

# UNIVERSIDAD DE CUENCA



## FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

### “INVESTIGACIÓN DE LAS PRINCIPALES TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS DE EDIFICACIONES UTILIZADAS EN LA CIUDAD DE CUENCA”

Tesis previa a la obtención del  
título de Ingeniera Civil

**AUTORA:**

**MARTHA AZUCENA LOJA SUCONOTA**

**DIRECTOR:**

**DR. ING. NELSON NAVARRO CAMPOS**

**CUENCA, MARZO DE 2015**



UNIVERSIDAD DE CUENCA

# INVESTIGACIÓN DE LAS PRINCIPALES TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS DE EDIFICACIONES UTILIZADAS EN LA CIUDAD DE CUENCA

**DIRECTOR: DR. ING. NELSON NAVARRO CAMPOS**

**AUTORA: MARTHA AZUCENA LOJA SUCONOTA**



**UNIVERSIDAD DE CUENCA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MARZO 2015**





## RESUMEN

*Se lleva a cabo una revisión bibliográfica de las principales tecnologías constructivas de edificaciones en hormigón armado y hormigón pretensado, se busca edificaciones en la ciudad de Cuenca que estén en proceso de construcción y se realiza un archivo fotográfico de las mismas, se entrevista a los técnicos encargados de la obra para determinar los motivos que impulsaron la elección de determinadas variantes tecnológicas de construir, se toma especial consideración a la Tecnología de la Construcción con elementos prefabricados, en este caso se visita la fábrica “Carrasco RFV Construcciones” para determinar los elementos que se fabrican y que por tanto están al alcance de diseñadores y constructores. Finalmente se evalúa cada variante tecnológica, y se llega a la conclusión general que en la ciudad de Cuenca los profesionales constructores de las edificaciones que están construidas y aquellas en proceso de construcción, en su mayoría emplean un método tradicional de construcción, con independencia del tipo específico de encofrado. Para viviendas de pequeña magnitud se usa encofrados elaborados artesanalmente, y para edificaciones de mayor envergadura se emplean Sistemas de Encofrados. Existe una mínima aplicación de elementos prefabricados en la ciudad, se interpreta que esta situación en el desarrollo tecnológico de la construcción es producto, tanto de factores subjetivos en cuanto a la resistencia al cambio de la forma tradicional de construcción que se ha utilizado, como de aspectos objetivos de índole económica por la inversión que significa adquirir las herramientas y equipos que implicaría el cambio tecnológico.*

## PALABRAS CLAVE

*Construcción tradicional, Sistema de Encofrados, Elementos prefabricados, Hormigón Armado, Hormigón Pretensado.*



## ABSTRACT

*There is carried out a bibliographical review of the main constructive technologies of buildings in reinforced concrete and prestressed concrete, the buildings we choose to study are located in Cuenca, and also are buildings in construction's process. Is done a pictures file, an interview to the technical staff, to determine the motives that stimulated the choice of certain technological variants of construction, special consideration takes to the Technologies of the Construction with elements prefabricated, in this case the factory is visited "Carrasco RFV Construcciones", to determine the elements that are made and that therefore are within reach of designers and builders. Finally every technological variant is evaluated, and general conclusion is that in the city of Cuenca the construction professionals of the buildings who are constructed and those in process of construction, in the main use a traditional method of construction, with independence of the specific type of formworks. For housings of small magnitude it is used formworks elaborated in situ, and for buildings of major importance Formwork's Systems are used. A minimal application of prefabricated units exists in the city, is interpreted that this situation in the technological development of the construction is product, so much of subjective factors as for the resistance at the rate of the traditional form of construction that has been in use, since of objective aspects of economic nature for the investment that means to acquire the tools and equipment that the technological change would imply*

## KEYWORDS

*Traditional construction, formworks System, Elements Prefabricated, Reinforced Concrete, Prestressed Concrete*



## CONTENIDO GENERAL

### CAPITULO I

<b>1. INTRODUCCION</b> .....	1
1.1 Justificación.....	1
1.2 Objetivo General .....	2
1.3 Objetivos específicos .....	2
1.4 Metodología.....	2
1.5 Alcance .....	2
1.6 Antecedentes .....	3
1.7 Conceptos Fundamentales .....	4

### CAPITULO II

<b>2. LAS LLAMADAS ESTRUCTURAS TRADICIONALES</b> .....	8
2.1 Descripción.....	8
2.2 Condicionantes al Diseño.....	16
2.2.1 Condicionantes para diseño estructural.....	16
2.2.2 Condiciones para la selección de materiales.....	17
2.3 Estimación del grado de aplicación .....	18
2.4 Evaluación.....	26

### CAPITULO III

<b>3. CONSTRUCCIONES CON SISTEMAS DE ENCOFRADOS</b> .....	29
3.1 Descripción.....	29
3.1.1 Ejemplos de Referencia.....	30
3.2 Condicionantes al Diseño.....	38
3.2.1 Diseño de encofrados.....	38
3.2.2 Dimensiones estándar.....	39
3.3 Estimación del grado de aplicación .....	39
3.4 Evaluación.....	40



## CAPITULO IV

<b>4. CONSTRUCCIONES PREFABRICADAS</b> .....	42
4.1 Descripción y principios básicos.....	42
4.1.1 Hormigón Pretensado.....	43
4.2 Instalaciones de Producción, medios de transporte y de montaje.....	45
4.3 Condicionantes al Diseño.....	50
4.4 Estimación del grado de aplicación.....	56
4.5 Evaluación.....	63

## CAPITULO V

<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	65
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	68

## Índice de ilustraciones

<i>Foto 1. Centro de la ciudad de Cuenca. Construcciones coloniales de valor cultural. Algunas de ellas con estructura de hormigón armado artesanalmente In Situ, mampostería de ladrillo y cubiertas de teja. ....</i>	<i>1</i>
<i>Foto 2. Hotel Italia, ocho plantas construidas tradicionalmente, con hormigón elaborado y colocado en obra y la incorporación de encofrados metálicos, en el año 1977 con un tiempo de ejecución de doce meses. Área del terreno 350 m2. Sector Chola Cuencana. Arq. Claudio Ullauri. ....</i>	<i>9</i>
<i>Foto 3. Edificio de la Fiscalía del Azuay. Construido por el Arq. Claudio Ullauri, se empleó un método constructivo tradicional, la estructura es de hormigón armado y el hormigón es elaborado en obra. Utiliza también encofrados metálicos y de madera. ....</i>	<i>10</i>
<i>Foto 4. Edificio de la Cámara de Industrias de Cuenca, ubicado por el sector del Parque de la Madre, construido tradicionalmente en el año 1981, la estructura del edificio es de hormigón armado. Arq. Honorato Carvallo. ....</i>	<i>10</i>
<i>Foto 5. Edificio El Pelicano, ubicado en la Av. 10 de Agosto. Construido en el año 1991 tradicionalmente. Arq. Janet Altamirano. ....</i>	<i>11</i>
<i>Foto 6. Áridos y pétreos, utilizados en construcciones de la ciudad de Cuenca. Cerro Tamuga, Paute. ....</i>	<i>12</i>
<i>Foto 7. Arena utilizada para concreto, y elaboración de concreto In Situ en construcción de vivienda. Sector el Valle.....</i>	<i>13</i>
<i>Foto 8. Fábrica de bloques ubicada en la Av. González Suarez, sector Eucaliptos. ....</i>	<i>13</i>
<i>Foto 9. Fábrica de ladrillos "Benigno Bravo". Sector Terminal Terrestre. ....</i>	<i>14</i>
<i>Foto 10. Almacenaje de ladrillo en obra y uso en mampostería. Edificación de tres plantas. Calle Guapondélig ...</i>	<i>14</i>
<i>Foto 11. Cubierta con estructura metálica. Vivienda unifamiliar. Sector Challuabamba .....</i>	<i>15</i>
<i>Foto 12. Edificación con estructura de acero. Calle Huayna Cápac y Simón Bolívar. ....</i>	<i>15</i>
<i>Foto 13. Armado de acero de refuerzo de elemento estructural: columna, que corresponde al diseño estructural realizado previamente por el Ingeniero Estructural. Vivienda de tres pisos. Sector San Joaquín .....</i>	<i>16</i>
<i>Foto 14. Apuntalamiento elaborado artesanalmente de madera, que conlleva una pérdida significativa de tiempo en comparación con el alquiler de puntales metálicos. Edificación de cuatro plantas, área de construcción 586 m2. Arq. Claudio Silva. Sector San Blas. ....</i>	<i>19</i>



Foto 15. Encofrado de gradas, elaborado en obra, con puntales de madera. Edificación de cuatro plantas, área de construcción 586 m2. Arq. Claudio Silva. Sector San Blas .....19

Foto 16. Encofrado de columnas, se utiliza técnicas artesanales para construir cada una de estas. Colocación de hormigón elaborado en obra. Edificación de tres plantas, área de construcción 532 m2. Arq. Manuel Cabrera. Av. González Suarez. ....19

Foto 17. Encofrado de columnas, elaboradas artesanalmente y puntales de madera. Edificación de una planta, área de construcción 120 m2. Arq. Bolívar Abarca. Parroquia Ricaurte. ....20

Foto 18. Vigas de cimentación, con encofrados y hormigón elaborados en obra. Resultado de la práctica de la albañilería. Vivienda de dos plantas. Construcción tradicional. Sector San Joaquín.....20

Foto 19. Vivienda de una planta, construcción tradicional de estructura de hormigón armado elaborado en obra y mampostería de bloque. Parroquia Sinincay. Arq. Henry Villazhañay .....21

Foto 20. Vivienda de plantas. Parroquia Ricaurte. Área de construcción 495.6 m2. Estructura de hormigón armado y mampostería de ladrillo, todo construido de forma tradicional. Arq. María Clavijo. ....21

Foto 21. Vivienda de una planta, Parroquia Ricaurte. Arq. Calos Lasso. Área de construcción 100 m2. La estructura de hormigón armado ha sido elaborada de forma tradicional, con encofrados de madera armados en obra y mampostería de bloque, albañilería común.....21

Foto 22. Vivienda unifamiliar, área de construcción 194 m2. Estructura de hormigón armado y mampostería de ladrillo, todo construido de forma tradicional. Arq. Adriana Criollo. Parroquia El Valle.....21

Foto 23. Vivienda de dos plantas, área de construcción 282 m2. Arq. Rosa G. Parroquia Monay. Construcción tradicional de estructura de hormigón armado elaborado en obra y mampostería de bloque. ....21

Foto 24. Vivienda unifamiliar, área de construcción 124 m2. Claro ejemplo de albañilería pura, en la construcción de vivienda con muros estructurales simples. Arq. Rafael Méndez. Parroquia El Valle. ....21

Foto 25. Vivienda de dos plantas, con encofrados de madera desde los cimientos, elaborados de forma artesanal en obra. Construcción de vivienda se prevé con muros resistentes de ladrillo. Área de construcción 282 m2. Arq. Rosa G. Parroquia Chiquintad. ....22

Foto 26. Vivienda de dos plantas, cuya construcción será realizada de forma tradicional, con hormigón elaborado en obra, y encofrados de madera. Área de construcción 306 m2. Arq. Víctor León. Sector Castilla Cruz. ....22

Foto 27. Vivienda de dos plantas, construcción con estructura de hormigón armado elaborado en obra, los encofrados utilizados son de madera y mampostería de ladrillo, tiempo de ejecución de la obra diez meses. Sector Av. 10 de agosto.....22

Foto 28. Vivienda de dos plantas, con estructura de hormigón armado, los encofrados utilizados fueron de madera y la construcción de mampostería es de ladrillo, área de construcción de 140 m2. Parroquia Yanuncay..22

Foto 29. Vivienda de dos plantas, para construir la estructura de hormigón se empleó encofrados de madera elaborados artesanalmente en obra, y para la construcción de paredes y muros se utiliza el ladrillo. Parroquia Sucre.....23

Foto 30. Edificación para uso residencial, de cuatro plantas, área de construcción 812 m2, en la cual se ha utilizada encofrados metálicos y el hormigón se ha elaborado en obra. Parroquia Yanuncay. Arq. Diego Contreras.....24

Foto 31. Vivienda de tres plantas, estructura con muros de albañilería confinada, con el empleo de encofrados metálicos para losa, y elaboración de hormigón In Situ. Área de construcción 414 m2, parroquia Sucre. Arq. Pablo Galarza. ....24

Foto 32. Edificación de cuatro plantas, estructura de hormigón armado, se emplea encofrados metálicos y el hormigón es elaborado y colocado en obra. Área de construcción 502 m2, parroquia Sucre. Arq. Daniel Jadán. ..24

Foto 33. Edificación de tres plantas, construcción con estructura de hormigón armado, elaborado en obra y empleo de encofrados metálicos en elementos estructurales como columnas. Área de construcción 505 m2. Calle Juan Jaramillo. Arq. Claudio Ullauri. ....25

Foto 34. Columnas con encofrado metálico. Vertido de hormigón de forma manual. Edificación Calle Juan Jaramillo.....25



Foto 35. Construcción de edificación de cuatro plantas, en la Calle Manuel Vega. Estructura de hormigón armado, elaborado en obra, y con ayuda de encofrados metálicos para elementos estructurales. Arq. Claudio Felipe Silva. Área de construcción 586 m<sup>2</sup> .....26

Foto 36. Encofrado Metálico en columnas. Edificación calle Manuel Vega. ....26

Foto 37. Apuntalamiento en los encofrados metálicos de las columnas. Edificación Calle Manuel Vega. ....26

Foto 38. Camión "mixer de concreto" utilizado en las construcciones para bombear el hormigón y alcanzar sin problema alturas elevadas para fundición de elementos estructurales de edificios.....30

Foto 39. Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca, edificio de estructura de hormigón armado construido con Sistemas de Encofrados. Ubicación, aledaño al Hospital Vicente Corral Moscoso. Construcción año 2004. Arq. Honorato Carvallo.....30

Foto 40. Edificio Work Center, ubicado en la Av. Paucarbamba. Construido con Sistemas de Encofrados, y colocación del hormigón para elementos estructurales con ayuda del camión mixer de concreto. Arq. Janet Altamirano. ....31

Foto 41. Edificio Fragata, ubicado en la Calle Alfonso Moreno M- y Av. Solano. Construido con Sistemas de Encofrados, y colocación del hormigón para elementos estructurales con ayuda del camión mixer de concreto Arq. Janet Altamirano. ....31

Foto 42. Edificio Valgus, ubicado en la Av. Solano. Construido con Sistemas de Encofrados, y colocación del hormigón para elementos estructurales con ayuda del camión mixer de concreto Arq. Janet Altamirano. ....31

Foto 43. Módulos de metal utilizados en encofrados de columnas. ....32

Foto 44. Ganchos utilizados para unir los módulos en el encofrado. ....32

Foto 45. Detalle de encofrado metálico de columnas. ....32

Foto 46. Proceso de desencofrado de columnas. ....33

Foto 47. Elementos del Encofrado. Fuente: [www.bagant.com](http://www.bagant.com) .....33

Foto 48. Puntales y Cercha metálica de una edificación. ....33

Foto 49. Edificio de seis plantas y dos subsuelos. Construido con Sistemas de Encofrados, la estructura es de hormigón armado y la colocación del concreto se realizó mediante camión mixer de concreto. Calle Víctor Albornoz. ....34

Foto 50. Losa de uno de los dos subsuelos del Edificio ubicado en la Calle Víctor Albornoz. Losa aligerada, construida con bloques plásticos que se recuperan después de la fundición. ....34

Foto 51. Edificación del "Centro Tecnológico de Balzay" de la Universidad de Cuenca. Construcción con Sistemas de Encofrados y colocación del hormigón mediante mixer de concreto. ....35

Foto 52. Edificación de seis plantas, construida con Sistemas de Encofrado y aplicación de hormigón con ayuda del mixer de concreto. Calle Rafael Fajardo. Sector Balzay.....35

Foto 53. Edificación de seis plantas, sector Balzay. Calle Rafael Fajardo. Construcción con Sistemas de Encofrados metálicos y aplicación de hormigón mediante mixer de concreto. Calle Rafael Fajardo. ....36

Foto 54. Edificación de seis plantas con puntales y cerchas metálicas para losa. Construcción con Sistemas de Encofrados y aplicación de hormigón en plantas altas mediante bombeo con ayuda de mixer de concreto. Ing. Fabián Oramas Av. Manuel J. Calle. ....36

Foto 55. Edificación de estructura de hormigón armado, cuyos encofrados eran del Sistema de Encofrados metálicos y cuya aplicación del hormigón se realizó con la ayuda del camión mixer de concreto. La mampostería es de ladrillo. La edificación es de tres plantas y subsuelo, para uso residencial, área de construcción 1929 m<sup>2</sup>. Arq. Boris Serpa. Tiempo de ejecución de la obra un año ocho meses. Sector el CREA.....37

Foto 56. La losa de la edificación es losa nervada y la construcción se realiza con bloques de poliestireno expandido, que se queda en la losa luego de su fundición Arq. Boris Serpa. Sector el CREA. ....37

Foto 57. Edificación multifamiliar de seis plantas, estructura de hormigón armado, en vanos relleno con mampostería de ladrillo, la colocación del hormigón se realiza mediante mixer de concreto. Área de construcción 6886 m<sup>2</sup>. Arq. Marco Arias. Tiempo de ejecución de la obra dos .....38

Foto 58. Formaletas de 20 x 20, 30 x 30. Local Comercial "HC Metal". ....39





Foto 59. Cable estándar de 7 hilos para pretensar. Fuente: Carrasco Castro 2010 .....44

Foto 60. Colocación de cables para viga de puente, fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....45

Foto 61. Tensado de cables en losa para puente, fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....45

Foto 62. Sector de la fábrica destinado para doblar las varillas utilizadas para estribos de los elementos estructurales, fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....46

Foto 63. Instalaciones de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....46

Foto 64. Operarios trabajando en el armado de estribos en losa para puente, fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....46

Foto 65. Ampliación de las instalaciones, destinadas para el almacenaje de los elementos estructurales prefabricados, fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....47

Foto 66. Medios de transporte para elementos prefabricados de magnitud significativa, como plataformas y medios de montaje, como grúas, fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....47

Foto 67. Plataforma para transporte de losas de sección doble T. para la construcción del Aulario para el “Centro Científico, Tecnológico y de Investigación Balzay de la Universidad de Cuenca” .....48

Foto 68. Grúa, medio de montaje utilizada para el izaje de losa de sección doble T. para la construcción del Edificio del Aulario para el “Centro Científico, Tecnológico y de Investigación Balzay de la Universidad de Cuenca” .....48

Foto 69. Proceso de montaje, de elementos verticales utilizados en la construcción del Parqueadero del Parque de la Madre en el proyecto: “Rehabilitación del Parque de la Madre”, que se realizó en el año 2012. ....49

Foto 70. Proceso de montaje, de losas de sección T, utilizadas en la construcción del Parqueadero subterráneo en el proyecto: “Rehabilitación del Parque de la Madre”, que se realizó en el año 2012. ....49

Foto 71. Proceso de montaje de losas de sección doble T para la construcción del Edificio del Aulario para el “Centro Científico, Tecnológico y de Investigación Balzay de la Universidad de Cuenca” .....50

Foto 72. Zapatas, elemento prefabricado. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....51

Foto 73. Vigas de cimentación, elemento prefabricado. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....52

Foto 74. Columnas, elemento prefabricado. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....52

Foto 75. Vigas cargadoras Tipo T invertida, elemento prefabricado. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....52

Foto 76. Vigas cargadoras Tipo L, elemento prefabricado. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....53

Foto 77. Vigas cargadoras Tipo Rectangular, elemento prefabricado. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....53

Foto 78. Vigueta para losa, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 8m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones .....53

Foto 79. Vigueta para losa, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 5.50m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....53

Foto 80. Vigueta para losa, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 4.5m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....54

Foto 81. Vigueta para losa, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 3.5m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....54

Foto 82. Luz máxima a cubrir según el tipo de vigueta para losa. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....54

Foto 83. Losa doble T, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 7m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.....54



Foto 84. Losa doble T, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 10m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.....55

Foto 85. Losa doble T, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 14m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.....55

Foto 86. Luz máxima que se puede cubrir según el tipo de losa doble T. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....55

Foto 87. Disposición de elementos prefabricados en la estructura de una edificación. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones. ....56

Foto 88. Tres viviendas de dos pisos con elementos prefabricados para losas, área de construcción de cada vivienda 160m2. Arq. Carlos Contreras. Calle Benito Juárez. ....57

Foto 89. Losas de sección doble T prefabricadas, luz 6 m, para losa de entrepiso. Arq. Carlos Contreras. Calle Benito Juárez .....57

Foto 90. Losas doble T prefabricadas, se adaptan a diseños arquitectónicos y estructurales. Calle Benito Juárez .58

Foto 91. Paneles alivianados prefabricados para elementos verticales como paredes de Unidad Educativa. Fuente: Ing. Fernando Zalamea .....58

Foto 92. Paneles alivianados prefabricados para losa de entrepiso de Unidad Educativa. Fuente: Ing. Fernando Zalamea.....58

Foto 93. Paneles alivianados, de fácil manejo sin necesidad de grúas. Fuente: Ing. Fernando Zalamea .....59

Foto 94. Losa de sección doble T pretensada, parqueadero centro comercial KIWI. ....59

Foto 95. Edificación "Ferretería Continental", construido con elementos prefabricados en su totalidad, ubicado en Av. de las Américas, sector Control Sur. ....60

Foto 96. Subsuelo "Ferretería Continental", construida con elementos prefabricados de hormigón pretensado para losa de sección doble T. ....60

Foto 97. Columna con ménsula, viga cargadora y viga de amarre, constituyen la estructura de la losa de entrepiso de la edificación de la "Ferretería Continental" .....60

Foto 98. Estructura de la primera planta, "Ferretería Continental" .....61

Foto 99. Viga cargadora tipo T invertida prefabricada de hormigón pretensado, "Ferretería Continental" .....61

Foto 100. Espacio vacío en losa producto de diseño arquitectónico y estructural. Edificación de la "Ferretería Continental". ....61

Foto 101. Parqueadero del "Parque de la Madre", construido con elementos prefabricados de hormigón pretensado. ....62

Foto 102. Losa tipo T de 17.5 m de luz, Parqueadero del "Parque de la Madre". ....62

Foto 104. Viga cargadora tipo T invertida prefabricada de hormigón pretensado, Parqueadero del "Parque de la Madre". ....63



UNIVERSIDAD DE CUENCA



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

Yo, Martha Azucena Loja Suconota, autora de la tesis "INVESTIGACIÓN DE LAS PRINCIPALES TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS DE EDIFICACIONES UTILIZADAS EN LA CIUDAD DE CUENCA", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 6 de marzo de 2015

Martha Loja

C.I: 0105548697



UNIVERSIDAD DE CUENCA



UNIVERSIDAD DE CUENCA  
Fundada en 1867

Yo, Martha Azucena Loja Suconota, autora de la tesis "INVESTIGACIÓN DE LAS PRINCIPALES TECNOLOGÍAS CONSTRUCTIVAS DE EDIFICACIONES UTILIZADAS EN LA CIUDAD DE CUENCA", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de ingeniera civil. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a.

Cuenca, 6 de marzo del 2015

Martha Loja  
C.I: 0105548697



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por regalarme la vida y a la Virgen porque las bases tan fuertes en mi religión me permiten creer que “Ella lo ha hecho todo”. A todos mis profesores, por las enseñanzas y formación académica recibida. Un agradecimiento especial al Director de este trabajo Dr. Ing. Nelson Navarro Campos por su invaluable colaboración, por compartir sus conocimientos y tiempo para el buen desarrollo de este proyecto, al Msc. Ing. Julver Pino profesores de mérito de la Universidad de Cuenca.

De igual manera a las diferentes Instituciones, Empresas Constructoras y profesionales por facilitar información y compartir experiencias, de manera especial a la Empresa Carrasco RFV Construcciones y al Ing. Vladimir Carrasco.

Martha



## DEDICATORIA

A mi hermano José Luis Loja, quiero dedicar este Trabajo de Graduación a mi hermano por el infinito amor que le tengo. A mi Papá José Loja (+) por ser mi base y mi más grande ejemplo de una vida de superación. A mi Mamá Rosa Suconota por ser el motor de mi vida y porque sin ella no fuera posible cumplir esta meta, y a mi hermana Jenny Loja por ser la clave para tomar la decisión de perseguir este sueño. A toda mi familia quiero agradecer de corazón por su apoyo incondicional y su comprensión durante toda mi carrera universitaria, en especial a mi querida sobrina Emily Flores por comprender mis ausencias. Las aulas de la Universidad no solo me dejan enseñanzas, sino también me permitieron conocer durante el trayecto el amor, un hombre que se ha ganado mi respeto y cariño y hoy forma parte de mi vida Diego Valverde.

Martha





## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCION

#### 1.1 Justificación

La necesidad de investigación en temas de Ciencia, Tecnología e Innovación ha motivado durante los últimos años, a jóvenes estudiantes y a profesionales, para aportar al crecimiento científico del Ecuador; razón por la cual el tema propuesto hace referencia a la “Investigación de las principales tecnologías constructivas de edificaciones utilizadas en la Ciudad de Cuenca”, con el fin de determinar cuáles son las tecnologías constructivas que los profesionales han optado por emplear en la ciudad.

En la mayoría de las construcciones realizadas durante los últimos años se ha empleado procesos o métodos tradicionales, así como también se ha incursionado en la aplicación de Sistema de Encofrados y elementos prefabricados. Es por ello que el objetivo de la presente investigación es conocer las características y parámetros fundamentales de las principales tecnologías constructivas en Edificaciones, principalmente aplicadas en la ciudad de Cuenca, de modo que se pueda evaluar la situación actual de la ciudad en el ámbito de la construcción.



**Foto 1. Centro de la ciudad de Cuenca. Construcciones coloniales de valor cultural. Algunas de ellas con estructura de hormigón armado artesanalmente In Situ, mampostería de ladrillo y cubiertas de teja.**

Fuente: [www.ecuador-magico.com](http://www.ecuador-magico.com)

Las interrogantes que se plantearon son: ¿cómo se construye en el 2014 en la ciudad de Cuenca?, ¿Por qué no se aplica nueva tecnología en la construcción?. Y para dar respuesta a éstas interrogantes, se ve la necesidad de realizar un recorrido por la ciudad de Cuenca para tener una visión general de la situación actual de la ciudad en el tema de la construcción, y entrevistar a profesionales dedicados al campo de la





construcción, para averiguar acerca de las motivaciones de construir con determinado método constructivo.

## 1.2 Objetivo General

Conocer en sus características y parámetros fundamentales las principales tecnologías constructivas de Edificaciones de Hormigón Armado y Hormigón Pretensado aplicadas en la ciudad de Cuenca.

## 1.3 Objetivos específicos

1. Identificar las fuentes de información sobre el tema de estudio.
2. Clasificar la información obtenida en las principales variantes tecnológicas de construir.
3. Evaluar la situación que presenta cada variante tecnológica de construir.
4. Dictaminar la situación general en la ciudad de Cuenca sobre su grado de desarrollo tecnológico de la construcción.

## 1.4 Metodología

En el desarrollo de la presente Tesis se identifica las principales fuentes de información sobre el tema de estudio, estas Instituciones son: la I. Municipalidad de Cuenca, la Cámara de la Construcción de Cuenca y el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI). Se realiza una revisión bibliográfica con la finalidad de conocer de manera general los temas relacionados con las tecnologías constructivas de edificaciones de hormigón armado; de ésta manera se podrá clasificar la información obtenida, en las principales variantes tecnológicas de construcción, que para este estudio se ha dividido en tres variantes que se analizan por capítulos: las llamadas construcciones tradicionales, construcciones con encofrados y las construcciones con elementos prefabricados.

A lo largo de todo el proyecto, se realizan entrevistas con profesionales ingenieros o arquitectos dedicados al campo de la construcción, para la recolección de información e imágenes fotográficas que permitan el posterior análisis y evaluación de la situación que presenta cada variante tecnológica de construcción.

Finalmente, con la información de las evaluaciones realizadas en cada uno de los capítulos de la presente Tesis se determinará la situación general de la ciudad de Cuenca sobre su grado de desarrollo tecnológico de la construcción.

## 1.5 Alcance

Se considera como campo de investigación la ciudad de Cuenca, de la Provincia del Azuay; y dentro de ésta área, aquellas edificaciones de hormigón armado u hormigón pretensado de uso residencial, viviendas unifamiliares o edificios multifamiliares, que hayan sido construidas o que se encuentren en estado de construcción o planificación, en las que tanto profesionales como propietarios tengan una apertura para brindar información técnica, datos y fotografías de las mismas.



Los productos de hormigón armado, tienen innumerables aplicaciones en estructuras, debido a que se ha tenido una extraordinaria expansión y la tendencia de los mismos se augura creciente; por este motivo en caso de presentar interés para continuar la línea de la presente investigación, en lo posterior se puede realizar investigaciones sobre las soluciones Técnicas y Sistemas Constructivos mediante la Prefabricación de elementos de Hormigón que se aplican en el Ecuador; y dentro de esto analizar las estructuras de: Puentes y obras Viales en general; Obras de Hidrotecnias; Edificaciones para emplazamientos de fábricas, industrias, almacenes y similares; Edificaciones Sociales (Escolares, Hospitales, Hoteles y de Turismo).

## 1.6 Antecedentes

Sobre el tema de “Investigación de las principales tecnologías constructivas de edificaciones utilizadas en la ciudad de Cuenca” no hay información específica.

Pero de manera general ya sea de construcciones tradicionales, construcciones con Sistema de Encofrados y construcciones prefabricadas independientemente, reposan en la Biblioteca de la Universidad de Cuenca varios textos y tesis, de las cuales se ha revisado y se cita en todo el documento, y también como antecedentes los siguientes:

- Tesis realizada en el año 1963 en la Universidad de Cuenca trata sobre la prefabricación de Hormigón Armado y su aplicación en la vivienda económica cuyo resultado fue la experiencia obtenida en la ciudad de Esmeraldas en la construcción de 200 casas, en la que se empleó el Sistema Francés de Prefabricación denominado “Bonnet Calad”. (Cordero, 1963)
- Una tesis realizada en el año 1967 en la Universidad de Cuenca se refiere al cálculo y diseño de las estructuras de un edificio para residencial estudiantil de la Universidad de Cuenca, da como resultado: losas, pórticos, seguido del diseño de las columnas, vigas y cimentación. Por último se incluyen los planos estructurales del proyecto (Malo M, 1967)
- Tesis realizada en el año 1982 en la Universidad de Cuenca con tema “Vivienda prefabricada de Hormigones livianos” cuyo resultado fue la experiencia de la construcción de viviendas de una y dos plantas al aplicar paneles prefabricados en la Urbanización el Paraíso, Programa La Floresta, en la ciudad de Guayaquil. (Calle Astudillo, et al., 1982)
- El autor de una tesis elaborada en el año 1982, se refiere a la utilización de encofrados de madera en la construcción y luego del respectivo análisis dice: “Los andamios y encofrados realizados en madera son muy útiles, pero su uso se dificulta a medida que crece la obra puesto que estos no se pueden reutilizar y se encarece la obra, para disminuir costos es necesario sugerir encofrados y andamios realizados en forma industrializada para la elaboración



- de los mismos, es necesario encontrar una modulación que cubra las necesidades constructivas en mejor medida” (Arias Salazar, et al., 1982)
- Tesis realizada en el año 2014 en la Universidad de Cuenca se refiere a los sistemas constructivos tradicionales como el bahareque, da como resultado dos propuestas constructivas para un predio en la comunidad de Saraguro (Chalan Quizhpe, et al., 2014)
  - Tesis realizada en año 2000 en la Universidad de Cuenca con tema “Seguimiento de obra: Comparación de procesos constructivos Edificio el Tejar, Edificio el Pinar” cuyos resultados fueron la experiencia de la construcción y la comparación entre el edificio El Tejar, en el que se emplea un sistema constructivo tradicional en hormigón armado, comparándolo con el edificio El Pinar en el que se emplea un nuevo sistema constructivo en hormigón armado con la utilización de placas metálicas para rigidizar la estructura. Dicha comparación está dirigida a la parte estructural, finalmente se concluye con ventajas y desventajas de los dos procesos. (Auquilla Y, 2000)
  - Tesis previa la obtención del título de Economista realizada en el año 2007 en la Universidad de Cuenca se refiere al “Análisis del sector de la construcción en la ciudad de Cuenca en el período 2006-2007” da como resultado la obtención del costo por metro cuadrado de construcción de la ciudad de Cuenca. (Aucay Japa, et al., 2007)

## 1.7 Conceptos Fundamentales

**Hormigón Armado.**- El hormigón armado ha sido utilizado como material de construcción desde 1854. Se puede definir como un material estructural en el que se integran las propiedades del hormigón simple y el acero de refuerzo. En el hormigón armado se trata de que todos los esfuerzos de tracción sean absorbidos por la armadura metálica y los de compresión por el hormigón. El hierro queda sólidamente unido al hormigón y forma así una pieza solidaria, sin que se produzca resbalamiento de un material sobre el otro.

En otras palabras para la absorción de las fuerzas de compresión, el hormigón resulta ser el material de construcción más económico. Las fuerzas de tracción se absorben mediante el acero. El material de construcción llamado hormigón armado reúne ambas ventajas (Mattheib, 1980)

**Hormigón Pretensado.**- Se denomina Hormigón Pretensado a la tecnología de construcción de elementos estructurales de hormigón sometidos intencionadamente a esfuerzos de compresión previos a su puesta en servicio. Con los avances tecnológicos en 1920 fue patentada la técnica. El objetivo es el aumento de la resistencia a tracción del hormigón, al introducir un esfuerzo de compresión interno que contrarreste en parte el esfuerzo de tracción que producen las cargas de servicio



en el elemento estructural. Con esta técnica es posible que, para deformaciones pequeñas o nulas, el acero trabaje a tensiones cercanas a su tensión máxima (Hernández Montes, y otros, 2007)

**Prefabricación.-** Para entender la prefabricación se cita textualmente algunos conceptos emitidos por diferentes autores:

“La prefabricación de los elementos de una construcción constituye una fase de la industrialización, al no estar como ésta, asociada a los conceptos de organización del trabajo y de producción en serie. Un número cualquiera de unidades proyectadas y ejecutadas para un fin específico, se da simplemente prefabricado y no deberá ser considerado como producto industrial.” (Calle Astudillo, et al., 1982)

“En términos generales la prefabricación puede referirse a elementos más o menos aislados o conjuntos formados con unidades prefabricadas, nace de ello la terminología de ‘Prefabricación Parcial’ o ‘Prefabricación Total’ que indica el grado de utilización de los mismos y el de la libertad del proyectista limitándose ésta, en parte, en el caso de edificaciones construidas en serie” (Fernando Vilagut)

“Son las piezas de hormigón armado que se montan o colocan en obra después del fraguado. Se distinguen en:

Piezas fabricadas en la propia obra; y

Piezas fabricadas en fábricas especiales.” (ComisionAlemanaParaHormigonArmad)

“Una construcción prefabricada es aquella cuyas partes constitutivas son en su mayoría, ejecutadas en serie, en talleres con la precisión de los métodos industriales modernos, para formar un sistema constructivo moderno que satisfaga las condiciones normales de resistencia, aspecto, habitabilidad, confort y duración en el mínimo gasto. Esta construcción por una serie de montajes precisos y detallados, debe poder ser edificada por una mano de obra corriente, rápidamente sin detenciones, retoques ni modificaciones, y se reducen al mínimo los trabajos de terminación.” (UnionSindicalFrancesaPrefabricac)

“La prefabricación es el método constructivo por el montaje de elementos iguales fabricados en grandes series con medios mecánicos. El montaje ha de realizarse rápidamente con poca mano de obra, excluyéndose los muros de obra de fábrica.” (IngFreyssinet)

“Prefabricar un edificio consiste en construir fuera del mismo un gran número de elementos iguales y montarlos en obra, de modo tal, que se ha de restituir a la estructura su monolitismo, se busca obtener en el conjunto de tal operación la máxima economía, la máxima rapidez de ejecución y el mejor control de calidad ” (IngMBarets)



“La prefabricación es un método industrial de construcciones en el que elementos fabricados en grandes series por los métodos de la producción en masa, son montados en la obra mediante aparatos y dispositivos elevadores”. (IngThiomerKonez)

Dentro de los diferentes conceptos emitidos se encuentran coincidencias como que la prefabricación es la fabricación previa de los componentes de una edificación y que ésta puede realizarse a pie de obra o en fábricas, esto quiere decir que los elementos prefabricados se desarrollan en un sitio, pero el armado final y el ensamblaje tienen lugar en otro, para lo cual se requiere transportar primero la materia prima al lugar en donde se fabricará los elementos y luego transportar éstos al sitio de la obra para su ensamblaje.

**Elementos Estructurales.-** Se conoce como elemento estructural a la parte integrante de una estructura, a las partes más sencillas de un sistema constructivo. Para mayor comprensión se cita algunos elementos estructurales: columnas, vigas, losas TT, etc. (Grupo CEAC, 2001)

**Método Constructivo.-** El concepto de método hace referencia al medio que se utiliza para llegar a una cierta meta. En el campo de la construcción sería lo equivalente al modo o la manera de construir. La técnica por su parte consiste en las acciones precisas para llevar a cabo un método. (Grupo CEAC, 2001)

**Sistema Constructivo.-** Sistema es un conjunto de elementos que desarrollan interacciones y que se mantienen interrelacionados entre sí. (Grupo CEAC, 2001)

Un sistema constructivo supone un concepto optimista, puesto que es la interacción de elementos estructurales, que son parte de un proceso continuo de construcción, y que se mantienen interrelacionados entre sí, es decir que la falla o decadencia de una actividad del proceso comprometería a todo el conjunto.

**Tecnología de la Construcción.-** Es una rama de la tecnología que abarca todos los aspectos del proceso de construcción de estructuras de viviendas, edificios, hospitales, puentes, vías, etc. (Grupo CEAC, 2001)

**Industrialización.-** La industrialización es un hecho y una necesidad, ante la cual la construcción debe adoptar una postura de vanguardia. El continuo aumento de la demanda por: crecimiento de la población, el progresivo incremento de costos de la producción tradicional y la lentitud de sus procesos de ejecución, son causas para justificar la necesidad de llegar a la industrialización. (Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento , 1967)



En un concepto amplio la industrialización es el empleo racional y mecanizado de los materiales, medios de transporte, técnicas de construcción, etc. La industrialización debe empezar por la organización, la producción en serie, la tipificación, la normalización, la estandarización, la racionalización y la automatización. Dentro de este concepto se define la Normalización y Tipificación. (Calle Astudillo, y otros, 1982)

- **Normalización.-** La normalización es la aplicación de normas con el objeto de suprimir las diferencias no motivadas de manera de lograr intercambiabilidad en los elementos de la construcción. (Calle Astudillo, et al., 1982)
- **Tipificación.-** Es el establecimiento de un número de productos dentro de una serie, donde los diseños, la calidad y las dimensiones son fijas. (Calle Astudillo, et al., 1982)



## CAPITULO II

### 2. LAS LLAMADAS ESTRUCTURAS TRADICIONALES

#### 2.1 Descripción

Las diversas formas de construir a lo largo del tiempo, nos dan una visión de que el hombre ha utilizado varios materiales a su alcance para protegerse, y que con el tiempo estas construcciones se ha perfeccionado. Se conoce que grupos de cazadores construyeron los primeros refugios con ramas y arbustos; cazadores del grupo glacial, utilizaban huesos de mamut y enormes pieles para hacer tiendas, los nómadas construían campamentos de inviernos con madera para grandes grupos familiares; toda esta historia de la humanidad nos demuestra que, ya en sus orígenes, el hombre utilizó los elementos que encontraba adecuados para el fin propuesto. (Hoz Onrubia, y otros, 2003)

La ciudad de Cuenca en su centro histórico, posee edificaciones coloniales de gran valor cultural. Estas edificaciones se ha construido con estructura de madera u hormigón y materiales como: adobe, ladrillo y cubierta de teja. Se sabe que las primeras construcciones en la ciudad fueron de adobe, por el año 1920 -1940 (Aguilar A., 2002).

En el documento se hace referencia a las llamadas estructuras tradicionales, las cuales presentan características similares, como:

- Edificaciones que se construyen con estructura de hormigón armado, elaborado y colocado en obra. Esto se refleja en el tiempo de ejecución, es más prolongado y por consiguiente el método de construcción tradicional resulta ser el menos productivo.
- Para armar los encofrados de elementos estructurales como: vigas de cimentación, columnas, vigas y losas, se emplea la madera. Los encofrados se elaboran artesanalmente en la obra con la ayuda de herramientas rudimentarias. Debido a que su elaboración es manual, se construye un encofrado para cada elemento estructural, sin ningún control de calidad y disminuyendo el tiempo útil de la obra.
- Se emplea encofrados metálicos, encofrados de madera contrachapada u otros. Este uso responde a una decisión del profesional de la construcción una vez iniciado el proceso, más no a una planificación y diseño estructural elaborado en base a las dimensiones del Sistema de Encofrados.

- Para la construcción de los elementos verticales o muros predomina la albañilería o mampostería de ladrillo y bloque.
- No se usa métodos productivos de construcción en ninguna de las fases de la obra. La construcción de edificaciones desde los cimientos hasta la cubierta se realiza de forma manual.

Muchos profesionales han construido en la ciudad de Cuenca, se cita en el documento algunos de ellos, y en este apartado se ilustra 4 edificaciones que se encuentran en uso, únicamente con la finalidad de exponer algunas características del método constructivo empleado por los profesionales encargados de su ejecución, pues ello forma parte ya de la historia de la construcción en Cuenca.

El Arq. Claudio Ullauri ha trabajado durante más de 35 años en el área de la construcción. Después de graduarse como arquitecto en 1980, en la Universidad de Cuenca, siguió cursos en el país en temas como: restauración, edificaciones, sistemas constructivos y diseño. Desde 1977 está vinculado con las construcciones de edificios, entre sus obras más relevantes está, el “Hotel Italia” de ocho pisos, en el que se empleó un método de construcción tradicional, es decir que los encofrados y el hormigón es realizado en obra, el Arquitecto incorporó en la ejecución algunos encofrados metálicos. La utilización de los mismos en la construcción del Hotel Italia, redujo el tiempo de construcción, y la obra se llevó a cabo en doce meses (Foto 2). Además construyó el edificio en donde funciona la Fiscalía (Foto 3)



**Foto 2. Hotel Italia, ocho plantas construidas tradicionalmente, con hormigón elaborado y colocado en obra y la incorporación de encofrados metálicos, en el año 1977 con un tiempo de ejecución de doce meses. Área del terreno 350 m2. Sector Chola Cuencana. Arq. Claudio Ullauri.**





**Foto 3. Edificio de la Fiscalía del Azuay. Construido por el Arq. Claudio Ullauri, se empleó un método constructivo tradicional, la estructura es de hormigón armado y el hormigón es elaborado en obra. Utiliza también encofrados metálicos y de madera.**  
Fuente: [www.cuencanos.com](http://www.cuencanos.com)

El Arq. Honorato Carvallo, tiene 49 años de experiencia profesional, ganador de muchos “Premio Ornato”, entre sus obras más relevantes se encuentran: edificios multifamiliares y edificios institucionales como: el Edificio de la Cámara de Industrias de Cuenca (Foto 4).



**Foto 4. Edificio de la Cámara de Industrias de Cuenca, ubicado por el sector del Parque de la Madre, construido tradicionalmente en el año 1981, la estructura del edificio es de hormigón armado. Arq. Honorato Carvallo.**

La Arq. Janet Altamirano, tiene más de 29 años de vida profesional, en la cual ha aplicado sus conocimientos técnicos en la ejecución de edificios y de viviendas. En el año 1991 construyó el Edificio El Pelicano, ubicado en la Av. 10 de agosto, cuyo diseño estructural lo realizó el Ing. Antonio Rodríguez, esta edificación está construida con estructura de hormigón armado (Foto 5).



Foto 5. Edificio El Pelicano, ubicado en la Av. 10 de Agosto. Construido en el año 1991 tradicionalmente. Arq. Janet Altamirano.  
Fuente: [www.cuencanos.com](http://www.cuencanos.com)

Se ha tomado como referencia obras de magnitud significativa en la ciudad, debido a que se conoce que las mismas están construidas con estructura de hormigón armado, y que para su ejecución ha sido empleado el método de construcción tradicional, para la mampostería se ha utilizado materiales como: bloques y ladrillos, en cuanto a losas, tanto de entrepiso como de cubierta, se ha diseñado y construido como losas nervadas en dos direcciones.

### 2.1.1. Materiales Empleados en la Construcción

Es importante conocer las características físicas de los materiales que se utilizan en la construcción, en este capítulo se describen los materiales más comúnmente empleados en construcciones de la ciudad de Cuenca.

Como definición, los materiales de construcción son aquellos cuerpos o sustancias que integran las obras de construcción, sean de origen natural o artificial, cualquiera que sea su naturaleza, composición y forma. (Grupo CEAC, 2001)

**Piedras naturales:** En Cuenca las principales minas de piedras naturales se encuentran en sectores como Capulispamba, Challuabamba, también en las cercanías de la ciudad se encuentra el Cerro Tamuga (Foto 6), sector La Josefina, que también durante años ha sido proveedor de áridos para las construcciones de la ciudad de Cuenca. La piedra natural generalmente se comercializa de gran tamaño para relleno y nivelación de superficies, mientras que las de menor tamaño para agregados se trituran de las piedras grandes en las minas.



Foto 6. Áridos y pétreos, utilizados en construcciones de la ciudad de Cuenca. Cerro Tamuga, Paute.  
Fuente: [www.eltiempo.com.ec](http://www.eltiempo.com.ec)

**Requisitos que deben cumplir las piedras de construcción:** (Saad, 1983)

- Que sean homogéneas, compactas y de grano uniforme.
- Que carezcan de grietas y de restos orgánicos.
- Que tengan resistencia para las cargas a las que va a ser sometidas.
- Que no sufran alteraciones (ocasionadas por los agentes atmosféricos).
- Que no sea absorbente ni permeable en proporción mayor del 4 -5% de su volumen.
- Que se adhiera fácilmente a los morteros.

**Hormigones:** Materiales obtenidos artificialmente de la aglutinación de materiales pétreos (grava, arena, etc.), por medio de la hidratación de los materiales conglomerantes.

Determinadas características o propiedades del hormigón dependen del estado en que se encuentra, así, antes de que empiece el proceso de fraguado el hormigón está fresco y se encuentra en un estado plástico. Por sus características puede fabricarse, transportarse a la obra y colocarse, tiene las condiciones idóneas para colocarlo con facilidad en los encofrados y compactar adecuadamente.

Luego que termina el proceso de fraguado el hormigón se encuentra en un estado endurecido. Se requiere que en éste estado el hormigón alcance la resistencia requerida para someterlo a los esfuerzos previstos. (Grupo CEAC, 2001)

El hormigón trabaja muy bien a compresión, pero su resistencia a tracción es mucho menor, por lo que los elementos sometidos a importantes esfuerzos de tracción se diseñan y construyen con hormigón armado, con la incorporación de barras de acero que se denominan armaduras, éstos se colocan en la zona de la pieza donde se producen los esfuerzos de tracción y, por tanto, el hormigón solo

debe trabajar a compresión. Generalmente para las construcciones tradicionales el hormigón alcanza una resistencia media alrededor de los 300 kg/cm<sup>2</sup> y menores, esto debido a que en muchas construcciones el hormigón se elabora en obra y con mano de obra no calificada, especialmente en construcciones de pequeña magnitud como viviendas unifamiliares. En construcciones de edificaciones de mayor magnitud como edificios multifamiliares, en muchos casos se compra el hormigón a fábricas dedicadas a esta labor, así se garantiza la calidad del hormigón y se disminuye el tiempo que conlleva la elaboración del concreto In Situ (Foto 7).



Foto 7. Arena utilizada para concreto, y elaboración de concreto In Situ en construcción de vivienda. Sector el Valle.

**Bloque:** Unidad o pieza de mampostería, de hormigón o arcilla cocida caracterizada por huecos que forman celdas verticales en las que puede ser colocado el refuerzo.

Por el sector de los Eucaliptos, se encuentra una de las fábricas de bloques que existen en la ciudad (Foto 8).



Foto 8. Fábrica de bloques ubicada en la Av. González Suarez, sector Eucaliptos.

**Ladrillos:** Unidad o pieza de mampostería sólida de arcilla cocida con forma de prisma rectangular que por sus dimensiones permiten al albañil colocarlos con facilidad. La arcilla común es la materia prima utilizada para su fabricación.

En la ciudad se encuentran más de 60 fábricas de ladrillos que por lo general se encuentran emplazadas en parroquias rurales como: Sayausí, Chiquintad, Racar,

Sinincay, Balsay, Tixán entre otras. Pero también se expenden en zonas urbanas como por ejemplo en la Av. Gil Ramírez Davalos y Av. Heroes de Verdeloma (Foto 9).



Foto 9. Fábrica de ladrillos "Benigno Bravo". Sector Terminal Terrestre.

En algunas construcciones se almacena ladrillos para usarlos en mampostería durante la construcción (Foto 10). Este tipo de almacenaje debe estar considerado en el diseño estructural de la edificación.



Foto 10. Almacenaje de ladrillo en obra y uso en mampostería. Edificación de tres plantas. Calle Guapondélig

**Materiales metálicos:** Son productos obtenidos de diversos metales naturales como hierro, aluminio, cobre, plomo, etc., o bien de aleaciones entre ellos o con otros productos (acero, bronce, etc.) (Grupo CEAC, 2001).

No se destaca el uso de los materiales metálicos en las construcciones de la ciudad de Cuenca, por estar fuera de los objetivos de la presente investigación.

Pero cabe mencionar que varios de los constructores incorporan estos materiales en la ejecución de edificaciones. Por ejemplo, para la estructura de la cubierta se utiliza hierro (Foto 11), y para la estructura de la edificación varios utilizan acero ( Foto 12).



Foto 11. Cubierta con estructura metálica.  
Vivienda unifamiliar. Sector Challuabamba



Foto 12. Edificación con estructura  
de acero. Calle Huayna Cápac y  
Simón Bolívar.

**Acero de refuerzo:** El refuerzo debe ser corrugado. Las barras de refuerzo corrugado deben cumplir con los requisitos para barras corrugadas de una de las siguientes normas:

Acero al carbón: ASTM A615M;

Acero de baja aleación ASTM A706M;

Acero inoxidable; ASTM A995M; (Comite ACI 318)

El acero de refuerzo que se emplee en vigas, columnas, vigas y columnas confinantes, estará constituido por barras corrugadas según NTE INEN 2167, por malla de acero según NTE INEN 2209, por alambres corrugados laminados en

frío según NTE INEN 1511 o por armaduras electro-soldadas por resistencia eléctrica de alambre de acero según NTE INEN 2209. Se admitirá el uso de barras lisas únicamente en estribos, en mallas de alambre soldado o en conectores. Se podrán utilizar otros tipos de acero siempre y cuando se demuestre a satisfacción su eficiencia como refuerzo estructural. El módulo de elasticidad del acero ordinario, se supone como  $2 \times 10^5$  MPa ( $2 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup>). Para diseño se considerará el esfuerzo de fluencia mínimo,  $f_y$ , establecido por el fabricante. El  $f_y$  será medido en mega pascales (MPa) o su equivalente en kg/cm<sup>2</sup>. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON), 2008)

### Principales propiedades mecánicas del acero de refuerzo

El Módulo de elasticidad del acero de refuerzo y del acero estructural;  $E_s = 200.000$  MPa.

$f_y$  Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo (MPa)

$f'_y$  Resistencia efectiva a la fluencia del refuerzo (MPa)

$f'_{yt}$  Resistencia especificada a la fluencia  $f_y$  del refuerzo transversal (MPa)

Los valores de  $f_y$  y  $f_{yt}$  usados en los cálculos de diseño no deben exceder de 550 MPa, excepto para aceros de preesforzado. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON), 2008)

El armado del acero de refuerzo de elementos estructurales vigas, columnas, debe corresponder al cálculo estructural de los mismos (Foto 13).



Foto 13. Armado de acero de refuerzo de elemento estructural: columna, que corresponde al diseño estructural realizado previamente por el Ingeniero Estructural. Vivienda de tres pisos. Sector San Joaquín

## 2.2 Condicionantes al Diseño

### 2.2.1 Condicionantes para diseño estructural

Las condicionantes que se presentan para realizar el diseño estructural de una vivienda o edificio, son:

**Normas:** Se debe cumplir las normas técnicas vigentes en el Ecuador, tales como:

- Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)



- Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-08)

**Diseño Arquitectónico:** Existen relaciones directas entre el diseño estructural y el diseño arquitectónico, porque el diseño estructural de vigas por ejemplo depende de la distribución de los espacios por la longitud de las luces, y depende también de las cargas a las que se expondrá la estructura.

**Condiciones mecánicas:** Son importantes las condiciones mecánicas, porque los elementos estructurales tienen que tener los factores de resistencia necesarios para absorber los diferentes esfuerzos a los que van a someterse.

**Emplazamiento:** Se debe tomar en cuenta el lugar en donde se emplazará el proyecto, en cuanto a los riesgos sísmicos que éste presente.

**Encofrados:** En las construcciones tradicionales los encofrados utilizados son de madera. La madera es un material que se adapta a diversas formas y dimensiones, por lo que las restricciones que se presentan para el diseño estructural en las construcciones tradicionales son mínimas, se permite así a los arquitectos y diseñadores obtener diversas formas a las edificaciones.

### 2.2.2 Condiciones para la selección de materiales

Para seleccionar los materiales que se ha de usar en la construcción tradicional, se puede mencionar algunas consideraciones desde el punto de vista de usuarios y constructores, tales como:

**Trabajabilidad:** La trabajabilidad se refiere a la facilidad de trabajar con un material de modo efectivo y simple. Es un factor que nos permite ver en un material si es fácil o no poder utilizarlo en obra.

**Investigaciones, pruebas y ensayos de los materiales:** Constituyen la vía idónea para conocer las propiedades de los materiales y su comportamiento, así como también las técnicas constructivas que se ha de emplear, según sea el caso.

**Factor Económico:** Coinciden todos los profesionales que en todo proyecto el factor económico juega un papel muy importante, algunas de las condiciones para la selección de materiales para cada proyecto desde el punto de vista económico son:

- **Facilidad de obtención:** Constituye un factor determinante para la selección de los materiales. Un material de difícil obtención resulta más caro, debido a que se obtiene solo en determinados lugares.
- **Facilidad de transporte:** Es otro de los materiales que abarata o encarece la obra, por lo que resulta más racional emplear materiales locales.





- **Costo de mantenimiento:** Es una consecuencia de la selección del material de acuerdo con su uso.

**Diseño Arquitectónico:** Existen relaciones directas entre el material que se ha de usar y la forma que debe tomar dicho material. Las dimensiones, formas y tratamientos en el conjunto arquitectónico guardan relación con la resistencia, propiedades y efectos estéticos del material.

**Factores Físicos:** También en la selección de materiales, los factores físicos pueden ser limitantes para el empleo de diversos materiales de construcción en un determinado proyecto, factores como:

- **Factor térmico:** Nos obliga a que se debe usar materiales capaces de resistir cambios de temperatura, al tomar en cuenta la dilatación y contracción que sufren los materiales a consecuencia del calor y el frío.
- **Factor acústico:** Podemos referirnos que este factor en coliseos, teatros, etc. Nos señala el empleo de materiales capaces de absorber, reflejar o aislar completamente el sonido o el ruido.

### 2.3 Estimación del grado de aplicación

El método de construcción tradicional, dado que, es conocido por la mayoría de profesionales constructores, incluso al nivel de albañiles y obreros, es el que más se emplea en las construcciones de la ciudad de Cuenca. Generalmente, las construcciones en las cuales es evidente la aplicación de prácticas muy artesanales y rudimentarias de construir, se encuentran emplazadas en las parroquias rurales de la ciudad. Se destaca también que este tipo de construcción se encuentra en edificaciones ubicadas en parroquias urbanas de la ciudad de Cuenca.

Los profesionales que se dedican a la construcción y que han edificado, tanto viviendas unifamiliares, como edificios multifamiliares, coinciden en que la construcción tradicional se aplica con mayor frecuencia en las viviendas unifamiliares.

Entre las características de las construcciones tradicionales está el encofrado, el cual es elaborado de manera artesanal con la materia prima que es la madera. Este material, proveniente en su mayoría de árboles como el eucalipto, se usa en la etapa de construcción de edificaciones, en diferentes actividades como: apuntalamiento (Foto 14), encofrado de gradas (Foto 15), encofrado de columnas (Foto 16 y Foto 17) y encofrado de vigas de cimentación (Foto 18).

La utilización de la madera en las construcciones, constituye un método de construcción poco productivo, porque limita el uso repetido de los encofrados en la misma obra o incluso en otras edificaciones, también porque se producen desperdicios de madera durante el desencofrado de los elementos.



Foto 14. Apuntalamiento elaborado artesanalmente de madera, que conlleva una pérdida significativa de tiempo en comparación con el alquiler de puntales metálicos. Edificación de cuatro plantas, área de construcción 586 m<sup>2</sup>. Arq. Claudio Silva. Sector San Blas.



Foto 15. Encofrado de gradas, elaborado en obra, con puntales de madera. Edificación de cuatro plantas, área de construcción 586 m<sup>2</sup>. Arq. Claudio Silva. Sector San Blas

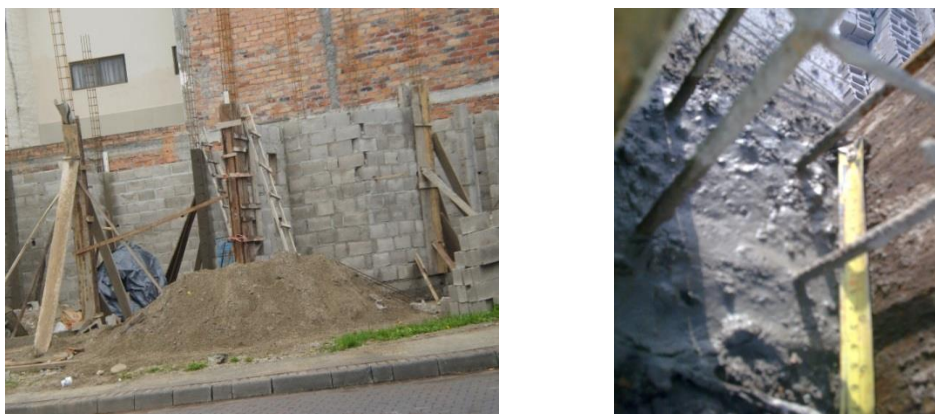


Foto 16. Encofrado de columnas, se utiliza técnicas artesanales para construir cada una de estas. Colocación de hormigón elaborado en obra. Edificación de tres plantas, área de construcción 532 m<sup>2</sup>. Arq. Manuel Cabrera. Av. González Suarez.



Foto 17. Encofrado de columnas, elaboradas artesanalmente y puntales de madera. Edificación de una planta, área de construcción 120 m2. Arq. Bolívar Abarca. Parroquia Ricaurte.



Foto 18. Vigas de cimentación, con encofrados y hormigón elaborados en obra. Resultado de la práctica de la albañilería. Vivienda de dos plantas. Construcción tradicional. Sector San Joaquín.



Debido al crecimiento poblacional de la ciudad de Cuenca, se construyen nuevas edificaciones en parroquias urbanas y rurales. En las construcciones emplazadas en las parroquias rurales, es común casi en su totalidad la construcción tradicional, y para elementos verticales el uso de materiales como bloque y ladrillo. Las construcciones con estructuras de hormigón armado, usan encofrados de madera contruidos de forma artesanal y el hormigón es elaborado en obra sin un control de calidad. El uso de esta técnica de construcción se debe a que muchos obreros de estas áreas dominan dicha técnica, pero ello constituye un freno, al Desarrollo Tecnológico de la Construcción en la ciudad de Cuenca.

Algunas de las aplicaciones de las construcciones tradicionales se caracterizan por la construcción de estructura de hormigón y mampostería de bloque, como por ejemplo: (Foto 19), (Foto 20), (Foto 21), (Foto 22), (Foto 23), (Foto 24).



Foto 19. Vivienda de una planta, construcción tradicional de estructura de hormigón armado elaborado en obra y mampostería de bloque. Parroquia Sinincay. Arq. Henry Villazhañay



Foto 20. Vivienda de plantas. Parroquia Ricaurte. Área de construcción 495.6 m<sup>2</sup>. Estructura de hormigón armado y mampostería de ladrillo, todo construido de forma tradicional. Arq. María Clavijo.



Foto 21. Vivienda de una planta, Parroquia Ricaurte. Arq. Calos Lasso. Área de construcción 100 m<sup>2</sup>. La estructura de hormigón armado ha sido elaborada de forma tradicional, con encofrados de madera armados en obra y mampostería de bloque, albañilería común.



Foto 22. Vivienda unifamiliar, área de construcción 194 m<sup>2</sup>. Estructura de hormigón armado y mampostería de ladrillo, todo construido de forma tradicional. Arq. Adriana Criollo. Parroquia El Valle.



Foto 23. Vivienda de dos plantas, área de construcción 282 m<sup>2</sup>. Arq. Rosa G. Parroquia Monay. Construcción tradicional de estructura de hormigón armado elaborado en obra y mampostería de bloque.



Foto 24. Vivienda unifamiliar, área de construcción 124 m<sup>2</sup>. Claro ejemplo de albañilería pura, en la construcción de vivienda con muros estructurales simples. Arq. Rafael Méndez. Parroquia El Valle.

Otras construcciones tradicionales, se elaboran con estructura de hormigón armado y mampostería de ladrillo. Sin dejar de ser característica común, la elaboración artesanal de los encofrados y del hormigón en obra.

Algunos ejemplos de edificaciones con mampostería de ladrillo en zonas urbanas y rurales de la ciudad son: (Foto 25), (Foto 26), (Foto 27), (Foto 28), (Foto 29).



Foto 25. Vivienda de dos plantas, con encofrados de madera desde los cimientos, elaborados de forma artesanal en obra. Construcción de vivienda se prevé con muros resistentes de ladrillo. Área de construcción 282 m<sup>2</sup>. Arq. Rosa G. Parroquia Chiquintad.



Foto 26. Vivienda de dos plantas, cuya construcción será realizada de forma tradicional, con hormigón elaborado en obra, y encofrados de madera. Área de construcción 306 m<sup>2</sup>. Arq. Víctor León. Sector Castilla Cruz.



Foto 27. Vivienda de dos plantas, construcción con estructura de hormigón armado elaborado en obra, los encofrados utilizados son de madera y mampostería de ladrillo, tiempo de ejecución de la obra diez meses. Sector Av. 10 de agosto.



Foto 28. Vivienda de dos plantas, con estructura de hormigón armado, los encofrados utilizados fueron de madera y la construcción de mampostería es de ladrillo, área de construcción de 140 m<sup>2</sup>. Parroquia Yanuncay



**Foto 29. Vivienda de dos plantas, para construir la estructura de hormigón se empleó encofrados de madera elaborados artesanalmente en obra, y para la construcción de paredes y muros se utiliza el ladrillo. Parroquia Sucre**

Algunos profesionales que han construido viviendas de entre dos y cuatro plantas, coinciden en que las razones para seguir empleando este el método de construcción tradicional, entre otras, son las siguientes:

- La experiencia que tienen, la han adquirido con esta técnica.
- Los encofrados de madera son de su propiedad.
- La concretera que utilizan es de su propiedad, al igual que algunas herramientas y otros equipos de construcción.
- Los maestros y albañiles que laboran con ellos tienen también experiencia en el método de construcción tradicional.
- Los propietarios de las obras son los que deciden el uso de materiales para mampostería como el ladrillo o bloque.

Todas estas razones son respetadas, pero no compartidas por profesionales de la construcción que en sus obras aplican métodos más productivos,

“El profesional debe guiar al cliente, no al revés”

Es la afirmación que el Arq. Wilson Ulloa hace al referirse sobre el método de construcción que aplica en sus obras. Este método consiste en el empleo de Sistemas de Encofrados, el mismo se verá más adelante.

También existen otros profesionales dedicados al campo de la construcción que emplean técnicas más productivas como encofrados metálicos, de madera contrachapada con lámina de metal u otros. Esta selección se hace de manera arbitraria sin una correspondencia con el diseño estructural de la obra, es decir, no de manera planificada.

En algunas viviendas para uso residencial, se utiliza los encofrados metálicos, de madera contrachapada con lámina de metal u otros para elementos estructurales y el hormigón es elaborado y colocado en obra. Algunos ejemplos son: vivienda de cuatro plantas, con un área de construcción de 812 m<sup>2</sup> (Foto 30), vivienda de tres plantas de 414 m<sup>2</sup> de construcción (Foto 31), vivienda de cuatro plantas de 502 m<sup>2</sup> (Foto 32).



**Foto 30.** Edificación para uso residencial, de cuatro plantas, área de construcción 812 m<sup>2</sup>, en la cual se ha utilizada encofrados metálicos y el hormigón se ha elaborado en obra. Parroquia Yanuncay. Arq. Diego Contreras.



**Foto 31.** Vivienda de tres plantas, estructura con muros de albañilería confinada, con el empleo de encofrados metálicos para losa, y elaboración de hormigón In Situ. Área de construcción 414 m<sup>2</sup>, parroquia Sucre. Arq. Pablo Galarza.



**Foto 32.** Edificación de cuatro plantas, estructura de hormigón armado, se emplea encofrados metálicos y el hormigón es elaborado y colocado en obra. Área de construcción 502 m<sup>2</sup>, parroquia Sucre. Arq. Daniel Jadán.

En el centro de la ciudad se construye edificaciones por lo general para uso residencial y vivienda, en una obra que se encuentra en la calle Juan Jaramillo, del Arq. Claudio Ullauri (Foto 33) se utilizan encofrados metálicos en elementos estructurales como columnas, para ésta edificación en la estructura de la segunda planta se ha construido 15 columnas de 2.4m de alto (Foto 34).



**Foto 33. Edificación de tres plantas, construcción con estructura de hormigón armado, elaborado en obra y empleo de encofrados metálicos en elementos estructurales como columnas. Área de construcción 505 m2. Calle Juan Jaramillo. Arq. Claudio Ullauri.**



**Foto 34. Columnas con encofrado metálico. Vertido de hormigón de forma manual. Edificación Calle Juan Jaramillo.**

Entre otras construcciones del centro de la ciudad de Cuenca, en la Calle Manuel Vega se realiza una construcción de cuatro plantas, con un área de 586 m<sup>2</sup> de construcción (Foto 35), dicha obra está a cargo del Arq. Claudio Silva; en esta construcción se utiliza encofrados metálicos para las columnas (Foto 36), y se puede observar que para soportar el peso y la presión del vertido del hormigón en el



encofrado metálico se tiene puntales metálicos apoyados en la losa de entrepiso (Foto 37). La estructura de esta edificación es de hormigón armado, el cual es elaborado manualmente en obra.



Foto 35. Construcción de edificación de cuatro plantas, en la Calle Manuel Vega. Estructura de hormigón armado, elaborado en obra, y con ayuda de encofrados metálicos para elementos estructurales. Arq. Claudio Felipe Silva. Área de construcción 586 m<sup>2</sup>



Foto 36. Encofrado Metálico en columnas. Edificación calle Manuel Vega.



Foto 37. Apuntalamiento en los encofrados metálicos de las columnas. Edificación Calle Manuel Vega.

## 2.4 Evaluación

En el centro de la ciudad de Cuenca se encuentran emplazadas en su mayoría edificaciones coloniales, que son usadas como vivienda y comercio, una cantidad considerable de éstas están deterioradas por su antigüedad y en algunos casos por falta del debido mantenimiento y conservación, pudiéndose estimar que han agotado su vida útil. Las pocas edificaciones que se construyen, debido al espacio disponible, son edificaciones de entre dos y cuatro pisos de altura, según las normativas que exige la ciudad.



Las nuevas edificaciones se construyen generalmente con técnicas constructivas tradicionales. Lo más generalizado en estas construcciones son la albañilería y el hormigón colocado en obra con encofrados de madera contruidos artesanalmente o con encofrados metálicos.

La población de la ciudad de Cuenca tiene una tasa de crecimiento anual del 2%, lo que da lugar a la expansión urbana y por tanto a la construcción de nuevas edificaciones en parroquias urbanas y rurales. En el 2014 se otorgaron más de 1500 permisos de construcción para edificaciones de entre uno y doce pisos, de las cuales la mayoría se construyen de manera tradicional.

Se puede citar como razones para la elección del método de construcción tradicional las siguientes:

- Experiencia adquirida durante la práctica, con una extensa trayectoria durante muchos años en este modo de construcción. Este aspecto está presente no solo en los ejecutores de obra sino también en los diseñadores.
- Los estudiantes de las nuevas generaciones de las carreras de Arquitectura e Ingeniería Civil, que se incorporan a la rama de la construcción realizan prácticas pre-profesionales en las que reciben conocimientos para construir con un método tradicional. Por tanto, desde la formación profesional misma no se induce a la superación de estas técnicas tradicionales con alto grado de componente artesanal.
- Otra de las razones para que se continúe el uso, casi en su totalidad, como método la construcción tradicional, es que muchas de las entidades constructoras cuentan además de la experiencia con equipos y herramientas propios para esta forma de construir, en particular de los elementos para los encofrados de madera para la colocación del hormigón. En este aspecto se produce la usual resistencia al cambio.
- Los propietarios de los inmuebles tienen una visión también tradicionalista de que las construcciones elaboradas con materiales como el ladrillo y la madera son “mejores”, ven quizás el aspecto estético, sin tener en cuenta que por otras técnicas más avanzadas se pudieran lograr beneficios económicos.
- En las parroquias rurales, perteneciente a la ciudad de Cuenca, para construcciones unifamiliares sobre todo, los profesionales como arquitectos o ingenieros intervienen solo en la etapa previa de planificación. Esto es, para aprobar los planos en la I. Municipalidad de Cuenca y obtener así el permiso de construcción, pero en la etapa de ejecución de las obras de las viviendas pequeñas, por lo general interviene un “maestro de obra” y ayudantes, en algunos casos el mismo dueño del inmueble, que por los conocimientos



UNIVERSIDAD DE CUENCA

adquiridos sobre la base de experiencia construirá de manera artesanal, sin corresponder en muchos casos al diseño aprobado.



## CAPITULO III

### 3. CONSTRUCCIONES CON SISTEMAS DE ENCOFRADOS

#### 3.1 Descripción

Los encofrados metálicos, de madera contrachapada en lámina de metal y otros, son de gran aceptación en el mercado, especialmente cuando la construcción es de envergadura y requiere encofrado y desencofrado rápido.

El Sistema de Encofrados está compuesto por cierto número de piezas rígidas, que solo pueden adaptarse a formas exclusivas y dimensiones modulares. De ahí su limitación en cuanto a la multiplicidad de formas a diferencia de los encofrados artesanales, que son susceptibles de emplearlos en diversidad de elementos, cortando, añadiendo, clavando, etc. Por eso se trata de evaluar ventajas y desventajas, pero las primeras se superan cuando se aplica un dimensionamiento modulado y una arquitectura no solo “artística” sino también “técnica”.

Los Sistemas de Encofrados por estar preformados, se los debe ensamblar de la forma como se lo elaboró, se pueden en algunos casos de un mismo molde obtener varias secciones de columna, pero siempre a dimensiones establecidas o normalizadas.

En una construcción donde existan pilares de iguales dimensiones y en gran número, los tableros metálicos son los adecuados. Su gran ventaja radica, no solo en la facilidad y rapidez tanto en el encofrado como el desencofrado, sino que las piezas que componen este tipo de encofrado están constituidas de hierro y acero, lo que hace mayor su vida útil, soportan las asperezas de la construcción y pueden ser reutilizados varias veces simplemente con la correcta limpieza de los mismos.

En cuanto a la utilización o manejo, es bastante sencillo, tanto las operaciones de encofrado, desencofrado como las de aplomado son rápidas y sencillas.

Otra ventaja es que con los Sistemas de Encofrados resultan superficies más limpias. Se puede mencionar también que los Sistemas de Encofrados desde el punto de vista ecológico resultan más favorables para la conservación del medio ambiente.

Uno de los métodos más productivos para la construcción es el uso de camiones llamados en nuestro medio “mixer de concreto”, que facilita la colocación del hormigón en obras, sobre todo en aquellas de varios pisos (Foto 38).



**Foto 38.** Camión “mixer de concreto” utilizado en las construcciones para bombear el hormigón y alcanzar sin problema alturas elevadas para fundición de elementos estructurales de edificios

### 3.1.1 Ejemplos de Referencia.

Entre algunas edificaciones que se encuentran en uso en la ciudad de Cuenca, se tiene como ejemplo de la construcción con Sistemas de Encofrados las siguientes: La Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca, que se encuentra aledaña al Hospital Vicente Corral Moscoso, su construcción ha sido realizada en el año 2004 (Foto 39).



**Foto 39.** Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca, edificio de estructura de hormigón armado construido con Sistemas de Encofrados. Ubicación, aledaño al Hospital Vicente Corral Moscoso. Construcción año 2004. Arq. Honorato Carvallo.  
Fuente: [www.odontoecuador.com.ec](http://www.odontoecuador.com.ec)

Entre otros edificios que ha construido la Arquitecta Janet Altamirano están: el Edificio Work Center, ubicado en la Av. Paucarbamba (Foto 40), el Edificio Fragata, que se encuentra ubicado en la calle Alfonso Moreno Mora y Av. Solano (Foto 41) y el Edificio Valgus, ubicado en la Av. Solano (Foto 42); todos estos edificios tienen semejantes métodos constructivos, la estructura es de hormigón armado y la construcción se ha realizado empleando Sistemas de Encofrados y para la colocación del hormigón se utilizó el mixer de concreto.



Foto 40. Edificio Work Center, ubicado en la Av. Paucarbamba. Construido con Sistemas de Encofrados, y colocación del hormigón para elementos estructurales con ayuda del camión mixer de concreto. Arq. Janet Altamirano.



Foto 41. Edificio Fragata, ubicado en la Calle Alfonso Moreno M- y Av. Solano. Construido con Sistemas de Encofrados, y colocación del hormigón para elementos estructurales con ayuda del camión mixer de concreto Arq. Janet Altamirano.



Foto 42. Edificio Valgus, ubicado en la Av. Solano. Construido con Sistemas de Encofrados, y colocación del hormigón para elementos estructurales con ayuda del camión mixer de concreto Arq. Janet Altamirano.

Al ser los mencionados edificios obras de más de cuatro plantas, los constructores para su rápida ejecución han empleado Sistemas de Encofrados y la colocación del hormigón en elementos estructurales se lo realizó por medio del mixer de concreto. Por tanto la construcción de la ciudad de Cuenca presenta un avance significativo de tecnología, al emplear un método de construcción más productivo.

La visión del diseño arquitectónico de algunos profesionales, sobre todo de aquellos con más años de vida profesional, es de una arquitectura más “artística” y menos “técnica”. Es decir, que las edificaciones presentan escasa modulación en su estructura. Para que productividad del Sistema de Encofrados se pueda aprovechar, se debe realizar el diseño estructural de una edificación con la base de los elementos del Sistema.

En las edificaciones en las que se aplica estos sistemas, el proceso de encofrado y desencofrado consiste en colocar módulos (Foto 43) y unirlos por medio de ganchos (Foto 44 y Foto 45), una vez que el hormigón vertido en las columnas ha fraguado, se procede con el proceso para desencofrar las mismas (Foto 46).



Foto 43. Módulos de metal utilizados en encofrados de columnas.



Foto 44. Ganchos utilizados para unir los módulos en el encofrado.



Foto 45. Detalle de encofrado metálico de columnas.



Foto 46. Proceso de desencofrado de columnas.

El esquema general de encofrado para losas, está compuesto de puntales metálicos que servirán de soporte cuando se funda la losa, cerchas y plaquetas sobre las que se verterá el concreto (Foto 47). En la edificación que se menciona, en la primera planta se encuentran los puntales, las cerchas y las plaquetas sobre las cuales descansa la losa de entrepiso (Foto 48).

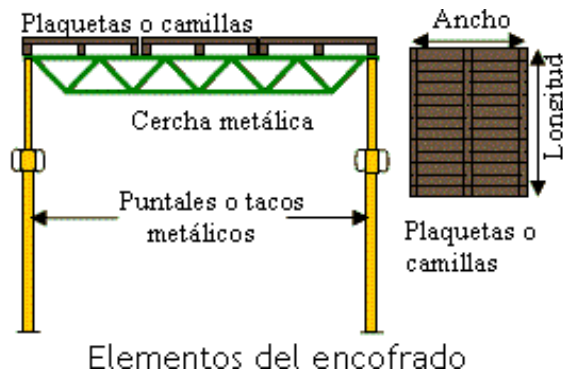


Foto 47. Elementos del Encofrado. Fuente: [www.bagant.com](http://www.bagant.com)



Foto 48. Puntales y Cercha metálica de una edificación.



Los encofrados metálicos con pernos para las columnas reducen el tiempo de fundición de la losa El Arq. Ullauri aplica encofrados metálicos en las construcciones de estructuras de Hormigón Armado:

“Con el uso de encofrados metálicos se puede reducir el tiempo de encofrado de una losa de un Edificio de 8 plantas de dos meses y medio a un mes y medio”.

Por el sector de Balzay se encuentran algunas edificaciones como un Edificio de seis plantas y 2 subsuelos (Foto 49) que según los profesionales encargados de la construcción lleva un año y medio en construcción y para terminar todavía se tiene planificado ocho meses más, en dicha construcción fueron utilizados encofrados metálicos en elementos como columnas y también se utilizaron puntales y cerchas metálicas para la construcción de las losas. La losa diseñada en la edificación es losa aligerada, construida con moldes plásticos que se recuperan luego de la fundición (Foto 50). En cuanto a las jornadas laborales:

“Las jornadas de trabajo eran continuas hasta las 10 pm, incluyendo sábados y domingos, la estructura de todo el edificio se realizó en seis meses”.

La obra cuenta con un presupuesto de alrededor de \$5'800000.



**Foto 49. Edificio de seis plantas y dos subsuelos. Construido con Sistemas de Encofrados, la estructura es de hormigón armado y la colocación del concreto se realizó mediante camión mixer de concreto. Calle Víctor Albornoz.**



**Foto 50. Losa de uno de los dos subsuelos del Edificio ubicado en la Calle Víctor Albornoz. Losa aligerada, construida con bloques plásticos que se recuperan después de la fundición.**

Por el mismo sector se encuentra el “Centro Tecnológico de Balzay” de la Universidad de Cuenca (Foto 51), según información obtenida de uno de los Ingenieros constructores la obra está planificada terminar en abril de 2016, es una edificación de tres pisos, en la que se ha diseñado realizar 3 bloques, cada uno con escaleras y ascensores independientes con interconexión en la primera planta y con unos pasamanos en la primera planta alta. La obra cuenta con un presupuesto de alrededor de \$4'000000. La tecnología aplicada en la construcción es de Sistemas de Encofrados, y la colocación del hormigón se lo realiza mediante mixer de concreto. Se aprovecha al máximo las ventajas de este método, puesto que es una construcción de considerable envergadura y supone una pérdida de tiempo valioso en la ejecución de la obra elaborar manualmente el hormigón para colocarlo en elementos estructurales como: vigas, columnas y losas.



**Foto 51. Edificación del “Centro Tecnológico de Balzay” de la Universidad de Cuenca. Construcción con Sistemas de Encofrados y colocación del hormigón mediante mixer de concreto.**

En la calle Rafael Fajardo por el sector de Balzay, se encuentran dos edificaciones aledañas (Foto 52 y Foto 53), que se construyen con Sistemas de Encofrados y con el uso del camión mixer de concreto para el vertido del hormigón.



**Foto 52. Edificación de seis plantas, construida con Sistemas de Encofrado y aplicación de hormigón con ayuda del mixer de concreto. Calle Rafael Fajardo. Sector Balzay.**



**Foto 53. Edificación de seis plantas, sector Balzay. Calle Rafael Fajardo. Construcción con Sistemas de Encofrados metálicos y aplicación de hormigón mediante mixer de concreto. Calle Rafael Fajardo.**

En la Av. Manuel J. Calle se encuentra una edificación con puntales y cerchas metálicas que soportan la losa (Foto 54), esta edificación a cargo del Ing. Fabián Oramas tiene planificado un periodo de construcción de dos años y se está construyendo con encofrados metálicos, donde se vierte el hormigón mediante bombeo de los camiones mixer de concreto. Edificación de seis plantas y subsuelo.



**Foto 54. Edificación de seis plantas con puntales y cerchas metálicas para losa. Construcción con Sistemas de Encofrados y aplicación de hormigón en plantas altas mediante bombeo con ayuda de mixer de concreto. Ing. Fabián Oramas Av. Manuel J. Calle.**

Por el sector del Crea, se encuentra una edificación de tres plantas y subsuelo, cuya estructura es de hormigón armado construido en los cierres exteriores de la edificación y las divisiones interiores son de mampostería de ladrillo, para el encofrado de elementos estructurales de utilizó Sistemas de Encofrados metálicos y el vertido del hormigón se lo realizó con la ayuda del camión mixer de concreto. El tiempo de ejecución de la obra es aproximadamente un año ocho meses (Foto 55). Las losas de entrepiso se diseñaron como losa nervada y la construcción se realiza con bloques de poliestireno expandido, que se queda en la losa luego de su fundición (Foto 56).



**Foto 55.** Edificación de estructura de hormigón armado, cuyos encofrados eran del Sistema de Encofrados metálicos y cuya aplicación del hormigón se realizó con la ayuda del camión mixer de concreto. La mampostería es de ladrillo. La edificación es de tres plantas y subsuelo, para uso residencial, área de construcción 1929 m<sup>2</sup>. Arq. Boris Serpa. Tiempo de ejecución de la obra un año ocho meses. Sector el CREA.



**Foto 56.** La losa de la edificación es losa nervada y la construcción se realiza con bloques de poliestireno expandido, que se queda en la losa luego de su fundición Arq. Boris Serpa. Sector el CREA.

Edificio multifamiliar de siete plantas con un área de construcción de 6886 m<sup>2</sup>, ubicado en la Av. Primero de Mayo, la estructura es de hormigón armado construido en los cierres exteriores de la edificación y las divisiones interiores son de mampostería de ladrillo, para la ejecución se emplea Sistema de Encofrados y la colocación del hormigón en elementos estructurales se realiza con ayuda del mixer de concreto (Foto 57).



Foto 57. Edificación multifamiliar de seis plantas, estructura de hormigón armado, en vanos relleno con mampostería de ladrillo, la colocación del hormigón se realiza mediante mixer de concreto. Área de construcción 6886 m<sup>2</sup>. Arq. Marco Arias. Tiempo de ejecución de la obra dos años. Av. Primero de Mayo.

## 3.2 Condicionantes al Diseño

### 3.2.1 Diseño de encofrados

El objeto de los 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 arquitectónico y en correspondencia a las soluciones constructivas estructurales, de instalaciones, etc. de las especificaciones.

#### Diseño de encofrados (Comite ACI 318)

Los encofrados deben ser suficientemente herméticos para impedir la fuga del mortero, también deben estar adecuadamente arriostrados o amarrados entre sí, de tal manera que conserven su posición y forma. Los encofrados y sus apoyos deben diseñarse de tal manera que no dañen la estructura previamente construida.

El diseño de encofrados debe tener en cuenta los siguientes factores:

- Velocidad y método de colocación del concreto;
- Cargas de construcción, incluyendo cargas verticales, horizontales y de impacto.
- Requisitos especiales de los encofrados para la construcción de cáscaras, losas plegadas, domos, concreto arquitectónico u otros tipos de elementos similares.
- Puntales y reapuntalamiento.
- El encofrado debe retirarse de tal manera que no afecte negativamente la seguridad de la estructura.
- Solamente cuando la estructura, tenga suficiente resistencia para soportar de manera segura su propio peso y las cargas colocadas sobre ella, pueden apoyarse cargas de construcción o retirar el encofrado de cualquier porción de ella. (Comite ACI 318)

La demostración de que la resistencia es adecuada debe basarse en un análisis estructural que tenga en cuenta las cargas propuestas, la resistencia del Sistema de Encofrado, y la resistencia del concreto. La resistencia del concreto debe estar basada en ensayos de probetas curadas en obra. (Comite ACI 318)

### 3.2.2 Dimensiones estándar

Se encuentran algunas formaletas en el mercado con las siguientes dimensiones:

20 cm x 20 cm,

30 cm x 30 cm

40 cm x 40 cm

Hasta columnas de 100 x 100 cm, con una variación de 5cm en 5 cm. Con una altura de 2.40 m (Foto 58).

Algunos encofrados se pueden adaptar con pernos de tal manera que una misma formaleta puede usarse para varias dimensiones de columna.



Foto 58. Formaletas de 20 x 20, 30 x 30. Local Comercial "HC Metal".

### 3.3 Estimación del grado de aplicación

Sobre la base de las construcciones ilustradas, se puede decir que el grado de aplicabilidad de los Sistemas de Encofrados en elementos estructurales es:

- Encofrado de Vigas de cimentación
- Encofrado de columnas
- Encofrado de losas de entrepiso.

Los Sistemas de Encofrados utilizan con mayor frecuencia profesionales dedicados al campo de la construcción, que conocen las pérdidas económicas que representan los encofrados de madera, estas pérdidas se producen en la etapa de desencofrado en la que se pierde alrededor del 50% de la madera.



La aplicación de los Sistemas de Encofrados abarca desde viviendas de entre tres plantas, hasta edificaciones de más de cinco plantas.

Las limitantes se producen cuando se requiere encofrados que no existen en el mercado; los mismos se pueden fabricar con un incremento en el costo. Algunos profesionales realizan una combinación de Sistemas de Encofrado y encofrados de madera, sobre todo para elementos como vigas, en las que es más laboriosa la colocación de encofrados metálicos.

### 3.4 Evaluación

La finalidad de exponer las obras relevantes que han construido diferentes profesionales, y mostrar el método que han empleado para realizarlas, es para tener un visión general de cómo se ha construido en la ciudad de Cuenca; y la exposición de las obras que se encuentran en estado de construcción, da una visión general de los métodos aplicados en el año 2014 en la construcción de edificaciones de la ciudad.

En sectores de la ciudad donde la normativa municipal lo permite se realizan edificaciones de mayor altura, es decir, edificaciones de más de cuatro plantas. En estas construcciones los profesionales optan por un Sistema de Encofrados, y dejan de lado los encofrados de madera armados artesanalmente y la albañilería como solución estructural resistente, debido a que el tiempo de ejecución de las obras es un factor importante. Los Sistemas de Encofrados optimizan el tiempo, al existir una modulación en elementos estructurales, como en las columnas, es mejor utilizar encofrados preformados en lugar de armarlos mediante carpintería directamente en el lugar de la obra.

A más de ello, la elección de Sistemas de Encofrados para construcciones en la ciudad, se da por razones como:

- Permite utilizar repetidamente los encofrados en una obra e incluso en otras, y aprovechar al máximo el rendimiento de los mismos.
- El alquiler de los elementos, de los Sistemas de Encofrados, están en el mercado al alcance de los constructores con precios competitivos. Algunos profesionales optan por la compra de los mismos, con lo que evitan gastos de alquiler e incrementan su potencial en medios de construcción.
- La elección del Sistema de Encofrados que se debe utilizar en cada caso, se debe también a la facilidad de su aplicación, sin dejar de atender el montaje, hormigonado y desmonte.



- La transferencia de conocimiento de generación en generación, se aplica a la utilización de los Sistemas de Encofrados en las construcciones, profesionales de extensa experiencia imparten sus conocimientos a estudiantes.
- El uso preferente de estos Sistemas de Encofrados se realiza en edificaciones de magnitud significativa, tanto en extensión como en altura, pero además, también se aplica en edificaciones menores, por ejemplo en viviendas, en las que no se aplica de forma integral, sino en partes como la construcción de las losas, tanto de entrepiso como de techo.
- Los Sistemas de Encofrados, junto con otros equipamientos como por ejemplo la colocación del hormigón mediante bombeo, son factores de desarrollo tecnológico de la construcción, para la modalidad del hormigonado In Situ.





## CAPITULO IV

### 4. CONSTRUCCIONES PREFABRICADAS

#### 4.1 Descripción y principios básicos

La idea de no hormigonar In Situ las construcciones mediante encofrados, sino de realizar la construcción con ayuda de elementos prefabricados, es un método todavía nuevo en Cuenca.

Varios son los factores que ha influido en el desarrollo de esta nueva forma de construir, entre esos contamos con las ventajas que el método ofrece:

- Una ventaja de las construcciones con elementos prefabricados, en general se utilizan sistemas estáticamente determinados cuyo cálculo, puede ser realizado fácilmente por técnicos experimentados.
- Cada elemento puede construirse con la resistencia de hormigón se sea requerida, así habrá elementos que requieran hormigón pesado de alta resistencia y otros que requieran hormigón ligero, cuando se requiere aislamiento térmico por ejemplo.
- La fabricación en masa de unidades normalizadas en fábricas permanentes reduce la mano de obra.
- Un equipo de óptima maquinaria asegura en la fábrica una producción bien acabada y a medida, especialmente una exacta colocación de las varillas del armado, esto se logra debido a que los moldes casi siempre se rellenan en posición horizontal y por lo tanto sin juntas de trabajo.
- Se reduce el número de ensayos requeridos de áridos, porque las materias primas por lo general se adquieren a los mismos proveedores al por mayor.
- El montaje es de fundamental importancia, por lo que ayuda al rendimiento económico de la obra, ahorra costos de mano de obra.
- Otro ahorro significativo en obra, es el alquiler de andamios y encofrados que suponen hormigonar In Situ losas de entrepiso.
- Reducción general de la cantidad de agua necesaria.

#### **Cálculo:**

En las construcciones con elementos prefabricados se ha de obtener una clara absorción y distribución de las fuerzas verticales y horizontales. Por regla general, no se presentan vigas continuas y pórticos estáticamente indeterminados y los apoyos se fijan sobre bloques de fundación. Hay que atender el comportamiento tanto de los elementos aislados como del conjunto de la edificación, lo que será muy influenciado por las numerosas juntas y uniones.



### 4.1.1 Hormigón Pretensado

Se presenta de manera textual, algunas definiciones de hormigón pretensado:

El hormigón pretensado consiste en someter a una pieza a una fuerza de compresión previa, en la zona que debería resistir esfuerzos de tracción al someterla a una carga. La compresión inicial compensa las tracciones que aparecen en servicio. En el hormigón armado, la armadura de acero resiste directamente a los esfuerzos de tracción, pero en el hormigón, la cual será anulada total o parcialmente bajo carga. (Vilagut, 1975)

Se denomina Hormigón Pretensado a la tecnología de construcción de elementos estructurales de hormigón sometidos intencionadamente a esfuerzos de compresión previos a su puesta en servicio. Con los avances tecnológicos en 1920 fue patentada la técnica. El objetivo es el aumento de la resistencia a tracción del hormigón, al introducir un esfuerzo de compresión interno que contrarreste en parte el esfuerzo de tracción que producen las cargas de servicio en el elemento estructural. Con esta técnica es posible que, para deformaciones pequeñas o nulas, el acero trabaje a tensiones cercanas a su tensión máxima (Hernández Montes, y otros, 2007)

El término “pretensado”, hace referencia a estructuras cuyas armaduras (cables) se tensan primero, luego se vierte el hormigón debidamente confinado por moldes, y una vez que este adquiere la resistencia necesaria, se cortan los cables, y se produce una fuerza de compresión en el elemento; es decir la fuerza de los cables se transmite al hormigón exclusivamente por adherencia. (Carrasco Castro, 2010)

El concreto preesforzado, es el tipo de construcción que combina aceros y concretos de muy alta resistencia. El acero, usualmente en forma de alambres, cables o barras, se embebe en el concreto sometiéndolo a una tensión alta, la cual se equilibrará con esfuerzos de compresión en el concreto después del endurecimiento. Debido a esta precompresión, el concreto de un elemento sometido a esfuerzos de flexión se agrietará en la zona de tensión para cargas mucho más altas que cuando no está precomprimido. El preesfuerzo reduce de manera significativa las deflexiones y las grietas de flexión para cargas normales, y de esta manera permite la utilización efectiva de materiales de alta resistencia. El concreto preesforzado ha extendido significativamente el rango de luces posibles del concreto estructural y los tipos de estructuras para los cuales es adecuado. (Nilson, 1999)

## Materiales del Hormigón Pretensado

### Hormigón

Debido a las altas compresiones a las que es sometido el hormigón pretensado, para minimizar las pérdidas que ocurren en la fuerza de tensado y para aprovechar de

mejor manera las propiedades del acero de preesfuerzo y del hormigón, siempre se utiliza “hormigón de alta resistencia” en las estructuras de hormigón preesforzado. Con un control adecuado de los materiales y aditivos, se obtiene fácilmente resistencias de 400 kg/cm<sup>2</sup>, 500 kg/cm<sup>2</sup> o más, especialmente cuando se trabaja en fábrica. (Carrasco Castro, 2010)

### Acero de preesfuerzo

No es posible utilizar el acero de refuerzo utilizado comúnmente en el hormigón armado como acero de preesfuerzo, debido a deformaciones que sufre el hormigón, la deformación inicial que se produce al tensar el acero prácticamente se pierde, y por tanto desaparece la fuerza de preesfuerzo. Se ha desarrollado aceros de alta resistencia, cuya elongación es mayor que la del acero común, y luego de las pérdidas debido a las deformaciones del hormigón, todavía mantiene una fuerza de preesfuerzo importante (Carrasco Castro, 2010).

El acero de alta resistencia viene en alambres, cables o barras, el más usado es el cable de 7 hilos (Foto 59). Los cables deben cumplir con la norma ASTM A416.

El cable de grado 270ksi (kilo libras por pulgada cuadrada), equivalente a un esfuerzo mínimo de rotura  $f_{pu} = 19000 \text{ kg/cm}^2$  (Carrasco Castro, 2010).

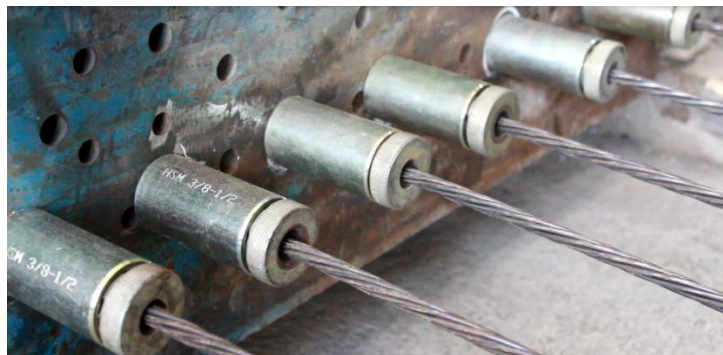
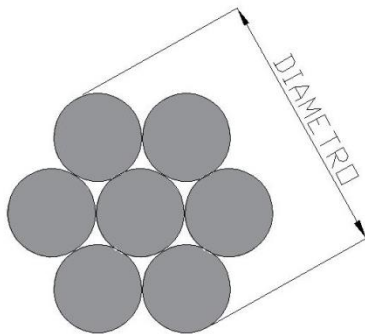


Foto 59. Cable estándar de 7 hilos para pretensar. Fuente: Carrasco Castro 2010

### Procedimiento constructivo del hormigón pretensado

Se utilizan alambres de acero de alta calidad (Foto 60), que se tensan por medios apropiados antes de verter el hormigón en los moldes (Foto 61). Una vez endurecido

el hormigón se sueltan los anclajes entre ambos materiales. La fuerza necesaria para el tensado se ejerce al apoyar contra el molde o bien desde unos macizos de anclaje. (Vilagut, 1975)



Foto 60. Colocación de cables para viga de puente, fábrica Carrasco RFV Construcciones.

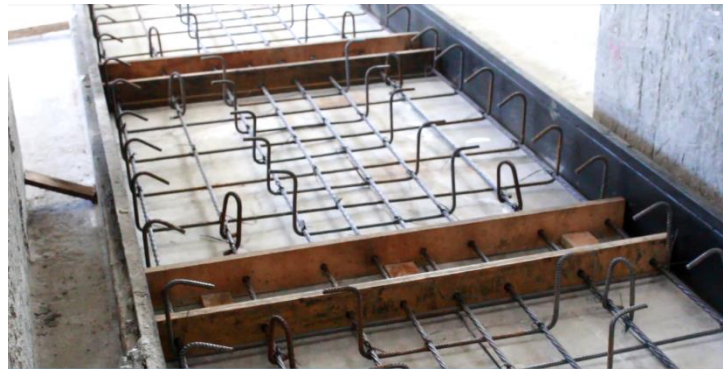


Foto 61. Tensado de cables en losa para puente, fábrica Carrasco RFV Construcciones.

## 4.2 Instalaciones de Producción, medios de transporte y de montaje

### 4.2.1. Instalaciones de producción

En la ciudad de Cuenca los elementos prefabricados para edificaciones son producidos en escasas fábricas, tenemos así la fábrica Carrasco RFV Construcciones. Cia.Ltda. de los Ingenieros Carrasco que ofrece elementos prefabricados para edificios, puentes y otros, en hormigón armado y hormigón pretensado, y la fábrica de los Ingenieros Zalamea que ofrece elementos prefabricados para losas, y elementos verticales de división o muros. Seguramente hay algunas otras fábricas que se encuentran emplazadas y desarrollándose en la ciudad de Cuenca. Se destaca sin embargo las fábricas de los Ingenieros, puesto que de ellos se conoce y obtuvo información acerca de los elementos que se fabrican y están al alcance de profesionales diseñadores y constructores.

#### **Fábrica Carrasco RFV Construcciones**

Se encuentra ubicada en el kilómetro 3 de la vía a Jadán, fácilmente accesible con vehículos. En principio la fábrica elaboraba elementos prefabricados como:

tapas, pozos para alcantarillado, etc. Se conoce que aproximadamente en el año 2002 se incursiona en la elaboración de elementos estructurales para edificaciones y puentes de hormigón armado y hormigón pretensado. Las siguientes imágenes muestran un perfil del emplazamiento e instalaciones de la fábrica (Foto 62), (Foto 63), (Foto 64), (Foto 65).



Foto 62. Sector de la fábrica destinado para doblar las varillas utilizadas para estribos de los elementos estructurales, fábrica Carrasco RFV Construcciones.



Foto 63. Instalaciones de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.



Foto 64. Operarios trabajando en el armado de estribos en losa para puente, fábrica Carrasco RFV Construcciones.



Foto 65. Ampliación de las instalaciones, destinadas para el almacenaje de los elementos estructurales prefabricados, fábrica Carrasco RFV Construcciones.

### Medios de transporte

Para construcciones con elementos prefabricados, cuando el proyecto es de magnitud significativa, los elementos que requiere la infraestructura son también de magnitud considerable. Para manejar estos elementos fuera de la fábrica, se requiere de medios, es decir de transporte y grúas (Foto 66).



Foto 66. Medios de transporte para elementos prefabricados de magnitud significativa, como plataformas y medios de montaje, como grúas, fábrica Carrasco RFV Construcciones.

El proyecto de la Universidad de Cuenca, específicamente el Aulario para el “Centro Científico, Tecnológico y de Investigación Balzay de la Universidad de Cuenca”, que se construye en Balzay, contrata a la planta de prefabricados de la ciudad de Guayaquil, Fábrica MAVISA, para la producción y transporte de losas de sección doble T (Foto 67).



Foto 67. Plataforma para transporte de losas de sección doble T. para la construcción del Aulario para el “Centro Científico, Tecnológico y de Investigación Balzay de la Universidad de Cuenca”

### Medios de montaje

Los equipos necesarios para el montaje de elementos prefabricados de magnitud y peso considerable son las grúas (Foto 68). En el Código ACI 318-08 en su capítulo 16 se menciona las siguientes recomendaciones en cuanto al montaje de los elementos prefabricados:

- El diseño de los elementos debe considerar las fuerzas y distorsiones que ocurren durante el curado, desencofrado, almacenamiento y montaje, de manera que los elementos prefabricados no sufran sobreesfuerzos o se dañen en forma alguna.
- Las estructuras y elementos prefabricados deben estar adecuadamente apoyados y arriostrados durante el montaje para asegurar el adecuado alineamiento e integridad estructural hasta que se completen las conexiones permanentes.



Foto 68. Grúa, medio de montaje utilizada para el izaje de losa de sección doble T. para la construcción del Edificio del Aulario para el “Centro Científico, Tecnológico y de Investigación Balzay de la Universidad de Cuenca”

Con la maquinaria adecuada el proceso de montaje de diferentes elementos prefabricados se realiza de manera rápida. En el proyecto: “Rehabilitación del Parque de la Madre”, en el cual se construyó el Parqueadero subterráneo en el año 2012, con paneles prefabricados (Foto 69) y losas de sección T de 17.5 m de luz de hormigón pretensado (Foto 70).



**Foto 69.** Proceso de montaje, de elementos verticales utilizados en la construcción del Parqueadero del Parque de la Madre en el proyecto: “Rehabilitación del Parque de la Madre”, que se realizó en el año 2012.



**Foto 70.** Proceso de montaje, de losas de sección T, utilizadas en la construcción del Parqueadero subterráneo en el proyecto: “Rehabilitación del Parque de la Madre”, que se realizó en el año 2012.

En el proyecto del Aulario para el “Centro Científico, Tecnológico y de Investigación Balzay de la Universidad de Cuenca”, se destaca que con el equipo adecuado el montaje y colocación de losas de sección doble T (Foto 71) se realiza de manera eficaz en un tiempo de alrededor de 15 min.





Foto 71. Proceso de montaje de losas de sección doble T para la construcción del Edificio del Aulario para el “Centro Científico, Tecnológico y de Investigación Balzay de la Universidad de Cuenca”

### 4.3 Condicionantes al Diseño

El Código ACI 318-08 en su capítulo 16 presenta el “Concreto Prefabricado”, las especificaciones que deben aplicarse a las estructuras que incorporan elementos estructurales prefabricados de concreto.

El diseño de elementos prefabricados debe incluir las condiciones de carga y de restricción, desde la fabricación inicial hasta completar la estructura, incluyendo el desencofrado, almacenamiento, transporte y montaje. Se debe detallar el refuerzo, insertos y dispositivos de izaje necesarios para resistir las fuerzas temporales derivadas del manejo, almacenamiento, transporte y montaje. (Comite ACI 318)

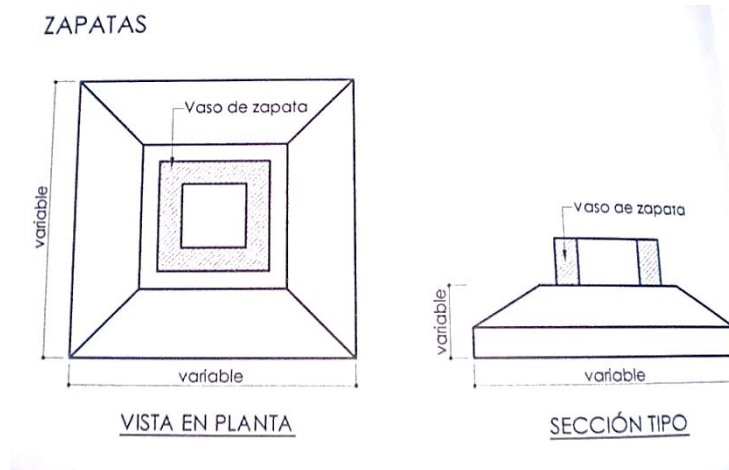
En cuanto al hormigón pretensado, las especificaciones técnicas para el diseño se encuentran en el capítulo 18 del código ACI 318-08, entre otras especificaciones, se recomienda que se debe tomar medidas en relación a los efectos sobre estructuras adyacentes producidos por deformaciones plásticas y elásticas, deflexiones, cambios de longitud y rotaciones provocadas por el preesforzado. También deben incluirse los efectos debido a cambios de temperatura y a retracción.

Por tanto para el diseño estructural de elementos prefabricados se debe cumplir con la Norma ACI 318-08 y se debe tener control desde la fabricación hasta el montaje.

Para el diseño de estructuras con elementos prefabricados la modulación de los elementos es un aspecto importante a considerar, en base a esto, en la fábrica CARRASCO RFV CONSTRUCCIONES se dispone de un catálogo ilustrativo de los elementos prefabricados en hormigón armado y hormigón pretensado.

Por tratarse de especial interés, se expone los elementos prefabricados para edificios, excluyendo los elementos estructurales para puentes que también se elaboran en la fábrica.

Los Arquitectos e Ingenieros Estructurales pueden aplicar en el diseño de edificaciones, elementos prefabricados de variables formas y dimensiones como: zapatas (Foto 72), vigas de cimentación (Foto 73), columnas (Foto 74), vigas cargadoras: Tipo T invertida (Foto 75), Tipo L (Foto 76), Rectangular (Foto 77), todo ello con ventajas técnico-constructivas y económicas dando la respuesta requerida por el diseño, en sus diferentes especialidades.



**Foto 72. Zapatas, elemento prefabricado. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.**

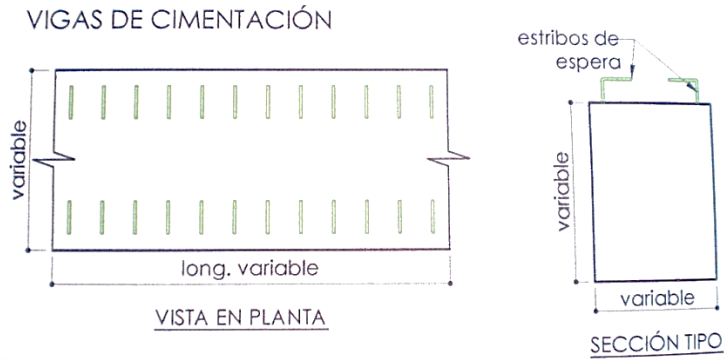


Foto 73. Vigas de cimentación, elemento prefabricado. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.

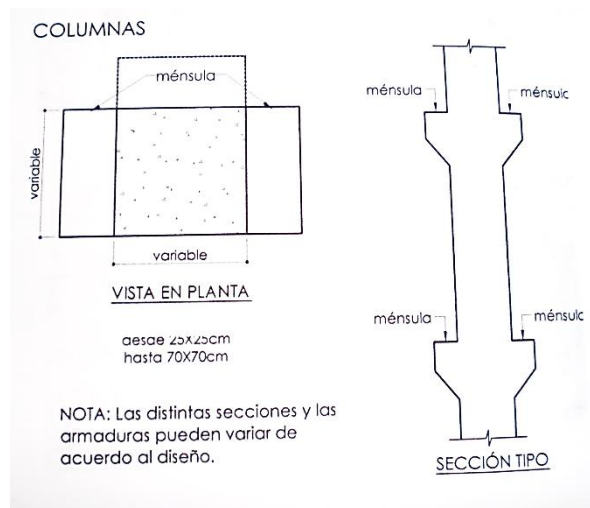


Foto 74. Columnas, elemento prefabricado. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.

VIGAS CARGADORAS

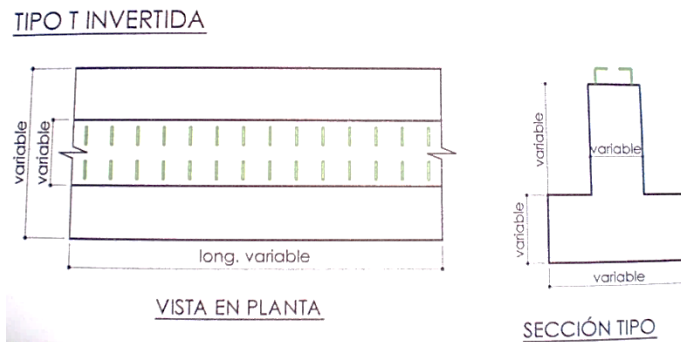


Foto 75. Vigas cargadoras Tipo T invertida, elemento prefabricado. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.

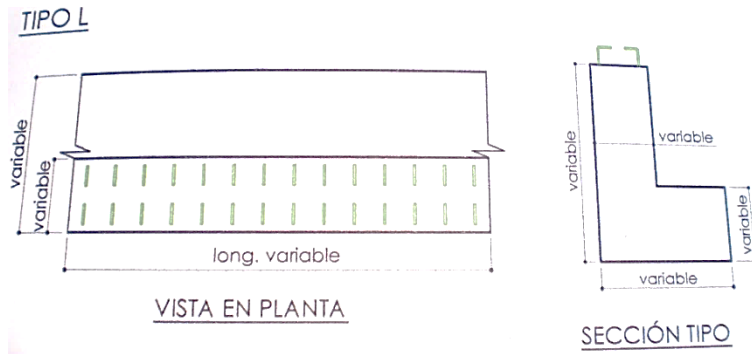


Foto 76. Vigas cargadoras Tipo L, elemento prefabricado. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.

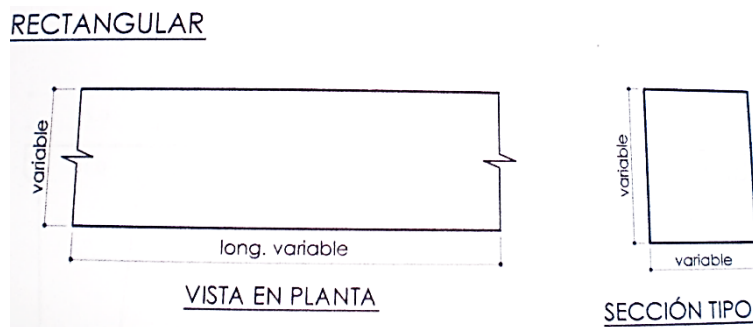


Foto 77. Vigas cargadoras Tipo Rectangular, elemento prefabricado. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.

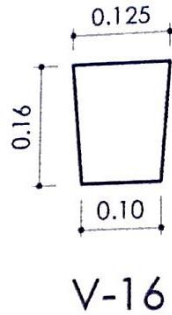
Los elementos expuestos se destaca que en cuanto a las dimensiones dejan un cierto grado de libertad al diseñador; pero además la fábrica Carrasco RFV Construcciones cuenta en su catálogo, con viguetas para losas de peralte específico que responde al requerimiento de luz que demande el diseño de la edificación.

Así, se tiene tipos de viguetas con las siguientes nomenclaturas: V-30 (Foto 78), V-20 (Foto 79), V-16 (Foto 80), V-12.5 (Foto 81), para luces de 3.5m, 4.5m, 5.5m, y 8m respectivamente (Foto 82).



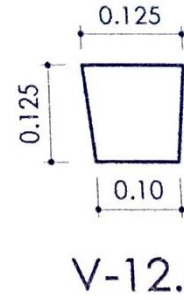
Foto 78. Vigueta para losa, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 8m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones

Foto 79. Vigueta para losa, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 5.50m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.



V-16

Foto 80. Vigueta para losa, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 4.5m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.



V-12.5

Foto 81. Vigueta para losa, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 3.5m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.

VIGUETAS PARA LOSAS	
TIPO	* LUZ MÁXIMA
V - 12.5	3.50 m
V - 16	4.50 m
V - 20	5.50 m
V - 30	8.00 m

Foto 82. Luz máxima a cubrir según el tipo de vigueta para losa. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.

En cuanto a losas de sección doble T y losas de sección T, éstas también se encuentran en el catálogo de la fábrica Carrasco RFV Construcciones con dimensiones específicas que responde al requerimiento de luz que demande el diseño de la edificación. Se tiene tipos de losas con las siguientes nomenclaturas: losa Doble T, DT-25 cubre una luz máxima de 7m (Foto 83), losa DT-35 cubre una luz máxima de 10m (Foto 84), losa DT-60 cubre una luz máxima de 14m (Foto 85); la nomenclatura de las losas se relacionan con el peralte de las mismas, y las luces que se pueden cubrir son mayores mientras aumenta su peralte (Foto 86).

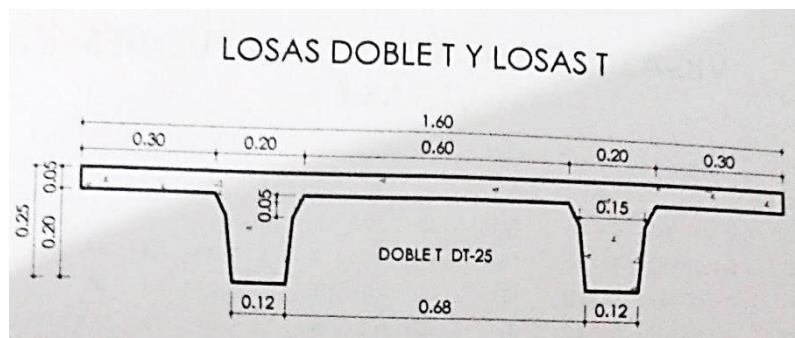


Foto 83. Losa doble T, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 7m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.

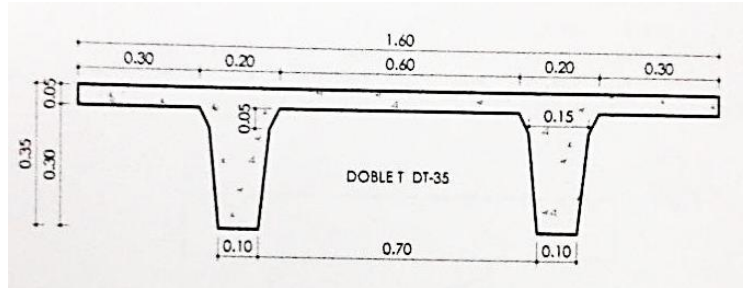


Foto 84. Losa doble T, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 10m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.

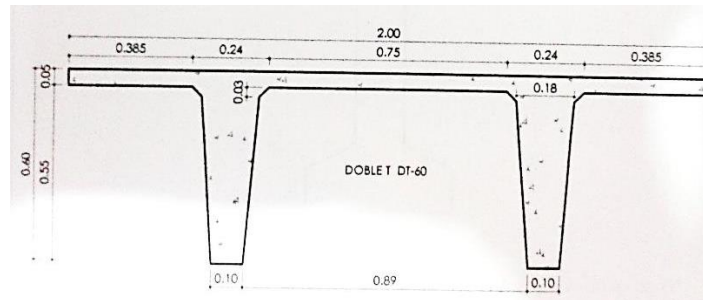


Foto 85. Losa doble T, elemento prefabricado que cubre una luz máxima de 14m. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.

LOSA DOBLE T PARA EDIFICIOS	
TIPO	* LUZ MÁXIMA
DT - 25	7.00 m
DT - 35	10.00 m
DT - 60	14.00 m

Foto 86. Luz máxima que se puede cubrir según el tipo de losa doble T. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.

Cada elemento expuesto anteriormente conjuga de manera armoniosa y la disposición de todos estos elementos constituye la estructura de una edificación prefabricada, (Foto 87)

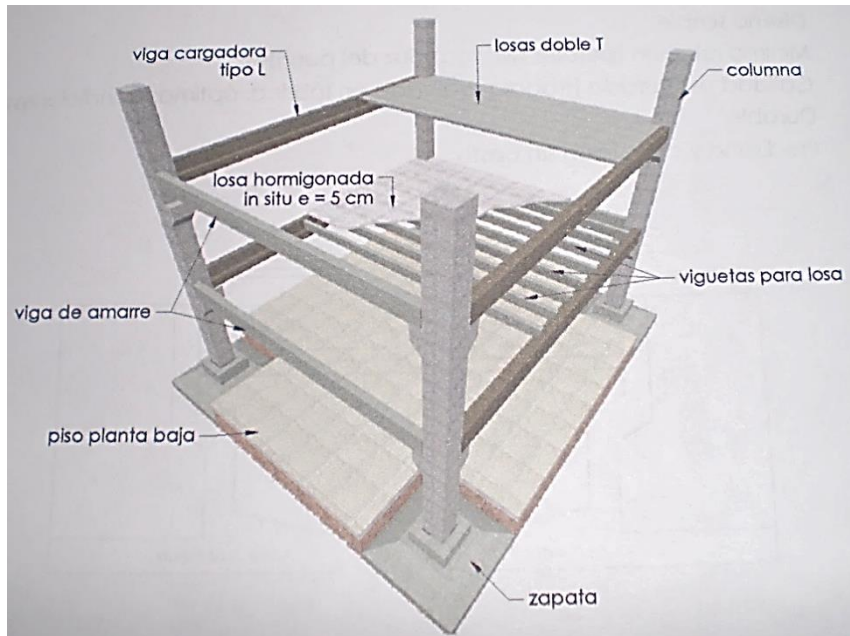


Foto 87. Disposición de elementos prefabricados en la estructura de una edificación. Fuente: Catálogo de soluciones en hormigón prefabricado de la fábrica Carrasco RFV Construcciones.

#### 4.4 Estimación del grado de aplicación

En la recopilación de información se encuentra que, de las extensas aplicaciones de los prefabricados en las ramas de la Ingeniería y la Arquitectura pueden señalarse las siguientes (Vilagut, 1975):

- Edificios de vivienda y residenciales.
- Edificios Industriales y comerciales.
- Abastecimiento de agua y saneamiento de poblaciones.
- Alumbrado público
- Parques y jardines
- Tubos, canales y acequias
- Muros de contención, revestimiento de márgenes y taludes,
- Cimentaciones
- Construcción de puentes
- Obras viales

Lo cual permite establecer una idea de la importancia de los elementos prefabricados. De manera general en la ciudad de Cuenca se puede mencionar que se utiliza elementos prefabricados en: las construcciones de abastecimiento de agua y saneamiento, en postes de alumbrado público, en muros de contención, en cimentaciones, en la construcción de puentes y en obras viales, en construcciones de viviendas, en edificaciones comerciales, en parqueaderos.

Por ser parte de los objetivos de esta investigación, se considera la aplicación que los elementos prefabricados tienen en edificaciones. En la ciudad de Cuenca se encuentran edificaciones residenciales, comerciales, parqueaderos y unidades educativas, en las cuales se ha aplicado la construcción con elementos prefabricados.

Los elementos prefabricados se pueden dividir en elementos de prefabricación ligera y elementos de prefabricación pesada, la principal diferencia entre estos dos es la maquinaria necesaria para su montaje.

#### 4.4.1. Prefabricación ligera

En la construcción de edificaciones, se define como prefabricación ligera aquella en la que el montaje de los elementos prefabricados se los realiza con maquinaria habitual y de forma manual.

Como ejemplos de prefabricación ligera en la ciudad de Cuenca tenemos:

En la parroquia Monay, el Arq. Carlos Cordero construye 3 viviendas de dos plantas, con un área de construcción de 160 m<sup>2</sup> cada una (Foto 88), en éstas viviendas se emplean losas prefabricadas de sección doble T para la losa de entepiso, de luz de 6m (Foto 89), éstos elementos prefabricados se pueden adaptar a los diseños arquitectónicos y estructurales con facilidad (Foto 90).



Foto 88. Tres viviendas de dos pisos con elementos prefabricados para losas, área de construcción de cada vivienda 160m<sup>2</sup>. Arq. Carlos Contreras. Calle Benito Juárez.



Foto 89. Losas de sección doble T prefabricadas, luz 6 m, para losa de entepiso. Arq. Carlos Contreras. Calle Benito Juárez





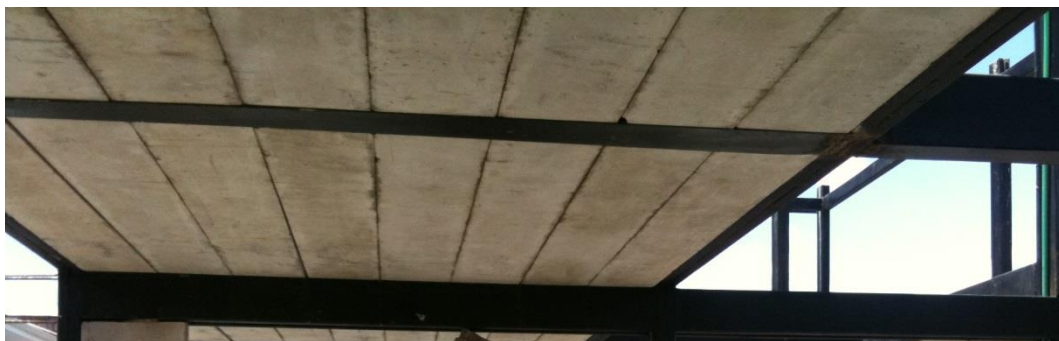


**Foto 90. Losas doble T prefabricadas, se adaptan a diseños arquitectónicos y estructurales. Calle Benito Juárez**

En la construcción de una Unidad Educativa de la ciudad de Cuenca, se empleó elementos prefabricados para elementos verticales como paredes (Foto 91) y también de elementos prefabricados para losas de entrepiso (Foto 92). Los elementos prefabricados son construidos en la fábrica de los Ingenieros Zalamea. Se destaca la investigación realizada por los Ingenieros durante varios años, con el fin de obtener elementos con características estructurales favorables a los diseños requeridos y con una ventaja de ser elementos prefabricados alivianados. Por tanto su montaje se puede realizar fácilmente por el personal de la obra (Foto 93), lo que evita la contratación de maquinaria especializada como grúas.



**Foto 91. Paneles alivianados prefabricados para elementos verticales como paredes de Unidad Educativa. Fuente: Ing. Fernando Zalamea**



**Foto 92. Paneles alivianados prefabricados para losa de entrepiso de Unidad Educativa. Fuente: Ing. Fernando Zalamea**



Foto 93. Paneles alivianados, de fácil manejo sin necesidad de grúas. Fuente: Ing. Fernando Zalamea

#### 4.4.2. Prefabricación Pesada

En la construcción de edificaciones, se define como prefabricación pesada aquella en la que se requiere de maquinaria especializada como grúas para su montaje. Los elementos de prefabricación pesada por lo general son elementos pretensados.

Algunos ejemplos de edificaciones construidas con elementos prefabricados en la ciudad de Cuenca son:

En la Av. Gil Ramírez Dávalos, sector del Aeropuerto, se encuentra ubicado el centro comercial “Kiwi”, el parqueadero de este centro comercial está construido con elementos prefabricados para losa de sección doble T (Foto 94).

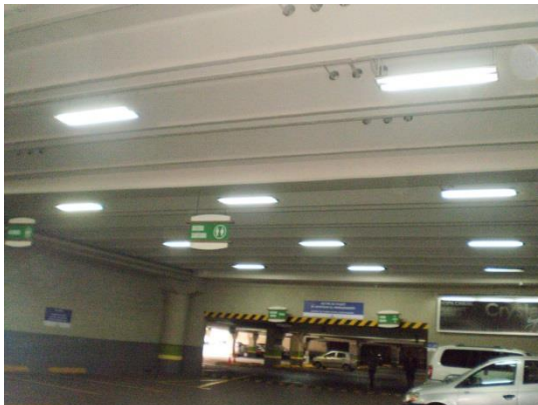


Foto 94. Losa de sección doble T pretensada, parqueadero centro comercial KIWI.

En la Av. de las Américas, sector Control Sur, se encuentra emplazada la edificación del centro comercial “Ferretería Continental” (Foto 95), cuya construcción se ha realizado casi en su totalidad con elementos prefabricados, desde los cimientos.



Foto 95. Edificación "Ferretería Continental", construido con elementos prefabricados en su totalidad, ubicado en Av. de las Américas, sector Control Sur.

En el subsuelo se encuentran losas de sección doble T (Foto 96), columnas con ménsula, vigas cargadoras y vigas de amarre (Foto 97) que constituyen la losa de entrepiso, para la siguiente planta es una estructura similar (Foto 98), las vigas cargadoras son tipo T invertida (Foto 99). En la losa de la primera planta se tiene un espacio vacío producto del diseño arquitectónico y estructural, los elementos prefabricados no presentan inconvenientes a estas exigencias de diseño (Foto 100).



Foto 96. Subsuelo "Ferretería Continental", construido con elementos prefabricados de hormigón pretensado para losa de sección doble T.



Foto 97. Columna con ménsula, viga cargadora y viga de amarre, constituyen la estructura de la losa de entrepiso de la edificación de la "Ferretería Continental"



Foto 98. Estructura de la primera planta, “Ferretería Continental”



Foto 99. Viga cargadora tipo T invertida prefabricada de hormigón pretensado, “Ferretería Continental”



Foto 100. Espacio vacío en losa producto de diseño arquitectónico y estructural. Edificación de la “Ferretería Continental”.

En la Av. 12 de abril se encuentra el reconocido “Parque de la Madre”, el parqueadero de este lugar de recreación ha sido construido con elementos prefabricados de hormigón pretensado (Foto 101), losas tipo T pretensadas de 17,50 m de luz (Foto

102), las vigas cargadoras empleadas en la estructura del parqueadero son del tipo T invertida (Foto 103).



Foto 101. Parqueadero del "Parque de la Madre", construido con elementos prefabricados de hormigón pretensado.



Foto 102. Losa tipo T de 17.5 m de luz, Parqueadero del "Parque de la Madre".



Foto 103. Viga cargadora tipo T invertida prefabricada de hormigón pretensado, Parqueadero del "Parque de la Madre".

#### 4.5 Evaluación

Realizar la construcción mediante ayuda de elementos prefabricados, es un método todavía nuevo en Cuenca. La idea de no encofrar ni hormigonar In Situ los elementos estructurales principales de las construcciones, sino de prefabricarlos, ya sea al pie de la obra, o en una fábrica, es un procedimiento que se ha visto en muy pocos proyectos de la ciudad. Por tanto, la experiencia que se pueda tener de este método de construcción es mínima.

Se puede mencionar como razones para esta falta de aplicación de la prefabricación en edificaciones, las siguientes:

- Falta de conocimiento de esta tecnología constructiva en todas las etapas de la realización de un proyecto, y por todas las áreas profesionales que el mismo involucra. Es decir, en la etapa de diseño y planificación de una edificación intervienen diseñadores: arquitectónicos, estructurales, de obras hidráulicas y alcantarillado, eléctricos y ambientales; en la etapa de construcción intervienen los profesionales contratistas y fiscalizadores, y las entidades municipales que vigilan el proceso de principio a fin. Todos estos profesionales deben tener un conocimiento de la tecnología constructiva con elementos prefabricados para que se desarrolle con éxito una construcción. En la ciudad de Cuenca la falta de conocimiento hace que se generen retrasos en la ejecución de las obras.
- La resistencia al cambio de lo que tradicionalmente se ha visto y hecho, que manifiesta la ciudadanía en general y también los profesionales de la construcción no les permite incursionar en esta nueva tecnología.



- Desde la enseñanza universitaria en la formación de arquitectos e ingenieros, se omite casi en su totalidad las tecnologías de construcción mediante la prefabricación. Solamente algunos profesores que han tenido experiencia de su ejercicio profesional en el extranjero al aplicar sus conocimientos en el diseño y ejecución de obras con esta tecnología, transmiten de cierta forma estos conocimientos a los estudiantes.
- Por las razones anteriores existen muy pocas instalaciones para la producción de elementos prefabricados para edificaciones en la ciudad de Cuenca. En este sentido constituye una excepción la planta de prefabricados “Carrasco RFV Construcciones”, con tradición en producir elementos para puentes y solo muy recientemente ha producido elementos para la prefabricación integral de importantes edificaciones de la ciudad de Cuenca, como son: el Parqueadero del Parque de la Madre y los Almacenes Continental, diseño estructural del Director de este Trabajo de Graduación, Dr. Ing. Nelson Navarro Campos, y con la participación del Ing. Msc. Ángel Julver Pino.
- No existen diseños ni condiciones de producción de Sistemas Constructivos para edificaciones que permitan una aplicación racional y competitiva de la prefabricación en esta ciudad.



## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

Según se ha planteado en las evaluaciones de cada capítulo, se puede concluir lo siguiente:

- En la ciudad de Cuenca, se construyen generalmente edificaciones con métodos tradicionales, de albañilería y colocación del hormigón, se utiliza encofrados de madera y puntales elaborados artesanalmente. El principal campo de aplicación de esta modalidad constructiva está dada en las parroquias rurales de la ciudad y en edificaciones de poca envergadura como viviendas aisladas, del orden de una y dos plantas.
- Para construcciones de mayor magnitud, del orden de cuatro o más plantas, se emplean los llamados Sistemas de Encofrados, sean estos metálicos, de madera contrachapada con láminas de metal o algunos otros. Estos tipos de encofrado ahorran tiempo en la ejecución de las obras e inversiones económicas, en comparación con los encofrados construidos y montados artesanalmente. Se destaca que la mayoría de profesionales y técnicos de la construcción tienen amplia práctica y experiencia en la construcción tradicional, con independencia del tipo específico de encofrado que usan.
- En el año 2014 se entregaron más de 1500 permisos de construcción en la ciudad de Cuenca, de los cuales aproximadamente el 80% se ha ejecutado por métodos tradicionales con encofrados artesanales. Solo aproximadamente el 20% de las edificaciones se ha construido con la aplicación de Sistemas de Encofrados, de diferentes tipos y no siempre en la totalidad de la construcción, y predomina su uso para losas de entepiso y techo. En este aspecto se destaca que para la construcción de los elementos verticales o muros predomina la albañilería y el hormigón armado para los entepisos y techos, que son los que requieren del encofrado.
- La Tecnología de la Construcción con Elementos Prefabricados tiene antecedentes y resultados de su aplicación en diferentes partes del mundo. En la ciudad de Cuenca, se estima que su aplicación no rebasa el 2% de las construcciones realizadas con las licencias del año 2014, antes referida. Se interpreta que esta situación en el desarrollo tecnológico de la construcción es producto, tanto de factores subjetivos en cuanto a la resistencia al cambio de la forma tradicional que se ha utilizado, como de aspectos objetivos de índole





económica por la inversión que significa adquirir las herramientas y equipos que implicaría el cambio tecnológico. En este mismo sentido hay que tener en cuenta que el personal técnico y profesional de la construcción no está capacitado en estas nuevas tecnologías, como es el caso de introducir la prefabricación, que en su nivel superior debe hacerse sobre la base de Sistemas Constructivos y no ya de la aplicación de elementos aislados.

- Una característica común de los profesionales que han empleado elementos prefabricados en construcciones en la ciudad de Cuenca, es que los conocimientos teóricos necesarios lo han adquirido en otros países, incluyendo en algunos casos la experiencia de su aplicación.
- Por las razones anteriores existen muy pocas instalaciones para la producción de elementos prefabricados para edificaciones en la ciudad de Cuenca. En este sentido constituye una excepción la planta de prefabricados “Carrasco RFV Construcciones”, con tradición en producir elementos para puentes y solo muy recientemente ha producido elementos para la prefabricación integral de importantes edificaciones de la ciudad de Cuenca, como son: el Parqueadero del Parque de la Madre y los Almacenes Continental, diseño estructural del Director de este Trabajo de Graduación, Dr. Ing. Nelson Navarro Campos, y con la participación del Ing. Msc. Ángel Julver Pino.

## 5.2. RECOMENDACIONES

Para superar las causas, que según este estudio, son causantes del lento Desarrollo Tecnológico de la Construcción en la ciudad, se presentan a continuación las siguientes recomendaciones:

- Introducir el estudio de los fundamentos y técnicas de prefabricación con elementos de hormigón armado y de hormigón pretensado, en la formación académica de los profesionales de la construcción, en particular de los Ingenieros Civiles y de los Arquitectos. A los profesionales actuales se les debe impartir estudios de posgrados.
- Desarrollar Sistemas Constructivos para edificaciones, para distintas aplicaciones que permitan un uso racional y efectivo de las tecnologías de prefabricación.
- Los diseños arquitectónicos de edificaciones debe realizarse desde su inicio y en todo su proceso conjuntamente con los profesionales de las otras especialidades, en particular con los de la Ingeniería Estructural, para conjugar



de manera eficaz el diseño arquitectónico con elementos estructurales prefabricados. No es conveniente desarrollar diseños arquitectónicos y posteriormente tratar de introducir soluciones de prefabricación.



## BIBLIOGRAFIA

**Aguilar A., Freddy. 2002.** *Propuesta de un sistema constructivo predominante en el cordón "Rafael María Arízaga" años 1920-1940.* Cuenca : Universidad de Cuenca, 2002.

**Arias Salazar, Pedro, Moscoso Serrano, Gustavo y Espinoza Ullauri, Esteban. 1982.** *Andamios y encofrados.* Cuenca : Universidad de Cuenca, 1982.

**Armas, S. 1953.** *Biblioteca practica de la construccion VII Trabajos de albañileria .* España : s.n., 1953.

**Aucay Japa, Silvia Eugenia y Illescas Serrano, Jenny Elizabeth. 2007.** *Análisis del sector de la construcción en la Ciudad de Cuenca período 2006-2007.* Cuenca : Universidad de Cuenca, 2007.

**Auquilla Y, Patricio. 2000.** *Seguimiento de obra: Comparación de procesos constructivos Edificio el Tejar, Edificio el Pinar.* Cuenca : Universidad de Cuenca, 2000.

**Calle Astudillo, Carmen y Velez Vasquez, Esperanza. 1982.** *Vivienda Prefabricada con Hormigones livianos.* Cuenca : Universidad de Cuenca, 1982.

**Carrasco Castro, Fabián . 2010.** *Homrigón Pretensado diseño de elementos isostáticos.* Cuenca : Monsalve Moreno Cia.Ltda., 2010.

**Chalan Quizhpe, Luis Gabriel y Chuchuca Pillajo, Esteban Vinicio. 2014.** *Análisis arquitectónico de la morfología y sistemas constructivos de viviendas tradicionales en Saraguro para la propuesta de anteproyectos contemporáneos.* Cuenca : Universidad de Cuenca, 2014.

**Comite ACI 318.** *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-08) y Comentario.* s.l. : ACI.

**Cordero, R. 1963.** *La Prefabricacion del Hormigon Armado y su aplicacion en la vivienda economica.* Cuenca : Universidad de Cuenca, 1963.

**Griñán, Jose. 1966.** *Encofrados.* España : CEAC.S.A, 1966.

**Grupo CEAC. 2001.** *Materiales de Construccion .* Espana : CEAC, 2001.

—. **2001.** *Tecnología de la Construccion.* España : CEAC S.A, 2001.

**Hernández Montes, Enrique y Gil Martín , Luisa María. 2007.** *Hormigón Armado y Pretensado - Concreto Reforzado y Preesforzado-.* España : Grupo de Investigación TEP-190 Ingeniería e infraestructuras, 2007.



**Hoz Onrubia, Jaime, Maldonado Ramos, Luis y Vela Cossio, Fernando. 2003.** *Construcción Tradicional: Tierra*. s.l. : NEREA, 2003.

**Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento . 1967.** *Jornadas de la Industrialización de la Construcción* . España : IET.CC, 1967.

**Leandro Alegsa. 1998.** ALEGSA. ALEGSA. [En línea] 1998. [www.Alegsa.com.ar](http://www.Alegsa.com.ar).

**Malo M, Oswaldo. 1967.** *Calculo y Diseño en Hormigón Armado de un edificio para residencial estudiantil en la Universidad de Cuenca*. Cuenca : Universidad de Cuenca, 1967.

**Mattheib, J. 1980.** *Hormigón Armado, Armado Aligerado y Pretensado*. España : REVERTÉ, 1980.

**Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y Camara de la Industria de la Construcción (CAMICON) . 2008.** *Norma Ecuatoriana de la Construcción* . s.l. : Dirección de comunicación social, MIDUVI, 2008.

**Nilson, Arthur H. 1999.** *Diseño de estructuras de concreto*. Santafe de Bogota : Copyright, 1999.

**Saad, Miguel Antonio. 1983.** *Materiales de Construcción* . Mexico : CEACS, 1983.

*Sistemas Constructivos Prefabricados como nueva alternativa para la Ciudad de Cuenca*. **Dr. Ing. Navarro Campos, Nelson y Msc. Ing. Pino Velazquez, Angel Julver. 2014.** Cuenca : Universidad de Cuenca, 2014.

**Skiehne y Bonatz, P. 1954.** *Construcción con prefabricados de Hormigón y Hormigón Armado*. España : Reverté S.A., 1954.

**Vilagut, Fernando. 1975.** *Prefabricados de Hormigón Tomo I*. España : G.G.Gili S.A., 1975.