

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<small>Documento</small> FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	<small>Código</small> F-AC-DBL-007	<small>Fecha</small> 10-04-2012	<small>Revisión</small> A
	<small>Dependencia</small> DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	<small>Aprobado</small> SUBDIRECTOR ACADEMICO		<small>Pág.</small> i(191)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	JESÚS DAVID MÁRQUEZ MONTEJO - ELKIN YESID BARBOSA QUINTERO
FACULTAD	INGENIERÍAS
PLAN DE ESTUDIOS	ESPECIALIZACIÓN EN INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
DIRECTOR	AURA SUGEY PACHECO ARIAS
TÍTULO DE LA TESIS	GUÍA DE INTERVENTORÍA TÉCNICA PARA LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE PÓRTICO Y LOSAS DE ENTREPISO Y CUBIERTA ALIGERADA EN EDIFICACIONES DE CONCRETO REFORZADO DEL PLAN MAESTRO DE LA UFPS OCAÑA

RESUMEN

EL OBJETIVO DE LA GUÍA DE INTERVENTORÍA TÉCNICA PARA LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE PÓRTICO Y LOSAS DE ENTREPISO Y CUBIERTA ALIGERADA EN EDIFICACIONES DE CONCRETO REFORZADO DEL PLAN MAESTRO DE LA UFPS OCAÑA, ES EL DE OFRECER A LOS SUPERVISORES E INTERVENTORES ENCARGADOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS EDIFICACIONES, CRITERIOS TÉCNICOS Y NORMATIVOS QUE PUEDAN SER COMBINADOS CON EXPERIENCIA PROFESIONAL PARA LA CONSECUCIÓN DE ESTRUCTURAS DE ALTA CALIDAD, MEDIANTE LA CREACIÓN DE LISTAS DE CHEQUEOS QUE PERMITAN ORGANIZAR ADECUADAMENTE LA INFORMACIÓN PARA LA REVISIÓN DE LAS DIFERENTES ACTIVIDADES EJECUTADAS.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 191	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 54	CD-ROM: 1
---------------------	------------------	--------------------------	------------------

**GUÍA DE INTERVENTORÍA TÉCNICA PARA LOS PROCESOS DE
CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE PÓRTICO Y LOSAS DE
ENTREPISO Y CUBIERTA ALIGERADA EN EDIFICACIONES DE CONCRETO
REFORZADO DEL PLAN MAESTRO DE LA UFPS OCAÑA**

**JESÚS DAVID MÁRQUEZ MONTEJO
ELKIN YESID BARBOSA QUINTERO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en
Interventoría de Obras Civiles**

**Director
AURA SUGEY PACHECO ARIAS
Ingeniera Civil
Especialista En Interventoría de Obras Civiles**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESPECIALIZACIÓN DE INTERVENTORÍA DE OBRAS CIVILES
Ocaña, Colombia Febrero de 2019**

Tabla de contenido

1. Guía de interventoría técnica para los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entrepiso y cubierta aligerada en edificaciones de concreto reforzado del plan maestro de la UFPS Ocaña	11
1.1 Planteamiento del problema	11
1.2 Formulación del problema	13
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo general	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 Justificación.....	14
1.5 Delimitaciones.....	14
1.5.1 Delimitación operativa	14
1.5.2 Delimitación conceptual.....	15
1.5.3 Delimitación geográfica	15
1.5.4 Delimitación temporal	15
2. Marco referencial	16
2.1 Marco histórico	16
2.2 Marco conceptual	17
2.3 Marco teórico	22
2.4 Marco legal.....	24
3. Diseño metodológico	26
3.1 Tipo de investigación	26
3.2 Metodología de la investigación	26
3.3 Población.....	27
3.4 Muestra.....	27
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de la información.....	27
3.6 Análisis de información	28
4. Presentación de resultados	29
4.1 Criterios normativos y técnicos para ejercer interventoría a los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entrepisos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado	29

4.1.1 Materiales de construcción	30
4.1.2 Procesos constructivos.....	43
4.2 Establecer los procedimientos para la verificación de controles técnicos y normativos en la interventoría a los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entresijos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado	107
4.3 Realizar listas de chequeo para la verificación de criterios técnicos y normativos en la interventoría a los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entresijos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado	114
Conclusiones	116
Recomendaciones	117
Referencias.....	118
Apéndice A	120
Apéndice B.....	186

Lista de figuras

Figura 1. Diámetros nominales barras de refuerzo.....	31
Figura 2. Marcado de barras en el sistema internacional	32
Figura 3. Inspección de marcado de barras en obra	32
Figura 4. Almacenamiento acero de refuerzo.....	33
Figura 5. Almacenamiento eficiente del cemento	36
Figura 6. Almacenamiento de cemento en obra.	37
Figura 7. Almacenamiento de agregados pétreos en obra.	40
Figura 8. Excavación mecánica.	47
Figura 9. Proceso de entibación.....	48
Figura 10. Esquema general de un entibado discontinuo.	49
Figura 11. Refuerzo distribuido en zapata rectangular.....	50
Figura 12. Acero de refuerzo para zapata rectangular.....	52
Figura 13. Relación dimensiones de una columna.	53
Figura 14. Relación dimensiones de viga.....	53
Figura 15. Máximo ancho efectivo de una viga ancha	56
Figura 16. Criterio para predimensionamiento de vigas de cubierta.	57
Figura 17. Criterio para predimensionamiento de vigas de entrepiso.	57
Figura 18. Croquis medidas entre barras de columna apoyada lateralmente	59
Figura 19. Separación de estribos en vigas DMO	60
Figura 20. Separación de estribos en vigas DES	66
Figura 21. Acero de refuerzo longitudinal y transversal para vigas.....	66

Figura 22. Separación de estribos en columnas DMO	70
Figura 23. Acero de refuerzo de columna	73
Figura 24. Gancho estándar: doblez de 180°	74
Figura 25. Gancho estándar: doblez de 90°	74
Figura 26. Gancho a 90°	75
Figura 27. Diámetro mínimo de doblado	77
Figura 28. Tolerancia para d y recubrimientos de concreto	79
Figura 29. Traslapos mínimos recomendados	80
Figura 30. Losa en una dirección.	81
Figura 31. Malla electrosoldada para losa aligerada.	84
Figura 32. Acero de refuerzo y aligeramiento de losa en una dirección.	84
Figura 33. Ensayo de asentamiento.	87
Figura 34. Cilindros para ensayo de resistencia del concreto.	90
Figura 35. Vibrado del concreto.	96
Figura 36. Encofrado en madera para zapata.	99
Figura 37. Encofrado metálico para viga de cimentación	99
Figura 38. Encofrado metálico para columnas.	100
Figura 39. Encofrado para losa aligerada	100
Figura 40. Retiro de cimbra.....	103
Figura 41. Refuerzo de cimbra	103
Figura 42. Interpretación de planos	105
Figura 43. Nivelación y plomo	105
Figura 44. Aplicar desmoldante	105

Figura 45. Elementos de apoyo y refuerzo	106
Figura 46. Verificar forma, medidas, niveles y estabilidad.....	106
Figura 47. Control técnico.....	129
Figura 48. Control técnico de zapatas	130
Figura 49. Control técnico pedestal.....	139
Figura 50. Control técnico vigas de cimentación	146
Figura 51. Control técnico de columnas.....	155
Figura 52. Control técnico de vigas aéreas.....	165
Figura 53. Control técnico de losas aligeradas	174
Figura 54. Control técnico de materiales de construcción	182

Lista de tablas

Tabla 1. Procedimiento: zapata aislada	107
Tabla 2. Procedimiento: pedestal	108
Tabla 3. Procedimiento: viga de cimentación	109
Tabla 4. Procedimiento: columna.....	110
Tabla 5. Procedimiento: viga aérea	111
Tabla 6. Procedimiento: losa aligerada.	112

1. Guía de interventoría técnica para los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entrepiso y cubierta aligerada en edificaciones de concreto reforzado del plan maestro de la UFPS

Ocaña

1.1 Planteamiento del problema

Es bien conocido que las edificaciones verticales son las construcciones de obras civiles que generan grandes impactos, ya sean positivos o negativos, dentro de la industria de la construcción, puesto que, estas prestan un servicio constante a la comunidad mediante uso residencial, institucional, comercial y/o industrial, sin embargo, en Colombia se han presentado circunstancias donde parece que no hay un control en cuanto a la calidad y funcionabilidad de las obras, y son muy conocidos los casos de edificios como el Bernavento y el Space, que han sacudido a la sociedad colombiana, debido a que, los diseños estructurales, procesos constructivos, calidad de materiales y en general los aspectos técnicos, no han sido supervisados por los organismos de control como las curadurías urbanas. El colapso de la torre 6 del conjunto residencial Space en el año 2013 abrió la ventana para la creación de la ley 1796 de 2016 (Ley Anti-Space), la cual se enfoca en el incremento en la seguridad de las edificaciones y el fortalecimiento de la función pública que ejercen los curadores urbanos, con lo cual se espera que los diseñadores estructurales y constructores respeten las normas como la NSR-10 y sean conscientes de que la supervisión técnica e interventoría son de gran importancia en la ejecución

de estas obras, ya que de ellas depende el cumplimiento de las especificaciones técnicas de un proyecto.

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, actualmente se expande en edificaciones de uso especial construidas con sistema estructural de pórtico de concreto reforzado, las cuales requieren de supervisión y control exigente a los procesos de construcción. Sin embargo, dentro de su manual de interventoría para proyectos no se encuentran criterios técnicos o normativos, que le ayuden al interventor y/o supervisor a tomar decisiones en las revisiones previas y en la etapa de la construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entrepisos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado, lo que lleva a que las decisiones sean basadas en criterios pocos profesionales o por deducciones subjetivas que pueden llegar alejarse del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y Normas Técnicas Colombianas.

El manual de interventoría actual de la UFPS Ocaña, se limita a un proceso administrativo que ayuda a terminar la ejecución de las obras, supervisando los aspectos administrativos, financieros y legales, dejando los procesos constructivos de forma superficial, sin tener en cuenta que la revisión técnica durante la ejecución del proyecto garantiza un comportamiento adecuado a las diferentes solicitaciones a la que se someterá la estructura.

1.2 Formulación del problema

¿Qué procedimientos pueden mejorar el manual de interventoría actual de la UFPS Ocaña, teniendo en cuenta criterios para la interventoría técnica a los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entrepisos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Elaborar una guía de interventoría técnica a los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entrepisos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado del proyecto Plan Maestro de la UFPS Ocaña 2014 - 2034.

1.3.2 Objetivos específicos

Identificar criterios normativos y técnicos para ejercer interventoría a los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entrepisos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado.

Establecer los procedimientos para la verificación de controles técnicos y normativos en la interventoría a los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entrepisos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado.

Realizar listas de chequeo para la verificación de criterios técnicos y normativos en la interventoría a los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entrepisos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado.

1.4 Justificación

Es de vital importancia que el interventor tome las mejores decisiones en lo referente a los procesos constructivos de estructuras en concreto reforzado que hacen parte de las edificaciones que se están desarrollando en la UFPS Ocaña, y que estos se sustenten en criterios técnicos y normativos que puedan ser combinados con experiencia profesional para la consecución de estructuras de alta calidad. Por lo anterior, se hace trascendental que la UFPS Ocaña cuente con una guía técnica que le permita agilizar y tomar de mejor manera las decisiones que afecten en la construcción de las estructuras de pórticos, losas de entrepiso y cubierta aligerada en edificaciones de concreto reforzado, logrando con esto desde un inicio, que los tiempos contractuales se cumplan y así mismo que los errores que se puedan presentar en los procesos constructivos no se ejecuten, para que las características de resistencia, rigidez y ductilidad de las estructuras construidas no se vean afectadas.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación operativa

En el presente proyecto se pueden presentar dificultades en la recopilación de información, debido a que, en el municipio de Ocaña no existen curadurías u oficinas idóneas que realicen revisión técnica a los diseños estructurales, de donde se puedan consultar check list.

1.5.2 Delimitación conceptual

Cuando se realiza una interventoría técnica a edificaciones relacionado a concreto reforzado se debe conocer conceptos como: interventoría, control, supervisión técnica, ensayos técnicos, procesos constructivos, edificaciones, concreto reforzado, acero de refuerzo, NSR-10, diseños estructurales, entre otros, que ayudan al desarrollo de una buena interventoría en estos tipos de estructuras.

1.5.3 Delimitación geográfica

Este proyecto es aplicable a las edificaciones de uso institucional construidas en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

1.5.4 Delimitación temporal

Este proyecto se desarrollará en el período de 2 meses.

2. Marco referencial

2.1 Marco histórico

Para el año 2011 el Gobierno Nacional de Colombia adopta el estatuto anticorrupción, ley 1474 de 2011, en el que se resalta el artículo 83 para la presente investigación, donde se estipula con el fin de proteger la moralidad administrativa, de prevenir la ocurrencia de actos de corrupción, y de tutelar la transparencia de la actividad contractual. Las entidades públicas están obligadas a vigilar permanentemente la correcta ejecución del objeto contratado a través de un supervisor o un interventor, según corresponda. Esta vigilancia consistirá en un seguimiento técnico, administrativo, financiero, contable y jurídico sobre el cumplimiento del objeto contratado.

Por lo anterior, la Universidad Francisco de Paula Santander-Seccional Ocaña se vio en la necesidad de elaborar e implementar un manual de interventoría en el año 2011, con el fin de garantizar la eficacia en el cumplimiento al estatuto anticorrupción ley 1474 de 2011.

Para el año 2016 se presenta una propuesta de actualización del manual de interventoría, en donde se estipulan formatos y procedimientos que desarrollan un control y seguimiento administrativo de los contratos de obra e interventoría.

Teniendo en cuenta que el actual manual de interventoría de la UFPS Ocaña no incluye una guía técnica que facilite las decisiones y procedimientos, tanto de interventores como de supervisores relacionados con los proyectos de la misma Universidad.

En el presente proyecto de investigación se ofrecerá dicha guía que estará dirigida a diseños estructurales y ejecución de los sistemas estructurales de edificaciones de concreto reforzado del plan maestro. Con lo anterior, se espera complementar el manual de interventoría existente y dar criterios técnicos y normativos a los interventores para que su labor se haga más eficiente y el producto final que son las obras, cumplan con los requisitos de calidad y seguridad exigidos por los diferentes reglamentos y normas técnicas existentes en Colombia.

2.2 Marco conceptual

La interventoría nace por la necesidad de los entes contratantes de mantener una constante supervisión y control de las diferentes obras durante su iniciación, ejecución y cierre, por tal motivo, esta actividad resulta transcendental en los proyectos de obras civiles, donde mantener un seguimiento en los aspectos administrativos, financieros, legales y técnicos mejora la calidad, los tiempos y costos de un proyecto.

El Ministerio de Transporte en su manual de procedimientos de interventoría y supervisión de contratos, define así la interventoría: “Es el conjunto de actividades de vigilancia y control para la verificación del cumplimiento de las obligaciones pactadas en el contrato”.

Teniendo en cuenta que dichas actividades de vigilancia y control, buscan el mejoramiento del producto final como el del cumplimiento de las obligaciones, se puede decir que la interventoría técnica es una de las componentes más importantes de la interventoría, la cual involucra las siguientes definiciones:

Interventoría técnica: La interventoría técnica presupone el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en la etapa previa del proyecto o interventoría de proyectos, como también la vigilancia y el empleo de materiales y sistemas constructivos adecuados, que cumplan con las condiciones de calidad, de seguridad y de economía correctas y necesarias. (Sánchez Henao, 2010)

La interventoría técnica en una edificación es de gran importancia, ya que, con el cumplimiento de sus funciones, se logra que las edificaciones se ejecuten con los requisitos de calidad y seguridad exigidos en las especificaciones técnicas de un proyecto.

Especificaciones técnicas: Las especificaciones técnicas son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, instalaciones, elaboración de estudios, proyectos y fabricación de equipos. (Luz, 2005)

En el caso de la realización de estudios o construcción de obras o instalaciones éstas forman parte integral del proyecto y complementan lo indicado en los planos respectivos y en el contrato. (Luz, 2005)

Las especificaciones técnicas son muy importantes en obras de edificaciones, porque referencian parámetros de seguimiento en los diferentes procesos constructivos que llevan a la calidad de la obra.

Supervisión técnica: Se entiende por supervisión técnica la verificación de la sujeción de la construcción de la estructura de la edificación a los planos, diseño y especificaciones realizadas por el diseñador estructural. La supervisión técnica puede ser realizada por el interventor cuando a voluntad del propietario se contrate una interventoría de la construcción. (NSR-10, 2010)

Diseñador estructural: Es el ingeniero civil, facultado para este fin, bajo cuya responsabilidad se realiza el diseño y los planos estructurales de la edificación, y quien los firma o rotula. (NSR-10, 2010)

Es importante el papel del diseñador estructural para la interventoría técnica de una edificación, debido a que es este, el único facultado para realizar posibles modificaciones a los diseños estructurales y correspondientes planos, sugeridas por la interventoría o supervisión técnica.

Edificación: Es una construcción cuyo uso principal es la habitación u ocupación por seres humanos. (NSR-10, 2010)

Las edificaciones de concreto reforzado, actualmente son las estructuras más tradicionales en la construcción, su idealización y proyección vienen desde un diseño estructural hasta la ejecución de la misma, donde intervienen diferentes procesos constructivos.

Procesos constructivos: Se define proceso constructivo al conjunto de fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, necesarias para la materialización de un edificio o de una infraestructura. (Construmática, 2009)

Las edificaciones cuentan con diversos procesos constructivos, según la fase en que se encuentre la construcción, por ende, es importante conocer las diferentes normas que reglamenten estos procesos y la secuencia en el tiempo para evitar errores que lleven al fracaso de la ejecución.

Ensayos técnicos: Los ensayos técnicos son pruebas que se pueden realizar en campo o en laboratorio, con el fin de determinar ciertas características de los materiales de construcción, para definir si son aptos en la construcción de obras civiles. Para la ejecución de una edificación se deben realizar numerosos ensayos entre los cuales se encuentran: la resistencia a la compresión del concreto y asentamiento, los cuales definen la calidad del concreto a emplear en obra.

Planos estructurales: Un plano estructural es aquel en el que se traza, esbozan y especifican los detalles de las secciones, espesores, material, tipo de armado de cada uno de los elementos estructurales de una construcción (cimentación, columnas, trabes, losas). Técnicamente se entiende como el plano (o conjunto de ellos) que define una determinada estructura (edificio, buque, transporte, equipo), que puede contener o no definición de materiales y cantidades de los mismos, en cuyo caso sería además, “constructivo”. (Jacome, 2015)

Para la construcción de edificaciones, los planos estructurales, además de detalles de secciones y otros, deben tener indicaciones constructivas que eviten errores en la ejecución de las actividades.

Concreto reforzado: Concreto al cual se le ha adicionado un refuerzo de acero en barras, mallas electrosoldadas, pernos con cabeza y fibras de acero deformadas dispersas para absorber los esfuerzos que el concreto por su propia condición no lo puede hacer, pero entendiéndose que el trabajo de los dos materiales es de conjunto, es decir, a partir de la compatibilidad de deformaciones de los dos materiales. (Segura Franco, 2011)

En edificaciones, el concreto reforzado es uno de los materiales más utilizados, puesto que, la combinación de la resistencia a la compresión aportada por el concreto y la tracción aportada por el acero, le proporcionan a los sistemas estructurales cualidades de rigidez, resistencia y ductilidad únicas para soportar cargas verticales y sísmicas, realizando un adecuado diseño de los elementos estructurales.

Materiales de construcción: Se definen como materiales de construcción a todos los elementos o cuerpos que integran las obras de construcción, cualquiera que sea su naturaleza, composición y forma, de tal manera que cumplan con los requisitos mínimos para tal fin. Por ejemplo: Que cumplan con las propiedades técnicas, como resistencia mecánica, desgaste, absorción, y resistencia a la compresión. La mayoría de los materiales de construcción se elaboran a partir de materiales de gran disponibilidad como arena, arcilla o piedra. Los materiales pueden clasificarse como materiales naturales, tales como la piedra triturada que es un

material natural, cuya forma se ha alterado al ser desmenuzado y materiales artificiales, por ejemplo: el cemento y el acero. En la construcción de las edificaciones la escogencia de los materiales juegan un papel importante, puesto que la calidad de la obra sobrecae en ellos, por lo tanto, las especificaciones, ensayos y normas que los rigen deben estudiarse con detalle.

Tanto los materiales de construcción naturales como los artificiales, se deben emplear en las obras de acuerdo con sus propiedades físicas y químicas, siguiendo una serie de normas, características o necesidades que limitan su elección. (Arquitectura, 2011)

Elemento o miembro estructural: componente del sistema estructural de la edificación. (NSR-10, 2010).

Los componentes estructurales de una edificación de concreto reforzado y que son objeto de estudio y diseño estructural son: vigas, columnas, losas y zapatas.

2.3 Marco teórico

El manual de interventoría desarrollado en la Universidad Francisco de Paula Santander-Seccional Ocaña, por medio de los profesionales de la oficina de planeación, se enfoca principalmente en una supervisión e interventoría de ámbito administrativo, dejando de un lado procesos que vigilan y controlan aspectos técnicos importantes a en el desarrollo de las obras civiles, por consiguiente, los profesionales afines toman decisiones con base a conocimientos

adquiridas en su proceso académico y experiencia profesional, sin tener en cuenta un instructivo o guía que lo conlleve a buenas practicas se supervisión e interventoría técnica.

En Colombia, la función de Interventoría se ha desarrollado empíricamente, ya que no hay una reglamentación clara, amplia y precisa que trate todos los aspectos fundamentales que tienen que ver con esta labor. La poca bibliografía existente está generalmente ligada a proyectos de obra civil. De hecho, la metodología que comúnmente se ha utilizado para su estudio consiste en acomodar o asimilar la teoría referente a Interventoría de obra civil, a Interventoría de contratos de todo tipo. (Prieto, 2011)

El objetivo principal del servicio de interventoría, es el de verificar que el desarrollo o la ejecución del proyecto se lleve a cabo de acuerdo con las especificaciones, los planos, las normas y demás elementos estipulados en el proceso de diseño. (Sánchez Henao, 2010)

Por lo anterior, la interventoría igualmente, consiste en una asesoría a la entidad contratante durante la etapa de diseño y estudios del proyecto para garantizarle que los planos interpretan la voluntad del cliente, cumplan con sus requisitos dentro de la disponibilidad de recursos y estén debidamente coordinados y completos para la ejecución de la obra. (Sánchez Henao, 2010)

La interventoría técnica presupone el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en la etapa previa del proyecto o interventoría de proyectos, como también la vigilancia y el empleo de materiales y sistemas constructivos adecuados, que cumplan con las condiciones de calidad, de seguridad y de economía correctas y necesarias. (Sánchez Henao, 2010)

La interventoría técnica comprende el control, el seguimiento y la evaluación de todos los procesos y procedimientos técnicos que son aplicados dentro de la ejecución de una obra, en donde se contemplan, además, los sistemas constructivos que deben ser implementados en ella, e igualmente, las tecnologías apropiadas que le son aplicables. (Sánchez Henao, 2010)

2.4 Marco legal

Para el desarrollo del proyecto de investigación se tendrán en cuenta la siguiente normatividad:

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10: En el cual se estipulan los requisitos mínimos para el diseño y construcción de una edificación sismo resistente.

Normas Técnicas Colombianas NTC, Promulgadas por el ICONTEC

Ley 80 de 1993 (Octubre 28). Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública (Colombia Congreso de la Republica, 1993)

Ley 1474 de 2011 (Julio 2012). Estatuto Anticorrupción. Reglamentada por el Decreto Nacional 734 de 2012, Reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 4632 de 2011. Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública.

Ley 1796 de 2016, Por la cual se establecen medidas enfocadas a la protección del comprador de vivienda, el incremento de la seguridad de las edificaciones y el fortalecimiento de la función pública que ejercen los curadores urbanos, se asignan unas funciones a la superintendencia de notariado y registro y se dictan otras disposiciones.(Ley 1796 de 2016)

3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación a desarrollar es descriptiva, puesto que, se establecerán procedimientos de control para la revisión de la interventoría a diseños estructurales y ejecución de sistemas estructurales de concreto reforzado.

3.2 Metodología de la investigación

Según Roberto Hernández-Sampieri: los enfoques cuantitativo, cualitativo y mixto constituyen posibles elecciones para enfrentar problemas de investigación y resultan igualmente valiosos. Son hasta ahora, las mejores formas diseñadas por la humanidad para investigar y generar conocimientos.

El enfoque cualitativo utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación.

Según los diferentes enfoques de investigación existentes y su definición, la presente investigación se desarrollará de forma cualitativa.

3.3 Población

La población involucrada en el desarrollo de la investigación es el personal profesional de ingeniería civil, arquitectura y profesiones afines que laboran en la oficina de planeación de la UFPS Ocaña, además, se incluye a los interventores externos que realizan supervisión técnica continua en la construcción de edificaciones de la Universidad.

3.4 Muestra

La investigación se enfoca en un análisis cualitativo, por lo que se emplean muestras pequeñas, lo que hace innecesario seleccionar una fórmula estadística para la determinación de una muestra específica de estudio.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Para el desarrollo de la investigación se utilizarán diferentes técnicas e instrumentos de recolección de información, los cuales se establecen a continuación:

Revisión documental de diferentes NTC y la NSR-10, para determinar los criterios normativos y técnicos relacionados a la ejecución de sistemas estructurales de pórticos, losas de entrepiso y cubiertas aligeradas de concreto reforzado.

Recolectar información mediante charlas, con personal especializado y/o juicio de expertos en buenas prácticas de interventoría técnica, relacionadas a la construcción de sistemas

estructurales aporticados, losas de entrepiso y cubierta aligeradas en edificaciones de concreto reforzado.

Revisión de diferentes bibliografías y manuales de interventoría técnica, que permitan complementar la estructura de los formatos de revisión y verificación de procedimientos a la ejecución del sistema estructural de pórtico, losas de entrepiso y cubierta aligeradas en edificaciones de concreto reforzado.

Estructurar mediante la información recolectada una guía de Interventoría técnica a procesos constructivos del sistema estructural de pórtico, losas de entrepiso y cubierta aligeradas en edificaciones de concreto reforzado de la UFPS Ocaña.

3.6 Análisis de información

Para presentar los resultados, la información recolectada se consolidará en una guía técnica, que permitirá controlar y verificar criterios normativos y técnicos mediante listas de chequeos y procedimientos, a ejecución de sistemas estructurales aporticados, losas de entrepiso y cubierta aligeradas en las edificaciones de concreto reforzado del Plan Maestro de la UFPS Ocaña.

4. Presentación de resultados

4.1 Criterios normativos y técnicos para ejercer interventoría a los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entrepisos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, se encuentra ubicada en el municipio de Ocaña, del departamento Norte de Santander, perteneciente a zona de amenaza sísmica intermedia, según Apéndice A.4 de la NSR-10 con coeficientes de aceleración $A_a = 0.20$ y $A_v = 0.15$. Teniendo en cuenta que la zona de amenaza sísmica es intermedia, las estructuras construidas, se pueden diseñar con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) o especial (DES).

Para desarrollar el alcance del presente proyecto, se determinó que el sistema estructural de resistencia sísmica con mayor frecuencia de construcción en las edificaciones del plan maestro de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, es el sistema de pórticos resistentes a momento de concreto reforzado. Y que el grupo de uso se clasifica en Edificaciones de atención a la comunidad (Grupo III), teniendo en cuenta la sección A.2.5.1 – Grupo de Uso, del Título A de la NSR-10.

Los materiales de construcción como cemento, agregados pétreos, agua y acero de refuerzo, junto con los procesos constructivos empleados para la conformación de cimentaciones superficiales, sistema de pórtico y losas de entrepiso aligeradas desarrolladas en el plan maestro

de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, son objeto de análisis para determinar los parámetros técnicos acorde a la normatividad vigente colombiana, con el objetivo de ejercer controles de supervisión técnica garantizando la calidad de la obra, tras el cumplimiento de los mismos.

4.1.1 Materiales de construcción

4.1.1.1 Acero de refuerzo. El acero como material indispensable de refuerzo en las construcciones, es una aleación de hierro y carbono, en proporciones variables, y pueden llegar hasta el 2% de carbono. Pero se le pueden añadir otros materiales para mejorar su dureza, maleabilidad u otras propiedades. (castro, 2010)

El refuerzo debe ser corrugado. El refuerzo liso solo puede utilizarse en estribos, espirales o tendones, y refuerzo de repartición y temperatura. Además, se pueden utilizar cuando el título C del reglamento NSR-10, así lo permita. (Sección C.3.5.1, Título C, NSR-10)

Los controles técnicos en obra para el presente material, deben estar sujetos a la siguiente normatividad:

- NSR-10: Título C, Capítulo C.3
- NTC 2289: Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto. (ASTM A706M)

Dando cumplimiento a la normatividad técnica se deben realizar los siguientes controles en obra:

Identificación de las barras de refuerzo

Se debe identificar las dimensiones nominales de las barras del refuerzo, según la Tabla C.3.5.3-1, del Título C de la NSR-10. (Ver figura 1).

TABLA C.3.5.3-2
DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE REFUERZO
(Diámetros basados en octavos de pulgada)

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm ²	Perímetro mm	
No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Nota: El No. de la barra indica el número de octavos de pulgada del diámetro de referencia

Figura 1. Diámetros nominales barras de refuerzo

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, Título C, NSR-10 (2012). Bogotá D.C, Colombia. Asociación colombiana de Ingeniería Sísmica.

Igualmente, se debe identificar la referencia de cada una de las barras que llegan al sitio de construcción, con el fin de que el almacenamiento y separación por diámetro se haga de manera eficiente. Para identificar el tipo y referencia de la barra ver figura 2.

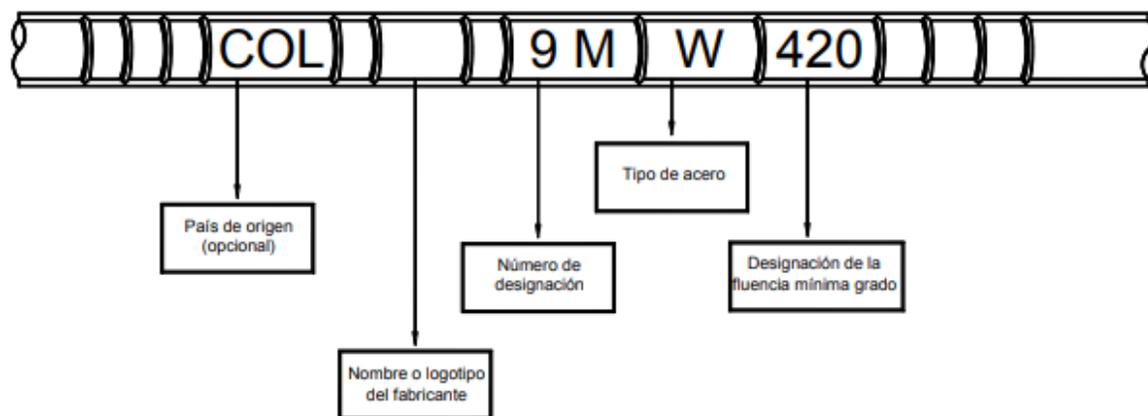


Figura 2. Marcado de barras en el sistema internacional

Fuente: Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto, NTC 2289 (Decima actualización, 2015). Bogotá D.C.

En la figura 3, se puede observar barras de refuerzo utilizadas en la construcción del Edificio de Ingenierías de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

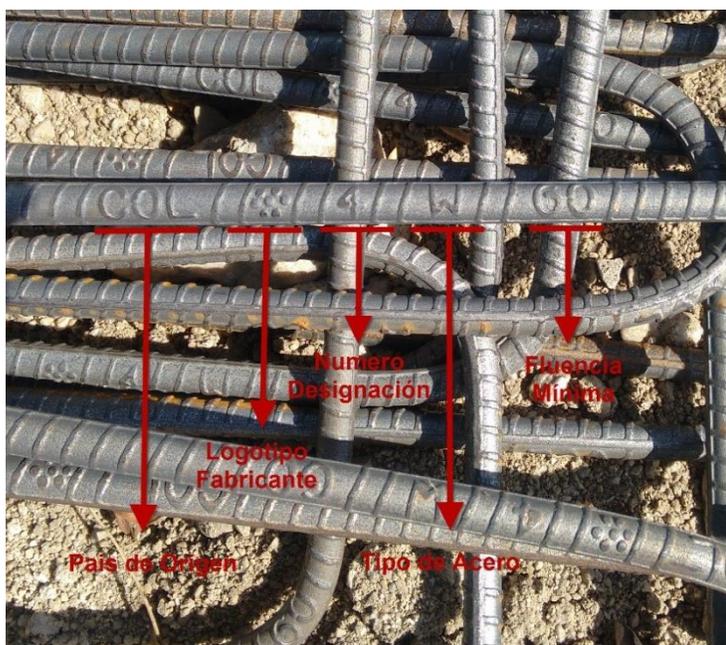


Figura 3. Inspección de marcado de barras en obra

Fuente: Autores

Almacenamiento:

El almacenamiento debiera ser una actividad de mucha importancia en la obra, puesto que, con ello se logran mejorar rendimientos y protección de las varillas. Las barras deben almacenarse en anaqueles de probada capacidad de carga, versátiles, con cubierta, suficientemente largos y con soportes para que las barras ni sobresalgan ni se caigan y queden en contacto con el suelo. (Muñoz, 2012)

Las barras deben almacenarse clasificadas por longitudes y diámetros de forma que sea fácil y expedita la localización, identificación y retiro de cualquier varilla. Conviene que el acero tenga aireación y se encuentre bajo cubierta para con ello evitar ciclos de humedecimiento y secado que generan corrosión, aún antes del uso del refuerzo. (Muñoz, 2012)

La figura 4, muestra el almacenamiento de acero de refuerzo en campo, separado del suelo y clasificados por diámetros, pero no se encuentra bajo cubierta.



Figura 4. Almacenamiento acero de Refuerzo
Fuente: Autores

Recomendaciones:

- Las barras de acero, una vez lleguen a la obra, se deben almacenar de manera que resulte fácil encontrar la barra deseada. Para tal fin se debe utilizar un sistema de almacenamiento que facilite la clasificación y garantice el cuidado de las barras antes de su utilización. (Muñoz, 2012)

- El lugar de almacenamiento debe establecerse con mucho juicio, no solo en cuanto a la facilidad de almacenamiento o consumo, como también en cuanto no cause efectos sobre la estabilidad de los terrenos donde se encuentre. (Muñoz, 2012)

- Las verificaciones que se pueden realizar en campo, teniendo en cuenta la NTC 2289, son: Separación de resaltes, longitud de resaltes, ángulo de resalte con respecto al eje de la barra y verificación de peso. Además se debe solicitar y/o realizar ensayos de tracción y doblado del acero.

4.1.1.2 Cemento: Producto que se obtiene por la pulverización del clinker Pórtland con la adición de una o más formas de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que su inclusión no afecte las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deben ser pulverizados conjuntamente con el clinker. (NTC 121)

Los materiales cementantes empleados en la obra deben corresponder a los que se han tomado como base para la selección de la dosificación del concreto (Sección C.3.2.2, Título C, NSR-10).

Los controles técnicos en obra para el presente material, deben estar sujetos a la siguiente normatividad:

- ✓ NSR-10: Título C, Capítulo C.3
- ✓ NTC 121: Especificación de desempeño para cemento hidráulico.
- ✓ ASTM C150: Especificación Normalizada para Cemento Portland.

Dando cumplimiento a la normatividad técnica, se deben realizar los siguientes controles en obra:

Almacenamiento: El cemento debe ser almacenado de manera que se permita fácil acceso para la inspección e identificación de cada despacho. El almacenamiento, ya sea bodega, contenedor, o empaque, debe garantizar la protección del cemento de la hidratación y minimizar el endurecimiento. (NTC 121)

En la figura 5, se muestra la forma correcta de almacenar el cemento, para garantizar la conservación y utilización del mismo.

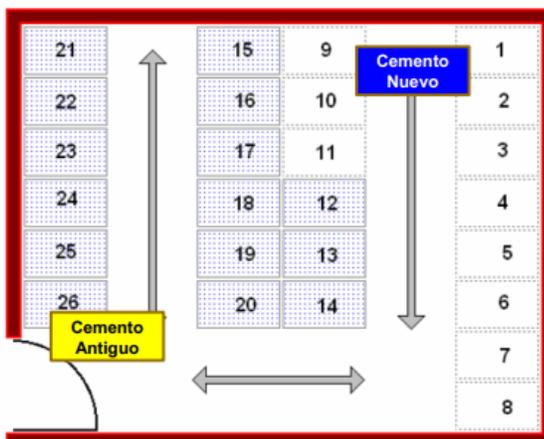


Figura 5. Almacenamiento eficiente del Cemento
 Fuente: Mena, M. (2018). Almacenamiento [Figura].
 Recuperado de Presentaciones de clases

Recomendaciones:

- Se debe solicitar al contratista las diferentes certificaciones, para verificar el tipo y la calidad del material cementante.
- Mantener el cemento en condiciones adecuadas de almacenamiento, en un lugar seco, bajo techo, separado de paredes y pisos, protegido de la humedad, evitando el contacto con el agua. (Argos, 2013)

Se recomienda las siguientes separaciones:

Separados de Muros > 50 cm

Aislados del suelo > 30 cm (Mena, 2018)

- Optimizar el almacenamiento del cemento, minimizando el número de sacos por pila para evitar la compactación. Recomendable almacenar en pilas de menos de 10 sacos. (Argos, 2013)

Se recomienda almacenar el cemento cubiertos con lona.

En la figura 6, se observa el almacenamiento del cemento para la construcción del edificio de ingenierías de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPS Ocaña). Se recomienda que solo se almacene de 10 bultos por pila.



Figura 6. Almacenamiento de cemento en obra.
Fuente: Autores

4.1.1.3 Agregados pétreos: Aunque los agregados se consideran materiales inertes que actúan como relleno, representan del 60% al 80% del volumen total del concreto. Las características de los agregados influyen considerablemente en las proporciones de la mezcla y en el costo del concreto. Por ejemplo, unas partículas alargadas y planas o con

una textura rugosa necesitan más agua para producir un concreto trabajable, que unas partículas redondas o cubicas. Así, las partículas de agregados que tienen forma angulosa necesitan más cemento para mantener la proporción cemento – agua y por ende, el concreto era más caro. Para la mayor parte de los objetivos, los agregados deberán ser partículas limpias, sólidas, fuertes y duraderas, libres de químico y de recubrimiento de arcilla o de otros materiales finos que perjudiquen la unión de la pasta de cemento. (El concreto en la construcción, 2006).

Los controles técnicos en obra para el presente material, deben estar sujetos a la siguiente normatividad:

- ✓ NSR-10: Título C, Capítulo C.3
- ✓ NTC 174 (ASTM C33): Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto.
- ✓ NTC 129: Ingeniería Civil y Arquitectura. Práctica para la toma de muestras de agregados.
- ✓ NTC 3674: Ingeniería Civil y Arquitectura. Práctica para la reducción del tamaño de las muestras de agregados, tomadas en campo, para la realización de ensayos.

Recomendaciones:

- Se permite el uso de agregados que han demostrado a través de ensayos, o por experiencias prácticas que producen concreto de resistencia y durabilidad adecuadas, siempre y cuando sean aprobados por el Supervisor Técnico. (NSR-10, Literal C.3.3).

- El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a:
 - (a) 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado, ni a
 - (b) 1/3 de la altura de la losa, ni a
 - (c) $\frac{3}{4}$ del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.Estas limitaciones se pueden omitir si a juicio del profesional facultado para diseñar la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de hormigueros, vacíos o segregación en la mezcla. (NSR-10, Literal C.3.3).

- Las limitaciones al tamaño de los agregados se incluyen con el fin de asegurar que el refuerzo quede adecuadamente embebido y para minimizar los hormigueros. Nótese que las limitaciones para el tamaño máximo del agregado pueden omitirse si, a juicio del profesional facultado para diseñar, la trabajabilidad y los métodos de compactación del concreto son tales que pueda colocarse sin que se formen hormigueros o vacíos. (NSR-10, Literal CR.3.3.2).

- Se debe solicitar al contratista los ensayos para materiales pétreos de: Granulometría (NTC 174), masa unitaria, densidad, porosidad y absorción, textura, forma y pasa tamiz 200, para verificar que los parámetros de los materiales son equivalentes a los utilizados en el diseño de mezcla.

Almacenamiento

El almacenamiento y manejo de los agregados pétreos debe hacerse de tal manera que no altere su composición y granulometría. Es decir, sobre pisos adecuados y separados por lotes, remisiones o viajes para evitar que se mezclen entre sí los agregados de diferente clasificación.

No usar aquellos agregados que por cualquier circunstancia se hayan contaminado. (Rivero, 2008)

En la figura 7, se observa el acopio del material pétreo en obra, sin ningún tipo de aislamiento suelo-material y sin separación de los tipos de agregados.



Figura 7. Almacenamiento de agregados pétreos en obra.
Fuente: Autores

4.1.1.4 Agua: El propósito del agua en la mezcla de concreto es combinarla con el cemento en el proceso de hidratación, cubrir el agregado y hacer manejable la mezcla.

El agua para la mezcla debe estar libre de materias orgánicas, álcalis, ácidos y aceites. Por lo general, el agua potable también sirve para mezclarla con cemento. Sin embargo, el agua con cantidades excesivas de sulfatos deberá evitarse aunque sea potable, ya que, de usarla resultará una pasta débil que puede contribuir al deterioro o falla del concreto. El agua de características desconocidas puede usarse si los cubos de mortero hechos con ésta tienen un resistencia, a los 7 y 28 días, igual a por lo menos el noventa por ciento de los elementos similares hechos con agua potable. (El concreto en la construcción. 2006)

Se deberá también hacer pruebas para verificar que el tiempo del fraguado del cemento no sea afectado por impurezas en el agua de mezcla. Tales impureza, cuando son excesivas, pueden afectar el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y el volumen constante, y además pueden causar salitre o corrosión en el refuerzo. En algunos casos, es necesario aumentar el contenido del cemento de concreto para compensar las impurezas. (El concreto en la construcción. 2006)

Los controles técnicos en obra para el presente material, deben estar sujetos a la siguiente normatividad:

- ✓ NSR-10: Título C, Capítulo C.3
- ✓ NTC 3459 (ASTM 1602M): Concretos. Agua para la elaboración de concreto.

Recomendaciones:

- Controlar principalmente el contenido de azúcares disueltas y materia orgánica. Además identificar concentraciones altas de cloruros y sulfatos.
- Controlar el PH, orden de magnitud recomendado entre 6 y 8.
- Utilizar el agua limpia y libre de agentes nocivos que afecten el concreto y el refuerzo (olor, sabor-salobre, transparente). El agua potable no siempre es la más apta para mezclar el cemento (toma de muestra en obra NTC 3459), el orden de magnitud es de 140 a 250 kg/m³ de concreto.
- Diseñar por durabilidad. (NSR-10, Titulo C, Capitulo C.4).
- Los tiempos de fraguado inicial del cemento, determinados a partir de muestras elaboradas con agua de ensayo y agua testigo, no deben diferir entre sí en más de 30 min.
- El promedio de la resistencia a la compresión de los cubos de mortero hechos con agua de ensayo, evaluada a 7 d, debe ser mayor o igual a 90% de la resistencia promedio de los cubos de mortero hechos con el agua testigo, evaluada a la misma edad. Si la resistencia es menor que el 90% pero superior al 80% de la resistencia de los cubos de mortero elaborado con el agua testigo, se debe contemplar la modificación de las proporciones de

la mezcla. Si la resistencia es menor que el 80% de la resistencia de los cubos de mortero elaborado con el agua testigo, se debe conseguir una fuente alternativa.

4.1.2 Procesos constructivos

4.1.2.1 Cimentaciones. Conjunto de los elementos estructurales destinados a transmitir las cargas de una estructura al suelo o roca de apoyo. (NSR-10, Título C, Capítulo C.2)

El tipo de cimentación utilizada dentro del Plan Maestro de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña para construcción de edificaciones, consiste en un sistema superficial conformado por zapatas aisladas, pedestales y vigas de cimentación en concreto reforzado de acuerdo a planos y diseños elaborados por la consultoría teniendo en cuenta los estudios geotécnicos desarrollados en las etapas preliminares de cada proyecto.

Zapatas: Las zapatas aisladas son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales puntuales como son los pilares; de modo que esta zapata amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite. El término zapata aislada se debe a que se usa para asentar un único pilar, de ahí el nombre de aislada. (Montoya, 2010)

Pedestal: Elemento que tiene una relación entre la altura y la menor dimensión lateral menor o igual a 3, usando principalmente para soportar cargas axiales en compresión, para un elemento

de sección variable, la menor dimensión lateral es el promedio de las dimensiones superiores e inferior del lado más pequeño. (Capítulo C.2, Título C, NSR-10)

Vigas de cimentación: Elemento estructural cuya función es amarrar la cimentación aislada, para reducir los efectos producidos por los asentamientos diferenciales y los efectos sísmicos que se puedan producir en el terreno.

Los criterios para la construcción de zapatas aisladas, pedestales y vigas de cimentaciones son los siguientes:

4.1.2.1.1 Dimensiones. A continuación se describen los requisitos de dimensiones mínimas en zapatas y vigas de cimentación según la normatividad consultada.

- La altura de la zapata sobre el refuerzo inferior no debe ser menos de 150 mm para zapatas apoyadas sobre el suelo. (Sección C.15.7, Título C, NSR-10)

- Las vigas de amarre deben tener una sección tal que su mayor dimensión debe ser mayor o igual a la luz dividida por 20 para estructuras con capacidad especial de disipación de energía (DES), a la luz dividida por 30 para estructuras con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) y a la luz dividida por 40 para estructuras con capacidad mínima de disipación de energía (DMI). (Sección C.15.13.3.1, Título C, NSR-10)

- El pedestal tiene una relación entre la altura y la menor dimensión lateral menor o igual a 3, usando principalmente para soportar cargas axiales en compresión. Para un elemento de sección variable, la menor dimensión lateral es el promedio de las dimensiones superiores e inferior del lado más pequeño. (Capítulo C.2, Título C, NSR-10)

4.1.2.1.2 Excavación. A continuación se describen los criterios para la realización de las excavaciones, según la normatividad y guías consultadas.

- Secuencia de Excavación- El procedimiento de excavación deberá asegurar que no se rebasen los estados límite de servicio (movimientos verticales y horizontales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en la zona circundante).(Sección H.8.2.4, Título H, NSR-10)
- De ser necesario, la excavación se realizará por etapas, según un programa que se incluirá en la memoria de diseño, señalando además las precauciones que deban tomarse para que no resulten afectadas las construcciones de los predios vecinos o los servicios públicos; estas precauciones se consignarán debidamente en los planos. (Sección H.8.2.4, Título H, NSR-10)
- Plan de contingencia para excavaciones - Cuando se proyecten excavaciones de más de 3 m de profundidad o en la base de laderas, se debe contar con un plan de contingencia, donde se determinen los elementos vulnerables, los riesgos potenciales, el área de influencia, las posibles personas involucradas, los mecanismos de aviso a las autoridades,

las rutas de evacuación, los mecanismos de capacitación al personal, el diseño de sistemas de control de la contingencia, el listado de elementos que pueden requerirse para afrontar una contingencia y los sitios y procedimientos para adquirir dichos elementos de control. (Sección H.8.2.6, Título H, NSR-10)

- Las distancias mínimas para acopio de material sobrante de excavación deben ser mayores a 0.60 m. (Ministerio del trabajo: Guía trabajo seguro en excavaciones, 2014).
- Debe mantenerse una distancia segura entre los trabajadores, recomendable mínimo dos (2) metros. (Ministerio del trabajo: Guía trabajo seguro en excavaciones, 2014)
- Tenga en cuenta, Si no se cuenta con un estudio de suelos, la excavación deberá cumplir mínimo lo siguiente:
 - ❖ Menos de seis (6) metros de profundidad,
 - ❖ Más de 0,60 metros de ancho,
 - ❖ Talud de al menos 1,5:1 (por cada metro de profundidad, 1,5 metros de inclinación a cada lado).

Aunque esto dependerá del tipo de suelo y otras variables que deben ser evaluadas por la persona competente o calificada. (Ministerio del trabajo: Guía trabajo seguro en excavaciones, 2014)

- La excavación en las partes inferiores de los taludes está prohibida, debido al gran riesgo de desmoronamiento. (Ministerio del trabajo: Guía trabajo seguro en excavaciones, 2014)

En la figura 8, se observa que se realiza la excavación mecánica, retirando el material excavado a lugar de acopio destinado por la interventoría o en su defecto a la escombrera municipal y en la figura 9 el proceso de entibación, mitigando de esta manera el riesgo de deslizamientos en la excavación y fácil acceso a la zona en construcción (Edificio administrativo, UFPS Ocaña).



Figura 8. Excavación mecánica.
Fuente: Autores

4.1.2.1.3 Entibados. A continuación se describen los criterios para la construcción de entibados, según la normatividad y guías consultadas.



Figura 9. Proceso de entibación.
Fuente: Autores

- Para los elementos estructurales de los entibados se permite utilizar acero o madera o la combinación de estos materiales, los cuales deben suministrar la suficiente resistencia al cortante y a la flexión generada por los empujes laterales del terreno. (Ministerio del trabajo: Guía trabajo seguro en excavaciones, 2014)
- Para profundidades de excavación mayores a 3 metros, la utilización de codales de madera en los sistemas de protección debe ser aprobada por la empresa apoyado por la persona competente o calificada. (Ministerio del trabajo: Guía trabajo seguro en excavaciones, 2014)

En la figura 10, se observa el esquema general de un entibado discontinuo.

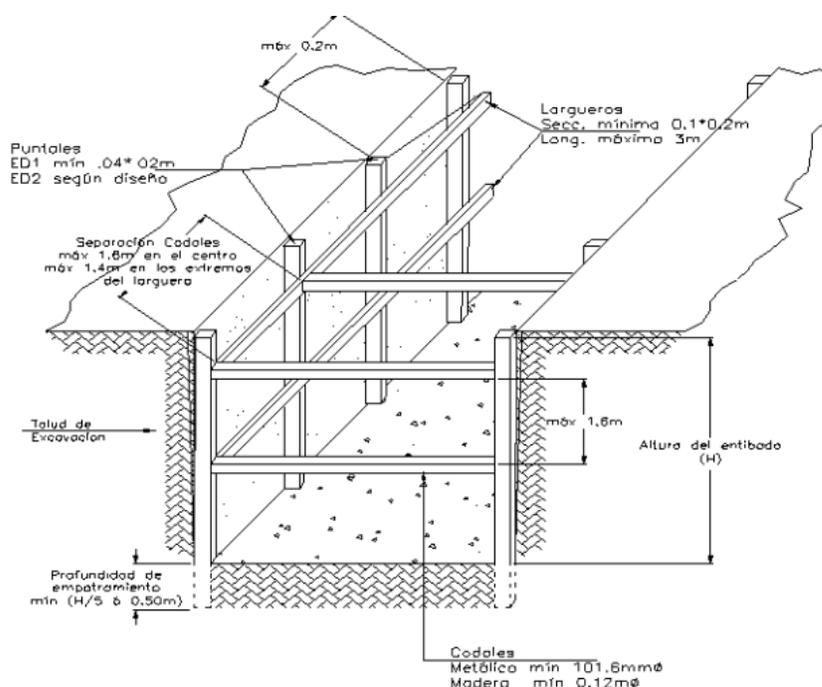


Figura 10. Esquema general de un entibado discontinuo.

Fuente: EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - ESP.
Norma Técnica Entibados y Tablestacados EAAB - ESP. (NS-072)

4.1.2.1.4 Acero de refuerzo de cimentación. A continuación se describen los criterios a

tener en cuenta para la colocación del acero de refuerzo de la cimentación.

- En zapatas en una dirección y en zapatas cuadradas en dos direcciones, el refuerzo debe distribuirse uniformemente a lo largo del ancho total de la zapata (NSR-10. Título C, Capítulo C.15.4.3)
- En zapatas rectangulares en dos direcciones, el refuerzo debe distribuirse como se indica:

El refuerzo en la dirección larga debe distribuirse uniformemente en el ancho total de la zapata.

Para el refuerzo en la dirección corta, una porción del refuerzo total, $\gamma s A_s$, debe distribuirse en forma uniforme sobre una franja (centrada con respecto al eje de la columna o pedestal) cuyo ancho sea igual a la longitud del lado corto de la zapata. El resto del refuerzo requerido en la dirección corta, $(1 - \gamma s) A_s$, debe distribuirse uniformemente en las zonas que quedan fuera de la franja central de la zapata.

$$\gamma s = 2/(\beta + 1)$$

Donde β es la relación del lado largo al lado corto de la zapata. (NSR-10. Titulo C, Capitulo C.15.4.4)

En la figura 11, se observa el criterio anteriormente mencionado.

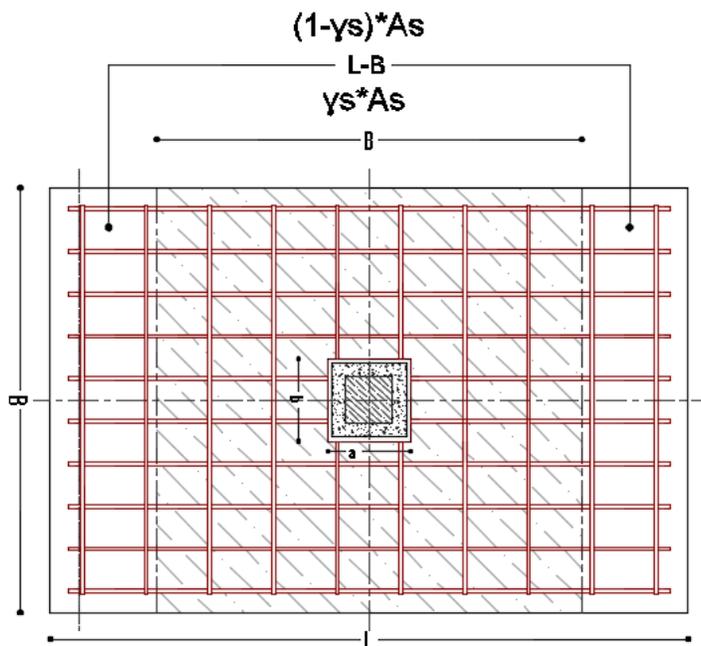


Figura 11. Refuerzo distribuido en zapata rectangular
Fuente: Autores

- Las vigas de amarre sobre el terreno que enlacen dados o zapatas deben tener refuerzo longitudinal continuo, el cual debe ser capaz de desarrollar f_y por medio de anclaje en la columna exterior del vano final. (NSR-10. Título C, Capítulo C.15.13.2)

- En las vigas de amarre deben colocarse estribos cerrados en toda su longitud, con una separación que no exceda la mitad de la menor dimensión de la sección ó 300 mm. Las vigas de amarre que resistan momentos flectores provenientes de columnas deben cumplir los requisitos de separación y cantidad de refuerzo transversal que fije el Reglamento para el nivel de capacidad de disipación de energía en el rango inelástico del sistema de resistencia sísmica. (NSR-10. Título C, Capítulo C.15.13.4)

- La protección para el acero de refuerzo de concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él, debe tener un recubrimiento mínimo de 75 mm. (NSR-10. Título C, Capítulo C.7.7)

- La protección para el acero de refuerzo de concreto expuesto al suelo o a la intemperie, debe tener un recubrimiento mínimo de 50 mm para barras mayores a N° 6 y 40 mm para barras menores a N°6. (NSR-10. Título C, Capítulo C.7.7)

En la figura 12, se puede observar la correcta posición de acero de refuerzo longitudinal y transversal en la parte superior e inferior de la canastilla. Además de la longitud de ganchos y posición del acero inicial de columna.



Figura 12. Acero de refuerzo para zapata rectangular.
Fuente: Autores

4.1.2.2 Sistema de pórtico de concreto reforzado. Los criterios para la construcción de los elementos estructurales de pórticos de concreto reforzado, como vigas y columnas se describen a continuación, con el fin de brindar parámetros de referencia.

Columna: Elemento con una relación entre altura y menor dimensión lateral mayor de 3, usado principalmente para resistir carga axial de compresión. Para un elemento de sección variable, la menor dimensión lateral es promedio de las dimensiones superior e inferior del lado menor. (Capítulo C.2, Título C, NSR-10)

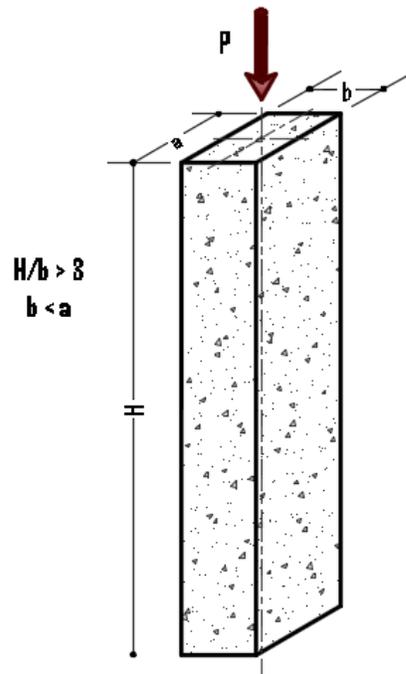


Figura 13. Relación dimensiones de una columna.
Fuente: Autores

Vigas: Elemento estructural, horizontal o aproximadamente horizontal, cuya dimensión longitudinal es mayor que las otras dos y su sollicitación principal es el momento flector, acompañado o no de cargas axiales, fuerzas cortantes y torsiones. Ver figura 14

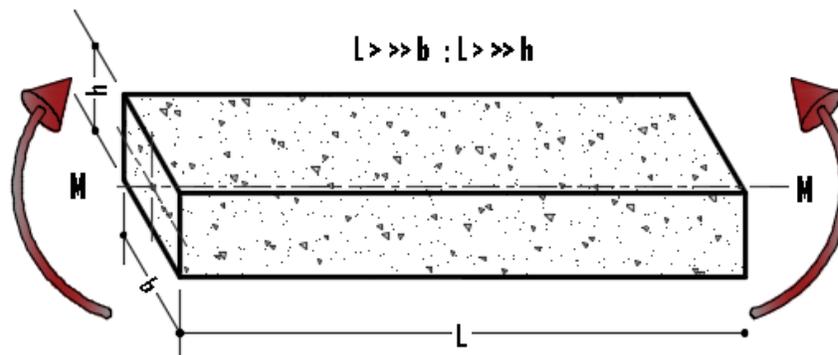


Figura 14. Relación dimensiones de viga
Fuente: Autores

4.1.2.2.1 Dimensiones. A continuación se describen los criterios de dimensiones mínimas para los elementos estructurales que conforman los pórticos de concreto reforzado.

- Columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 250 mm. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.20 m pero su área no puede ser menor de 0.0625 m². (Sección C.21.3.5.1, Título C, NSR-10).

- Columnas con capacidad especial de disipación de energía (DES): La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 300 mm. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.25 m pero su área no puede ser menor de 0.09 m². (Sección C.21.6.1.1, Título C, NSR-10).

La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular no debe ser menor que: (Sección C.21.6.1.2, Título C, NSR-10).

- a) 0.35 para secciones transversales cuya menor dimensión es menor o igual a 300 mm.
- b) 0.25 Para secciones transversales cuya menor dimensión es mayor de 300 mm y menor o igual a 500 mm, y
- c) 0.20 para secciones transversales cuya menor dimensión es mayor de 500 mm.

- Vigas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): El ancho del elemento, b_w , no debe ser menor que 200 mm. (Sección C.21.3.4.1, Título C, NSR-10)

La excentricidad respecto a la columna que le da apoyo, no puede ser mayor que el 25% del ancho del apoyo medido en la dirección perpendicular a la dirección del eje longitudinal de la viga. (Sección C.21.3.4.2, Título C, NSR-10)

- Vigas con capacidad especial de disipación de energía (DES): La luz libre del elemento, l_n , no debe ser menor que cuatro veces su altura útil. (Sección C.21.5.1.2, Título C, NSR-10)

El ancho del elemento b_w , no debe ser menor que el mayor valor entre $0.3h$ y 250 mm. (Sección C.21.5.1.3, Título C, NSR-10)

El ancho del elemento b_w , no debe exceder el ancho del elemento de apoyo c_2 , más una distancia a cada lado del elemento de apoyo que sea igual o menor de entre (a) y (b): (Sección C.21.5.1.4, Título C, NSR-10)

(a) ancho del elemento de apoyo, c_2 , y

(b) 0.75 la dimensión total del elemento de apoyo c_1 .

El anterior criterio se puede apreciar en la figura 15.

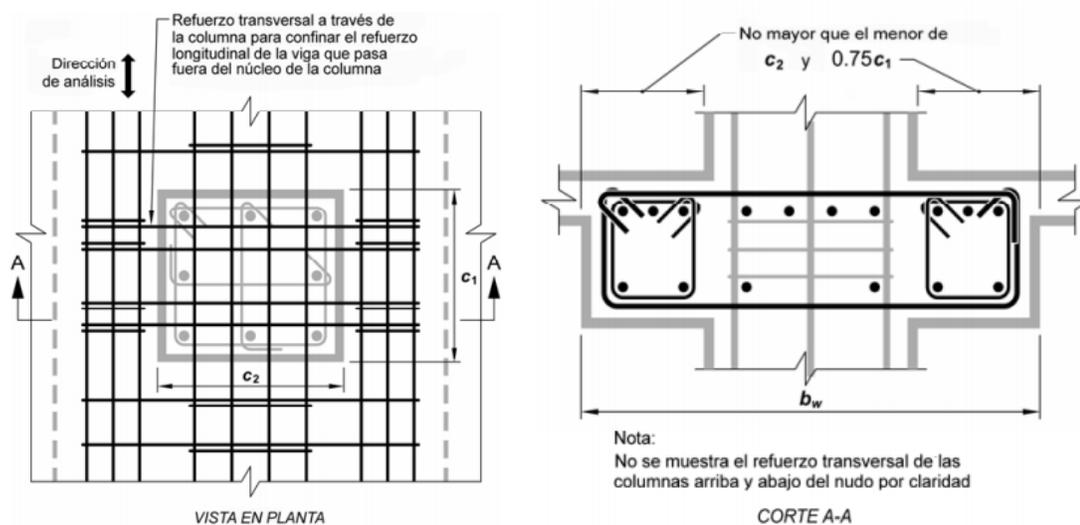


Figura 15. Máximo ancho efectivo de una viga ancha
Fuente: CR21.5., Título C, NSR-10 [Figura]

- Para el predimensionamiento de altura de las vigas, se debe tener en cuenta la Tabla C.9.5 (a) y Tabla C.R.9.5.

Las alturas o espesores mínimos establecidos en la tabla C.9.5(a) deben aplicarse a los elementos en una dirección que no soporten o estén ligados a particiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes, a menos que el cálculo de las deflexiones indique que se puede utilizar un espesor menor sin causar efectos adversos. (Ver figura 16)

La Tabla C.9.5(a) es apropiada únicamente cuando se utilizan particiones livianas (véase B.3.4 del Título B de la NSR-10). Cuando se utilizan particiones y muros divisorios de mampostería (véase B.3.4 del Título B de la NSR-10) se recomienda utilizar la Tabla CR.9.5 siguiente: (Ver figura 17)

TABLA C.9.5(a) — Alturas o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que NO soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

NOTAS:

Los valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de concreto de peso normal y refuerzo grado 420 MPa. Para otras condiciones, los valores deben modificarse como sigue:

(a) Para concreto liviano estructural con densidad w_c dentro del rango de 1 440 a 1 840 kg/m³, los valores de la tabla deben multiplicarse por $(1,65 - 0.0003w_c)$, pero no menos de 1.09.

(b) Para f_y distinto de 420 MPa, los valores de esta tabla deben multiplicarse por $(0.4 + f_y / 700)$.

Figura 16. Criterio para predimensionamiento de vigas de cubierta.
Fuente: C9.5 (a), Título C, NSR-10 [Tabla]

TABLA CR.9.5 — Alturas o espesores mínimos recomendados para vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección que soporten muros divisorios y particiones frágiles susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes, a menos que se calculen las deflexiones

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{14}$	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{19}$	$\frac{\ell}{7}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{11}$	$\frac{\ell}{12}$	$\frac{\ell}{14}$	$\frac{\ell}{5}$

La Notas son las mismas de la Tabla C.9.5(a) del Reglamento.:

Figura 17. Criterio para predimensionamiento de vigas de entrepiso.
Fuente: CR9.5, Título C, NSR-10 [Tabla]

4.1.2.2.2 Acero de refuerzo. A continuación se describen los criterios para el acero de refuerzo en vigas y columnas, según la normatividad y guías consultadas.

- **Vigas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO):** En cualquier sección de la viga el refuerzo superior e inferior no debe tener una cuantía, ρ , inferior a la que se obtiene con la ecuación C.10-3, ni debe exceder 0.025. Debe haber al menos dos barras continuas con diámetro igual o superior a N° 4 (1/2”) o 12M (12 mm), tanto arriba como abajo. (Sección C.21.3.4.3, Título C, NSR-10)

$$A_{s,min} = \frac{0.25\sqrt{f'c}}{f_y} b_w d \quad (C.10 - 3)$$

Pero no menor a $\frac{1.4b_w d}{f_y}$

No se permiten empalmes por traslapes dentro de nudos. (Sección C.21.3.4.5, Título C, NSR-10)

En ambos extremos del elemento, deben disponerse estribos cerrados de confinamiento, al menos No 3 (3/8”) o 10M (10 mm) por longitudes iguales a **2h**, medidas desde la cara de elemento de apoyo hacia el centro de la luz. El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 mm, de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no deben exceder el menor de (a), (b), (c) y (d):

(a) $d/4$

(b) Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada más pequeña.

(c) 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento.

(d) 300 mm (Sección C.21.3.4.6, Título C, NSR-10)

Donde se requiera estribos cerrados de confinamiento, las barras longitudinales del perímetro deben tener soporte lateral conforme a C.7.10.5.3. (Sección C.21.3.4.7, Título C, NSR-10)

C.7.10.5.3 (NSR-10) – Los estribos rectilíneos deben disponerse de tal forma que cada barra longitudinal de esquina y barra alterna tenga apoyo lateral proporcionado por la esquina de un estribo con un ángulo interior no mayor de 135° , y ninguna barra longitudinal debe estar separada a más de 150 mm libres de una barra apoyada lateralmente. (Ver figura 18)

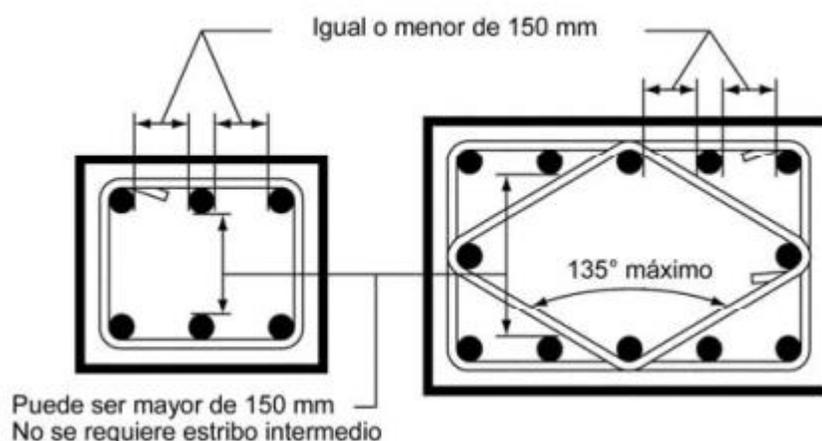


Figura 18. Croquis medidas entre barras de columna apoyada lateralmente
Fuente: CR7.10.5, Título C, NSR-10 [Figura]

Deben colocarse estribos con ganchos sísmicos en ambos extremos espaciados a no más de $d/2$ en toda la longitud del elemento. (Sección C.21.3.4.8, Título C, NSR-10)

En la figura 19, se observa las separaciones máximas de estribos en la zona de confinamiento y en la zona no confinada de una viga con capacidad de disipación moderada (DMO). Ver figura 19.

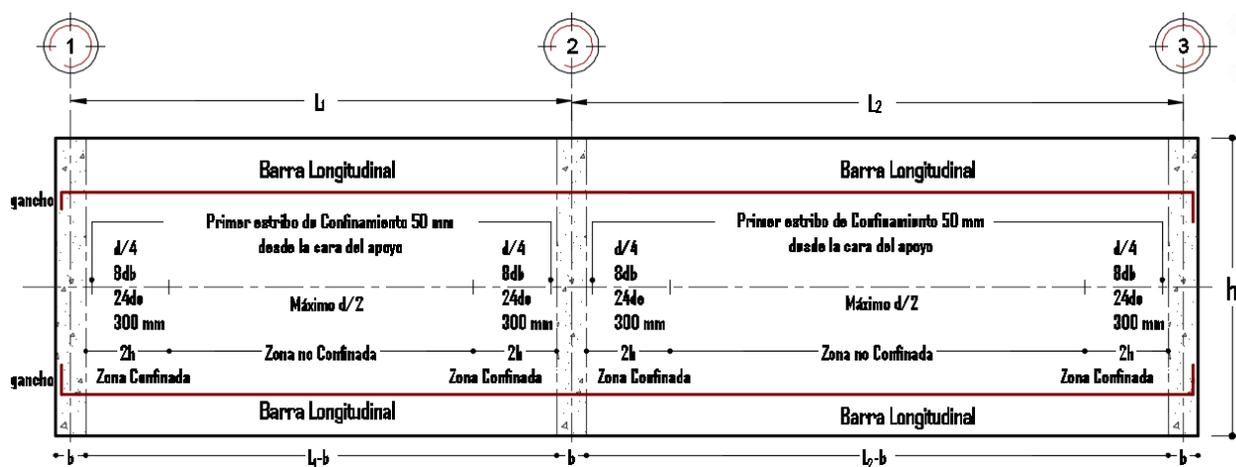


Figura 19. Separación de estribos en vigas DMO
Fuente: Autores

- **Vigas con capacidad especial de disipación de energía (DES):** En cualquier sección de un elemento a flexión, excepto por lo dispuesto en C.10.5.3, para el refuerzo tanto superior como inferior, el área de refuerzo no debe ser menor que la dada por la ecuación (C.10-3) ni menor que $1.4b_w d / f_y$ y la cuantía de refuerzo, ρ , no debe exceder 0.025. Al menos dos barras deben disponerse en forma continua tanto en la parte superior como inferior. (Sección C.21.5.2.1, Título C, NSR-10)

Sólo se permiten empalmes por traslape de refuerzo de flexión cuando se proporcionan estribos cerrados de confinamiento o espirales en la longitud de empalme por traslape. El

espaciamiento del refuerzo transversal que confina las barras traslapadas no debe exceder al menor entre $d/4$ y 100 mm. No deben usarse empalmes por traslapo:

(a) Dentro de los nudos.

(b) En una distancia de dos veces la altura del elemento medida desde la cara del nudo, y

© Donde el análisis indique fluencia por flexión causada por desplazamientos laterales inelásticos del pórtico. (Sección C.21.5.2.3, Título C, NSR-10)

Los empalmes mecánicos deben cumplir con C.21.1.6 y los empalmes soldados deben cumplir con C.21.1.7 (Sección C.21.5.2.4, Título C, NSR-10)

C.21.1.6 (NSR-10) – Empalmes mecánicos en estructuras con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES)

C.21.1.6.1 (NSR-10) – Los empalmes mecánicos deben clasificarse como Tipo 1 o Tipo 2, de acuerdo con lo siguiente:

(a) Los empalmes mecánicos Tipo 1 deben cumplir con C.12.14.3.2;

(b) Los empalmes mecánicos Tipo 2 deben cumplir con C.12.14.3.2 y deben desarrollar la resistencia a tracción especificada de las barras empalmadas.

C.12.14.3.2 (NSR-10) - Un empalme mecánico completo debe desarrollar en tracción o compresión, según sea requerido, al menos $1.25f_y$ de la barra.

C.21.1.6.2 (NSR-10) – Los empalmes mecánicos Tipo 1 no deben usarse dentro de una distancia igual al doble de la altura del elemento, medida desde la cara de la viga o columna para pórticos resistentes a momento especiales, o donde sea probable que se produzca fluencia del refuerzo como resultado de desplazamientos laterales inelásticos. Se pueden usar empalmes mecánicos tipo 2 en cualquier localización.

C.21.1.7 (NSR-10) – Empalmes soldados en estructuras con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES).

C.21.1.7.1 (NSR-10) – Los empalmes soldados del refuerzo que resiste fuerzas inducidas por sismos deben cumplir con C.12.14.3.4 y no deben usarse dentro de una distancia igual al doble de la altura del elemento, medida desde la cara de la viga o columna para pórticos resistentes a momento especiales, o de donde sea probable que se produzca fluencia del refuerzo como resultado de desplazamientos laterales inelásticos.

C.12.14.3.4 (NSR-10) - Un empalme totalmente soldado debe desarrollar, por lo menos, $1.25f_y$ de la barra.

C.21.1.7.2 (NSR-10) – No se puede soldar estribos, insertos, u otros elementos similares al refuerzo longitudinal requerido por el diseño.

Refuerzo transversal en vigas con capacidad de disipación de energía especial

Deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en las siguientes regiones de los elementos pertenecientes a pórticos:

- (a) En una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara de elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión.
- (b) En longitudes iguales a dos veces la altura del elemento a ambos lados de una sección donde puede ocurrir fluencia por flexión debido a desplazamientos laterales inelásticos del pórtico. (Sección C.21.5.3.1, Título C, NSR-10)

El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 mm de la cara del elemento de apoyo. El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de (a), (b) y (c):

- (a) $d/4$;
- (b) Seis veces el diámetro de las barras longitudinales principales más pequeñas, incluyendo el refuerzo superficial requerido por C.10.6.7 y,
- (c) 150 mm. (Sección C.21.5.3.2, Título C, NSR-10)

Cuando se requieran estribos cerrados de confinamiento, las barras longitudinales principales para flexión más cercana a las caras de tracción y compresión deben tener soporte lateral conforme a C.7.10.5.3 o C.7.10.5.4. El espaciamiento entre barras longitudinales con soporte

lateral no debe exceder 350 mm. No hay necesidad de dar soporte lateral al refuerzo superficial requerido por C.10.6.7. (Sección C.21.5.3.3, Título C, NSR-10)

C.7.10.5.3(NSR-10) – Los estribos rectilíneos deben disponerse de tal forma que cada barra longitudinal de esquina y barra alterna tenga apoyo lateral proporcionado por la esquina de un estribo con un ángulo interior no mayor de 135° , y ninguna barra longitudinal debe estar separada a más de 150 mm libres de una barra apoyada lateralmente.

C.7.10.5.4(NSR-10) – Cuando las barras longitudinales estén localizadas alrededor del perímetro de un círculo, se permite el uso de un estribo circular completo. Los extremos del estribo circular deben traslaparse al menos 150 mm y terminar con ganchos estándar que abracen una barra longitudinal de la columna. El traslapeo en los extremos de los estribos circulares adyacentes se debe escalonar a lo largo del perímetro encerrado por las barras longitudinales.

C.10.6.7 (NSR-10) – Donde h de una viga o vigueta sea mayor de 900 mm, debe colocarse refuerzo superficial longitudinal uniformemente distribuido en ambas caras laterales del elemento dentro de una distancia $h/2$ cercana a la cara de tracción. El espaciamiento s debe ser el indicado en C.10.6.4, donde c_c es la menor distancia medida desde la superficie del refuerzo, o acero de preesfuerzo, superficial a la cara lateral del elemento. Se puede incluir tal refuerzo en el cálculo de la resistencia únicamente si se hace un análisis de compatibilidad de deformaciones para determinar los esfuerzos de las barras o alambres individuales.

C.10.6.4(NSR-10) – El espaciamiento del refuerzo más cercano a una superficie en tracción, s , no debe ser mayor que el dado por:

$$s = 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5c_c \quad (C.10-4)$$

Pero no mayor que $300(280/f_s)$, donde c_c es la menor distancia desde la superficie del refuerzo o acero de preesforzado a la cara en tracción. Si al refuerzo más cercano a la cara en tracción extrema corresponde a una sola barra o un solo alambre, el valor de s a utilizar en la ecuación (C.10-4) es el ancho de la cara en tracción extrema.

El esfuerzo calculado f_s (MPa) en el refuerzo más cercano a la cara en tracción para cargas de servicio debe obtenerse con base en el momento no mayorado. Se permite tomar f_s como $2/3$ de f_y .

Cuando no se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben colocarse estribos con ganchos sísmicos en ambos extremos, espaciados a no más de $d/2$ en toda la longitud del elemento. (Sección C.21.5.3.4, Título C, NSR-10)

Se permite que los estribos cerrados de confinamiento en elementos en flexión sean hechos hasta con dos piezas de refuerzo: un estribo con un gancho sísmico en cada extremo y cerrado por un gancho suplementario. Los ganchos suplementarios consecutivos que enlazan la misma barra longitudinal deben tener sus ganchos de 90° en lados opuestos del elemento en flexión. Si las barras de refuerzo longitudinal aseguradas por los ganchos suplementarios están confinadas

por una losa en un solo lado del elemento en flexión, los ganchos de 90° de los ganchos suplementarios deben ser colocados en dicho lado. (Sección C.21.5.3.6, Título C, NSR-10)

Las separaciones máximas de estribos para vigas con capacidad de disipación de energía especial, se observa en la figura 20.

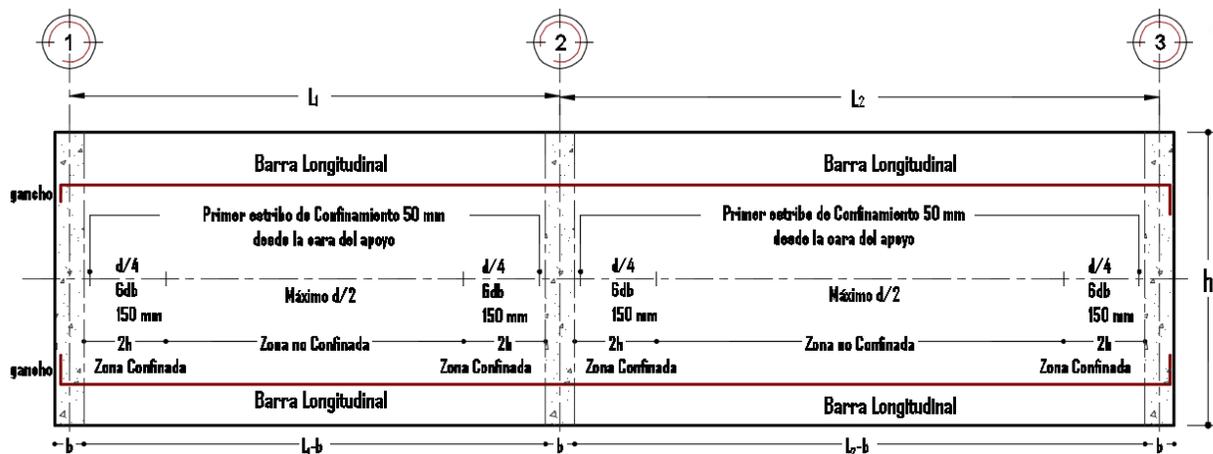


Figura 20. Separación de estribos en vigas DES
Fuente: Autores



Figura 21. Acero de Refuerzo longitudinal y transversal para vigas.
Fuente: Autores

- **Columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO):** el área del refuerzo longitudinal, A_{st} , no debe ser menor que $0.01A_g$ ni mayor que $0.04A_g$. (Sección C.21.3.5.2, Título C, NSR-10)

Los empalmes mecánicos deben cumplir con C.21.1.6 y los empalmes soldados deben cumplir con C.21.1.7. Los empalmes por traslapes se permiten únicamente en la mitad central de la longitud del elemento y deben diseñarse como empalmes a tracción. (Sección C.21.3.5.3, Título C, NSR-10)

En ambos extremos del elemento debe proporcionarse estribos cerrados de confinamiento con un espaciamiento de s_o por una longitud l_o , medida desde la cara del nudo. El espaciamiento s_o no debe exceder el menor de (a), (b), (c) y (d):

- (a) Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro.
- (b) 16 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento.
- (c) Un tercio de la menor dimensión de la sección transversal de la columna.
- (d) 150 mm.

La longitud l_o , no debe ser menor que la mayor entre (e), (f) y (g):

- (e) Una sexta parte de la luz libre de la columna.
- (f) La mayor dimensión de la sección transversal de la columna.
- (g) 500 mm. (Sección C.21.3.5.6, Título C, NSR-10)

El refuerzo transversal debe disponerse mediante estribos cerrados de confinamiento rectilíneos, como mínimo de diámetro N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm), con o sin ganchos suplementarios. Se pueden usar ganchos suplementarios del mismo diámetro de barra con el mismo espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento. Cada extremo del gancho suplementario debe enlazar una barra perimetral del refuerzo longitudinal. Los extremos de los ganchos suplementarios consecutivos deben alternarse a lo largo del refuerzo longitudinal. El espaciamiento de los ganchos suplementarios o ramas con estribos de confinamiento rectilíneos dentro de una sección del elemento no debe exceder de 350 mm centro a centro en la dirección perpendicular al eje longitudinal del elemento estructural. (Sección C.21.3.5.8, Título C, NSR-10)

Alternativamente a lo indicado en C.21.3.5.7 y C.21.3.5.8 pueden colocarse estribos de confinamiento de diámetro N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm), con f_{yt} de 420 MPa, con una separación s de 100 mm. Si la distancia horizontal entre dos ramas paralelas de estribo es mayor que la mitad de la menor dimensión de la sección de la columna ó 200 mm, deben utilizarse cuantos estribos suplementarios de diámetro N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm), con f_{yt} de 420 MPa, sean necesarios para que esta separación entre ramas paralelas no exceda la mitad de laNSR-10 – Capítulo C.21 – Requisitos de diseño sismo resistente dimensión menor de la sección de la columna ó 200 mm.

Este procedimiento alternativo solo puede emplearse en columnas cuyo concreto tenga un f_c' menor o igual a 35 MPa. (Sección C.21.3.5.9, Título C, NSR-10)

El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de $S_o/2$ de la cara del nudo. (Sección C.21.3.5.10, Título C, NSR-10)

Fuera de la longitud l_0 , deben colocarse estribos de confinamiento con la misma disposición, diámetro de barra y resistencia a la fluencia, f_{yt} , con un espaciamiento centro a centro que no debe ser mayor que 2 veces el espaciamiento utilizado en la longitud l_0 . (Sección C.21.3.5.11, Título C, NSR-10)

El refuerzo transversal del nudo debe cumplir con C.11.10 (Sección C.21.3.5.12, Título C, NSR-10).

C.11.10.2 (NSR-10) — Excepto para las conexiones que no forman parte de un sistema primario resistente a fuerzas sísmicas y que están confinadas en cuatro lados por vigas o losas de altura aproximadamente igual, las conexiones deben tener refuerzo transversal no menor al requerido por la ecuación (C.11-13) dentro de la columna a una profundidad no menor que la que tenga la conexión más alta de los elementos del pórtico a las columnas. Véase también C.7.9

$$A_{v,min} = 0.062\sqrt{f'_c} \frac{b_w * s}{f_{yt}} \quad (C.11 - 13)$$

Pero no debe ser menor $(0.35b_w s)/f_{yt}$.

En la figura 22, se observa las separaciones de los estribos y longitudes de confinamiento y no confinamiento de una columna con capacidad de disipación de energía moderada (DMO).

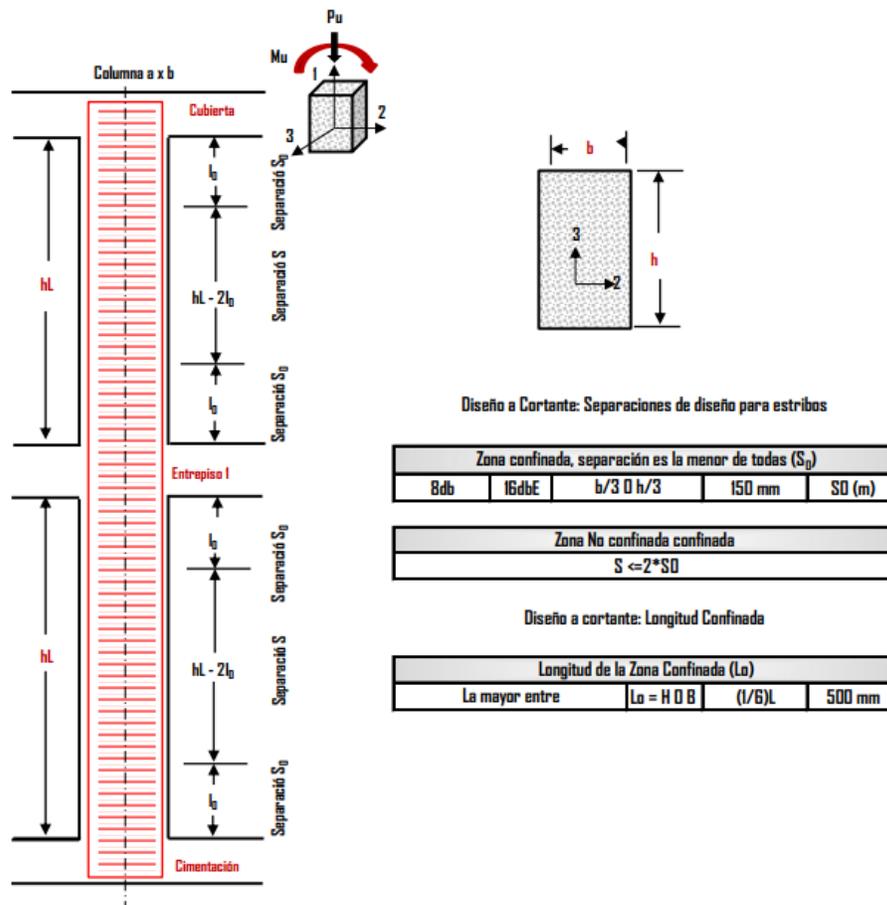


Figura 22. Separación de estribos en columnas DMO
Fuente: Autores

- **Columnas con capacidad especial de disipación de energía (DES):** El área de refuerzo longitudinal, A_{st} , no debe ser menor que $0.01A_g$ ni mayor que $0.04A_g$. (Sección C.21.6.3.1, Título C, NSR-10)

En columnas con estribos de confinamiento circulares, el mínimo número de barras longitudinales es 6. (Sección C.21.6.3.2, Título C, NSR-10)

Los empalmes mecánicos deben cumplir C.21.1.6 y los empalmes soldados deben cumplir C.21.1.7. Los empalmes por traslapo se permiten sólo dentro de la mitad central de la longitud del elemento, deben diseñarse como empalmes por traslapo de tracción y deben estar confinados dentro del refuerzo transversal de acuerdo con C.21.6.4.2 y C.21.6.4.3. (Sección C.21.6.3.3, Título C, NSR-10)

Refuerzo Transversal de columnas con capacidad de disipación de energía especial (DES).

El refuerzo transversal en las cantidades que se especifican en C.21.6.4.2 hasta C.21.6.4.4, debe suministrarse en una longitud l_0 medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos del pórtico. La longitud l_0 no debe ser menor que la mayor de (a), (b) y (c):

- (a) La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión.
- (b) Un sexto de la luz libre del elemento, y
- (c) 450 mm. (Sección C.21.6.4.1, Título C, NSR-10)

El refuerzo transversal debe disponerse mediante espirales sencillas o traslapadas, que cumplan con C.7.10.4, estribos cerrados de confinamiento circulares o estribos cerrados de confinamiento rectilíneos con o sin ganchos suplementarios. Se pueden usar ganchos suplementarios del mismo diámetro de barra o con un diámetro menor y con el mismo

espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento. Cada extremo del gancho suplementario debe enlazar una barra perimetral del refuerzo longitudinal. Los extremos de los ganchos suplementarios consecutivos deben alternarse a lo largo del refuerzo longitudinal. El espaciamiento de los ganchos suplementarios o ramas con estribos de confinamiento rectilíneos, h_x , dentro de una sección del elemento no debe exceder de 350 mm centro a centro. (Sección C.21.6.4.2, Título C, NSR-10)

La separación del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal del elemento no debe exceder la menor de (a), (b), y (c):

- (a) La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento.
- (b) Seis veces el diámetro de la barra de refuerzo longitudinal menor, y
- (c) s_0 , según lo definido en la ecuación (C.21-5).

$$s_0 = 100 + \left(\frac{350 - h_x}{3} \right) \quad (C.21 - 5)$$

El valor de s_0 no debe ser mayor a 150 mm y no es necesario tomarlo menor a 100 mm. (Sección C.21.6.4.3, Título C, NSR-10)

Más allá de la longitud l_0 , especificada en C.21.6.4.1, el resto de la columna debe contener refuerzo en forma de espiral o de estribo cerrado de confinamiento, que cumpla con C.7.10, con un espaciamiento, s , medido centro a centro que no exceda al menor de seis veces el diámetro de

las barras longitudinales de la columna o 150 mm., a menos que C.21.6.3.2 ó C.21.6.5 requieran mayores cantidades de refuerzo transversal. (Sección C.21.6.4.5, Título C, NSR-10)

Si el recubrimiento de concreto fuera del refuerzo transversal de confinamiento, especificado en C.21.6.4.1, C.21.6.4.5 y C.21.6.4.6, excede 100 mm, debe colocarse refuerzo transversal adicional. El recubrimiento de concreto sobre el refuerzo transversal adicional no debe exceder de 100 mm con un espaciamiento del refuerzo transversal adicional no superior a 300 mm. (Sección C.21.6.4.7, Título C, NSR-10)

En la figura 23, se observa que los estribos de confinamiento se encuentran espaciados con separaciones menores a los estribos de la zona no confinado (Edificio de Administrativo, UFPS Ocaña), cumpliendo lo que indica el capítulo C.21 de la NSR-10.



Figura 23. Acero de refuerzo de columna
Fuente: Autores

4.1.2.2.2.1 Detalles del refuerzo. A continuación se describen los criterios para la identificación de parámetros que afectan el acero de refuerzo.

Ganchos estándar

Se consideran ganchos estándar, cuando se empleen uno de los siguientes significados:

- ❖ Doblez de 180° más una extensión de $4d_b$ pero no menor de 65 mm en el extremo libre de la barra. Ver figura 24

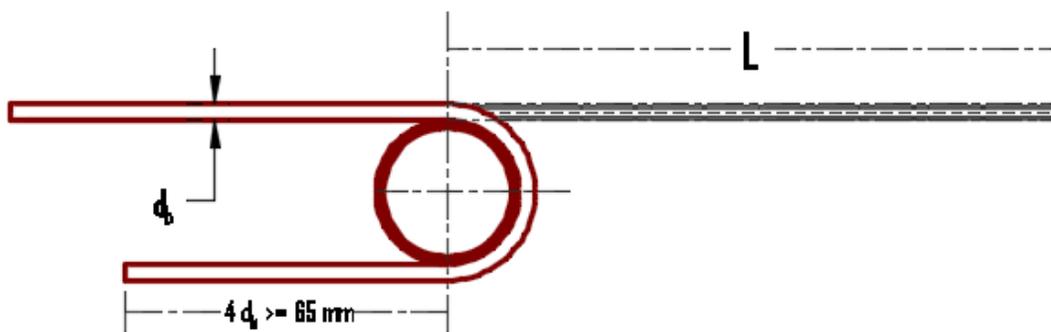


Figura 24. Gancho estándar: Doblez de 180°
Fuente: Autores

- ❖ Doblez de 90° más una extensión de $12 d_b$ en el extremo libre de la barra. Ver figura 25

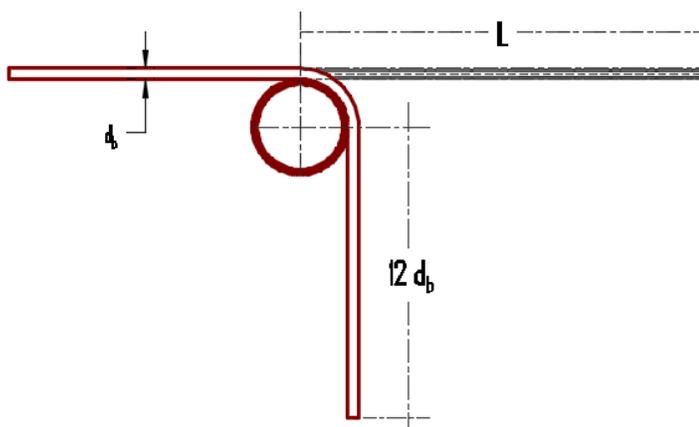


Figura 25. Gancho estándar: Doblez de 90°
Fuente: Autores

En la figura 26, se observa el doblado del acero longitudinal de las vigas del edificio de admisiones de la UFPS Ocaña.



Figura 26. Gancho a 90°
Fuente: Autores

Para estribos y ganchos de estribo:

- (a) Barra No. 5 (5/8") ó 16M (16 mm) y menores, dobléz de 90° más 6db de extensión en el extremo libre de la barra, o
- (b) Barra No. 6 (3/4") ó 20M (20 mm), No. 7 (7/8") ó 22M (22 mm), y No. 8 (1") ó 25M (25 mm), dobléz de 90° más extensión de 12db en el extremo libre de la barra, o
- (c) Barra No. 8 (1") ó 25M (25 mm) y menor, dobléz de 135° más extensión de 6db en el extremo libre de la barra. (Sección C.7.1.3, Título C, NSR-10)

En los estribos de confinamiento requeridos en el Capítulo C.21 en estructuras de capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES), para construcción sismo resistente,

deben emplearse ganchos sísmicos con un dobléz de 135° o más, con una extensión de 6db pero no menor de 75 mm, que abraza el refuerzo longitudinal del elemento y se proyecta hacia el interior de la sección del elemento. En los ganchos suplementarios el dobléz en los extremos debe ser un gancho sísmico de 135°, o más, con una extensión de 6db, pero no menor de 75 mm, y se permite que en uno de los extremos se utilice un gancho de 90°, o más, con una extensión de 6db. Los ganchos sísmicos están definidos en C.2.2. (Sección C.7.1.4, Título C, NSR-10)

Diámetros mínimos de doblado

El diámetro de doblado, medido en la cara interior de la barra, excepto para estribos de diámetros.

Los dobleces estándar de las barras de refuerzo se describen en términos del diámetro interior de doblado, ya que éste No. 3 (3/8") ó 10M (10 mm) a No. 5 (5/8") ó 16M (16 mm), no debe ser menor que los valores de la tabla C.7.2. (Sección C.7.2.1, Título C, NSR-10). Ver figura 27

TABLA C.7.2 — DIÁMETROS MÍNIMOS DE DOBLADO

Diámetro de las barras	Diámetro mínimo de doblado
No. 3 (3/8") ó 10M (10 mm) a No. 8 (1") ó 25M (25 mm)	6d_b
No. 9 (1-1/8") ó 30M (30 mm), No. 10 (1-1/4") ó 32M (32 mm) y No. 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm)	8d_b
No. 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm)	10d_b

Figura 27. Diámetro mínimo de doblado
Fuente: Fuente: C.7.2, Título C, NSR-10 [Tabla]

Doblado

Todo refuerzo debe doblarse en frío, a menos que el profesional facultado para diseñar permita otra cosa. (Sección C.7.3.1, Título C, NSR-10)

Ningún refuerzo parcialmente embebido en el concreto puede doblarse en la obra, excepto cuando así se indique en los planos de diseño o lo permita el profesional facultado para diseñar. (Sección C.7.3.2, Título C, NSR-10)

Condiciones de la superficie del refuerzo

En el momento que es colocado el concreto, el refuerzo debe estar libre de barro, aceite u otros recubrimientos no metálicos que reduzcan la adherencia. (Sección C.7.4.1, Título C, NSR-10)

El refuerzo, excepto el acero de preesforzado, con óxido, escamas o una combinación de ambos, debe considerarse satisfactorio si las dimensiones mínimas (incluyendo la altura de los resaltes del corrugado) y el peso de una muestra limpiada utilizando un cepillo de alambre de acero, cumple con las especificaciones NTC (o ASTM en su defecto) aplicables indicadas en C.3.5. (Sección C.7.4.2, Título C, NSR-10).

Colocación del refuerzo

El refuerzo, incluyendo los tendones y los ductos de preesforzado, debe colocarse con precisión y estar adecuadamente asegurado antes de colocar el concreto, y debe fijarse para evitar su desplazamiento dentro de las tolerancias aceptables dadas en C.7.5.2. (Sección C.7.5.1, Título C, NSR-10).

El refuerzo, incluyendo los tendones y los ductos de preesforzado, debe estar adecuadamente apoyado en el encofrado para prevenir que sea desplazado por la colocación del concreto o por los obreros. Los estribos de vigas deben estar apoyados en el fondo del encofrado de la viga por medio de apoyos activos, tales como soportes longitudinales continuos. Si solamente el refuerzo

longitudinal inferior de la viga esta apoyado, el tráfico de construcción puede desplazar los estribos y también a cualquier tendón de preesforzado amarrado a dichos estribos. (Sección CR.7.5.1, Título C, NSR-10)

La tolerancia para d y para el recubrimiento de concreto en elementos sometidos a flexión, muros y elementos sometidos a compresión debe ser la siguiente: (Ver figura 28)

	Tolerancia en d	Tolerancia en el recubrimiento especificado del concreto
$d \leq 200 \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ mm}$	-10 mm
$d > 200 \text{ mm}$	$\pm 13 \text{ mm}$	-13 mm

Figura 28. Tolerancia para d y recubrimientos de concreto
Fuente: Fuente: C.7.5.2.1, Título C, NSR-10 [Tabla]

excepto que la tolerancia para la distancia libre al fondo de las cimbras debe ser menos 6 mm. Además, la tolerancia para el recubrimiento tampoco debe exceder menos $1/3$ del recubrimiento de concreto especificado en los planos de diseño y especificaciones del proyecto. (Sección CR.7.5.2.1, Título C, NSR-10)

Recomendación de traslapes mínimos

Los traslapes a utilizar en el acero de refuerzo depende de variables tales como: resistencia del concreto (f^c), resistencia a la fluencia del acero (f_y), diámetro de la varilla, localización del

refuerzo y recubrimiento, pero de forma práctica, se puede hacer la recomendación siguiente de traslapos mínimos: (Ver Figura 29)

TRASLAPOS MINIMOS		
BARRA	DIAMETRO	LONGITUD
2	1/4	0.30
3	3/8	0.30
4	1/2	0.60
5	5/8	0.70
6	3/4	0.85
7	7/8	1.25
8	1	1.40
9	1 1/8	1.60
10	1 1/2	1.80

Figura 29. Traslapos mínimos recomendados
Fuente: Mena, M. (2018). Almacenamiento [Figura].
Recuperado de Presentaciones de clases

4.1.2.3 Losas de entrepiso y cubierta aligeradas. Definiciones y criterios para la construcción de losas aligeradas de entrepiso y cubierta.

Losa: Elemento constructivo horizontal, también llamado placa, responsable de transmisión de cargas de gravedad a otros elementos y trabajar como un diafragma rígido, garantizar el comportamiento monolítico.

Dirección de la losa: Una losa se considera que trabaja en una dirección cuando se presenta una de las condiciones siguientes:

- Cuando tiene dos bordes libres, sin apoyo vertical, y tiene vigas o muros, en los otros dos bordes opuestos aproximadamente paralelos. (Sección C.13.1.6.1, Título C, NSR-10)
- Cuando el panel de losa tiene forma aproximadamente rectangular con apoyo vertical en sus cuatro lados, con una relación de la luz larga a la luz corta mayor que 2. (Sección C.13.1.6.2, Título C, NSR-10)
- Cuando una losa nervada tiene sus nervios principalmente en una dirección. (Sección C.13.1.6.3, Título C, NSR-10)

En la figura 30, se observa una losa en una dirección, donde la dirección de las viguetas se encuentra paralelas a la dirección más corta del panel. Igualmente se puede observar que el panel de losa está confinado por vigas y la dimensión corta del mismo es bastante menor a la dirección larga.



Figura 30. Losa en una dirección.
Fuente: Autores

4.1.2.3.1 Dimensiones. A continuación se relacionan los requisitos para las dimensiones de losas aligeradas.

La construcción con nervaduras debe cumplir todos los requisitos de C.8.13. (Sección C.13.1.11, Título C, NSR-10)

- El ancho de las nervaduras no debe ser menor de 100 mm en su parte superior y su ancho promedio no puede ser menor de 80 mm; y debe tener una altura no mayor de 5 veces su ancho promedio. (Sección C.8.13.2, Título C, NSR-10)

- Para losas nervadas en una dirección, la separación máxima entre nervios, medida centro a centro, no puede ser mayor que 2.5 veces el espesor total de la losa, sin exceder 1.20 m. Para losas nervadas en dos direcciones, la separación máxima entre nervios, medida centro a centro, no puede ser mayor que 3.5 veces el espesor total de la losa, sin exceder 1.50 m. (Sección C.8.13.3, Título C, NSR-10)

- Cuando se trate de losas nervadas en una dirección, deben colocarse viguetas transversales de repartición con una separación libre máxima de 10 veces el espesor total de la losa, sin exceder 4.0 m. (Sección C.8.13.3.1, Título C, NSR-10)

- La porción vaciada en sitio de la losa superior debe tener al menos 45 mm de espesor, pero ésta no debe ser menor de 1/20 de la distancia libre entre los nervios. El espesor de la losa de concreto vaciada en sitio sobre aligeramientos permanentes de concreto, de

arcilla cocida, o plaquetas prefabricadas, la parte vaciada en sitio del espesor mínimo de la loseta superior puede reducirse a 40 mm. (Sección C.8.13.6, Título C, NSR-10)

4.1.2.3.2 Acero de refuerzo para losas aligeradas. A continuación se relacionan los requisitos para la actividad de acero de refuerzo en losas aligeradas.

- El refuerzo para momento positivo perpendicular a un borde discontinuo debe prolongarse hasta el borde de la losa y tener una longitud embebida recta o en gancho, de por lo menos 150 mm en las vigas, muros o columnas perimetrales. (Sección C.13.3.3, Título C, NSR-10)
- El refuerzo para momento negativo perpendicular a un borde discontinuo debe doblarse, formar ganchos o anclarse en las vigas, muros o columnas perimetrales, para que desarrolle su capacidad a tracción en la cara del apoyo, de acuerdo con las disposiciones del Capítulo C.12.
- El refuerzo de retracción y temperatura no debe colocarse con una separación mayor de 5 veces el espesor de la losa ni de 450 mm.

En la figura 31, se observa el acero de retracción y temperatura, instalado en una losa aligerada en una dirección en la construcción del edificio de admisiones de la UFPS Ocaña, donde el espaciamiento de la malla es de 15 cm.



Figura 31. Malla electrosoldada para losa aligerada.
Fuente: Autores

- Protección de concreto para el refuerzo: Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo: (Sección C.7.7, Título C, NSR-10)

Losas, muros, viguetas: Barras No 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm) y menores, recubrimiento de concreto en mm..... 20

La figura 32, muestra la posición del aligeramiento y del acero de refuerzo de una losa de entrepiso aligerada en una dirección (Edificio administrativo, UFPS Ocaña).



Figura 32. Acero de refuerzo y aligeramiento de losa en una dirección.
Fuente: Autores

4.1.2.4 Concreto. Mezcla de cemento pórtland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos.

Los controles técnicos en obra para el presente material, deben estar sujetos a la siguiente normatividad:

- ✓ NSR-10: Título C, Capítulo C.5
- ✓ NTC 3318 (ASTM C94): Producción de concreto
- ✓ NTC 396 (ASTM C143/C-143M-2015^a): Concretos. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.
- ✓ GTC 167: Concretos. Guía acerca de la contracción del concreto.
- ✓ NTC 673 (ASTM C39): Concretos. Ensayo de Resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
- ✓ NTC 454 (ASTM C172): Ingeniería civil y arquitectura. Concreto fresco. Toma de muestras.
- ✓ NTC 550 (ASTM C31M). Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en el sitio de trabajo.
- ✓ NTC 2275: Ingeniería civil y arquitectura. Procedimiento recomendado para la evaluación de los resultados de los ensayos de resistencia del concreto.

➤ **Tolerancias en el asentamiento**

A menos que otras tolerancias sean incluidas en las especificaciones del proyecto, se deben aplicar las siguientes: (NTC 3318)

Cuando en las especificaciones del proyecto para el asentamiento se describa como requisitos un “máximo” o “no debe exceder de”: (NTC 3318)

Asentamiento de 75 mm, o menos, tolerancia por defecto: 40 mm

tolerancia por exceso: 0 mm

Asentamiento mayor a 75 mm, tolerancia por defecto: 65 mm

tolerancia por exceso: 0 mm

Esta opción es empleada solo si una adición de agua es permitida en la obra, y siempre que la adición no incremente la relación agua – cemento por encima del máximo permitido por las especificaciones. (NTC 3318)

Cuando en las especificaciones del proyecto para el asentamiento no se prescriban como requisito un “máximo” o un “no deben exceder de”: (NTC 3318)

Asentamiento de 50 mm, o menos, tolerancia: ± 15 mm

Asentamiento entre 50 mm y 100 mm, tolerancia: ± 25 mm

Asentamiento mayor que 100 mm, tolerancia : ± 40 mm

El concreto debe permanecer trabajable dentro del intervalo de asentamiento permitido, durante un período de 30 min medidos a partir de la llegada al sitio de trabajo o del termino de la

preparación en obra ó después del ajuste inicial de asentamiento permitido en el numeral 11.7, (lo que ocurra de último). En el caso de concreto premezclado se exigen de este requisito el primer y último $\frac{1}{4}$ m³ de la descarga. Si el usuario no está preparado para la descarga del concreto del vehículo, el productor no es responsable de la limitación de asentamiento mínimo, después de que hayan transcurrido 30 min desde que el camión llega al destino prescrito. Este numeral no será aplicable cuando el concreto llegue antes de la hora acordada con el cliente, en este caso el proveedor debe garantizar las propiedades a la hora acordada. (NTC 3318)

Si una mezcla de concreto se le añade agua o aditivo para obtener la consistencia especificada, se deben realizar los ensayos necesarios para verificar el cumplimiento de las especificaciones del concreto. La responsabilidad en todo caso será de quien tomó la decisión de la adición. (NTC 3318).

En la figura 33, se observa la medición del asentamiento del ensayo del slump realizado en obra.



Figura 33. Ensayo de asentamiento.
Fuente: Autores

- El concreto debe dosificarse para que proporcione una resistencia promedio a la compresión, f'_{cr} , según se establece en C.5.3.2, y debe satisfacer los criterios de durabilidad del Capítulo C.4. El concreto debe producirse de manera que se minimice la frecuencia de resultados de resistencia inferiores a f'_{c} , como se establece en C.5.6.3.3. Para concreto diseñado y construido de acuerdo con el Reglamento NSR-10, f'_{c} no puede ser inferior a 17 MPa. (Sección C.5.1.1, Título C, NSR-10)

- Para estructuras con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES) la resistencia especificada a la compresión del concreto, f'_{c} , no debe ser menor que 21 MPa y para garantizar que estos concretos cumplan condiciones mínimas de durabilidad debe diseñarse con una relación de a/mc no superior a 0.60. (Sección CR.4.31, Título C, NSR-10)

- Los requisitos para f'_{c} deben basarse en ensayos de cilindros, hechos y ensayados como se establece en C.5.6.3 (Sección C.5.1.2, Título C, NSR-10)

- A menos que se especifique lo contrario f'_{c} debe basarse en ensayos a los 28 días. Si el ensayo no es a los 28 días, la edad de ensayo para obtener f'_{c} debe indicarse en los planos o especificaciones de diseño. (Sección C.5.1.3, Título C, NSR-10)

- El concreto debe ensayarse de acuerdo con los requisitos de C.5.6.2 a C.5.6.5. El laboratorio que realice los ensayos de aceptación debe cumplir con la norma ASTM C1077. Los ensayos de concreto fresco realizados en la obra, la preparación de probetas

que requieran de un curado bajo condiciones de obra, la preparación de probetas que se vayan a ensayar en laboratorio y el registro de temperaturas del concreto fresco mientras se preparan las probetas de resistencia debe ser realizado por técnicos calificados en ensayos de campo. Todos los ensayos de laboratorio deben ser realizados por técnicos de laboratorio calificados. Los informes de los ensayos de aceptación se deben distribuir al profesional facultado para diseñar, al supervisor técnico, al contratista, al productor del concreto, y, cuando lo requiera, al propietario, y a la autoridad competente. (Sección C.5.6.1, Título C, NSR-10)

- Las muestras (véase C.5.6.2.4) para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 40 m³ de concreto, ni menos de una vez por cada 200 m² de superficie de losas o muros. De igual manera, como mínimo, debe tomarse una muestra por cada 50 tandas de mezclado de cada clase de concreto. (Sección C.5.6.2.1, Título C, NSR-10)

- Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida por C.5.6.2.1 proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos en cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada tanda cuando se empleen menos de cinco. (Sección C.5.6.2.2, Título C, NSR-10)

- Cuando la cantidad total de una clase dada de concreto sea menor que 10 m³, no se requieren ensayos de resistencia cuando la evidencia de que la resistencia es satisfactoria sea aprobada por el Supervisor Técnico. (Sección C.5.6.2.3, Título C, NSR-10)
- Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'_c . (Sección C.5.6.2.4, Título C, NSR-10)



Figura 34. Cilindros para ensayo de resistencia del concreto.
Fuente: Autores

- Las muestras para ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con NTC 454 (AST C172). (Sección C.5.6.3.1, Título C, NSR-10)
- Los cilindros para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con NTC 550 (ASTM C31M), y deben ensayarse de acuerdo con NTC 673 (ASTM C39M). Los cilindros deben ser de 100 por 200 mm o de 150 por 300 mm. (Sección C.5.6.3.2, Título C, NSR-10)

- El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria, si cumple con los dos requisitos siguientes:
 - (a) Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (véase C.5.6.2.4) es igual o superior a f'_c .
 - (b) Ningún resultado del ensayo de resistencia (véase C.5.6.2.4) es menor que f'_c por más de 3.5 MPa cuando f'_c es 35 MPa o menor; o por más de $0.10f'_c$ cuando f'_c es mayor a 35 MPa. (Sección C.5.6.3.3, Título C, NSR-10)

- Cuando no se cumpla con cualquiera de los dos requisitos de C.5.6.3.3, deben tomarse las medidas necesarias para incrementar el promedio de los resultados de los siguientes ensayos de resistencia. Cuando no se satisfagan los requisitos de C.5.6.3.3 (b) debe cumplirse lo requerido por C.5.6.5. (Sección C.5.6.3.4, Título C, NSR-10)

- Si lo requiere la autoridad competente, deben realizarse ensayos de resistencia de cilindros curados en condiciones de obra. (Sección C.5.6.4.1, Título C, NSR-10)

- Los cilindros de ensayo curados en obra deben fabricarse al mismo tiempo y usando el mismo material empleado en la confección de los cilindros de ensayo curados en laboratorio. (Sección C.5.6.4.3, Título C, NSR-10)

- Los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mejorarse cuando la resistencia de cilindros curados en la obra, a la edad de ensayo establecida para

determinar f'_c , sea inferior al 85 por ciento de la resistencia de cilindros compañeros curados en laboratorio. La limitación del 85 por ciento no se aplica cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en la obra exceda a f'_c en más de 3.5 MPa. (Sección C.5.6.4.4, Título C, NSR-10)

4.1.2.4.1 Preparación del equipo y lugar de colocación del concreto. Requisitos según Título C, NSR-10.

- La preparación previa a la colocación del concreto debe incluir lo siguiente:
 - (a) Todo equipo de mezclado y transporte del concreto debe estar limpio;
 - (b) Deben retirarse todos los escombros y el hielo de los espacios que serán ocupados por el concreto;
 - (c) El encofrado debe estar recubierto con un desmoldante adecuado.
 - (d) Las unidades de albañilería de relleno en contacto con el concreto deben estar adecuadamente humedecidas;
 - (e) El refuerzo debe estar completamente libre de hielo o de otros recubrimientos perjudiciales;
 - (f) El agua libre debe ser retirada del lugar de colocación del concreto antes de depositarlo, a menos que se vaya a emplear un tubo para colocación bajo agua (tremie) o que lo permita la autoridad competente;
 - (g) La superficie del concreto endurecido debe estar libre de lechada y de otros materiales perjudiciales o deleznable antes de colocar concreto adicional sobre ella. (Sección C.5.7.1, Título C, NSR-10)

4.1.2.4.2 Mezclado. Requisitos según Título C, NSR-10.

- Todo concreto debe mezclarse hasta que se logre una distribución uniforme de los materiales y la mezcladora debe descargarse completamente antes de que se vuelva a cargar. (Sección C.5.8.1, Título C, NSR-10)

- El concreto premezclado debe mezclarse y entregarse de acuerdo con los requisitos de NTC 3318 (ASTM C94M) o NTC 4027 (ASTM C685M). (Sección C.5.8.2, Título C, NSR-10)

- El concreto mezclado en obra se debe mezclar de acuerdo con (a) a (e):
 - (a) El mezclado debe hacerse en una mezcladora de un tipo aprobado;
 - (b) La mezcladora debe hacerse girar a la velocidad recomendada por el fabricante;
 - (c) El mezclado debe prolongarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio mediante ensayos de uniformidad de mezclado, NTC 3318 (ASTM C94M).
 - (d) El manejo, la dosificación y el mezclado de los materiales deben cumplir con las disposiciones aplicables de NTC 3318 (ASTM C94M).
 - (e) Debe llevarse un registro detallado para identificar:
 - (1) Número de tandas de mezclado producidas;
 - (2) Dosificación del concreto producido;

(3) Localización aproximada de depósito final en la estructura;

(4) Hora y fecha del mezclado y de su colocación; (Sección C.5.8.3, Título C, NSR- 10)

4.1.2.4.3 Transporte. Requisitos según Título C, NSR-10.

- El concreto debe transportarse desde la mezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que eviten la segregación o la pérdida de material. (Sección C.5.9.1, Título C, NSR- 10)

- El equipo de transporte debe ser capaz de proporcionar un abastecimiento de concreto en el sitio de colocación sin segregación de los componentes, y sin interrupciones que pudieran causar pérdidas de plasticidad entre capas sucesivas de colocación. (Sección C.5.9.2, Título C, NSR- 10)

4.1.2.4.4 Colocación. Requisitos según Título C, NSR-10.

- El concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación debida a su manipulación o desplazamiento. (Sección C.5.10.1, Título C, NSR- 10)

- La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo. (Sección C.5.10.2, Título C, NSR- 10)

- No debe colocarse en la estructura concreto que haya endurecido parcialmente, o que se haya contaminado con materiales extraños. (Sección C.5.10.3, Título C, NSR- 10)

- No debe utilizarse concreto al que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial, a menos sea aprobado por el profesional facultado para diseñar. (Sección C.5.10.4, Título C, NSR- 10)

- Una vez iniciada la colocación del concreto, ésta debe efectuarse en una operación continua hasta que se termine el llenado del panel o sección, definida por sus límites o juntas predeterminadas, excepto en lo permitido o prohibido por C.6.4. (Sección C.5.10.5, Título C, NSR- 10)

- La superficie superior de las capas colocadas entre encofrados verticales por lo general debe estar a nivel. (Sección C.5.10.6, Título C, NSR- 10)

- Cuando se requieran juntas de construcción, éstas deben hacerse de acuerdo con C.6.4. (Sección C.5.10.7, Título C, NSR- 10)

- Todo concreto debe compactarse cuidadosamente por medios adecuados durante la colocación, y debe acomodarse por completo alrededor del refuerzo y de las instalaciones embebidas, y en las esquinas del encofrado. (Sección C.5.10.8, Título C, NSR- 10)

En la figura 35, se observa cómo se realiza el vibrado de la mezcla de concreto, para garantizar los factores anteriormente descritos.



Figura 35. Vibrado del concreto.
Fuente: Autores

4.1.2.4.5 Curado. Requisitos según Título C, NSR-10.

- A menos que el curado se realice de acuerdo con C.5.11.3, el concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10° C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación (excepto para concreto de alta resistencia inicial). (Sección C.5.11.1, Título C, NSR- 10)

- El concreto de alta resistencia inicial debe mantenerse por encima de 10° C y en condiciones de humedad por lo menos los 3 primeros días, excepto cuando se cure de acuerdo con C.5.11.3. (Sección C.5.11.2, Título C, NSR- 10)

4.1.2.4.6 Juntas de construcción. Requisitos según Título C, NSR-10.

- La superficie de las juntas de construcción del concreto deben limpiarse y debe estar libre de lechada. (Sección C.6.4.1, Título C, NSR- 10)

- Inmediatamente antes de iniciar una nueva etapa de colocación de concreto, deben mojarse todas las juntas de construcción y debe eliminarse el agua apozada. (Sección C.6.4.2, Título C, NSR- 10)

- Las juntas de construcción deben hacerse y ubicarse de manera que no perjudiquen la resistencia de la estructura. Deben tomarse medidas para la transferencia apropiada de cortante y de otras fuerzas a través de las juntas de construcción. Véase C.11.6.9 (Sección C.6.4.3, Título C, NSR- 10)

- Las juntas de construcción en entrepisos deben estar localizadas dentro del tercio central del vano de las losas, vigas y vigas principales. (Sección C.6.4.4, Título C, NSR- 10)

- Las juntas de construcción en las vigas principales deben desplazarse a una distancia mínima de dos veces el ancho de las vigas que las intersecten. (Sección C.6.4.5, Título C, NSR- 10)

- Las vigas, vigas principales, o losas apoyadas sobre columnas o muros no deben construirse hasta que el concreto del apoyo vertical haya endurecido hasta el punto que haya dejado de ser plástico. (Sección C.6.4.6, Título C, NSR- 10)

- Las vigas, vigas principales, capiteles de columnas, descolgados para cortante y ábacos, deben construirse monolíticamente como parte del sistema de losas, a menos que en los planos o especificaciones se indique de otro modo. (Sección C.6.4.7, Título C, NSR- 10)

4.1.2.5 Cimbras y descimbrado. Requisitos según Título C, NSR-10.

Cimbra, es un sistema total de soporte para el concreto fresco, incluyendo los moldes o forros que se colocan en contacto con el concreto, así como todos los elementos de soporte, accesorios y contraventeos necesarios. (ACI-347)

- El diseño y construcción de la cimbra, deben ser responsabilidad del contratista. (ACI-347)
- El objeto de las cimbras y encofrados, es obtener una estructura que cumpla con la forma, los niveles y las dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos de diseño y en las especificaciones. (Sección C.6.1.1, Título C, NSR-10)

En la figura 36 y figura 37, se observa el encofrado de una zapata y viga de cimentación del edificio de ingenierías y edificio de admisiones de la UFPS Ocaña respectivamente, donde el encofrado guarda las dimensiones de diseño instalando de forma correcta cada uno de los apoyos.



Figura 36. Encofrado en madera para zapata.
Fuente: Autores



Figura 37. Encofrado metálico para viga de cimentación
Fuente: Autores

- Las cimbras y encofrados deben ser esencialmente y suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero. (Sección C.6.1.2, Título C, NSR-10)

En la figura 38, se observa el encofrado de columnas circulares, donde el tipo de formaleta metálica utilizada garantiza la hermeticidad para evitar fuga de la mezcla. (Edificio de Ingenierías, UFPS Ocaña)



Figura 38. Encofrado metálico para columnas.
Fuente: Autores

- Las cimbras y encofrados deben estar adecuadamente arriostrados o amarrados entre sí, de tal manera que conserven su posición y forma. (Sección C.6.1.3, Título C, NSR-10)

En la figura 39, se observa la instalación de cimbra para una losa aligerada construida en el edificio de admisiones de la UFPS Ocaña.



Figura 39. Encofrado para losa aligerada
Fuente: Autores

- Las cimbras y encofrados y sus apoyos, deben diseñarse de tal manera que no dañen la estructura previamente construida. (Sección C.6.1.4, Título C, NSR-10)
- Si el diseño particular o los acabados que se desean requieren de una atención especial, el ingeniero o arquitecto debe especificar en los documentos del contrato los materiales de la cimbra así como los detalles necesarios para lograr estos objetivos. Si el ingeniero o arquitecto no indica los materiales o accesorios específicos, el ingeniero de cimbras o el contratista puede elegir cualquier material que satisfaga los requisitos del contrato.
- Tener una provisión extra de puntales, materiales y equipos que pudiera necesitarse en caso de emergencia. (ACI-347)
- Las cimbras deben limpiarse perfectamente de toda basura, mortero, materiales extraños y revestirse con un agente desmoldante antes de cada uso. En aquellos casos en que el fondo de la cimbra sea inaccesible, deben incluirse paneles de acceso para permitir la remoción completa de material extraño, antes de colar el concreto. Si la apariencia de la superficie es importante, las cimbras no deben reusarse después de que han sufrido daño en usos previos ya que podrían producir una superficie irregular. (ACI-347)
- Los revestimientos de las cimbras deben aplicarse antes de colocar el acero de refuerzo y no deben usarse en cantidades que lleguen a las varillas o a las juntas de construcción del concreto. (ACI-347)

- No se recomienda el apuntalamiento con puntales apilados, es decir un solo poste formado por dos o más puntales uno sobre otro porque se le considera una práctica peligrosa. (ACI-347)

- Los puntales verticales deben erigirse de modo que no se inclinen, y deben tener un apoyo firme. Los puntales inclinados deben contraventarse firmemente a fin de evitar que se resbalen o se deslicen. Los extremos de los puntales deben ser cuadrados. Las conexiones en las cabezas de los puntales a otros elementos deben ser las adecuadas a fin de evitar que los puntales caigan cuando la flexión inversa ocasione la deflexión hacia arriba de la cimbra. (ACI-347)

- La cimbra debe retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura. El concreto expuesto por el descimbrado debe tener suficiente resistencia para no ser dañado por las operaciones de descimbrado. (Sección C.6.2.1, Título C, NSR-10)

En la figura 40, se puede observar el retiro de la cimbra, donde la vigería muestra un grado de resistencia óptimo para ser retirado el cimbrado (Edificio de admisiones, UFPS Ocaña).



Figura 40. Retiro de cimbra
Fuente: Autores

- El cimbrado lateral de las losas y vigas deben tener un refuerzo con una distancia de apoyo mínima de 30 cm, como se muestra en la figura 41.



Figura 41. Refuerzo de cimbra
Fuente: Autores

- Los refuerzos laterales de la cimbra de losas y vigas deben estar ubicados de tal manera que guarden el espacio suficiente para que el personal de obra pueda desplazarse alrededor de la misma. Ver figura 41

- Con anterioridad al inicio de la construcción, el constructor debe definir un procedimiento y una programación para la remoción de los apuntalamientos y para la instalación de los reapuntalamientos, y para calcular las cargas transferidas a la estructura durante el proceso. (Sección C.6.2.2.1, Título C, NSR-10)

Procedimiento para armado de encofrado en madera

A continuación se describe un procedimiento general para armar encofrados de madera.

1. Interpretar planos. Es importante que antes de la instalación del encofrado el contratista verifique todas las recomendaciones realizadas en los planos y pueda realizar la colocación conforme al diseño especificado. Ver figura 42

2. Nivelar y plomar. Antes de colocar el encofrado, se deben verificar niveles y a plomar las superficies de soporte del encofrado. Ver figura 43

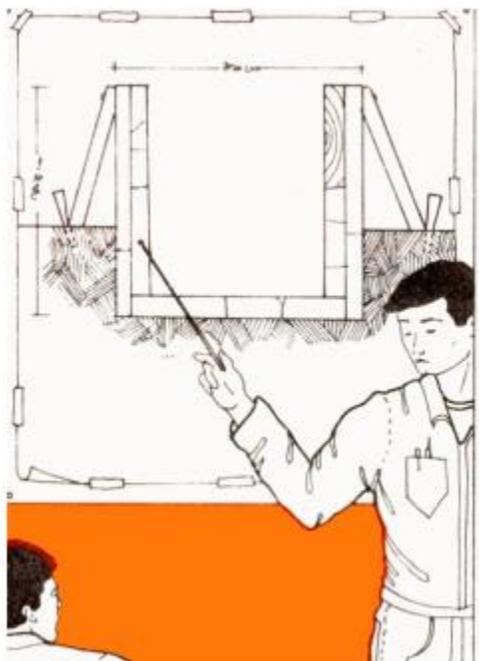


Figura 42. Interpretación de planos
Fuente: Escobar, J. E., Prieto Paz, J. M., & González, M. (1986). Armado de encofrados en madera.



Figura 43. Nivelación y plomo
Fuente: Escobar, J. E., Prieto Paz, J. M., & González, M. (1986). Armado de encofrados en madera.

3. Aplicar desmoldante. Se debe aplicar un tipo de desmoldante que ayude a retirar de forma fácil la formaleta y que evite que el concreto se adhiera a la misma. Ver figura 44



Figura 44. Aplicar desmoldante
Fuente: Escobar, J. E., Prieto Paz, J. M., & González, M. (1986). Armado de encofrados en madera.

4. Elementos de apoyo y refuerzo. Los encofrados deben estar debidamente arriostrados y amarrados, que ayuden a garantizar la resistencia para que la forma del elemento estructural se mantengan. Igualmente se debe garantizar la hermeticidad del encofrado. Ver figura 45

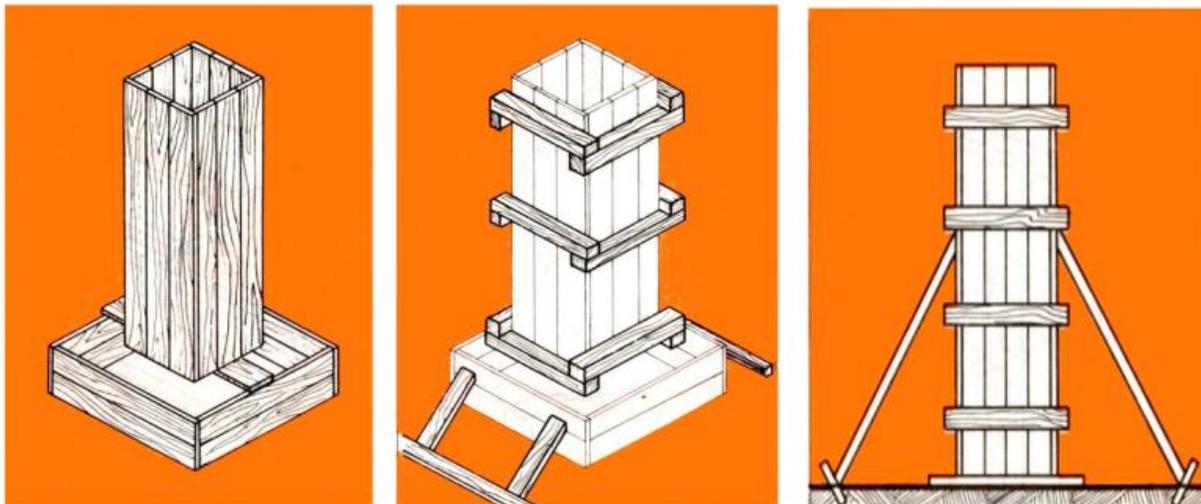


Figura 45. Elementos de apoyo y refuerzo

Fuente: Escobar, J. E., Prieto Paz, J. M., & González, M. (1986). Armado de encofrados en madera.

5. Verificar forma, medidas, niveles y estabilidad. Para lograr una estabilización de la estructura y un correcto terminado del elemento estructural, el constructor debe verificar las medidas y niveles en presencia del interventor. Ver figura 46



Figura 46. Verificar forma, medidas, niveles y estabilidad

Fuente: Escobar, J. E., Prieto Paz, J. M., & González, M. (1986). Armado de encofrados en madera.

4.2 Establecer los procedimientos para la verificación de controles técnicos y normativos en la interventoría a los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entrepisos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado

Descripción de los procedimientos para la verificación de controles técnicos y normativos de los componentes del sistema estructural de pórtico y losas de entrepisos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado.

Tabla 1. Procedimiento: Zapata aislada

ACTIVIDADES	RESPONSABLE	REGISTRO
Revisión de estudio geotécnico, elaborado por el ingeniero geotecnista, teniendo en cuenta el Título H de la NSR 10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Zapata
Revisión e interpretación de planos estructurales (Sección Zapatas). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la I.4.3.Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Zapata
Verificar ubicación y trazado de la zapata, teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Zapata
Controlar la ejecución de excavación, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.1 Cimentaciones en el literal excavación, del presente documento.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Zapata
Supervisar la instalación del entibado, si Aplica. Se debe tener en cuenta la sección 4.1.2.1 Cimentaciones en el literal entibado, del presente documento.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Zapata
Supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo, si lo estipula el diseño estructural recomendado por el estudio geotécnico.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Zapata

Continuación de la Tabla 1.

Verificar la instalación del aislamiento suelo-estructura de concreto.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Zapata
Supervisar la instalación de acero de refuerzo para la zapata teniendo en cuenta la sección 4.1.2.1 Cimentaciones en el literal acero de refuerzo de cimentación.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Zapata
Supervisar la instalación de acero de refuerzo para el pedestal y/o columna embebidos en la zapata.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Zapata
Verificar la instalación de la cimbra necesaria para el vaciado del concreto de zapata, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.5 Cimbrado y descimbrado.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Zapata
Supervisar la elaboración instalación de concreto para zapatas, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 Concreto.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Zapata
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de la zapata, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.5 Cimbrado y descimbrado.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Zapata

Tabla 2. Procedimiento: Pedestal

ACTIVIDADES	RESPONSABLE	REGISTRO
Revisión e interpretación de planos estructurales (Sección Pedestal). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la I.4.3.Procedimientos de Control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Pedestal
Verificar ubicación y trazado de pedestal, teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Pedestal

Continuación Tabla 2.

Supervisar la instalación de acero de refuerzo para el pedestal, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.1 Cimentaciones en el literal acero de refuerzo de cimentación.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Pedestal
Verificar la instalación de la cimbra necesaria para el vaciado del concreto de pedestal, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.5 Cimbrado y descimbrado.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Pedestal
Supervisar la elaboración instalación de concreto para pedestal, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 Concreto.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Pedestal
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación del pedestal, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.5 Cimbrado y descimbrado.	Interventor y/o Supervisor	Check List Construcción De Pedestal

Tabla 3. Procedimiento: Viga de cimentación

ACTIVIDADES	RESPONSABLE	REGISTRO
Revisión e interpretación de planos estructurales (Sección Viga de Cimentación). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la I.4.3.Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas de cimentación
Verificar ubicación y trazado de vigas de cimentación, teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas de cimentación
Controlar la ejecución de excavación, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.1 Cimentaciones en el literal excavación del presente documento.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas de cimentación
Supervisar la elaboración de mejoramiento de suelo, si lo estipula el diseño estructural recomendado por el estudio geotécnico.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas de cimentación

Continuación Tabla 3.

Verificar la instalación del aislamiento suelo-estructura de concreto.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas de cimentación
Supervisar la instalación de acero de refuerzo para la viga de cimentación, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.1 Cimentaciones en el literal acero de refuerzo de cimentación.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas de cimentación
Verificar la instalación de la cimbra necesaria para el vaciado del concreto de viga de cimentación, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.5 Cimbrado y descimbrado.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas de cimentación
Supervisar la elaboración instalación de concreto para la viga de cimentación, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 Concreto.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas de cimentación
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de viga de cimentación, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.5 Cimbrado y descimbrado.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas de cimentación

Tabla 4. Procedimiento: Columna

ACTIVIDADES	RESPONSABLE	REGISTRO
Revisión e interpretación de planos estructurales (Sección Columnas). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos Estructurales y la I.4.3.Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de columnas
Verificar ubicación y trazado de columna, teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de columnas

Continuación Tabla 4.

Supervisar la instalación de acero de refuerzo para la columna, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.2.2 Acero de refuerzo para el sistema de pórtico, en el literal columnas.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de columnas
Verificar la instalación de la cimbra necesaria para el vaciado del concreto de columna, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.5 Cimbrado y descimbrado.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de columnas
Supervisar la elaboración instalación de concreto para la columna, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 Concreto.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de columnas
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de columna, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.5 Cimbrado y descimbrado.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de columnas

Tabla 5. Procedimiento: Viga Aérea

ACTIVIDADES	RESPONSABLE	REGISTRO
Revisión e interpretación de planos estructurales (Sección Vigas). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la I.4.3.Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas aéreas
Verificar la instalación de la cimbra necesaria para el vaciado del concreto de vigas, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.5 Cimbrado y descimbrado.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas aéreas
Verificar ubicación y trazado de vigas, teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas aéreas

Continuación Tabla 5.

Supervisar la instalación de acero de refuerzo para las vigas, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.2.2 Acero de refuerzo para el sistema de pórtico, en el literal Vigas.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas aéreas
Supervisar la elaboración instalación de concreto para las vigas, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 Concreto.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas aéreas
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de vigas, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.5 Cimbrado y descimbrado.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de vigas aéreas

Tabla 6. Procedimiento: Losa aligerada.

ACTIVIDADES	RESPONSABLE	REGISTRO
Revisión e interpretación de planos estructurales (Sección Losas Aligeradas). Teniendo en cuenta la sección A.1.5.2.1 Planos estructurales y la I.4.3.Procedimientos de control, descritos en la NSR-10.	Contratista, Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de losas aligeradas
Verificar la instalación de la cimbra necesaria para el vaciado del concreto de la losa aligerada, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.5 Cimbrado y descimbrado.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de losas aligeradas
Verificar ubicación y trazado de losa aligerada, teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de losas aligeradas
Supervisar la instalación de acero de refuerzo para la losa aligerada, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.3.3 Acero de Refuerzo para losas aligeradas.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de losas aligeradas

Continuación Tabla 6.

Verificar la instalación del aligeramiento teniendo en cuenta lo plasmado en planos estructurales.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de losas aligeradas
Supervisar la instalación de acero por retracción y fraguado para la losa aligerada, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.3.3 Acero de refuerzo para losas aligeradas.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de losas aligeradas
Supervisar la elaboración instalación de concreto para losas aligeradas, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.4 Concreto.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de losas aligeradas
Supervisar el descimbrado de la formaleta instalada para la conformación de la losa aligerada, teniendo en cuenta la sección 4.1.2.5 Cimbrado y descimbrado.	Interventor y/o Supervisor	Check list construcción de losas aligeradas

4.3 Realizar listas de chequeo para la verificación de criterios técnicos y normativos en la interventoría a los procesos de construcción del sistema estructural de pórtico y losas de entrepisos y cubiertas aligeradas en edificaciones de concreto reforzado

Para el objetivo tres se desarrollaron las listas de chequeo para la verificación de criterios técnicos y normativos, de cada uno de los procesos constructivos que se ejecutan en la construcción de los elementos que componen el sistema estructural de pórtico y losas de entrepiso. A continuación se ilustra el check list para materiales de construcción. Se adjuntan los demás en el apéndice del documento.

Logo	Nombre de la empresa		Revisión
	CHECK LIST MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:	
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:	
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:	
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:	

1	Acero de Refuerzo	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
1,1	El refuerzo debe ser corrugado. El refuerzo liso solo puede utilizarse en estribos, espirales o tendones, y refuerzo de repartición y temperatura. Además, se pueden utilizar cuando el título C del reglamento NSR-10, así lo permita.					
1,2	Se debe identificar la referencia de cada una de las barras que llegan al sitio de construcción, con el fin de que el almacenamiento y separación por diámetro se haga de manera eficiente. Para identificar el tipo y referencia de la barra consultar NTC 2289.					
1,3	Las barras deben almacenarse en anaqueles de probada capacidad de carga, versátiles, con cubierta, suficientemente largos y con soportes para que las barras ni sobresalgan ni se caigan y queden en contacto con el suelo.					
1,4	Las barras deben almacenarse clasificadas por longitudes y diámetros de forma que sea fácil y expedita la localización, identificación y retiro de cualquier varilla. Conviene que el acero tenga aireación y se encuentre bajo cubierta para con ello evitar ciclos de humedecimiento y secado que generan corrosión, aún antes del uso del refuerzo					
1,5	El lugar de almacenamiento debe establecerse teniendo en cuenta la facilidad de almacenamiento o consumo, como también en cuanto no cause efectos sobre la estabilidad de los terrenos donde se encuentre.					
2	Cemento	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			

Conclusiones

A la hora de identificar los diferentes criterios normativos, se refleja la importancia de conocer e informarse de la vigencia de la norma consultada, debido a que, se puede incurrir en el error de aplicar algunos criterios que pudieron ser anulados de la norma que se consulta.

Referente a los criterios técnicos es de gran importancia conocer las medidas que se pueden tomar para la seguridad de los procedimientos que se deben aplicar en el sitio de la obra, lo cual le permite al interventor desarrollar su trabajo de una manera más eficiente.

Al establecer los procedimientos para verificación de controles técnicos y normativos en la interventoría de las edificaciones de concreto reforzado del plan maestro de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, se puede establecer un criterio de supervisión de las diferentes actividades e identificar los directamente responsables de ellas para lograr organizar las necesidades de la obra y con ello poder resolver de manera eficiente cualquier dificultad presentada en los proyectos.

La creación de los Check List para las diferentes actividades dirigidas al sistema de pórtico y losas aligeradas en las edificaciones de concreto reforzado, establecen parámetros de inspección de los diferentes procesos constructivos de las actividades a desarrollar, lo que es una ventaja para el interventor, debido a que con ello establece en la ejecución de las actividades, si las normativas vigentes se están aplicando de forma correcta y los criterios técnicos sean realizados de forma adecuada, con lo cual el interventor logrará que el proyecto se ejecute con los más altos estándares de calidad y el menos tiempo posible.

Recomendaciones

En cada check List de las actividades, se encuentra indicada una serie de normatividad, la cual debe ser consultada por el interventor antes de realizar el debido seguimiento de la edificación en la etapa de construcción.

Es de vital importancia que el interventor pueda consultar la vigencia de cada normatividad planteada en este proyecto, debido a que las normas se encuentran en constante actualización, lo que puede llevar a incurrir a errores en la ejecución de los proyectos.

En el momento de inspección de cada actividad, el interventor debe tener en cuenta que es posible que algunas de las actividades tengan observaciones o correcciones preventivas que debe dejar por escrito en el momento de diligenciar el Check List.

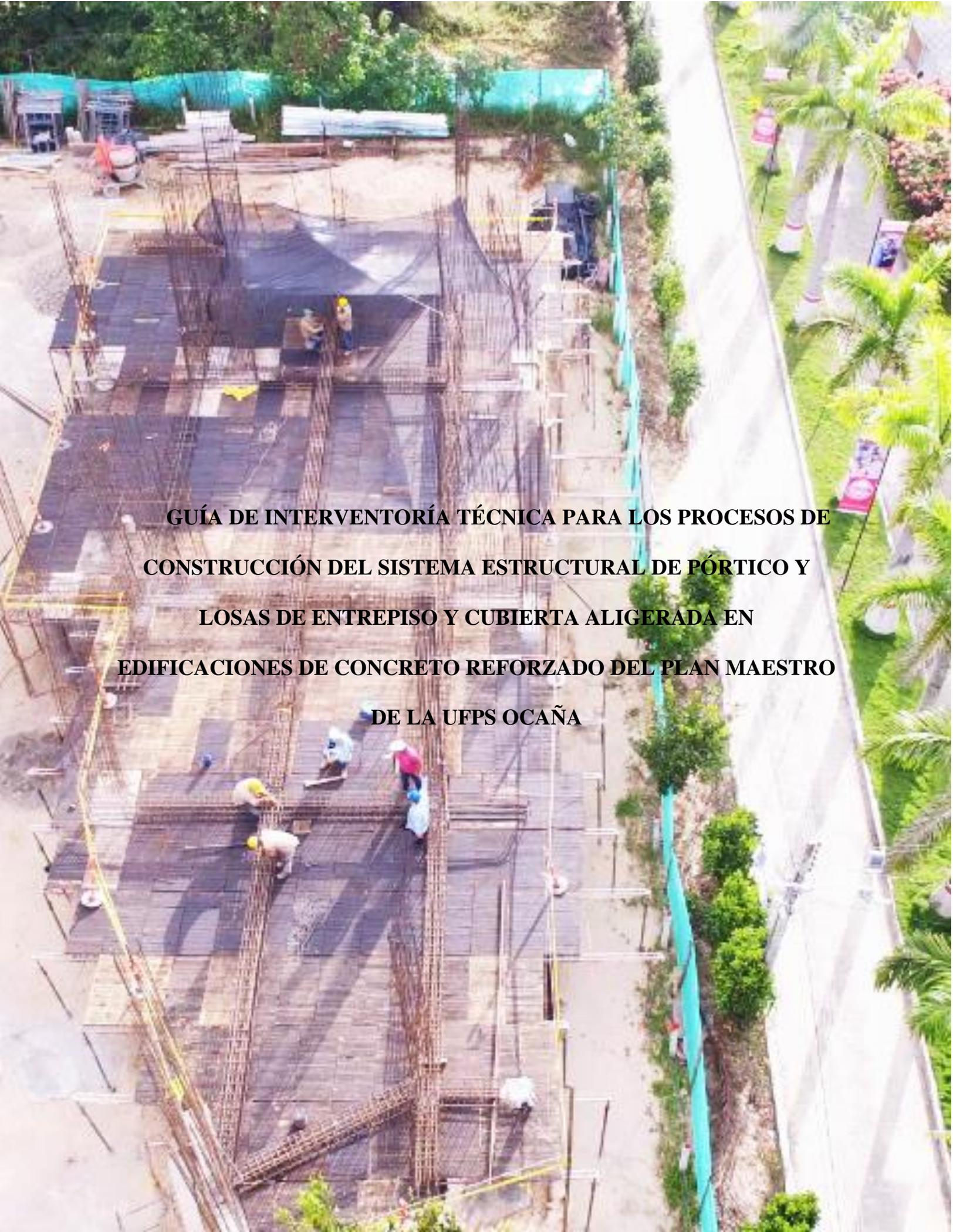
Referencias

- Luz, R. R. (2005). Gestión del desarrollo de sistemas de telecomunicación e informáticos. Editorial Paraninfo.
- Construmática Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y construcción, S. (2009). Proceso Constructivo en la Cooperación para el Desarrollo. Recuperado de:
http://www.construmatica.com/construpedia/Proceso_Constructivo_en_la_Cooperaci%C3%B3n_para_el_Desarrollo
- Jácome, J. J. (2015). Planos Estructurales. Recuperado de:
<http://jacomeajj.blogspot.com.co/2015/06/planos-y-elementos-estructurales.html>
- De Arkitektur. (2011). ¿Que son los materiales para la construcción?. Recuperado de:
<http://dearkitektur.blogspot.com.co/2011/02/que-son-los-materiales-para-la.html>
- Segura, J. I. (2011). Concreto, Refuerzo y Concreto Reforzado, Definiciones. Séptima edición. Estructuras de Concreto I (pp 3-9). Bogotá D.C, Colombia: Derechos editoriales reservados.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10 (2012). Bogotá D.C, Colombia. Asociación colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Sánchez, J. C. (2010). Interventoría de Proyectos y Obras. Recuperado de:
[http://www.docentes.unal.edu.co/jcsanche/docs/Libro%20Interventoria\(24-03-10\).pdf](http://www.docentes.unal.edu.co/jcsanche/docs/Libro%20Interventoria(24-03-10).pdf)
- Prieto, C., Rodríguez, C., Ruiz, D y Rubiano, V. (2011). La interventoría en Colombia: un aspecto de reflexión académica. Recuperado de:
http://www.fce.unal.edu.co/media/files/documentos/Comunicaciones/doccid_no.6_prieto-rodriguez-ruiz-rubiano.pdf
- Castro, A., (2010). Acero de Refuerzo. Recuperado de:
<https://es.slideshare.net/alimcastro/acero-reforzado>
- Gerdau. (2008). Manual del acero Gerdau Diaco para construcciones sismo resistentes. Recuperado de:
<https://www.gerdau.com.co/Portals/0/Manual%20Sismoresistencia%202012.pdf>
- Argos. (2013).Cemento gris de uso general (versión1). Recuperado de:
<https://www.argos.co/Media/Panama/images/01%20CEMENTO%20USO%20GENERA L.pdf>
- García, J., (2008). Manual Técnico de Construcción. Recuperado de:
<http://usuarios.tinet.cat/oriolcid/manualconstruccion.pdf>

Montoya, J., Pinto, V., (2010). Cimentaciones. Recuperado de:
<https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/08/cimentaciones-y-fundaciones.pdf>

Apéndice A

GUÍA DE INTERVENTORÍA TÉCNICA PARA LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE PÓRTICO Y LOSAS DE ENTREPISO Y CUBIERTA ALIGERADA EN EDIFICACIONES DE CONCRETO REFORZADO DEL PLAN MAESTRO DE LA UFPS OCAÑA



**GUÍA DE INTERVENTORÍA TÉCNICA PARA LOS PROCESOS DE
CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE PÓRTICO Y
LOSAS DE ENTREPISO Y CUBIERTA ALIGERADA EN
EDIFICACIONES DE CONCRETO REFORZADO DEL PLAN MAESTRO
DE LA UFPS OCAÑA**

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. OBJETIVO	125
2. ALCANCE	125
3. NORMATIVIDAD	125
4. CHECK LIST	128
ANEXOS	182

INTRODUCCIÓN

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, se encuentra ubicada en el municipio de Ocaña, del departamento Norte de Santander, Pertenece a zona de amenaza sísmica intermedia, según Apéndice A.4 de la NSR-10 con coeficientes de aceleración $A_a = 0.20$ y $A_v = 0.15$. Teniendo en cuenta que la zona de amenaza sísmica es intermedia, las estructuras construidas, se pueden diseñar con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) o especial (DES).

Para determinar el alcance de la siguiente guía, se determinó que el sistema estructural de resistencia sísmica con mayor frecuencia de construcción en las edificaciones del plan maestro de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, es el sistema de pórticos resistentes a momento de concreto reforzado. Y que el grupo de uso se clasifica en Edificaciones de atención a la comunidad (Grupo III), teniendo en cuenta la sección A.2.5.1 – Grupo de Uso, del Título A de la NSR-10.

Los materiales de construcción como cemento, agregados pétreos, agua y acero de refuerzo, junto con los procesos constructivos empleados para la conformación de cimentaciones superficiales, sistema de pórtico y losas de entrepiso aligeradas desarrolladas en el plan maestro de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, son objeto de análisis para determinar los parámetros técnicos acorde a la normatividad vigente colombiana, con el objetivo de ejercer controles de supervisión técnica garantizando la calidad de la obra, tras el cumplimiento de los mismos. Estos controles se realizarán mediante una serie de Check Lista, donde se resumen los

diferentes criterios técnicos y normativos, que ayudarán al interventor a realizar un mejor seguimiento.

1. OBJETIVO

Servir como guía a la interventoría de las edificaciones de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, construidas con sistema de pórtico de concreto reforzado y losas aligeradas.

2. ALCANCE

El contenido de la presente guía, está dirigido a los procesos constructivos del sistema de pórtico de concreto reforzado y losas aligeradas de las edificaciones construidas en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, la cual está ubicada en el municipio de Ocaña, Norte de Santander, perteneciente a zona de amenaza sísmica intermedia y con posibilidad de capacidad de disipación de energía moderada (DMO) o especial (DES).

3. NORMATIVIDAD

La normatividad a emplear para los distintos materiales de construcción es:

Acero de Refuerzo

- ❖ NSR-10: Titulo C, Capitulo C.3
- ❖ NTC 2289 (ASTM A706M): Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto.

Cemento

- ❖ NSR-10: Título C, Capítulo C.3
- ❖ NTC 121: Especificación de desempeño para cemento hidráulico.
- ❖ ASTM C150: Especificación Normalizada para Cemento Portland.

Agregados Pétreos

- ❖ NSR-10: Título C, Capítulo C.3
- ❖ NTC 174 (ASTM C33): Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto.
- ❖ NTC 129: Ingeniería Civil y Arquitectura. Práctica para la toma de muestras de agregados.
- ❖ NTC 3674: Ingeniería Civil y Arquitectura. Práctica para la reducción del tamaño de las muestras de agregados, tomadas en campo, para la realización de ensayos.

Agua

- ❖ NSR-10: Título C, Capítulo C.3
- ❖ NTC 3459 (ASTM 1602M): Concretos. Agua para la elaboración de concreto.

La normatividad a emplear para los diferentes procesos constructivos es:

- ❖ Título C, NSR-10. Concreto Estructural.
- ❖ Título H, NSR-10. Estudios Geotécnicos.
- ❖ NTC 3318 (ASTM C94): Producción de concreto.
- ❖ NTC 396 (ASTM C143/C-143M-2015a): Concretos. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.
- ❖ GTC 167: Concretos. Guía acerca de la contracción del concreto.
- ❖ NTC 673 (ASTM C39): Concretos. Ensayo de Resistencia a compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
- ❖ NTC 454 (ASTM C172): Ingeniería civil y arquitectura. Concreto fresco. Toma de muestras.
- ❖ NTC 550 (ASTM C31M). Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en el sitio de trabajo.
- ❖ NTC 2275: Ingeniería civil y arquitectura. Procedimiento recomendado para la evaluación de los resultados de los ensayos de resistencia del concreto.
- ❖ ACI 347: Guía para el diseño, construcción y materiales de cimbras para concreto.

4. CHECK LIST

A continuación se resume los diferentes check list que el interventor o supervisor del proyecto pueden utilizar para lograr los mejores resultados en los proyectos de construcción contenidos dentro del alcance de esta guía.

- ❖ CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE ZAPATA.
- ❖ CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE PEDESTAL.
- ❖ CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE VIGAS DE CIMENTACIÓN.
- ❖ CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS.
- ❖ CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE VIGAS AEREAS.
- ❖ CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE LOSAS ALIGERADAS.
- ❖ CHECK LIST MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

La estructura para el control técnico con los check list, se basa en el control de ejecución prescrita en la sección I.4.3.7, Título I, NSR-10, donde se disponen los puntos mínimos que el supervisor técnico debe inspeccionar. Ver Figura 47

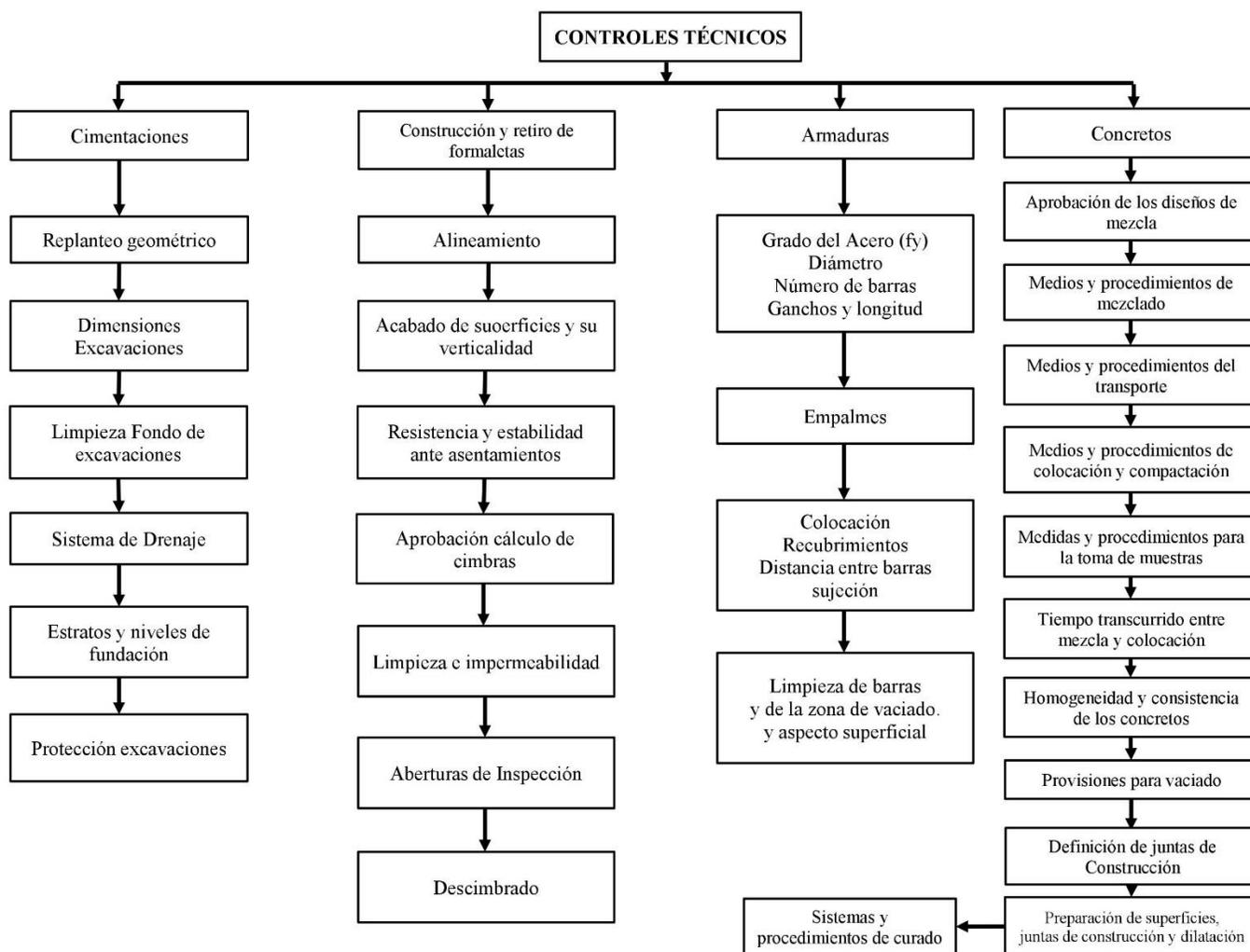


Figura 47. Control Técnico
Fuente: Autores

4.1 CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE ZAPATA

El presente check list contiene todo lo referente a las actividades de construcción de un cimiento aislado, comenzando desde el chequeo de los estudios geotécnicos y terminando con actividades como concretos y descimbrado.

El check list está estructurado como se muestra en la figura 48.

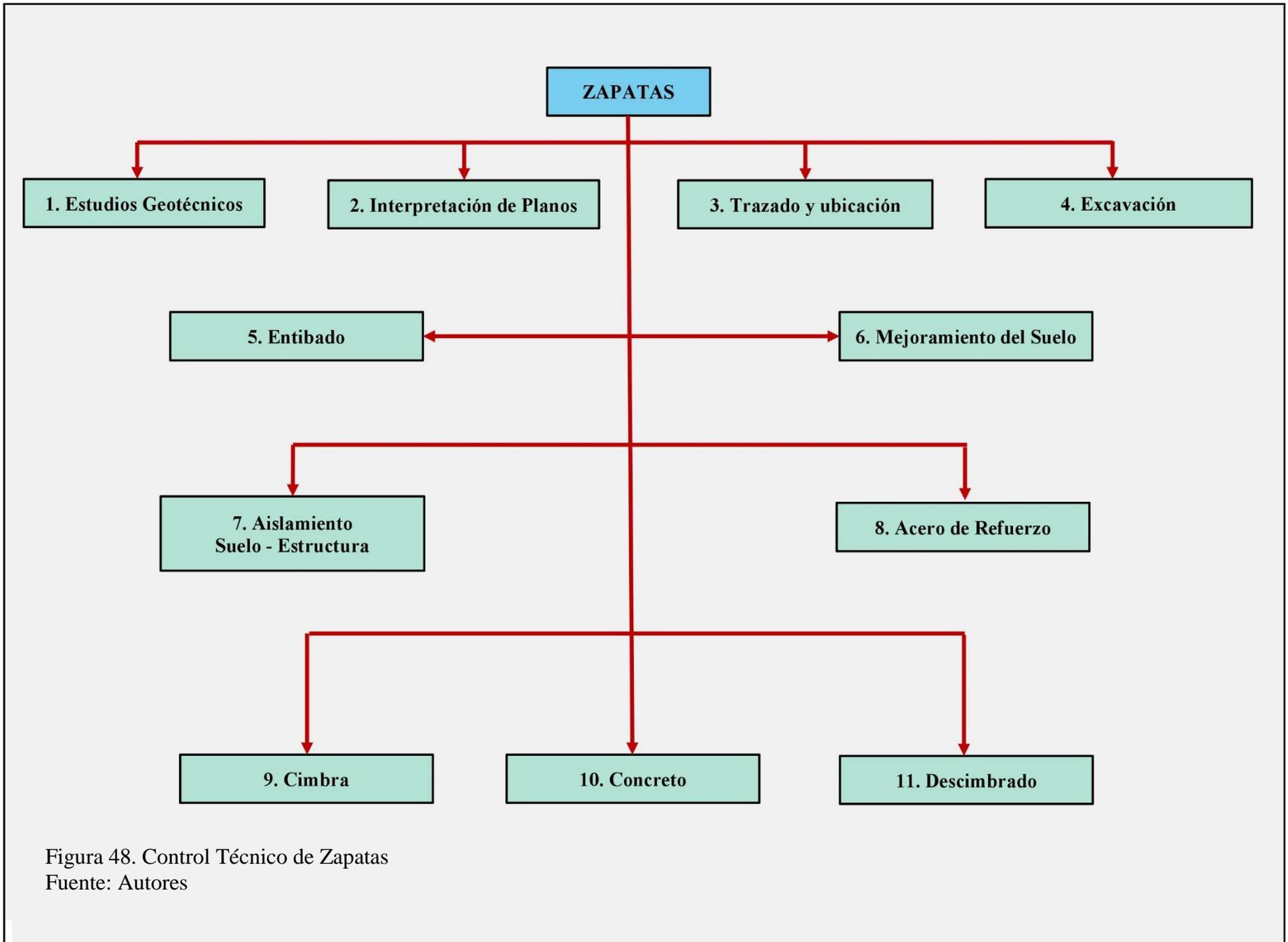


Figura 48. Control Técnico de Zapatas
Fuente: Autores

Logo	Nombre de la empresa		Revisión
	CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE ZAPATA		
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:	
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:	
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:	
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:	

1	Estudios Geotécnicos	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
1,1	El estudio geotécnico definitivo contiene los aspectos mínimos requeridos según la sección H.2.2.2, del Título H de la NSR-10. (Diligenciar formato revisión estudios geotécnicos)					
2	Interpretación de planos	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
2,1	En los planos estructurales se describen las especificaciones de los materiales de construcción, tales como: resistencia del concreto y resistencia del acero.					
2,2	Se evidencia en los planos estructurales tamaño y localización de todos los elementos, así como sus dimensiones y refuerzo.					
2,3	Se evidencia en los planos estructurales tipo y localización de conexiones entre elementos estructurales y los empalmes entre los elementos de refuerzo.					
2,4	Se describe el grado de disipación de energía, bajo el cual se diseñó el material estructural del sistema de resistencia sísmica.					
2,5	Se describe el grupo de uso al cual pertenece la edificación.					
3	Trazado y ubicación	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
3,1	El trazado y ubicación de las zapatas se realiza de acuerdo con los planos estructurales del proyecto.					

3,2	El trazado y ubicación de la zapatas se realiza de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto, teniendo en cuenta equipo, herramienta y mano de obra a utilizar.					
4	Excavación	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
4,1	La secuencia de excavación mitiga el riesgo de movimientos horizontales y verticales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en la zona circundante.					
4,2	La excavación se realiza por etapas previniendo afectaciones a construcciones de previos aledaños y servicios públicos.					
4,3	Existe plan de contingencia para excavaciones que superen los 3 m de profundidad o en la base de una ladera.					
4,4	Las distancias mínimas para acopio de material sobrante de excavación debe ser mayor a 60 cm.					
4,5	Debe mantenerse una distancia mínima entre los trabajadores, recomendable mínimo 2 m.					
4,6	Si no cuenta con estudio de suelo, la excavación debe cumplir mínimo lo siguiente: menos de 6 m de profundidad, más de 60 cm de ancho y talud de al menos 1.5:1.					
4,7	La excavación en partes inferiores de los taludes está prohibida, debido al gran riesgo de desmoronamiento.					
5	Entibado	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
5,1	Se debe utilizar materiales en acero y/o madera para entibados que se requieren en la construcción de elementos estructurales, los cuales deben suministrar la suficiente resistencia para soportar empujes laterales del terreno.					
5,2	Para profundidades mayores a 3 m de excavación, la utilización de codales de madera en los sistemas de protección debe ser aprobada por la empresa apoyada por la persona competente o calificada.					
6	Mejoramamiento de suelo	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			

6,1	Se realiza mejoramiento del suelo según las especificaciones técnicas y recomendaciones de planos estructurales.					
6,2	Implementación de equipos idóneos para el mejoramiento de suelo según recomendación del estudio geotécnico.					
7	Aislamiento suelo - estructura	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
7,1	Verificación del aislamiento según especificaciones técnicas.					
8	Acero de Refuerzo	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
8,1	Las condiciones del acero de refuerzo deben cumplir con la NTC 2289 (Marcado de barras, separación de resaltes, longitud de resaltes, ángulo de resalte con respecto al eje de la barra y verificación de peso). Para el manejo en obra, desarrollar el Check List de materiales.					
8,2	Para zapatas en una dirección y zapatas cuadradas en dos direcciones, el refuerzo debe distribuirse uniformemente a lo largo del ancho total de la zapata.					
8,3	En zapatas rectangulares en dos direcciones el refuerzo debe distribuirse como: En la dirección larga uniformemente en el ancho total de la zapata, y en la dirección corta debe distribuirse en una franja central, igual al ancho de la zapata, una porción del refuerzo igual $\gamma_s A_s$, y el restante del refuerzo, $(1-\gamma_s) A_s$, debe distribuirse uniformemente en las zonas que queden por fuera de la franja.					
8,4	La protección para el acero de refuerzo de concreto colocado contra el suelo y expuesto permanentemente a él, debe tener un recubrimiento mínimo de 75 mm.					
8,5	El acero descrito en planos se encuentra instalado en obra. (Formato Control Construcción de Zapatas).					
9	Cimbra	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			

9,1	Se verifican todas las recomendaciones realizadas en los planos para que se pueda realizar la colocación conforme al diseño especificado.					
9,2	Antes de colocar el encofrado, se deben verificar niveles y aplomar las superficies de soporte del encofrado.					
9,3	Las cimbras deben limpiarse perfectamente de toda basura, mortero, materiales extraños.					
9,4	Se debe aplicar un tipo de desmoldante que ayude a retirar de forma fácil la formaleta y que evite que el concreto se adhiera a la misma.					
9,5	La cimbra y encofrado se instala cumpliendo con la forma, niveles y dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos y especificaciones.					
9,6	Los encofrados deben estar debidamente arriostrados y amarrados, que ayuden a garantizar la resistencia para que la forma del elemento estructural se mantengan.					
9,7	Las cimbras y encofrados deben ser esencialmente y suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero.					
9,8	Las cimbras y encofrados y sus apoyos, deben diseñarse de tal manera que no dañen la estructura previamente construida					
9,9	Los revestimientos de las cimbras deben aplicarse antes de colocar el acero de refuerzo y no deben usarse en cantidades que lleguen a las varillas o a las juntas de construcción del concreto					
10	Concreto	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
10,1	Revisar los diseños de mezcla presentados por el contratista determinando la dosificación para la elaboración del concreto.					
10,2	Se deben desarrollar check list de los materiales para la elaboración del concreto (Cemento, Agregados pétreos y agua).					

10,3	Para concreto diseñado y construido de acuerdo con el Reglamento NSR-10, $f'c$ no puede ser inferior a 17 MPa.				
10,4	La altura de la zapata sobre el refuerzo inferior no debe ser menor de 150 mm para zapatas apoyadas sobre el suelo.				
10,5	La resistencia especificada a la compresión del concreto, $f'c$, no debe ser menor que 21 MPa.				
10,6	Para garantizar que estos concretos cumplan condiciones mínimas de durabilidad debe diseñarse con una relación de a/mc no superior a 0.60.				
10,7	En la preparación previa a la colocación del concreto, todo equipo debe estar limpio, deben retirarse los escombros, el encofrado debe estar recubierto con desmoldante, el refuerzo debe estar completamente libre, el agua libre debe retirarse y la superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada.				
10,8	El concreto se debe mezclar en obra de acuerdo a: utilizar una mezcladora de tipo aprobado, girar a la velocidad recomendada por el fabricante, la duración del mezclado deber ser por lo menos de 90 segundos y debe llevarse un registro detallado del mezclado.				
10,9	El concreto debe transportarse desde la mezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que eviten la segregación o la pérdida de material				
10,10	El concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación debida a su manipulación o desplazamiento.				
10,11	La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo.				
10,12	No debe utilizarse concreto al que después de preparado se le adiciones agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial, a menos sea aprobado por el profesional facultado para diseñar.				

10,13	Una vez iniciada la colocación del concreto, ésta debe efectuarse en una operación continua hasta que se termine el llenado del panel o sección, definida por sus límites o juntas predeterminadas, excepto en lo permitido o prohibido por C.6.4.					
10,14	Todo concreto debe compactarse cuidadosamente por medios adecuados durante la colocación, y debe acomodarse por completo alrededor del refuerzo y de la instalaciones embebidas, y en las esquinas del encofrado.					
10,15	Cuando la cantidad total de una clase dada de concreto sea menor que 10 m ³ , no se requieren ensayos de resistencia cuando la evidencia de que la resistencia es satisfactoria sea aprobada por el Supervisor Técnico.					
10,16	Las muestras (véase C.5.6.2.4) para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 40 m ³ de concreto, ni menos de una vez por cada 200 m ² de superficie de losas o muros. De igual manera, como mínimo, debe tomarse una muestra por cada 50 tandas de mezclado de cada clase de concreto.					
10,17	Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida por C.5.6.2.1 proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos en cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada tanda cuando se empleen menos de cinco.					
10,18	El ensayo de asentamiento de la mezcla, debe realizarse de acuerdo a la NTC 396 y evaluarse la tolerancia según la NTC 3318.					
10,19	Las muestras para ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con NTC 454.					
10,20	Los cilindros para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con NTC 550 (ASTM C31M), y deben ensayarse de acuerdo con NTC 673 (ASTM C39M). Los cilindros deben ser de 100 por 200 mm o de 150 por 300 mm.					
10,21	El laboratorio que realice los ensayos de aceptación debe cumplir con la norma ASTM C1077.					

10,22	A menos de que se realice un curado acelerado, el concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10° C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación (excepto para concreto de alta resistencia inicial).					
10,23	La superficie de las juntas de construcción del concreto debe limpiarse y debe estar libre de lechada.					
10,24	Inmediatamente antes de iniciar una nueva etapa de colocación de concreto, deben mojarse todas las juntas de construcción y debe eliminarse el agua apozada.					
10,25	Las juntas de construcción en entresijos deben estar localizadas dentro del tercio central del vano de las losas, vigas y vigas principales.					
10,26	Las juntas de construcción en las vigas principales deben desplazarse a una distancia mínima de dos veces el ancho de las vigas que las intersecten.					
10,27	Las vigas, vigas principales, o losas apoyadas sobre columnas o muros no deben construirse hasta que el concreto del apoyo vertical haya endurecido hasta el punto que haya dejado de ser plástico.					
10,28	Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'c.					
10,29	El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria, si cumple con los dos requisitos siguientes: cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (véase C.5.6.2.4) es igual o superior a f'c y ningún resultado del ensayo de resistencia (véase C.5.6.2.4) es menor que f'c por más de 3.5 MPa cuando f'c es 35 MPa o menor; o por más de 0.10f'c cuando f'c es mayor a 35 MPa.					
6,30	La dimensión de concreto en planos se encuentra instalado en obra. (Formato Control Construcción de Zapatas).					
11	Descimbrado	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			

11,1	La cimbra debe retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura. El concreto expuesto por el descimbrado debe tener suficiente resistencia para no ser dañado por las operaciones de descimbrado.					
ELABORÓ: SUPERVISIÓN		ELABORÓ: CONTRATISTA		ELABORÓ: INTERVENTOR		

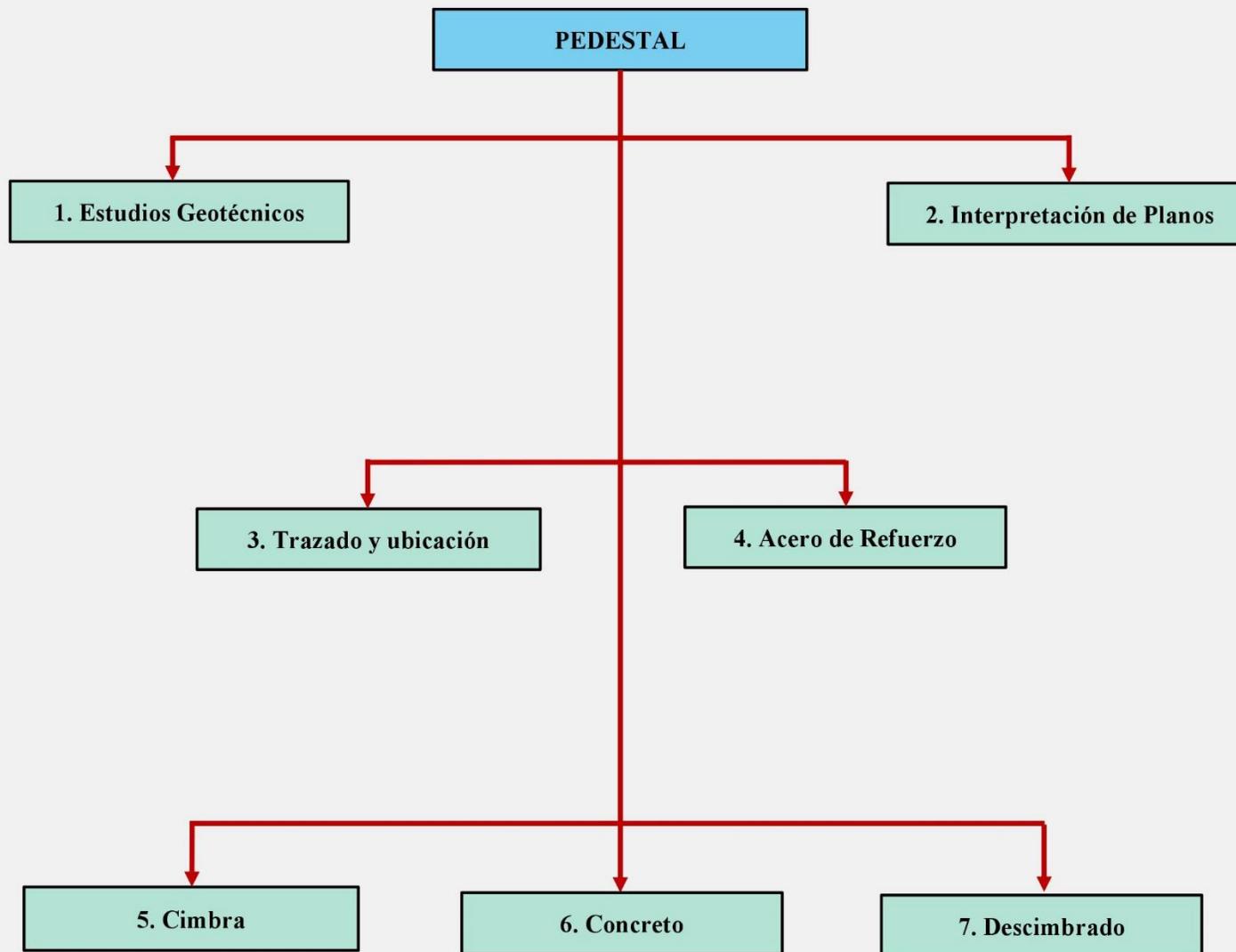


Figura 49. Control Técnico Pedestal
Fuente: Autores

Logo	Nombre de la empresa		Revisión
	CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE PEDESTAL		
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:	
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:	
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:	
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:	

1	Estudios Geotécnicos	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
1,1	El estudio geotécnico definitivo contiene los aspectos mínimos requeridos según la sección H.2.2.2, del Título H de la NSR-10. (Diligenciar formato revisión estudios geotécnicos)					
2	Interpretación de planos	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
2,1	En los planos estructurales se describen las especificaciones de los materiales de construcción, tales como: resistencia del concreto y resistencia del acero.					
2,2	Se evidencia en los planos estructurales tamaño y localización de todos los elementos, así como sus dimensiones y refuerzo.					
2,3	Se evidencia en los planos estructurales tipo y localización de conexiones entre elementos estructurales y los empalmes entre los elementos de refuerzo.					
2,4	Se describe el grado de disipación de energía, bajo el cual se diseñó el material estructural del sistema de resistencia sísmica.					
2,5	Se describe el grupo de uso al cual pertenece la edificación.					
3	Trazado y ubicación	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
3,1	El trazado y ubicación del pedestal se realiza de acuerdo con los planos estructurales del proyecto.					

3,2	El trazado y ubicación del pedestal se realiza de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto, teniendo en cuenta equipo, herramienta y mano de obra a utilizar.					
4	Acero de Refuerzo	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
4,1	Las condiciones del acero de refuerzo deben cumplir con la NTC 2289 (Marcado de barras, separación de resaltes, longitud de resaltes, ángulo de resalte con respecto al eje de la barra y verificación de peso). Para el manejo en obra, desarrollar el Check List de materiales.					
4,2	El refuerzo de la columna embebida en la zapata debe estar orientado de forma adecuada, direccionado hacia los vértices de la zapata.					
4,3	El acero descrito en planos se encuentra instalado en obra. (Formato Control Construcción Columnas).					
5	Cimbra	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
5,1	Se verifican todas las recomendaciones realizadas en los planos para que se pueda realizar la colocación conforme al diseño especificado.					
5,2	Antes de colocar el encofrado, se deben verificar niveles y aplomar las superficies de soporte del encofrado.					
5,3	Las cimbras deben limpiarse perfectamente de toda basura, mortero, materiales extraños.					
5,4	Se debe aplicar un tipo de desmoldante que ayude a retirar de forma fácil la formaleta y que evite que el concreto se adhiera a la misma.					
5,5	La cimbra y encofrado se instala cumpliendo con la forma, niveles y dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos y especificaciones.					
5,6	Los encofrados deben estar debidamente arriostrados y amarrados, que ayuden a garantizar la resistencia para que la forma del elemento estructural se mantengan.					

5,7	Las cimbras y encofrados deben ser esencialmente y suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero.					
5,8	Las cimbras y encofrados y sus apoyos, deben diseñarse de tal manera que no dañen la estructura previamente construida					
5,9	Los revestimientos de las cimbras deben aplicarse antes de colocar el acero de refuerzo y no deben usarse en cantidades que lleguen a las varillas o a las juntas de construcción del concreto					
6	Concreto	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
6,1	Revisar los diseños de mezcla presentados por el contratista determinando la dosificación para la elaboración del concreto.					
6,2	Se deben desarrollar check list de los materiales para la elaboración del concreto (Cemento, Agregados pétreos y agua).					
6,3	Para concreto diseñado y construido de acuerdo con el Reglamento NSR-10, f'c no puede ser inferior a 17 MPa.					
6,4	La resistencia especificada a la compresión del concreto, f'c, no debe ser menor que 21 MPa.					
6,5	Para garantizar que estos concretos cumplan condiciones mínimas de durabilidad debe diseñarse con una relación de a/mc no superior a 0.60.					
6,6	En la preparación previa a la colocación del concreto, todo equipo debe estar limpio, deben retirarse los escombros, el encofrado debe estar recubierto con desmoldante, el refuerzo debe estar completamente libre, el agua libre debe retirarse y la superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada.					
6,7	El concreto se debe mezclar en obra de acuerdo a: utilizar una mezcladora de tipo aprobado, girar a la velocidad recomendada por el fabricante, la duración del mezclado debe ser por lo menos de 90 segundos y debe llevarse un registro detallado del mezclado.					
6,8	El concreto debe transportarse desde la mezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que eviten la segregación o la pérdida de material					

6,9	El concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación debida a su manipulación o desplazamiento.				
6,10	La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo.				
6,11	No debe utilizarse concreto al que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial, a menos sea aprobado por el profesional facultado para diseñar.				
6,12	Una vez iniciada la colocación del concreto, ésta debe efectuarse en una operación continua hasta que se termine el llenado del panel o sección, definida por sus límites o juntas predeterminadas, excepto en lo permitido o prohibido por C.6.4.				
6,13	Todo concreto debe compactarse cuidadosamente por medios adecuados durante la colocación, y debe acomodarse por completo alrededor del refuerzo y de las instalaciones embebidas, y en las esquinas del encofrado.				
6,14	Cuando la cantidad total de una clase dada de concreto sea menor que 10 m ³ , no se requieren ensayos de resistencia cuando la evidencia de que la resistencia es satisfactoria sea aprobada por el Supervisor Técnico.				
6,15	Las muestras (véase C.5.6.2.4) para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 40 m ³ de concreto, ni menos de una vez por cada 200 m ² de superficie de losas o muros. De igual manera, como mínimo, debe tomarse una muestra por cada 50 tandas de mezclado de cada clase de concreto.				
6,16	Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida por C.5.6.2.1 proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos en cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada tanda cuando se empleen menos de cinco.				
6,17	El ensayo de asentamiento de la mezcla, debe realizarse de acuerdo a la NTC 396 y evaluarse la tolerancia según la NTC 3318.				
6,18	Las muestras para ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con NTC 454.				

6,19	Los cilindros para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con NTC 550 (ASTM C31M), y deben ensayarse de acuerdo con NTC 673 (ASTM C39M). Los cilindros deben ser de 100 por 200 mm o de 150 por 300 mm.					
6,20	El laboratorio que realice los ensayos de aceptación debe cumplir con la norma ASTM C1077.					
6,21	A menos de que se realice un curado acelerado, el concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10° C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación (excepto para concreto de alta resistencia inicial).					
6,22	La superficie de las juntas de construcción del concreto debe limpiarse y debe estar libre de lechada.					
6,23	Inmediatamente antes de iniciar una nueva etapa de colocación de concreto, deben mojarse todas las juntas de construcción y debe eliminarse el agua apozada.					
6,24	Las juntas de construcción en entresijos deben estar localizadas dentro del tercio central del vano de las losas, vigas y vigas principales.					
6,25	Las juntas de construcción en las vigas principales deben desplazarse a una distancia mínima de dos veces el ancho de las vigas que las intersecten.					
6,26	Las vigas, vigas principales, o losas apoyadas sobre columnas o muros no deben construirse hasta que el concreto del apoyo vertical haya endurecido hasta el punto que haya dejado de ser plástico.					
6,27	Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'c.					

6,28	El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria, si cumple con los dos requisitos siguientes: cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (véase C.5.6.2.4) es igual o superior a $f'c$ y ningún resultado del ensayo de resistencia (véase C.5.6.2.4) es menor que $f'c$ por más de 3.5 MPa cuando $f'c$ es 35 MPa o menor; o por más de $0.10f'c$ cuando $f'c$ es mayor a 35 MPa.					
6,29	La dimensión de concreto en planos se encuentra instalado en obra. (Formato Control Construcción Columnas).					
7	Descimbrado	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
7,1	La cimbra debe retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura. El concreto expuesto por el descimbrado debe tener suficiente resistencia para no ser dañado por las operaciones de descimbrado.					
<hr/> ELABORÓ: SUPERVISIÓN						
<hr/> ELABORÓ: CONTRATISTA						
<hr/> ELABORÓ: INTERVENTOR						

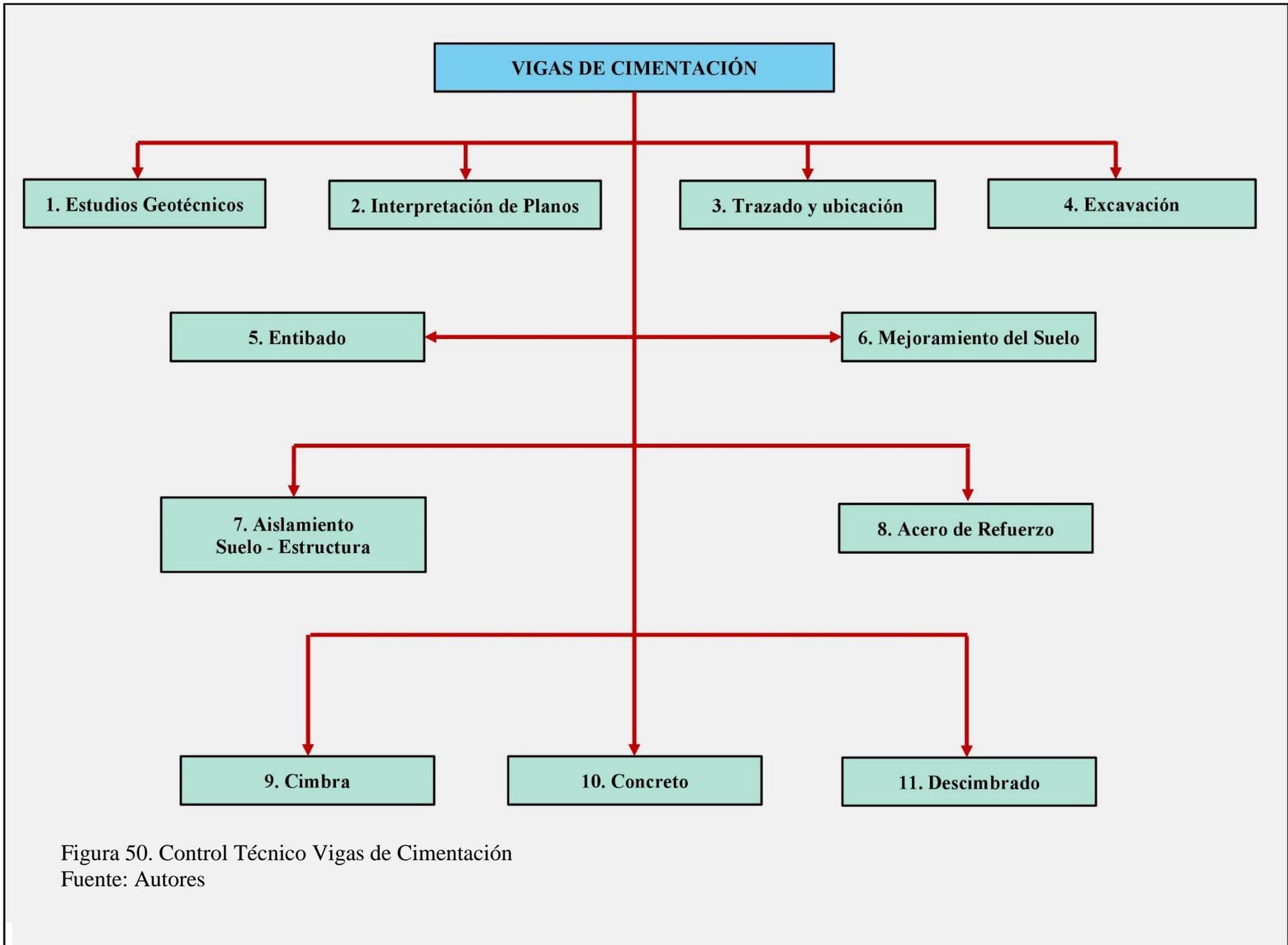


Figura 50. Control Técnico Vigas de Cimentación
Fuente: Autores

Logo	Nombre de la empresa		Revisión
	CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE VIGAS DE CIMENTACIÓN		
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:	
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:	
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:	
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:	

1	Estudios Geotécnicos	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
1,1	El estudio geotécnico definitivo contiene los aspectos mínimos requeridos según la sección H.2.2.2, del Título H de la NSR-10. (Diligenciar formato revisión estudios geotécnicos)					
2	Interpretación de planos	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
2,1	En los planos estructurales se describen las especificaciones de los materiales de construcción, tales como: resistencia del concreto y resistencia del acero.					
2,2	Se evidencia en los planos estructurales tamaño y localización de todos los elementos, así como sus dimensiones y refuerzo.					
2,3	Se evidencia en los planos estructurales tipo y localización de conexiones entre elementos estructurales y los empalmes entre los elementos de refuerzo.					
2,4	Se describe el grado de disipación de energía, bajo el cual se diseñó el material estructural del sistema de resistencia sísmica.					
2,5	Se describe el grupo de uso al cual pertenece la edificación.					
3	Trazado y ubicación	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
3,1	El trazado y ubicación de las vigas de cimentación se realiza de acuerdo con los planos estructurales del proyecto.					

3,2	El trazado y ubicación de las vigas de cimentación se realiza de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto, teniendo en cuenta equipo, herramienta y mano de obra a utilizar.					
4	Excavación	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
4,1	La secuencia de excavación mitiga el riesgo de movimientos horizontales y verticales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en la zona circundante.					
4,2	La excavación se realiza por etapas previniendo afectaciones a construcciones de previos aledaños y servicios públicos.					
4,3	Existe plan de contingencia para excavaciones que superen los 3 m de profundidad o en la base de una ladera.					
4,4	Las distancias mínimas para acopio de material sobrante de excavación debe ser mayor a 60 cm.					
4,5	Debe mantenerse una distancia mínima entre los trabajadores, recomendable mínimo 2 m.					
4,6	Si no cuenta con estudio de suelo, la excavación debe cumplir mínimo lo siguiente: menos de 6 m de profundidad, más de 60 cm de ancho y talud de al menos 1.5:1.					
4,7	La excavación en partes inferiores de los taludes está prohibida, debido al gran riesgo de desmoronamiento.					
5	Entibado	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
5,1	Se debe utilizar materiales en acero y/o madera para entibados que se requieren en la construcción de elementos estructurales, los cuales deben suministrar la suficiente resistencia para soportar empujes laterales del terreno.					
5,2	Para profundidades mayores a 3 m de excavación, la utilización de codales de madera en los sistemas de protección debe ser aprobada por la empresa apoyada por la persona competente o calificada.					
6	Mejoramiento de suelo	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			

6,1	Mejoramiento del suelo según las especificaciones técnicas y recomendaciones de planos estructurales.					
6,2	Implementación de equipos idóneos para el mejoramiento de suelo según recomendación del estudio geotécnico.					
7	Aislamiento suelo - estructura	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
7,1	Verificación del aislamiento según especificaciones técnicas.					
8	Acero de Refuerzo	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
8,1	Las condiciones del acero de refuerzo deben cumplir con la NTC 2289 (Marcado de barras, separación de resaltes, longitud de resaltes, ángulo de resalte con respecto al eje de la barra y verificación de peso). Para el manejo en obra, desarrollar el Check List de materiales.					
8,2	Las vigas de amarre sobre el terreno que enlacen dados o zapatas deben tener refuerzo longitudinal continuo, el cual debe ser capaz de desarrollar f_y por medio de anclaje en la columna exterior del vano final.					
8,3	En las vigas de amarre deben colocarse estribos cerrados en toda su longitud, con una separación que no exceda la mitad de la menor dimensión de la sección ó 300 mm					
8,4	La protección para el acero de refuerzo de concreto expuesto al suelo o a la intemperie, debe tener un recubrimiento mínimo de 50 mm para barras mayores a N° 6 y 40 mm para barras menores a N°6.					
8,5	El acero descrito en planos se encuentra instalado en obra. (Formato Control de construcción Vigas de cimentación).					
9	Cimbra	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
9,1	Se verifican todas las recomendaciones realizadas en los planos para que se pueda realizar la colocación conforme al diseño especificado.					

9,2	Antes de colocar el encofrado, se deben verificar niveles y aplomar las superficies de soporte del encofrado.					
9,3	Las cimbras deben limpiarse perfectamente de toda basura, mortero, materiales extraños.					
9,4	Se debe aplicar un tipo de desmoldante que ayude a retirar de forma fácil la formaleta y que evite que el concreto se adhiera a la misma.					
9,5	La cimbra y encofrado se instala cumpliendo con la forma, niveles y dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos y especificaciones.					
9,6	Los encofrados deben estar debidamente arriostrados y amarrados, que ayuden a garantizar la resistencia para que la forma del elemento estructural se mantengan.					
9,7	Las cimbras y encofrados deben ser esencialmente y suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero.					
9,8	Las cimbras y encofrados y sus apoyos, deben diseñarse de tal manera que no dañen la estructura previamente construida.					
9,9	Los revestimientos de las cimbras deben aplicarse antes de colocar el acero de refuerzo y no deben usarse en cantidades que lleguen a las varillas o a las juntas de construcción del concreto.					
10	Concreto	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
10,1	Revisar los diseños de mezcla presentados por el contratista determinando la dosificación para la elaboración del concreto.					
10,2	Se deben desarrollar check list de los materiales para la elaboración del concreto (Cemento, Agregados pétreos y agua).					
10,3	Para concreto diseñado y construido de acuerdo con el Reglamento NSR-10, f'c no puede ser inferior a 17 MPa.					

10,4	Las vigas de amarre deben tener una sección tal que su mayor dimensión debe ser mayor o igual a la luz dividida por 20 para estructuras con capacidad especial de disipación de energía (DES) y a la luz dividida por 30 para estructuras con capacidad moderada de disipación de energía (DMO).					
10,5	La resistencia especificada a la compresión del concreto, $f'c$, no debe ser menor que 21 MPa.					
10,6	Para garantizar que estos concretos cumplan condiciones mínimas de durabilidad debe diseñarse con una relación de a/mc no superior a 0.60.					
10,7	En la preparación previa a la colocación del concreto, todo equipo debe estar limpio, deben retirarse los escombros, el encofrado debe estar recubierto con desmoldante, el refuerzo debe estar completamente libre, el agua libre debe retirarse y la superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada.					
10,8	El concreto se debe mezclar en obra de acuerdo a: utilizar una mezcladora de tipo aprobado, girar a la velocidad recomendada por el fabricante, la duración del mezclado deber ser por lo menos de 90 segundos y debe llevarse un registro detallado del mezclado.					
10,9	El concreto debe transportarse desde la mezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que eviten la segregación o la pérdida de material					
10,10	El concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación debida a su manipulación o desplazamiento.					
10,11	La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo.					
10,12	No debe utilizarse concreto al que después de preparado se le adiciones agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial, a menos sea aprobado por el profesional facultado para diseñar.					

10,13	Una vez iniciada la colocación del concreto, ésta debe efectuarse en una operación continua hasta que se termine el llenado del panel o sección, definida por sus límites o juntas predeterminadas, excepto en lo permitido o prohibido por C.6.4.				
10,14	Todo concreto debe compactarse cuidadosamente por medios adecuados durante la colocación, y debe acomodarse por completo alrededor del refuerzo y de la instalaciones embebidas, y en las esquinas del encofrado.				
10,15	Cuando la cantidad total de una clase dada de concreto sea menor que 10 m ³ , no se requieren ensayos de resistencia cuando la evidencia de que la resistencia es satisfactoria sea aprobada por el Supervisor Técnico.				
10,16	Las muestras (véase C.5.6.2.4) para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 40 m ³ de concreto, ni menos de una vez por cada 200 m ² de superficie de losas o muros. De igual manera, como mínimo, debe tomarse una muestra por cada 50 tandas de mezclado de cada clase de concreto.				
10,17	Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida por C.5.6.2.1 proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos en cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada tanda cuando se empleen menos de cinco.				
10,18	El ensayo de asentamiento de la mezcla, debe realizarse de acuerdo a la NTC 396 y evaluarse la tolerancia según la NTC 3318.				
10,19	Las muestras para ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con NTC 454.				
10,20	Los cilindros para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con NTC 550 (ASTM C31M), y deben ensayarse de acuerdo con NTC 673 (ASTM C39M). Los cilindros deben ser de 100 por 200 mm o de 150 por 300 mm.				
10,21	El laboratorio que realice los ensayos de aceptación debe cumplir con la norma ASTM C1077.				

10,22	A menos de que se realice un curado acelerado, el concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10° C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación (excepto para concreto de alta resistencia inicial).					
10,23	La superficie de las juntas de construcción del concreto debe limpiarse y debe estar libre de lechada.					
10,24	Inmediatamente antes de iniciar una nueva etapa de colocación de concreto, deben mojarse todas las juntas de construcción y debe eliminarse el agua apozada.					
10,25	Las juntas de construcción en entrepisos deben estar localizadas dentro del tercio central del vano de las losas, vigas y vigas principales.					
10,26	Las juntas de construcción en las vigas principales deben desplazarse a una distancia mínima de dos veces el ancho de las vigas que las intersecten.					
10,27	Las vigas, vigas principales, o losas apoyadas sobre columnas o muros no deben construirse hasta que el concreto del apoyo vertical haya endurecido hasta el punto que haya dejado de ser plástico.					
10,28	Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'c.					
10,29	El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria, si cumple con los dos requisitos siguientes: cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (véase C.5.6.2.4) es igual o superior a f'c y ningún resultado del ensayo de resistencia (véase C.5.6.2.4) es menor que f'c por más de 3.5 MPa cuando f'c es 35 MPa o menor; o por más de 0.10f'c cuando f'c es mayor a 35 MPa.					
10,30	La dimensión de concreto en planos se encuentra instalado en obra. (Formato Control Construcción de Vigas de Cimentación).					
11	Descimbrado	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			

11,1	La cimbra debe retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura. El concreto expuesto por el descimbrado debe tener suficiente resistencia para no ser dañado por las operaciones de descimbrado.					
------	--	--	--	--	--	--

**ELABORÓ:
SUPERVISIÓN**

**ELABORÓ:
CONTRATISTA**

**ELABORÓ:
INTERVENTOR**

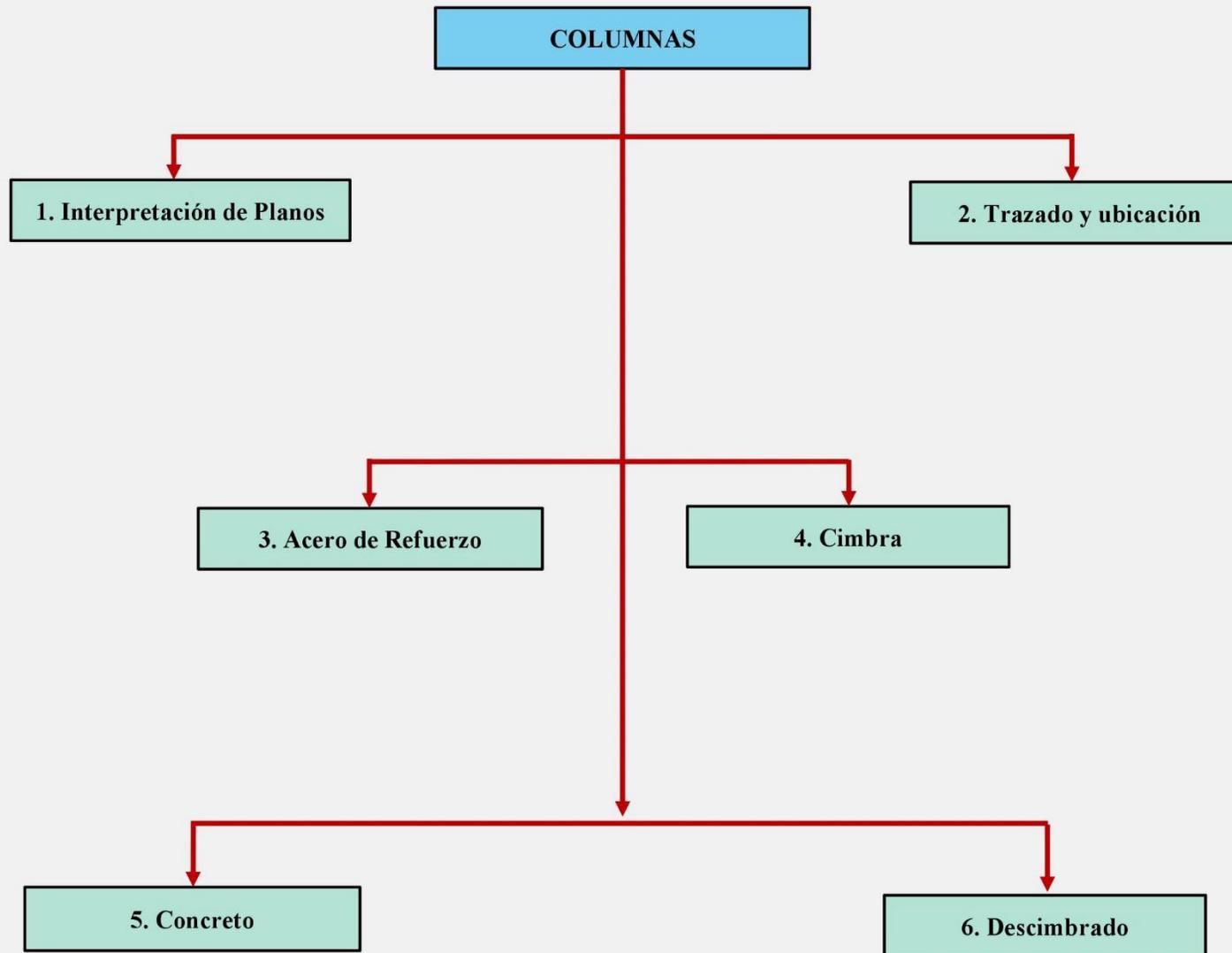


Figura 51. Control Técnico de Columnas
Fuente: Autores

Logo	Nombre de la empresa		Revisión
	CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS		
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:	
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:	
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:	
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:	

1	Interpretación de planos	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
1,1	En los planos estructurales se describen las especificaciones de los materiales de construcción, tales como: resistencia del concreto y resistencia del acero.					
1,2	Se evidencia en los planos estructurales tamaño y localización de todos los elementos, así como sus dimensiones y refuerzo.					
1,3	Se evidencia en los planos estructurales tipo y localización de conexiones entre elementos estructurales y los empalmes entre los elementos de refuerzo.					
1,4	Se describe el grado de disipación de energía, bajo el cual se diseñó el material estructural del sistema de resistencia sísmica.					
1,5	Se describe el grupo de uso al cual pertenece la edificación.					
2	Trazado y ubicación	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
2,1	El trazado y ubicación de la columna se realizó de acuerdo con los planos estructurales del proyecto.					
2,2	El trazado y ubicación de la columna se realizó de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto, teniendo en cuenta equipo, herramienta y mano de obra a utilizar.					
3	Acero de Refuerzo	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			

3,1	Las condiciones del acero de refuerzo deben cumplir con la NTC 2289 (Marcado de barras, separación de resaltes, longitud de resaltes, ángulo de resalte con respecto al eje de la barra y verificación de peso). Para el manejo en obra, desarrollar el Check List de materiales.					
3,2	El refuerzo de la columna embebida en la zapata debe estar orientado de forma adecuada, direccionado hacia los vértices de la zapata.					
3,3	Columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): Los empalmes mecánicos deben cumplir con C.21.1.6 y los empalmes soldados deben cumplir con C.21.1.7. Los empalmes por traslapos se permiten únicamente en la mitad central de la longitud del elemento y deben diseñarse como empalmes a tracción.					
3,4	Columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): En ambos extremos del elemento debe proporcionarse estribos cerrados de confinamiento con un espaciamiento de s_0 por una longitud l_0 , medida desde la cara del nudo. El espaciamiento so no debe exceder el menor de: Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada de menor diámetro; 16 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento; Un tercio de la menor dimensión de la sección transversal de la columna y 150 mm.					
3,5	Columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): La longitud l_0 , no debe ser menor que la mayor entre: Una sexta parte de la luz libre de la columna; La mayor dimensión de la sección transversal de la columna y 500 mm.					
3,6	Columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): El refuerzo transversal debe disponerse mediante estribos cerrados de confinamiento rectilíneos, como mínimo de diámetro N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm), con o sin ganchos suplementarios.					
3,7	Columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de $S_0/2$ de la cara del nudo.					

3,8	Columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): Fuera de la longitud l_0 , deben colocarse estribos de confinamiento con la misma disposición, diámetro de barra y resistencia a la fluencia, f_{yt} , con un espaciamiento centro a centro que no debe ser mayor que 2 veces el espaciamiento utilizado en la longitud l_0 .						
3,9	Columnas con capacidad especial de disipación de energía (DES): En columnas con estribos de confinamiento circulares, el mínimo número de barras longitudinales es 6.						
3,10	Columnas con capacidad especial de disipación de energía (DES): Los empalmes mecánicos deben cumplir C.21.1.6 y los empalmes soldados deben cumplir C.21.1.7. Los empalmes por traslapo se permiten sólo dentro de la mitad central de la longitud del elemento, deben diseñarse como empalmes por traslapo de tracción y deben estar confinados dentro del refuerzo transversal de acuerdo con C.21.6.4.2 y C.21.6.4.3.						
3,11	Columnas con capacidad especial de disipación de energía (DES): El refuerzo transversal en las cantidades que se especifican en C.21.6.4.2 hasta C.21.6.4.4, debe suministrarse en una longitud l_0 medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de desplazamientos laterales inelásticos del pórtico. La longitud l_0 no debe ser menor que la mayor de: La altura del elemento en la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión; Un sexto de la luz libre del elemento, y 450 mm.						
3,12	Columnas con capacidad especial de disipación de energía (DES): La separación del refuerzo transversal a lo largo del eje longitudinal del elemento no debe exceder la menor de: La cuarta parte de la dimensión mínima del elemento; Seis veces el diámetro de la barra de refuerzo longitudinal menor, y so, según lo definido en la ecuación (C.21-5). El valor de so no debe ser mayor a 150 mm y no es necesario tomarlo menor a 100 mm.						

3,13	Columnas con capacidad especial de disipación de energía (DES): Más allá de la longitud l_0 , especificada en C.21.6.4.1, el resto de la columna debe contener refuerzo en forma de espiral o de estribo cerrado de confinamiento, que cumpla con C.7.10, con un espaciamiento, s , medido centro a centro que no exceda al menor de seis veces el diámetro de las barras longitudinales de la columna o 150 mm., a menos que C.21.6.3.2 ó C.21.6.5 requieran mayores cantidades de refuerzo transversal.					
3,14	Columnas con capacidad especial de disipación de energía (DES): Si el recubrimiento de concreto fuera del refuerzo transversal de confinamiento, especificado en C.21.6.4.1, C.21.6.4.5 y C.21.6.4.6, excede 100 mm, debe colocarse refuerzo transversal adicional. El recubrimiento de concreto sobre el refuerzo transversal adicional no debe exceder de 100 mm con un espaciamiento del refuerzo transversal adicional no superior a 300 mm.					
3,15	El acero descrito en planos se encuentra instalado en obra. (Formato Control Construcción Columnas).					
4	Cimbra	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
4,1	Se verifican todas las recomendaciones realizadas en los planos para que se pueda realizar la colocación conforme al diseño especificado.					
4,2	Antes de colocar el encofrado, se deben verificar niveles y aplomar las superficies de soporte del encofrado.					
4,3	Las cimbras deben limpiarse perfectamente de toda basura, mortero, materiales extraños.					
4,4	Se debe aplicar un tipo de desmoldante que ayude a retirar de forma fácil la formaleta y que evite que el concreto se adhiera a la misma.					
4,5	La cimbra y encofrado se instala cumpliendo con la forma, niveles y dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos y especificaciones.					
4,6	Los encofrados deben estar debidamente arriostrados y amarrados, que ayuden a garantizar la resistencia para que la forma del elemento estructural se mantengan.					

4,7	Las cimbras y encofrados deben ser esencialmente y suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero.					
4,8	Las cimbras y encofrados y sus apoyos, deben diseñarse de tal manera que no dañen la estructura previamente construida.					
4,9	Los revestimientos de las cimbras deben aplicarse antes de colocar el acero de refuerzo y no deben usarse en cantidades que lleguen a las varillas o a las juntas de construcción del concreto.					
5	Concreto	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
5,1	Revisar los diseños de mezcla presentados por el contratista determinando la dosificación para la elaboración del concreto.					
5,2	Se deben desarrollar check list de los materiales para la elaboración del concreto (Cemento, Agregados pétreos y agua).					
5,3	Para concreto diseñado y construido de acuerdo con el Reglamento NSR-10, f'c no puede ser inferior a 17 MPa.					
5,4	Columnas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 250 mm. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.20 m pero su área no puede ser menor de 0.0625 m ² .					
5,5	Columnas con capacidad especial de disipación de energía (DES): La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, no debe ser menor de 300 mm. Las columnas en forma de T, C o I pueden tener una dimensión mínima de 0.25 m pero su área no puede ser menor de 0.09 m ² .					
5,6	La resistencia especificada a la compresión del concreto, f'c, no debe ser menor que 21 MPa.					
5,7	Para garantizar que estos concretos cumplan condiciones mínimas de durabilidad debe diseñarse con una relación de a/mc no superior a 0.60.					

5,8	En la preparación previa a la colocación del concreto, todo equipo debe estar limpio, deben retirarse los escombros, el encofrado debe estar recubierto con desmoldante, el refuerzo debe estar completamente libre, el agua libre debe retirarse y la superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada.					
5,9	El concreto se debe mezclar en obra de acuerdo a: utilizar una mezcladora de tipo aprobado, girar a la velocidad recomendada por el fabricante, la duración del mezclado deber ser por lo menos de 90 segundos y debe llevarse un registro detallado del mezclado.					
5,10	El concreto debe transportarse desde la mezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que eviten la segregación o la pérdida de material					
5,11	El concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación debida a su manipulación o desplazamiento.					
5,12	La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo.					
5,13	No debe utilizarse concreto al que después de preparado se le adiciones agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial, a menos sea aprobado por el profesional facultado para diseñar.					
5,14	Una vez iniciada la colocación del concreto, ésta debe efectuarse en una operación continua hasta que se termine el llenado del panel o sección, definida por sus límites o juntas predeterminadas, excepto en lo permitido o prohibido por C.6.4.					
5,15	Todo concreto debe compactarse cuidadosamente por medios adecuados durante la colocación, y debe acomodarse por completo alrededor del refuerzo y de la instalaciones embebidas, y en las esquinas del encofrado.					

5,16	Cuando la cantidad total de una clase dada de concreto sea menor que 10 m ³ , no se requieren ensayos de resistencia cuando la evidencia de que la resistencia es satisfactoria sea aprobada por el Supervisor Técnico.					
5,17	Las muestras (véase C.5.6.2.4) para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 40 m ³ de concreto, ni menos de una vez por cada 200 m ² de superficie de losas o muros. De igual manera, como mínimo, debe tomarse una muestra por cada 50 tandas de mezclado de cada clase de concreto.					
5,18	Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida por C.5.6.2.1 proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos en cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada tanda cuando se empleen menos de cinco.					
5,19	El ensayo de asentamiento de la mezcla, debe realizarse de acuerdo a la NTC 396 y evaluarse la tolerancia según la NTC 3318.					
5,20	Las muestras para ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con NTC 454.					
5,21	Los cilindros para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con NTC 550 (ASTM C31M), y deben ensayarse de acuerdo con NTC 673 (ASTM C39M). Los cilindros deben ser de 100 por 200 mm o de 150 por 300 mm.					
5,22	El laboratorio que realice los ensayos de aceptación debe cumplir con la norma ASTM C1077.					
5,23	A menos de que se realice un curado acelerado, el concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10° C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación (excepto para concreto de alta resistencia inicial).					
5,24	La superficie de las juntas de construcción del concreto debe limpiarse y debe estar libre de lechada.					

5,25	Inmediatamente antes de iniciar una nueva etapa de colocación de concreto, deben mojarse todas las juntas de construcción y debe eliminarse el agua apozada.					
5,26	Las juntas de construcción en entrepisos deben estar localizadas dentro del tercio central del vano de las losas, vigas y vigas principales.					
5,27	Las juntas de construcción en las vigas principales deben desplazarse a una distancia mínima de dos veces el ancho de las vigas que las intersecten.					
5,28	Las vigas, vigas principales, o losas apoyadas sobre columnas o muros no deben construirse hasta que el concreto del apoyo vertical haya endurecido hasta el punto que haya dejado de ser plástico.					
5,29	Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de $f'c$.					
5,30	El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria, si cumple con los dos requisitos siguientes: cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (véase C.5.6.2.4) es igual o superior a $f'c$ y ningún resultado del ensayo de resistencia (véase C.5.6.2.4) es menor que $f'c$ por más de 3.5 MPa cuando $f'c$ es 35 MPa o menor; o por más de $0.10f'c$ cuando $f'c$ es mayor a 35 MPa.					
5,31	La dimensión de concreto en planos se encuentra instalado en obra. (Formato Control Construcción Columnas).					
6	Descimbrado	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
6,10	La cimbra debe retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura. El concreto expuesto por el descimbrado debe tener suficiente resistencia para no ser dañado por las operaciones de descimbrado.					

**ELABORÓ:
SUPERVISIÓN**

**ELABORÓ:
CONTRATISTA**

**ELABORÓ:
INTERVENTOR**

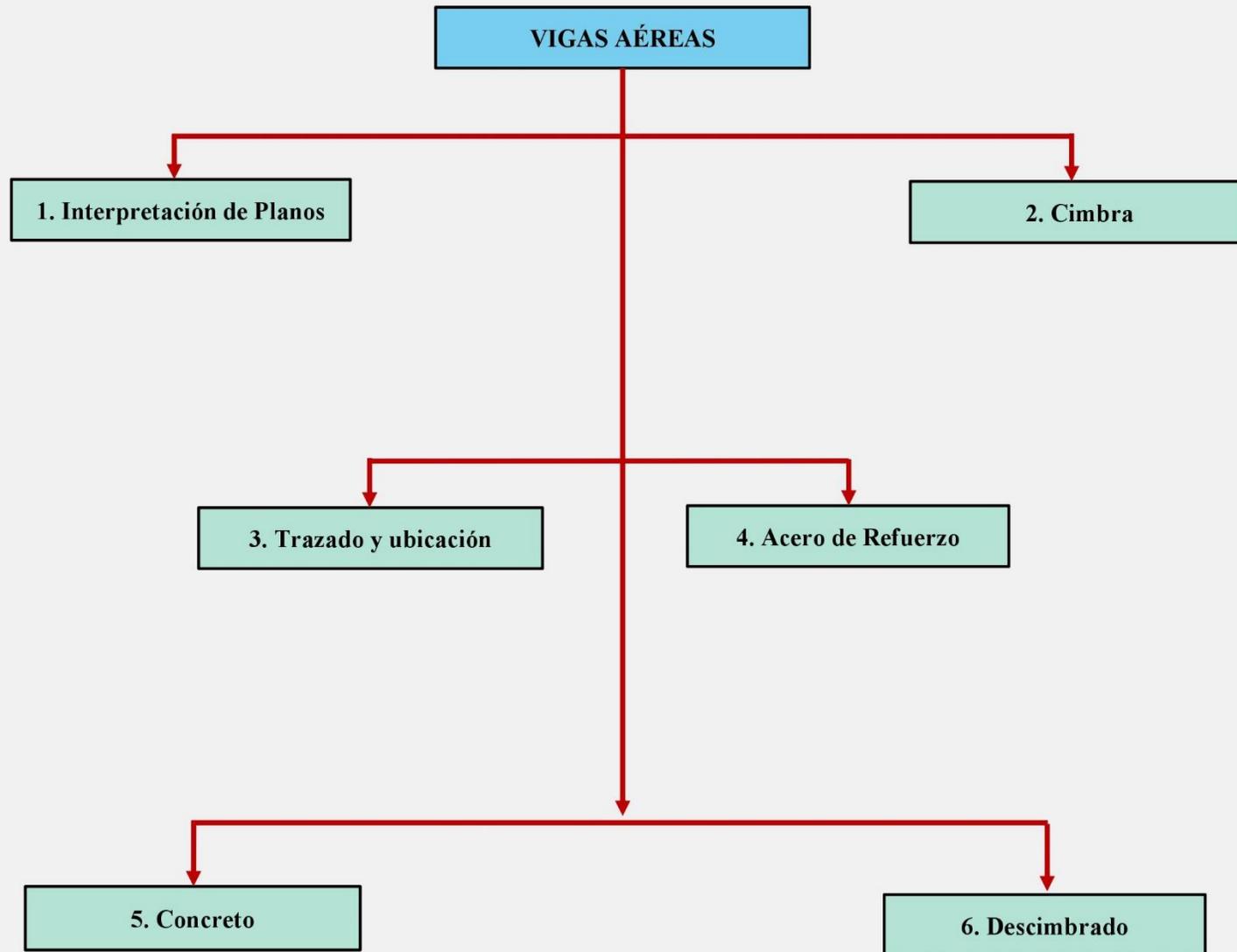


Figura 52. Control Técnico de Vigas Aéreas
Fuente: Autores

Logo	Nombre de la empresa			Revisión
	CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE VIGAS AEREAS			
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:		
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:		
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:		
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:		

1	Interpretación de planos	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
1,1	En los planos estructurales se describen las especificaciones de los materiales de construcción, tales como: resistencia del concreto y resistencia del acero.					
1,2	Se evidencia en los planos estructurales tamaño y localización de todos los elementos, así como sus dimensiones y refuerzo.					
1,3	Se evidencia en los planos estructurales tipo y localización de conexiones entre elementos estructurales y los empalmes entre los elementos de refuerzo.					
1,4	Se describe el grado de disipación de energía, bajo el cual se diseñó el material estructural del sistema de resistencia sísmica.					
1,5	Se describe el grupo de uso al cual pertenece la edificación.					
2	Cimbra	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
2,1	Se verifican todas las recomendaciones realizadas en los planos para que se pueda realizar la colocación conforme al diseño especificado.					
2,2	Antes de colocar el encofrado, se deben verificar niveles y aplomar las superficies de soporte del encofrado.					
2,3	Las cimbras deben limpiarse perfectamente de toda basura, mortero, materiales extraños.					
2,4	Se debe aplicar un tipo de desmoldante que ayude a retirar de forma fácil la formaleta y que evite que el concreto se adhiera a la misma.					

2,5	La cimbra y encofrado se instala cumpliendo con la forma, niveles y dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos y especificaciones.					
2,6	Los encofrados deben estar debidamente arriostrados y amarrados, que ayuden a garantizar la resistencia para que la forma del elemento estructural se mantengan.					
2,7	Las cimbras y encofrados deben ser esencialmente y suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero.					
2,8	Las cimbras y encofrados y sus apoyos, deben diseñarse de tal manera que no dañen la estructura previamente construida.					
2,9	Los revestimientos de las cimbras deben aplicarse antes de colocar el acero de refuerzo y no deben usarse en cantidades que lleguen a las varillas o a las juntas de construcción del concreto.					
3	Trazado y ubicación	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
3,1	El trazado y ubicación de la viga aérea se realizó de acuerdo con los planos estructurales del proyecto.					
3,2	El trazado y ubicación de la viga aérea se realizó de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto, teniendo en cuenta equipo, herramienta y mano de obra a utilizar.					
4	Acero de Refuerzo	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
4,1	Las condiciones del acero de refuerzo deben cumplir con la NTC 2289 (Marcado de barras, separación de resaltes, longitud de resaltes, ángulo de resalte con respecto al eje de la barra y verificación de peso). Para el manejo en obra, desarrollar el Check List de materiales.					
4,2	Vigas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): Debe haber al menos dos barras continuas con diámetro igual o superior a N° 4 (1/2") o 12M (12 mm), tanto arriba como abajo.					

4,3	Vigas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): No se permiten empalmes por traslapos dentro de nudos					
4,4	Vigas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): En ambos extremos del elemento, deben disponerse estribos cerrados de confinamiento, al menos No 3 (3/8") o 10M (10 mm) por longitudes iguales a 2h, medidas desde la cara de elemento de apoyo hacia el centro de la luz. El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 mm, de la cara del elemento de apoyo.					
4,5	Vigas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no deben exceder el menor de: $d/4$; Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada más pequeña; 24 veces el diámetro de la barra del estribo cerrado de confinamiento; 300 mm.					
4,6	Vigas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): Los estribos rectilíneos deben disponerse de tal forma que cada barra longitudinal de esquina y barra alterna tenga apoyo lateral proporcionado por la esquina de un estribo con un ángulo interior no mayor de 135° , y ninguna barra longitudinal debe estar separada a más de 150 mm libres de una barra apoyada lateralmente.					
4,7	Vigas con capacidad moderada de disipación de energía (DMO): Deben colocarse estribos con ganchos sísmicos en ambos extremos espaciados a no más de $d/2$ en toda la longitud del elemento.					
4,8	Vigas con capacidad especial de disipación de energía (DES): Al menos dos barras deben disponerse en forma continua tanto en la parte superior como inferior.					
4,9	Vigas con capacidad especial de disipación de energía (DES): Sólo se permiten empalmes por traslapo de refuerzo de flexión cuando se proporcionan estribos cerrados de confinamiento o espirales en la longitud de empalme por traslapo. El espaciamiento del refuerzo transversal que confina las barras traslapadas no debe exceder al menor entre $d/4$ y 100 mm.					

4,10	Vigas con capacidad especial de disipación de energía (DES): No deben usarse empalmes por traslapo: Dentro de los nudos; En una distancia de dos veces la altura del elemento medida desde la cara del nudo, y Donde el análisis indique fluencia por flexión causada por desplazamientos laterales inelásticos del pórtico.					
4,11	Vigas con capacidad moderada (DMO) y especial de disipación de energía (DES): Los empalmes mecánicos deben cumplir con C.21.1.6 y los empalmes soldados deben cumplir con C.21.1.7.					
4,12	Vigas con capacidad especial de disipación de energía (DES): Deben disponerse estribos cerrados de confinamiento en una longitud igual a dos veces la altura del elemento, medida desde la cara de elemento de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos del elemento en flexión.					
4,13	Vigas con capacidad especial de disipación de energía (DES): El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 50 mm de la cara del elemento de apoyo.					
4,14	Vigas con capacidad especial de disipación de energía (DES): El espaciamiento de los estribos cerrados de confinamiento no debe exceder el menor de: $d/4$; Seis veces el diámetro de las barras longitudinales principales más pequeñas, incluyendo el refuerzo superficial requerido por C.10.6.7 y, 150 mm.					
4,15	Vigas con capacidad especial de disipación de energía (DES): Cuando se requieran estribos cerrados de confinamiento, las barras longitudinales principales para flexión más cercana a las caras de tracción y compresión deben tener soporte lateral conforme a C.7.10.5.3 o C.7.10.5.4. El espaciamiento entre barras longitudinales con soporte lateral no debe exceder 350 mm. No hay necesidad de dar soporte lateral al refuerzo superficial requerido por C.10.6.7.					

4,16	Vigas con capacidad especial de disipación de energía (DES): Los estribos rectilíneos deben disponerse de tal forma que cada barra longitudinal de esquina y barra alterna tenga apoyo lateral proporcionado por la esquina de un estribo con un ángulo interior no mayor de 135°, y ninguna barra longitudinal debe estar separada a más de 150 mm libres de una barra apoyada lateralmente.					
4,17	Vigas con capacidad especial de disipación de energía (DES): Cuando no se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben colocarse estribos con ganchos sísmicos en ambos extremos, espaciados a no más de $d/2$ en toda la longitud del elemento.					
4,18	El acero descrito en planos se encuentra instalado en obra. (Formato Control Construcción Vigas Aéreas).					
5	Concreto	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
5,1	Revisar los diseños de mezcla presentados por el contratista determinando la dosificación para la elaboración del concreto.					
5,2	Se deben desarrollar check list de los materiales para la elaboración del concreto (Cemento, Agregados pétreos y agua).					
5,3	Para concreto diseñado y construido de acuerdo con el Reglamento NSR-10, $f'c$ no puede ser inferior a 17 MPa.					
5,4	Dimensiones de vigas con capacidad de disipación de energía moderada (DMO): Se deben consultar las tablas C.9.5(a) y CR.9.5 para la altura del elemento estructural.					
5,5	Dimensiones de vigas con capacidad de disipación de energía especial (DES): Se deben consultar las tablas C.9.5(a) y CR.9.5 para la altura del elemento estructural.					
5,6	La resistencia especificada a la compresión del concreto, $f'c$, no debe ser menor que 21 MPa.					
5,7	Para garantizar que estos concretos cumplan condiciones mínimas de durabilidad debe diseñarse con una relación de a/mc no superior a 0.60.					

5,8	En la preparación previa a la colocación del concreto, todo equipo debe estar limpio, deben retirarse los escombros, el encofrado debe estar recubierto con desmoldante, el refuerzo debe estar completamente libre, el agua libre debe retirarse y la superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada.					
5,9	El concreto se debe mezclar en obra de acuerdo a: utilizar una mezcladora de tipo aprobado, girar a la velocidad recomendada por el fabricante, la duración del mezclado deber ser por lo menos de 90 segundos y debe llevarse un registro detallado del mezclado.					
5,10	El concreto debe transportarse desde la mezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que eviten la segregación o la pérdida de material					
5,11	El concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación debida a su manipulación o desplazamiento.					
5,12	La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo.					
5,13	No debe utilizarse concreto al que después de preparado se le adiciones agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial, a menos sea aprobado por el profesional facultado para diseñar.					
5,14	Una vez iniciada la colocación del concreto, ésta debe efectuarse en una operación continua hasta que se termine el llenado del panel o sección, definida por sus límites o juntas predeterminadas, excepto en lo permitido o prohibido por C.6.4.					
5,15	Todo concreto debe compactarse cuidadosamente por medios adecuados durante la colocación, y debe acomodarse por completo alrededor del refuerzo y de la instalaciones embebidas, y en las esquinas del encofrado.					

5,17	Las muestras (véase C.5.6.2.4) para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 40 m ³ de concreto, ni menos de una vez por cada 200 m ² de superficie de losas o muros. De igual manera, como mínimo, debe tomarse una muestra por cada 50 tandas de mezclado de cada clase de concreto.					
5,18	Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida por C.5.6.2.1 proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos en cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada tanda cuando se empleen menos de cinco.					
5,19	El ensayo de asentamiento de la mezcla, debe realizarse de acuerdo a la NTC 396 y evaluarse la tolerancia según la NTC 3318.					
5,20	Las muestras para ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con NTC 454.					
5,21	Los cilindros para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con NTC 550 (ASTM C31M), y deben ensayarse de acuerdo con NTC 673 (ASTM C39M). Los cilindros deben ser de 100 por 200 mm o de 150 por 300 mm.					
5,22	El laboratorio que realice los ensayos de aceptación debe cumplir con la norma ASTM C1077.					
5,23	A menos de que se realice un curado acelerado, el concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10° C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación (excepto para concreto de alta resistencia inicial).					
5,24	La superficie de las juntas de construcción del concreto debe limpiarse y debe estar libre de lechada.					
5,25	Inmediatamente antes de iniciar una nueva etapa de colocación de concreto, deben mojarse todas las juntas de construcción y debe eliminarse el agua apozada.					

5,26	Las juntas de construcción en entrepisos deben estar localizadas dentro del tercio central del vano de las losas, vigas y vigas principales.					
	Las juntas de construcción en las vigas principales deben desplazarse a una distancia mínima de dos veces el ancho de las vigas que las intersecten.					
5,27	Las vigas, vigas principales, o losas apoyadas sobre columnas o muros no deben construirse hasta que el concreto del apoyo vertical haya endurecido hasta el punto que haya dejado de ser plástico.					
5,27	Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de $f'c$.					
	El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria, si cumple con los dos requisitos siguientes: cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (véase C.5.6.2.4) es igual o superior a $f'c$ y ningún resultado del ensayo de resistencia (véase C.5.6.2.4) es menor que $f'c$ por más de 3.5 MPa cuando $f'c$ es 35 MPa o menor; o por más de $0.10f'c$ cuando $f'c$ es mayor a 35 MPa.					
5,27	La dimensión de concreto en planos se encuentra instalado en obra. (Formato Control Construcción Vigas Aéreas).					
6	Descimbrado	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
6,1	La cimbra debe retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura. El concreto expuesto por el descimbrado debe tener suficiente resistencia para no ser dañado por las operaciones de descimbrado.					

ELABORÓ:
SUPERVISIÓN

ELABORÓ:
CONTRATISTA

ELABORÓ:
INTERVENTOR

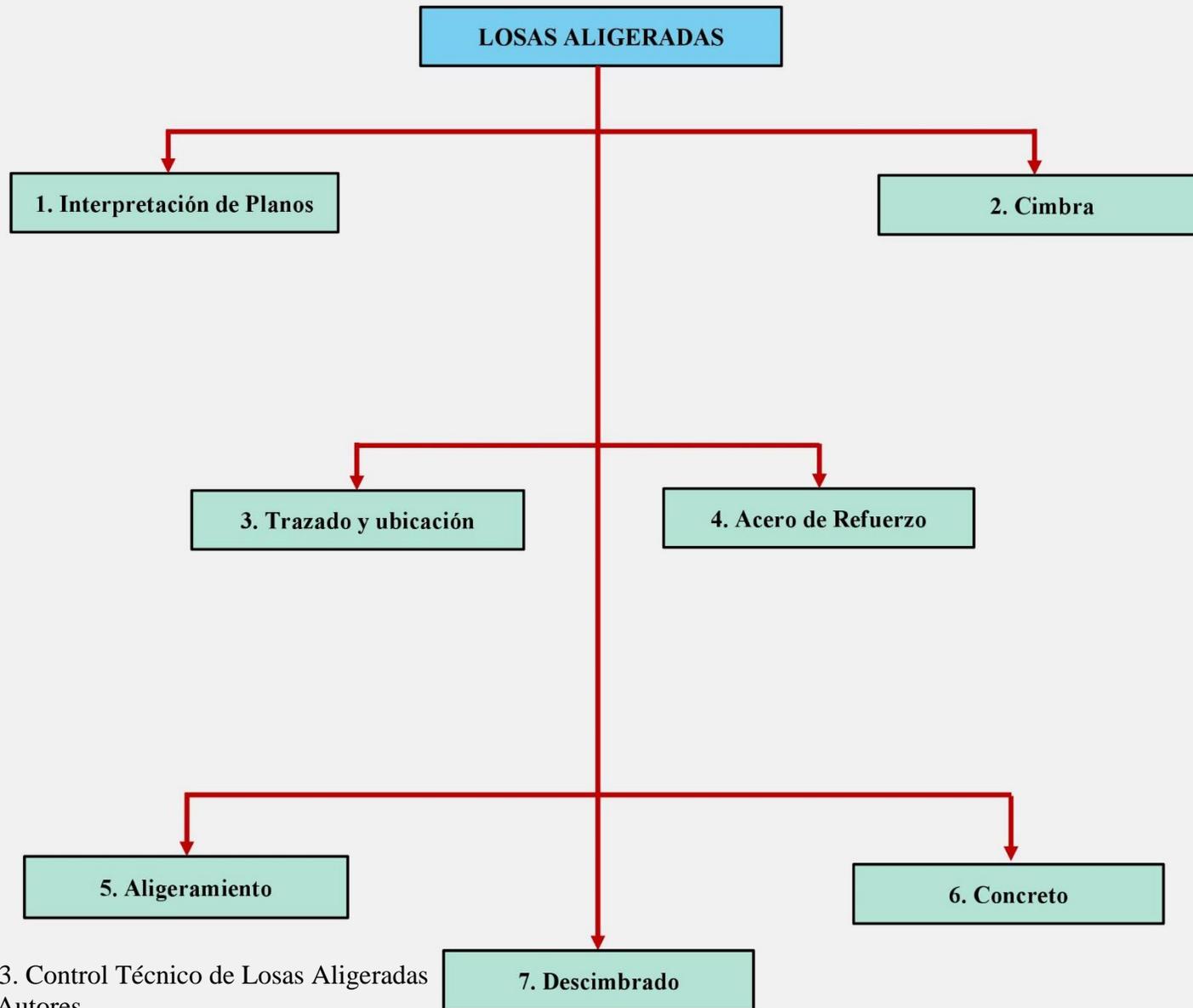


Figura 53. Control Técnico de Losas Aligeradas
Fuente: Autores

Logo	Nombre de la empresa			Revisión
	CHECK LIST CONSTRUCCIÓN DE LOSAS ALIGERADAS			
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:		
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:		
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:		
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:		

1	Interpretación de planos	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
1,1	En los planos estructurales se describen las especificaciones de los materiales de construcción, tales como: resistencia del concreto y resistencia del acero.					
1,2	Se evidencia en los planos estructurales tamaño y localización de todos los elementos, así como sus dimensiones y refuerzo.					
1,3	Se evidencia en los planos estructurales tipo y localización de conexiones entre elementos estructurales y los empalmes entre los elementos de refuerzo.					
1,4	Se describe el grado de disipación de energía, bajo el cual se diseñó el material estructural del sistema de resistencia sísmica.					
1,5	Se describe el grupo de uso al cual pertenece la edificación.					
2	Cimbra	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
2,1	Se verifican todas las recomendaciones realizadas en los planos para que se pueda realizar la colocación conforme al diseño especificado.					
2,2	Antes de colocar el encofrado, se deben verificar niveles y aplomar las superficies de soporte del encofrado.					
2,3	Las cimbras deben limpiarse perfectamente de toda basura, mortero, materiales extraños.					
2,4	Se debe aplicar un tipo de desmoldante que ayude a retirar de forma fácil la formaleta y que evite que el concreto se adhiera a la misma.					

2,5	La cimbra y encofrado se instala cumpliendo con la forma, niveles y dimensiones de los elementos según lo indicado en los planos y especificaciones.					
2,6	Los encofrados deben estar debidamente arriostrados y amarrados, que ayuden a garantizar la resistencia para que la forma del elemento estructural se mantengan.					
2,7	Las cimbras y encofrados deben ser esencialmente y suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero.					
2,8	Las cimbras y encofrados y sus apoyos, deben diseñarse de tal manera que no dañen la estructura previamente construida.					
2,9	Los revestimientos de las cimbras deben aplicarse antes de colocar el acero de refuerzo y no deben usarse en cantidades que lleguen a las varillas o a las juntas de construcción del concreto.					
3	Trazado y ubicación	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
3,1	El trazado y ubicación de la losa se realizó de acuerdo con los planos estructurales del proyecto.					
3,2	El trazado y ubicación de la losa se realizó de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto, teniendo en cuenta equipo, herramienta y mano de obra a utilizar.					
4	Acero de Refuerzo	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
4,1	Las condiciones del acero de refuerzo deben cumplir con la NTC 2289 (Marcado de barras, separación de resaltes, longitud de resaltes, ángulo de resalte con respecto al eje de la barra y verificación de peso). Para el manejo en obra, desarrollar el Check List de materiales.					
4,2	El refuerzo para momento positivo perpendicular a un borde discontinuo debe prolongarse hasta el borde de la losa y tener una longitud embebida recta o en gancho, de por lo menos 150 mm en las vigas, muros o columnas perimetrales.					
4,3	El refuerzo para momento negativo perpendicular a un borde discontinuo debe doblarse, formar ganchos o anclarse en las vigas, muros o columnas perimetrales, para que desarrolle su capacidad a tracción en la cara del apoyo, de acuerdo con las disposiciones del Capítulo C.12.					

4,4	El refuerzo de retracción y temperatura no debe colocarse con una separación mayor de 5 veces el espesor de la losa ni de 450 mm.					
4,5	Protección de concreto para el refuerzo: Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo: (Sección C.7.7, Título C, NSR-10) Losas, muros, viguetas: Barras No 11 (1-3/8") o 36M (36 mm) y menores, recubrimiento de concreto en mm..... 20					
4,6	El acero descrito en planos se encuentra instalado en obra. (Formato Control Construcción Losa Aligerada).					
5	Aligeramiento	Cumple SI NO		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
5,1	Se debe emplear el aligeramiento descrito en los planos estructurales y especificaciones técnicas del proyecto.					
5,2	La ubicación e instalación del aligeramiento debe garantizar las dimensiones y forma de los elementos estructurales como vigas y viguetas.					
6	Concreto	Cumple SI NO		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
6,1	Revisar los diseños de mezcla presentados por el contratista determinando la dosificación para la elaboración del concreto.					
6,2	Se deben desarrollar check list de los materiales para la elaboración del concreto (Cemento, Agregados pétreos y agua).					
6,3	Para concreto diseñado y construido de acuerdo con el Reglamento NSR-10, f'c no puede ser inferior a 17 MPa.					
6,4	El ancho de las nervaduras no debe ser menor de 100 mm en su parte superior y su ancho promedio no puede ser menor de 80 mm; y debe tener una altura no mayor de 5 veces su ancho promedio.					

6,5	Para losas nervadas en una dirección, la separación máxima entre nervios, medida centro a centro, no puede ser mayor que 2.5 veces el espesor total de la losa, sin exceder 1.20 m. Para losas nervadas en dos direcciones, la separación máxima entre nervios, medida centro a centro, no puede ser mayor que 3.5 veces el espesor total de la losa, sin exceder 1.50 m.					
6,6	Cuando se trate de losas nervadas en una dirección, deben colocarse viguetas transversales de repartición con una separación libre máxima de 10 veces el espesor total de la losa, sin exceder 4.0 m.					
6,7	La porción vaciada en sitio de la losa superior debe tener al menos 45 mm de espesor, pero ésta no debe ser menor de 1/20 de la distancia libre entre los nervios. El espesor de la losa de concreto vaciada en sitio sobre aligeramientos permanentes de concreto, de arcilla cocida, o plaquetas prefabricadas, la parte vaciada en sitio del espesor mínimo de la loseta superior puede reducirse a 40 mm.					
6,8	La resistencia especificada a la compresión del concreto, $f'c$, no debe ser menor que 21 MPa.					
6,9	Para garantizar que estos concretos cumplan condiciones mínimas de durabilidad debe diseñarse con una relación de a/mc no superior a 0.60.					
6,10	En la preparación previa a la colocación del concreto, todo equipo debe estar limpio, deben retirarse los escombros, el encofrado debe estar recubierto con desmoldante, el refuerzo debe estar completamente libre, el agua libre debe retirarse y la superficie de concreto endurecido debe estar libre de lechada.					
6,11	El concreto se debe mezclar en obra de acuerdo a: utilizar una mezcladora de tipo aprobado, girar a la velocidad recomendada por el fabricante, la duración del mezclado deber ser por lo menos de 90 segundos y debe llevarse un registro detallado del mezclado.					
6,12	El concreto debe transportarse desde la mezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que eviten la segregación o la pérdida de material.					
6,13	El concreto debe depositarse lo más cerca posible de su ubicación final para evitar la segregación debida a su manipulación o desplazamiento.					

6,14	La colocación debe efectuarse a una velocidad tal que el concreto conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre el refuerzo.					
6,15	No debe utilizarse concreto al que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial, a menos sea aprobado por el profesional facultado para diseñar.					
6,16	Una vez iniciada la colocación del concreto, ésta debe efectuarse en una operación continua hasta que se termine el llenado del panel o sección, definida por sus límites o juntas predeterminadas, excepto en lo permitido o prohibido por C.6.4.					
6,17	Todo concreto debe compactarse cuidadosamente por medios adecuados durante la colocación, y debe acomodarse por completo alrededor del refuerzo y de la instalaciones embebidas, y en las esquinas del encofrado.					
6,18	Cuando la cantidad total de una clase dada de concreto sea menor que 10 m ³ , no se requieren ensayos de resistencia cuando la evidencia de que la resistencia es satisfactoria sea aprobada por el Supervisor Técnico.					
6,19	Las muestras (véase C.5.6.2.4) para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 40 m ³ de concreto, ni menos de una vez por cada 200 m ² de superficie de losas o muros. De igual manera, como mínimo, debe tomarse una muestra por cada 50 tandas de mezclado de cada clase de concreto.					
6,20	Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida por C.5.6.2.1 proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos en cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada tanda cuando se empleen menos de cinco.					
6,21	El ensayo de asentamiento de la mezcla, debe realizarse de acuerdo a la NTC 396 y evaluarse la tolerancia según la NTC 3318.					

6,22	Las muestras para ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con NTC 454.					
6,23	Los cilindros para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con NTC 550 (ASTM C31M), y deben ensayarse de acuerdo con NTC 673 (ASTM C39M). Los cilindros deben ser de 100 por 200 mm o de 150 por 300 mm.					
6,24	El laboratorio que realice los ensayos de aceptación debe cumplir con la norma ASTM C1077.					
6,25	A menos de que se realice un curado acelerado, el concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10° C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después de la colocación (excepto para concreto de alta resistencia inicial).					
6,26	La superficie de las juntas de construcción del concreto debe limpiarse y debe estar libre de lechada.					
6,27	Inmediatamente antes de iniciar una nueva etapa de colocación de concreto, deben mojarse todas las juntas de construcción y debe eliminarse el agua apozada.					
6,28	Las juntas de construcción en entrepisos deben estar localizadas dentro del tercio central del vano de las losas, vigas y vigas principales.					
6,29	Las juntas de construcción en las vigas principales deben desplazarse a una distancia mínima de dos veces el ancho de las vigas que las intersecten.					
6,30	Las vigas, vigas principales, o losas apoyadas sobre columnas o muros no deben construirse hasta que el concreto del apoyo vertical haya endurecido hasta el punto que haya dejado de ser plástico.					
6,31	Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'c.					

6,32	El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria, si cumple con los dos requisitos siguientes: cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos (véase C.5.6.2.4) es igual o superior a $f'c$ y ningún resultado del ensayo de resistencia (véase C.5.6.2.4) es menor que $f'c$ por más de 3.5 MPa cuando $f'c$ es 35 MPa o menor; o por más de $0.10f'c$ cuando $f'c$ es mayor a 35 MPa.					
6,33	La dimensión de concreto en planos se encuentra instalado en obra. (Formato Control Construcción Losa Aligerada).					
7	Descimbrado	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
7,1	La cimbra debe retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura. El concreto expuesto por el descimbrado debe tener suficiente resistencia para no ser dañado por las operaciones de descimbrado.					

ELABORÓ:
SUPERVISIÓN

ELABORÓ:
CONTRATISTA

ELABORÓ:
INTERVENTOR

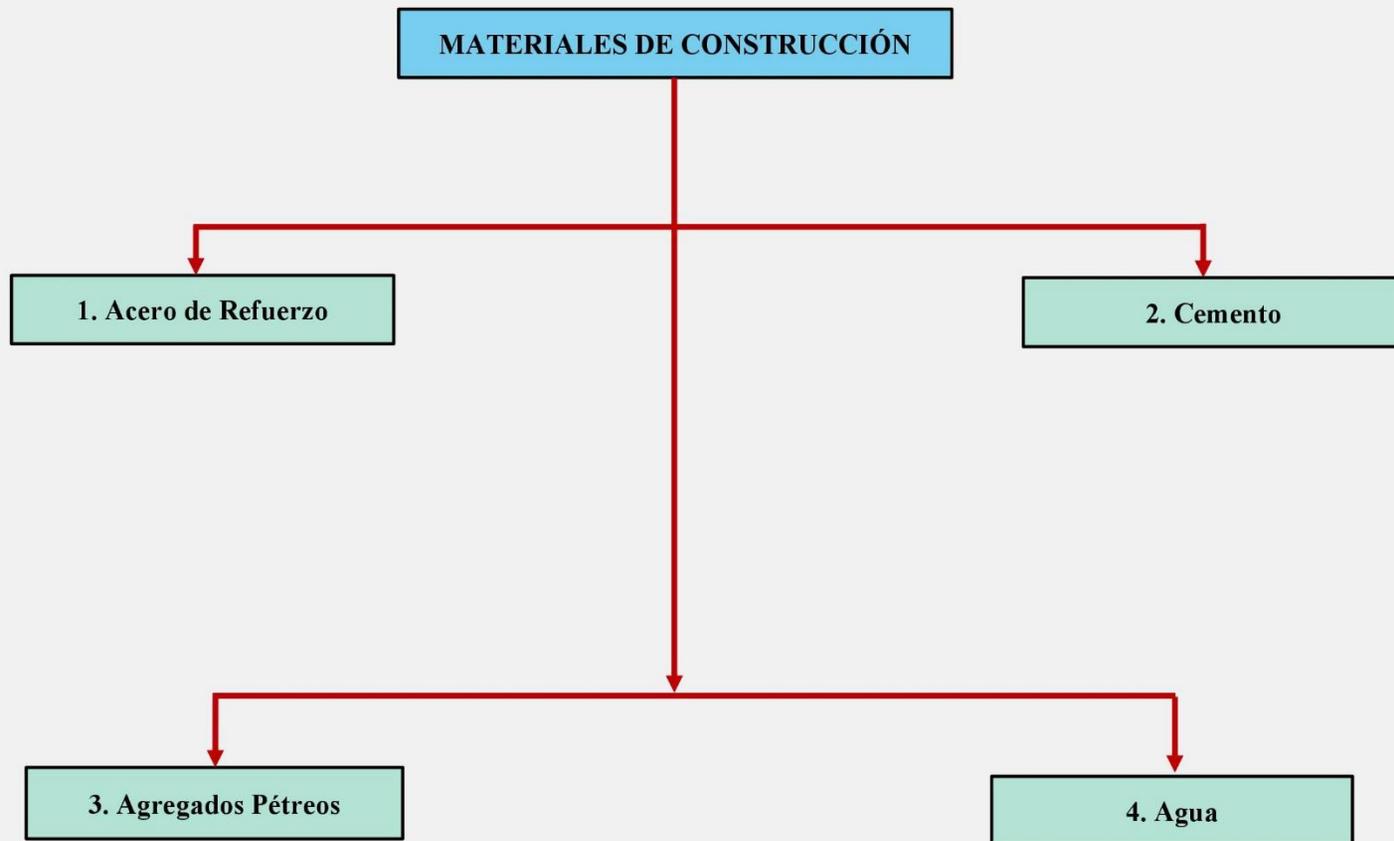


Figura 54. Control Técnico de Materiales de Construcción
Fuente: Autores

Logo	Nombre de la empresa		Revisión
	CHECK LIST MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:	
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:	
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:	
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:	

1	Acero de Refuerzo	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
1,1	El refuerzo debe ser corrugado. El refuerzo liso solo puede utilizarse en estribos, espirales o tendones, y refuerzo de repartición y temperatura. Además, se pueden utilizar cuando el título C del reglamento NSR-10, así lo permita.					
1,2	Se debe identificar la referencia de cada una de las barras que llegan al sitio de construcción, con el fin de que el almacenamiento y separación por diámetro se haga de manera eficiente. Para identificar el tipo y referencia de la barra consultar NTC 2289.					
1,3	Las barras deben almacenarse en anaqueles de probada capacidad de carga, versátiles, con cubierta, suficientemente largos y con soportes para que las barras ni sobresalgan ni se caigan y queden en contacto con el suelo.					
1,4	Las barras deben almacenarse clasificadas por longitudes y diámetros de forma que sea fácil y expedita la localización, identificación y retiro de cualquier varilla. Conviene que el acero tenga aireación y se encuentre bajo cubierta para con ello evitar ciclos de humedecimiento y secado que generan corrosión, aún antes del uso del refuerzo					
1,5	El lugar de almacenamiento debe establecerse teniendo en cuenta la facilidad de almacenamiento o consumo, como también en cuanto no cause efectos sobre la estabilidad de los terrenos donde se encuentre.					
2	Cemento	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			

2,1	Los materiales cementantes empleados en la obra deben corresponder a los que se han tomado como base para la selección de la dosificación del concreto.					
2,2	El cemento debe ser almacenado de manera que se permita fácil acceso para la inspección e identificación de cada despacho. El almacenamiento, ya sea bodega, contenedor, o empaque, debe garantizar la protección del cemento de la hidratación y minimizar el endurecimiento					
2,3	Mantener el cemento en condiciones adecuadas de almacenamiento, en un lugar seco, bajo techo, separado de paredes y pisos, protegido de la humedad, evitando el contacto con el agua.					
2,4	Para el almacenamiento del cemento, se recomienda las siguientes separaciones: Separados de Muros > 50 cm y Aislados del suelo > 30 cm.					
2,5	Optimizar el almacenamiento del cemento, minimizando el número de sacos por pila para evitar la compactación. Recomendable almacenar en pilas de menos de 10 sacos.					
2,6	Se recomienda almacenar el cemento cubiertos con lona.					
3	Agregados pétreos	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
3,1	Los agregados deberán ser partículas limpias, solidas, fuertes y duraderas, libres de químico y de recubrimiento de arcilla o de otros materiales finos que perjudiquen la unión de la pasta de cemento.					
3,2	Se permite el uso de agregados que han demostrado a través de ensayos o por experiencias prácticas que producen concreto de resistencia y durabilidad adecuadas, siempre y cuando sean aprobados por el Supervisor Técnico.					

3,3	El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a: (a) 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado, ni a (b) 1/3 de la altura de la losa, ni a (c) 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos. Estas limitaciones se pueden omitir si a juicio del profesional facultado para diseñar la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de hormigueros, vacíos o segregación en la mezcla.					
3,4	El almacenamiento y manejo de los agregados pétreos debe hacerse de tal manera que no altere su composición y granulometría. Es decir sobre pisos adecuados y separados por lotes, remisiones o viajes para evitar que se mezclen entre sí los agregados de diferente clasificación.					
3,5	No usar aquellos agregados que por cualquier circunstancia se hayan contaminado.					
4	Agua	Cumple		N/A	Acción correctiva / Preventiva	Observación
		SI	NO			
4,1	Controlar principalmente el contenido de azúcares disueltas y materia orgánica. Además identificar concentraciones altas de cloruros y sulfatos.					
4,2	Controlar el PH, orden de magnitud recomendado entre 6 y 8.					
4,3	Utilizar el agua limpia y libre de agentes nocivos que afecten el concreto y el refuerzo (olor, sabor-salobre, transparente). El agua potable no siempre es la más apta para mezclar el cemento (toma de muestra en obra NTC 3459), el orden de magnitud es de 140 a 250 kg/m ³ de concreto.					
4,4	Diseñar por durabilidad					
<hr/>						
ELABORÓ: SUPERVISIÓN		ELABORÓ: CONTRATISTA		ELABORÓ: INTERVENTOR		

Apéndice B

**FORMATOS DE REVISIÓN EN CAMPO PARA LOS PROCESOS DE
CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE PÓRTICO Y LOSAS DE
ENTREPISO Y CUBIERTA ALIGERADA EN EDIFICACIONES DE CONCRETO
REFORZADO DEL PLAN MAESTRO DE LA UFPS OCAÑA**

Logo	Nombre de la empresa			Revisión
	CONTROL CONSTRUCCIÓN DE ZAPATA			
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:		
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:		
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:		
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:		

DESCRIPCION DEL ELEMENTO						
Zapata Tipo:		Ubicación:			Resistencia Cto:	
Dimensiones (m):	B:		L:		h:	Dosificación Cto:
PRELIMINARES						
Actividad	Dimensiones (m)				Cantidad	Fecha:
Replanteo:	B:		L:		h:	
Excavación:	B:		L:		h:	
Entibado:	B:		L:		h:	
Mejoramiento:	B:		L:		h:	
Solado:	B:		L:		h:	
ACERO DE REFUERZO						
	AsL Inferior		AsL Superior		AsT Inferior	AsT Superior
Planos						
Obra						
CONCRETO						
Actividad	Dimensiones (m)				Cantidad	Fecha:
Concreto:	B:		L:		h:	
Ensayos:	Resultados:				Tipo	Fecha:
					Slump	
					Resistencia Compresión	
Observaciones:						

ELABORÓ:
SUPERVISIÓN

ELABORÓ:
CONTRATISTA

ELABORÓ:
INTERVENTOR

Logo	Nombre de la empresa			Revisión
	CONTROL CONSTRUCCIÓN VIGAS DE CIMENTACION			
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:		
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:		
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:		
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:		

DESCRIPCION DEL ELEMENTO							
Viga Cimentación:		Tramo:				Resistencia Cto:	
Dimensiones (m):	L:		b:		h:		Dosificación Cto:
PRELIMINARES							
Actividad	Dimensiones (m)					Cantidad	Fecha:
Replanteo:	L:		b:		h:		
Excavación:	L:		b:		h:		
Entibado:	L:		b:		h:		
Mejoramiento:	L:		b:		h:		
Solado:	L:		b:		h:		
ACERO DE REFUERZO							
Acero de Refuerzo Longitudinal							
	AsL Superior				AsL Inferior		
Planos							
Obra							
Acero de Refuerzo Transversal							
	Zona Confinada		Zona No Confinada		Zona Confinada		Complemento
Planos							
Obra							
CONCRETO							
Actividad	Dimensiones (m)					Cantidad	Fecha:
Concreto:	L:		b:		h:		
Ensayos:	Resultados:					Tipo	Fecha:
						Slump	
						Resistencia Compresión	
Observaciones:							

ELABORÓ:
SUPERVISIÓN

ELABORÓ:
CONTRATISTA

ELABORÓ:
INTERVENTOR

Logo	Nombre de la empresa			Revisión
	CONTROL CONSTRUCCIÓN COLUMNAS			
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:		
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:		
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:		
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:		

DESCRIPCION DEL ELEMENTO					
Columna:		Tramo:		Resistencia Cto:	
Dimensiones (m):	L:	b:	h:	Dosificación Cto:	
ACERO DE REFUERZO					
Acero de Refuerzo Longitudinal					
Planos					
Planos					
Acero de Refuerzo Transversal					
	Zona Confinada	Zona No Confinada	Zona Confinada	Complemento	
Planos					
Obra					
CONCRETO					
Actividad	Dimensiones (m)			Cantidad	Fecha:
Concreto:	L:	b:	h:		
Ensayos:	Resultados:			Tipo	Fecha:
				Slump	
				Resistencia Compresión	
Observaciones:					

ELABORÓ:

ELABORÓ:

ELABORÓ:

SUPERVISIÓN		CONTRATISTA		INTERVENTOR		
Logo	Nombre de la empresa				Revisión	
	CONTROL CONSTRUCCIÓN VIGAS AEREAS					
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:				
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:				
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:				
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:				

DESCRIPCION DEL ELEMENTO						
Viga Aérea:		Tramo:			Resistencia Cto:	
Dimensiones (m):	L:		b:		h:	Dosificación Cto:
ACERO DE REFUERZO						
Acero de Refuerzo Longitudinal						
	AsL Superior			AsL Inferior		
Planos						
Obra						
Acero de Refuerzo Transversal						
	Zona Confinada		Zona No Confinada		Zona Confinada	Complemento
Planos						
Obra						
CONCRETO						
Actividad	Dimensiones (m)				Cantidad	Fecha:
Concreto:	L:		b:		h:	
Ensayos:	Resultados:				Tipo	Fecha:
					Slump	
					Resistencia Compresión	
Observaciones:						

ELABORÓ:
SUPERVISIÓN

ELABORÓ:
CONTRATISTA

ELABORÓ:
INTERVENTOR

Logo	Nombre de la empresa			Revisión
	CONTROL CONSTRUCCIÓN DE LOSA ALIGERADA			
CONTRATO DE OBRA No:		OBJETO:		
CONTRATISTA:		UBICACIÓN:		
INTERVENTOR:		FECHA DE INICIO:		
SUPERVISOR:		FECHA DE TERMINACION:		

DESCRIPCION DEL ELEMENTO						
Panel:		Ubicación:			Resistencia Cto:	
Dimensiones (m):	L:		b:		e:	Dosificación Cto:
Viguetas:	L:		b:		h:	Cantidad viguetas:
ACERO DE REFUERZO						
Acero de Refuerzo Longitudinal						
	AsL Superior			AsL Inferior		
Planos						
Obra						
Acero de Refuerzo Transversal						
	Zona Confinada		Zona No Confinada		Zona Confinada	Malla electro.
Planos						
Obra						
CONCRETO						
Actividad	Dimensiones (m)				Cantidad	Fecha:
Concreto losa:	L:		b:		e:	
Concreto viguetas:	L:		b:		h:	
Ensayos:	Resultados:				Tipo	Fecha:
					Slump	
					Resistencia Compresión	
Observaciones:						

ELABORÓ:
SUPERVISIÓN

ELABORÓ:
CONTRATISTA

ELABORÓ:
INTERVENTOR