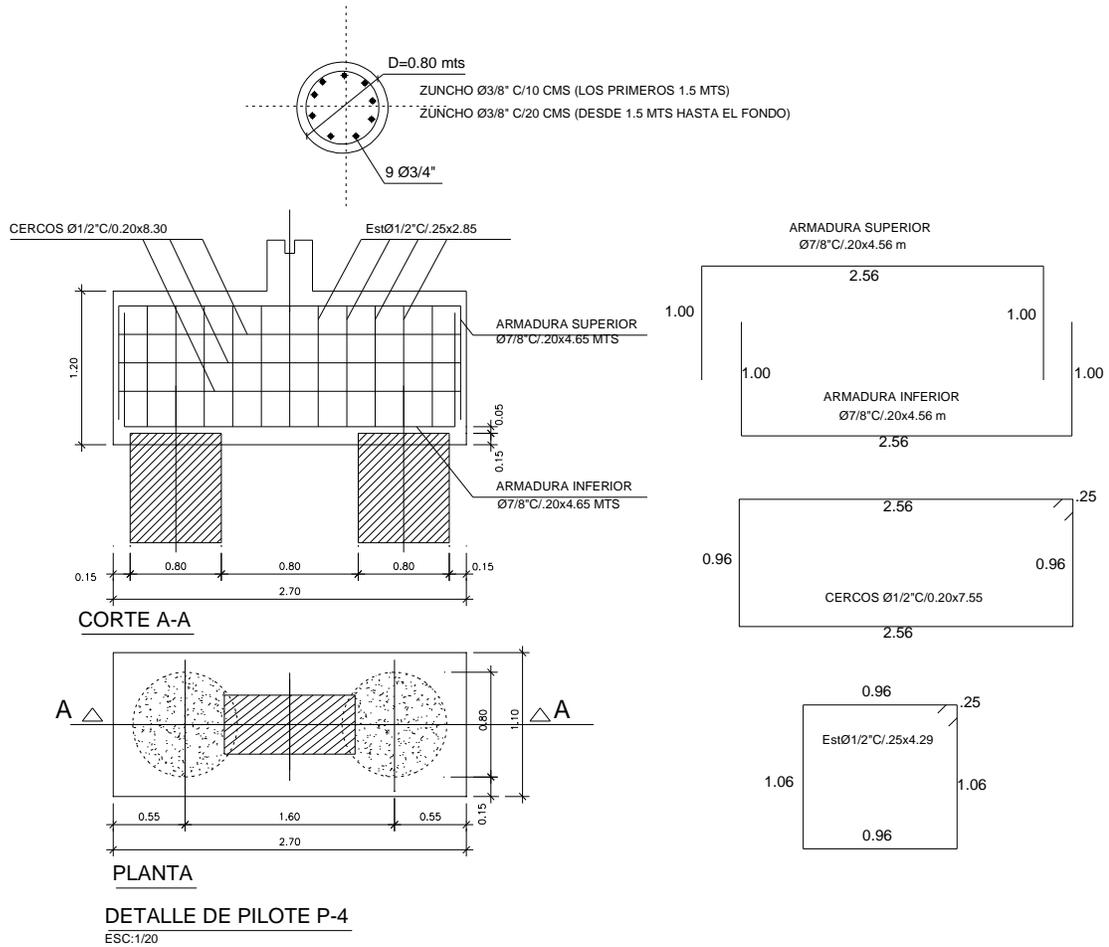
### PLANTA DE FUNDACIONES

ESCALA: 1/100

**Gráfico 105. Planta de fundaciones profundas. Edificio residencial de 7 niveles.**

*Nota.* Datos tomados del Ing. Antonio Castrechini. Adaptación Bonucci (2012).

DOS PILOTES D=0.80cms x 12.00mts.  
 ACERO DE REFUERZO: 9 CABILLAS Ø 3/4"



**Gráfico 106. Detalles del pilote P-4. Planta de fundaciones profundas. Edificio residencial de 7 niveles. Nota.** Datos tomados del Ing. Antonio Castrechini. Adaptación Bonucci (2012).

## CONCLUSIONES

Según las encuestas realizadas a estudiantes y docentes se determinó la necesidad de la creación de un material instruccional para la cátedra de Dibujo de Proyectos, acorde con las necesidades de la asignatura en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

El dominio del Dibujo de Estructuras de concreto armado es fundamental para la comprensión y ejecución de proyectos de obras civiles

La existencia de un material instruccional de la asignatura actualizado con las normas de estructuras vigentes, innovador y de sencilla presentación contribuiría con el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte de los docentes y alumnos.

La confiabilidad de los instrumentos utilizando el  $\alpha$  de Cronbach, depende de varios factores como el número de encuestados, la cantidad de preguntas; es por esta causa que la confiabilidad del instrumento aplicado a los docentes es baja debido al reducido número de profesores.

## **RECOMENDACIONES**

Crear trabajos similares en donde se empleen recursos didácticos, como por ejemplo páginas web o materiales educativos paso a paso, de manera que se logre el incremento de los rendimientos y procesos de aprendizaje de los alumnos.

Elaborar materiales instruccionales similares para la sección de Arquitectura e instalaciones sanitarias dentro de la asignatura.

Incorporar en el contenido programático de la materia la enseñanza del programa Auto Cad, que le permita al estudiantado egresar de la casa de estudios con las herramientas más actualizadas en relación al Dibujo de Proyectos; así como disminuir la amplitud de los temas tratados en dicho programa.

Aumentar el número de horas de la asignatura que permita al estudiante asimilar de forma real el contenido teórico impartido en clase, con las suficientes horas de práctica para desarrollar destrezas motoras mínimas e indispensables para la elaboración de proyectos de construcción.

## BIBLIOGRAFIA

Normas de la Dirección de Edificios (1962). *Instrucciones para la Elaboración de Planos para Edificios – Primera Parte*. República de Venezuela. Primera reimpresión., Ministerio de Obras Públicas. Venezuela

Instrucciones para la Elaboración de Planos para Edificios – Segunda Parte (1962). Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/35428755/MOP-1969> [Consulta: 2012, Mayo 18].

Romero, Alonso (1999). *Dibujo de proyectos de obras civiles*. Editorial Innovación Tecnológica, Universidad Central de Venezuela, consejo científico y humanístico. Venezuela.

Bartolón L. Carlos (1988). *Diseño de elementos de concreto armado*. Ediciones Lanca, C.A, tercera edición. Venezuela.

Covenin, Comisión Venezolana de Normas Industriales. Norma 1753. (2006). *Proyecto y Construcción de Obras en Concreto Estructural*. Venezuela

ICH, Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (2009). *Manual de Detallamiento para elementos de Hormigón Armado*. Chile.

Fratelli M. (1993) *Suelos, Fundaciones y Muros*. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Diccionario Enciclopédico usual (2008). *Larousse*. Ediciones Larousse, S.A. México

Bazán/ Meli (2004). *Diseño sísmico de edificios*. Editorial Limusa. México.

Definición de Dibujo Técnico. (2008). [Página Web en línea]. Disponible en: <http://dibujotecnicolimid.blogspot.com/2008/02/fecha-de-entregas-de-trabajos.html>. [Consulta: 2012, Mayo 20]

Izzaguirre, G. Blogs. (s/f). [Página Web en línea]. Disponible en: <http://gustavoizaguirreluna.blogspot.com/>. [Consulta: 2012, Junio 02]

Tamaños de Papel. (s/f). [Página Web en línea]. Disponible en: <http://www.alekar.net/tamanosdepapel.pdf>. [Consulta: 2012, Junio 03]

Quintero, D. Ussher J. (2011). Tesis Universidad de los Andes. [Página Web en línea]. Disponible en: <http://civil.cicloides.com/files/intro.swf>. [Consulta: 2012, Junio 04]

Gómez, Y. (2006). *Manual de estudio para la Cátedra de Dibujo de Proyectos*. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Valencia.

Barrios, Y. (2007). *Sistema de Doble Proyección Ortogonal de Geometría Descriptiva dirigido a los estudiantes de ingeniería de la Universidad de Carabobo*. Trabajo de ascenso para la categoría de Asistente. Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Valencia.

Casal, V. (2004). *Biblioteca de Detalles típicos de construcción en formato digital, compatibles con el sistema AUTOCAD*. Trabajo Especial de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Caracas.

## **ANEXOS**

**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CÁTEDRA DE DIBUJO DE PROYECTOS**

Estimado Colega:

La presente encuesta tiene como propósito realizar un diagnóstico sobre la necesidad de diseñar un material instruccional de Dibujo de Concreto Armado dirigido a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo.

La información que usted proporcione será manejada en forma confidencial, de antemano se agradece su colaboración y objetividad al responder los ítems que a continuación se presentan.

**INSTRUCCIONES**

- Lea detenidamente cada uno de los enunciados antes de responder.
- Señale para cada enunciado la respuesta que considere ajustada a la realidad, marcando con una “X” en el espacio correspondiente.
- Otorgue sólo una respuesta de acuerdo a las siguientes alternativas:

- 1: En total desacuerdo.
- 2: Parcialmente en desacuerdo.
- 3: Neutral.
- 4: Bastante de acuerdo.
- 5: Totalmente de acuerdo.

**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CÁTEDRA DE DIBUJO DE PROYECTOS**

**ENCUESTA**

Nº	ENUNCIADO	1	2	3	4	5
1	¿Considera importante el empleo de un material instruccional para la enseñanza de la Asignatura Dibujo de Proyectos?					
2	¿Algún texto de Dibujo de Proyectos de los disponibles en la actualidad se adapta al contenido programático de la asignatura en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo?					
3	¿Los textos existentes facilitan el desarrollo de su clase en el aula?					
4	¿Los libros existentes están actualizados?					
5	¿Los textos actualmente utilizados facilitan el desarrollo de la capacidad de razonamiento espacial de los estudiantes?					
6	¿El dominio del Dibujo de Estructuras de Concreto Armado es fundamental para la comprensión y ejecución de Proyectos de Obras Civiles?					
7	¿Cuenta usted con un material instruccional específico de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado que se adapte a las necesidades de la cátedra y de los aprendices?					
8	¿Considera necesario contar con un material instruccional que apoye el proceso de enseñanza-aprendizaje del Dibujo de Proyectos de Estructuras de Concreto Armado?					
9	¿La elaboración de un material bibliográfico propio, le parece un aporte significativo para la cátedra?					

- 1: En total desacuerdo.
- 2: Parcialmente en desacuerdo.
- 3: Neutral.
- 4: Bastante de acuerdo.
- 5: Totalmente de acuerdo.

**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CÁTEDRA DE DIBUJO DE PROYECTOS**

Estimados alumnos:

La presente encuesta tiene como propósito realizar un diagnóstico sobre la necesidad de diseñar un material instruccional de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado dirigido a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo.

La información que usted proporcione será manejada en forma confidencial, de antemano se agradece su colaboración y objetividad al responder los ítems que a continuación se presentan.

**INSTRUCCIONES**

- Lea detenidamente cada uno de los enunciados antes de responder.
- Señale para cada enunciado la respuesta que considere ajustada a la realidad, marcando con una “X” en el espacio correspondiente.
- Otorgue sólo una respuesta de acuerdo a las siguientes alternativas:

1: En total desacuerdo.

2: Parcialmente en desacuerdo.

3: Neutral.

4: Bastante de acuerdo.

5: Totalmente de acuerdo.

**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**CÁTEDRA DE DIBUJO DE PROYECTOS**

**ENCUESTA**

Nº	ENUNCIADO	1	2	3	4	5
1	¿El dominio del Dibujo de Estructuras de Concreto Armado es fundamental para la comprensión y ejecución de Proyectos de Obras Civiles?					
2	¿Considera necesario contar con un material instruccional que se adapte al contenido programático de Dibujo de Proyectos de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo?					
3	¿Algún texto de Dibujo de Proyectos de los disponibles en la actualidad se adapta al contenido programático de la asignatura en la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo?					
4	¿El material bibliográfico existente es innovador?					
5	¿Los textos actualmente utilizados son sencillos y de fácil comprensión?					
6	¿Los libros existentes están actualizados?					
7	¿Para usted es importante la existencia de un texto guía para la asignatura?					
8	¿La existencia de un manual de Dibujo de Estructuras de Concreto Armado cónsono con el contenido programático facilitaría el estudio de la asignatura?					
9	¿Considera usted necesaria la elaboración de un material instruccional del Dibujo de Estructuras de Concreto Armado dirigido a estudiantes de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo?					

- 1: En total desacuerdo.
- 2: Parcialmente en desacuerdo.
- 3: Neutral.
- 4: Bastante de acuerdo.
- 5: Totalmente de acuerdo.