

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO



UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA Y DISEÑO

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

ANÁLISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE EDIFICACIONES A BASE DE FORMALETAS

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

WILMER ALEJANDRO JARAMILLO PASTRANO

DIRECTOR: ING. JUAN MEDARDO SOLÁ QUINTUÑA

2015

DECLARACIÓN

Yo, WILMER ALEJANDRO JARAMILLO PASTRANO, declaro bajo juramento que el trabajo de investigación aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

.....
WILMER ALEJANDRO JARAMILLO PASTRANO

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Wilmer Alejandro Jaramillo Pastrano, bajo mi supervisión.

.....
ING. JUAN MEDARDO SOLÁ QUINTUÑA

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por ser el inspirador para cada uno de mis pasos; a mis padres por ser el apoyo que siempre necesité en mi vida; a mis hermanas, por ser el incentivo para seguir adelante con este objetivo, a mi tutor, el Ingeniero Juan Solá por entregarme sus conocimientos para realizar los propósitos que tengo en mente; a tí, que siempre has estado en los momentos más difíciles en mi vida universitaria; y a todas las personas que les pueda servir este documento para su preparación universitaria.

AGRADECIMIENTO

Este proyecto agradezco a Dios quien siempre supo guiarme por el buen camino, darme las fuerzas necesarias para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban en el transcurso de este gran sendero hacia el profesionalismo.

A mi tutor que siempre me brindó su apoyo desde el inicio de esta tesis de investigación, dándome sus consejos, sus experiencias como profesional y el tiempo necesario para sacar adelante este proyecto.

A la Universidad Católica de Cuenca que nos acogió con las puertas abiertas, con catedráticos a cargo de nuestra enseñanza para inculcarnos valores y conocimientos indispensables en el proceso de formación profesional. A mis compañeros que hice en esta etapa de la vida y que siempre estuvieron dándome su mano y apoyo.

A mis padres por su gran apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles. Su ayuda con los recursos necesarios para estudiar que me han servido a todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. A mis sobrinos quienes han sido una motivación más de inspiración y felicidad.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	XI
ÍNDICE DE IMÁGENES	XVIII
ÍNDICE DE TABLAS	XXI
RESUMEN	XXIII
ABSTRACT	XXIV
INTRODUCCIÓN	XXV
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	XXVII
HIPÓTESIS	XXVIII
ANTECEDENTES	XXIX
OBJETIVOS	XXX
• OBJETIVO GENERAL.....	XXX
• OBJETIVOS ESPECIFICOS	XXX
JUSTIFICACIÓN	XXXII

MARCO TEÓRICO.....	XXXIII
METODOLOGÍA.....	XXXV
RESULTADOS ESPERADOS.....	XXXVII
CAPÍTULO 1	1
USO, APLICACIÓN Y TIPOS DE FORMALETAS	
1.1 CONCEPTUALIZACIÓN	2
1.2 USO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO A BASE DE FORMALETA.....	2
1.2.1 USO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LATINOAMÉRICA.....	2
1.2.2 USO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN ECUADOR	4
1.2.3 USO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN CUENCA.....	4
1.3 TIPOS DE FORMALETAS	
1.3.1 FORMALETAS DE MADERA	4
1.3.3 FORMALETAS DE ACERO	5
1.3.3 FORMALETAS DE ALUMINIO	6
1.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	7

CAPÍTULO 2	10
HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS	
2.1 ENSAMBLAJE.....	11
2.1.1 ENSAMBLE DE COLUMNAS CON TABLEROS METÁLICOS.....	11
2.1.2 ENSAMBLE DE PAREDES CON TABLEROS METÁLICOS	16
2.2 MANTENIMIENTO	17
2.3 ALMACENAMIENTO.....	19
CAPÍTULO 3	21
PRUEBAS DE ENSAYO	
3.1 PRUEBAS DE ENSAYO A FLEXIÓN.....	23
3.1.1 PRUEBAS DE ENSAYO A FLEXIÓN EN MUROS A BASE DE HORMIGÓN.....	24
3.1.1.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL PRISMA DE HORMIGÓN	24
3.1.1.2 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE MATERIAL UTILIZADO EN EL PRISMA DE HORMIGÓN	25
3.1.1.2.1 CEMENTO.....	26
3.1.1.2.2 ARENA	26
3.1.1.2.3 GRAVA	27
3.1.1.2.4 AGUA.....	27
3.1.2 PRUEBAS DE ENSAYO A FLEXIÓN EN MUROS DE LADRILLO.....	29

3.1.3 PRUEBAS DE ENSAYO A FLEXIÓN EN MUROS DE BLOQUE	29
3.2 PRUEBAS DE ENSAYO A COMPRESIÓN.....	30
3.2.1 PRUEBAS DE ENSAYO A COMPRESIÓN EN MUROS A BASE DE HORMIGÓN.....	30
3.2.1.1 CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL CILINDRO DE HORMIGÓN.....	30
3.2.1.2 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE MATERIAL UTILIZADO EN EL CILINDRO.....	32
3.2.1.2.1 CEMENTO.....	33
3.2.1.2.2 ARENA	33
3.2.1.2.3 RIPIO.....	34
3.2.1.2.4 AGUA	34
3.2.1.3 MATERIALES.....	35
3.2.1.4 HERRAMIENTAS.....	37
3.2.1.5 EQUIPO	42
3.2.1.6 ELABORACIÓN DEL CILINDRO DE HORMIGÓN	43
3.2.2 PRUEBAS DE ENSAYO A COMPRESION EN MUROS DE LADRILLO.....	64
3.2.2.1 LADRILLO ARTESANAL.....	65
3.2.2.2 LADRILLO INDUSTRIAL.....	69
3.2.3 PRUEBAS DE ENSAYO A TENSIÓN EN MUROS DE BLOQUE.....	73
3.2.3.1 BLOQUE DE HORMIGÓN	74
3.2.3.1 BLOQUE DE POMEZ.....	78

CAPÍTULO 4	82
PROCESO CONSTRUCTIVO, VENTAJAS Y DESVENTAJAS	
4.1 CIMIENTOS	83
4.1.1 LOSAS DE CIMENTACIÓN	85
4.2 MUROS O PAREDES	96
4.3 COLUMNAS	108
4.4 VIGAS	109
4.5 LOSAS	113
4.6 DETALLES CONSTRUCTIVOS	119
4.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS	126
4.7.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ENCOFRADO UTILIZADO EN EL SISTEMA TRADICIONAL	126
4.7.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ENCOFRADO UTILIZADO EN EL SISTEMA A BASE DE FORMALETAS	127
4.8 ANÁLISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO A BASE DE FORMALETAS FRENTE AL SISTEMA TRADICIONAL	128
4.8.1 PROCESOS CONSTRUCTIVOS	128
4.8.2 METODOLOGÍA	132
4.8.3 TIEMPO	133
4.8.4 COSTOS-PRODUCTIVIDAD	134
4.8.5 ACABADOS	135

4.8.6 MANO DE OBRA	136
4.8.7 EQUIPOS	137
4.9 EVALUACIÓN FINAL DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE EDIFICACIONES A BASE DE FORMALETAS	138
BIBLIOGRAFÍA	XXXVIII
CONCLUSIONES.....	XL
RECOMENDACIONES	XLI

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA # 1: TABLERO METÁLICO	12
FOTOGRAFÍA # 2: CARA EXTERNA DEL TABLERO METÁLICO	12
FOTOGRAFÍA # 3: CARA INTERNA DEL TABLERO METÁLICO.....	12
FOTOGRAFÍA # 4: CHAPETA	13
FOTOGRAFÍA # 5: CHAPETA	13
FOTOGRAFÍA # 6: ANGULOS.....	14
FOTOGRAFÍA # 7: ANGULOS.....	14
FOTOGRAFÍA # 8: TABLEROS ARMADOS.....	15
FOTOGRAFÍA # 9: TABLEROS ARMADOS.....	15
FOTOGRAFÍA # 10: ALMACENAMIENTO DE LOS TABLEROS PREVIA LIMPIEZA	17
FOTOGRAFÍA # 11: TABLERO DE MADERA DETERIORADO	18
FOTOGRAFÍA # 12: TABLERO DE MADERA ARREGLADO.....	18
FOTOGRAFÍA # 13: CURADO DEL TABLERO DE MADERA.....	18
FOTOGRAFÍA # 14: APILADO DE TABLEROS METALICOS	19
FOTOGRAFÍA # 15: APILADO DE TABLEROS METALICOS	19
FOTOGRAFÍA # 16: APILADO DE LOS TABLEROS	20
FOTOGRAFÍA # 17: APILADO DE LOS TABLEROS	20

FOTOGRAFÍA # 18: CEMENTO	35
FOTOGRAFÍA # 19: AGUA.....	35
FOTOGRAFÍA # 20: GRAVA DE 3/4 '	36
FOTOGRAFÍA # 21: DIESEL	36
FOTOGRAFÍA # 22: ARENA.....	36
FOTOGRAFÍA # 23: BALDE PLÁSTICO.....	37
FOTOGRAFÍA # 24: BANDEJA METÁLICA.....	37
FOTOGRAFÍA # 25: BROCHA.....	37
FOTOGRAFÍA # 26: CEPILLO DE ACERO	37
FOTOGRAFÍA # 27: ENCOFRADO	38
FOTOGRAFÍA # 28: CONO DE ABRAHAM.....	38
FOTOGRAFÍA # 29: METRO	38
FOTOGRAFÍA # 30: GOTERO.....	38
FOTOGRAFÍA # 31: MACHETE.....	39
FOTOGRAFÍA # 32: PALA	39
FOTOGRAFÍA # 33: PALA PARA JARDIN	39
FOTOGRAFÍA # 34: COMBO DE GOMA.....	39
FOTOGRAFÍA # 35: ESCOBA	40
FOTOGRAFÍA # 36: LLANA METÁLICA.....	40
FOTOGRAFÍA # 37: PROBETA.....	40
FOTOGRAFÍA # 38: MANGUERA	40

FOTOGRAFÍA # 39: PLATINA DE ACERO.....	41
FOTOGRAFÍA # 40: VARILLA DE ACERO.....	41
FOTOGRAFÍA # 41: BALANZA DE 50 KG.....	42
FOTOGRAFÍA # 42: CONCRETERA.....	42
FOTOGRAFÍA # 43: RESERVORIO.....	42
FOTOGRAFÍA # 44: CANTIDAD DE MATERIALES.....	43
FOTOGRAFÍA # 45: PESADO DE LA GRAVA.....	44
FOTOGRAFÍA # 46: VERTIDO DE GRAVA A CONCRETERA.....	44
FOTOGRAFÍA # 47: PESADO DE ARENA.....	45
FOTOGRAFÍA # 48: PESADO DE ARENA.....	45
FOTOGRAFÍA #49: PESADO DE CEMENTO.....	46
FOTOGRAFÍA # 50: MEZCLADO DE AGREGADOS.....	46
FOTOGRAFÍA # 51: PESADO DE CEMENTO.....	46
FOTOGRAFÍA # 52: MEDIDA DE AGUA.....	47
FOTOGRAFÍA # 53: VERTIDO DE AGUA.....	47
FOTOGRAFÍA # 54: MEZCLA DE ARENA, GRAVA, CEMENTO Y AGUA.....	48
FOTOGRAFÍA # 55: LIMPIEZA DE BANDEJA.....	49
FOTOGRAFÍA # 56: VERTIDO DEL HORMIGÓN.....	49
FOTOGRAFÍA # 57: HORMIGÓN.....	50
FOTOGRAFÍA # 58: PRUEBA DE REVENIMIENTO.....	50
FOTOGRAFÍA # 59: PRUEBA DE REVENIMIENTO.....	51

FOTOGRAFÍA # 60: RESANTEO	51
FOTOGRAFÍA # 61: REVENIMIENTO.....	52
FOTOGRAFÍA # 62: CÁLCULO DE REVENIMIENTO	52
FOTOGRAFÍA # 63: VERTIDO DE HORMIGÓN EN CILINDRO	53
FOTOGRAFÍA # 64: VERTIDO DE HORMIGÓN EN CILINDRO	53
FOTOGRAFÍA # 65: COMPACTADO DEL HORMIGÓN	54
FOTOGRAFÍA # 66: RESANTEO DEL HORMIGÓN	54
FOTOGRAFÍA # 67: DESENCOFRADO.....	55
FOTOGRAFÍA # 68: MARCA	55
FOTOGRAFÍA # 69: MUESTRAS SUMERGIDAS EN AGUA	55
FOTOGRAFÍA # 70: MUESTRAS PARCIALMENTE SECA.....	56
FOTOGRAFÍA # 71: CÁLCULO DE PESO DE LA MUESTRA.....	56
FOTOGRAFÍA # 72: CALENTAMIENTO DEL AZUFRE	57
FOTOGRAFÍA # 73: MEDIDA DE LA LONGITUD DEL CILINDRO	57
FOTOGRAFÍA # 74: MEDIDA DEL DIÁMETRO DEL CILINDRO	57
FOTOGRAFÍA # 75: PREPARACIÓN DE LA REFRENDADORA Y BASE	58
FOTOGRAFÍA # 76: COLOCACIÓN DE CAPA SOBRE LAS BASES DEL CILINDRO	58
FOTOGRAFÍA # 77: AZUFRE LÍQUIDO	58
FOTOGRAFÍA # 78: CALIBRACIÓN DE LA PRENSA	59
FOTOGRAFÍA # 79: PRENSA HIDRAÚLICA.....	59
FOTOGRAFÍA # 80: ROTURA DE CILINDRO	60

FOTOGRAFÍA # 81: ROTURA DE CILINDRO	60
FOTOGRAFÍA # 82: ROTURA DE CILINDRO	60
FOTOGRAFÍA # 83: LADRILLO ARTESANAL.....	64
FOTOGRAFÍA # 84: LADRILLO INDUSTRIAL.....	64
FOTOGRAFÍA # 85: PESADO DEL LADRILLO ARTESANAL.....	66
FOTOGRAFÍA # 86: ROTURA DEL LADRILLO ARTESANAL.....	67
FOTOGRAFÍA # 87: ROTURA DEL LADRILLO ARTESANAL.....	67
FOTOGRAFÍA # 88: PESADO DEL LADRILLO INDUSTRIAL.....	70
FOTOGRAFÍA # 89: ROTURA DEL LADRILLO INDUSTRIAL.....	71
FOTOGRAFÍA # 90: ROTURA DEL LADRILLO INDUSTRIAL.....	71
FOTOGRAFÍA # 91: BLOQUE DE HORMIGÓN	73
FOTOGRAFÍA # 92: BLOQUE DE POMEZ.....	73
FOTOGRAFÍA # 93: ESADO DEL BLOQUE DE HORMIGÓN.....	75
FOTOGRAFÍA # 94: ROTURA DEL BLOQUE DE HORMIGÓN	76
FOTOGRAFÍA # 95: ROTURA DEL BLOQUE DE HORMIGÓN	76
FOTOGRAFÍA # 96: PESADO DEL BLOQUE DE POMEZ.....	79
FOTOGRAFÍA # 97: ROTURA DEL BLOQUE DE POMEZ.....	80
FOTOGRAFÍA # 98: ROTURA DEL BLOQUE DE POMEZ.....	80
FOTOGRAFÍA # 99: TRAZADO DE EJE DE CADENA DE AMARRE	89
FOTOGRAFÍA # 100: TRAZADO DE ANCHO DE CADENA DE AMARRE	89
FOTOGRAFÍA # 101: COMPACTACIÓN DEL SUELO.....	90

FOTOGRAFÍA # 102: COLOCACIÓN DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO.....	90
FOTOGRAFÍA # 103: COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO	90
FOTOGRAFÍA # 104: COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE MEJORAMIENTO	92
FOTOGRAFÍA # 105: FUNDICIÓN DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN	94
FOTOGRAFÍA # 106: FUNDICIÓN DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN	95
FOTOGRAFÍA # 107: MODULOS DE LOS TABLEROS	99
FOTOGRAFÍA # 108: CORBATA.....	100
FOTOGRAFÍA # 109: SUJECIÓN TABLEROS, CORBATA.....	100
FOTOGRAFÍA # 110: PIN	101
FOTOGRAFÍA # 111: SUJECIÓN, PIN, ESQUINERO, TABLERO	101
FOTOGRAFÍA # 112: ÁNGULO	102
FOTOGRAFÍA # 113: SUJECIÓN ÁNGULO, TABLERO, CHAPETA.	102
FOTOGRAFÍA # 114: ESQUINERO.....	103
FOTOGRAFÍA # 115: ESQUINERO.....	103
FOTOGRAFÍA # 116: ESQUINERO.....	103
FOTOGRAFÍA # 117: ALINEADOR	104
FOTOGRAFÍA # 118: MORDASA.....	105
FOTOGRAFÍA # 119: SUJECIÓN DE MORDASA, ALINEADOR, TABLERO.....	105
FOTOGRAFÍA # 120: ENCOFRADO DE COLUMNA	108
FOTOGRAFÍA # 121: CADENA ELECTRO SOLDADA V5.....	109
FOTOGRAFÍA # 122: INST. SANITARIAS.....	115

FOTOGRAFÍA # 123: INST. SANITARIAS.....	115
FOTOGRAFIA # 124: REFUERZOS	116

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN # 1: ESPECIF. DEL TABLERO	7
IMAGEN # 2: DIMENSIONES DEL TABLERO DE FORMALETA.....	8
IMAGEN # 3: MUROS DE HORMIGÓN.....	16
IMAGEN # 4: PRUEBA A COMPRESIÓN.....	22
IMAGEN # 5: PRUEBA A LA FLEXIÓN	22
IMAGEN # 6: PRUEBA A LA FLEXIÓN ASTM C293	23
IMAGEN # 7: PRUEBA A LA FLEXIÓN ASTM C78	23
IMAGEN # 8: PRISMA	24
IMAGEN # 9: CALCULO DE VOLUMEN	25
IMAGEN # 10: PRUEBA A LA FLEXIÓN	28
IMAGEN # 11: PRUEBA A LA FLEXIÓN	28
IMAGEN # 12: CILINDRO	30
IMAGEN # 13: CÁLCULO DE VOLÚMEN	32
IMAGEN # 14: MEDIDAS DEL LADRILLO ARTESANAL	65
IMAGEN # 15: MEDIDAS DEL LADRILLO INDUSTRIAL	69
IMAGEN # 16: MEDIDAS DEL BLOQUE DE HORMIGÓN	74
IMAGEN # 17: MEDIDAS DEL BLOQUE DE POMEZ	78

IMAGEN # 18: CONSTRUCCIÓN DE CABALLETES	87
IMAGEN # 19: DELIMITACIÓN DEL TERRENO	88
IMAGEN # 20: COMPROBACION DE ESCUADRA.....	88
IMAGEN # 21: INSTALACIONES SANITARIAS	91
IMAGEN # 22: COLOCACIÓN DEL ENCOFRADO	91
IMAGEN # 23: COLOCACIÓN DEL ENCOFRADO	93
IMAGEN # 24: FUNDICIÓN DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN.....	94
IMAGEN # 25: ACABADO FINAL DE LA FUNDICIÓN	95
IMAGEN # 26: TRASLAPE DE LOS REFUERZOS DE LA LOSA DE CIMENTACION CON LA MALLA ELECTRO SOLDADAD DE LOS MUROS	97
IMAGEN # 27: COLOCACIÓN DE LAS TUBERIAS DE INSTALACIÓN AMARRADAS A LAS MALLAS ELECTRO SOLDADAS.....	98
IMAGEN # 28: MODULOS DE LOS TABLEROS	99
IMÁGEN # 29: INSTALACIÓN DE FORMALETAS	106
IMÁGEN # 30: MUROS ENCOFRADOS.....	106
IMAGEN # 31: MODULOS DE LOS TABLEROS.....	107
IMAGEN # 32: ENCOFRADO DE VIGA.....	109
IMÁGEN # 33: DETALLE DEL KIT DE ENCOFRADO PARA VIGAS Y LOSAS DE ENTREPISO.....	111
IMÁGEN # 34: COLOCACIÓN DEL TABLERO PARA ENCOFRADO DE VIGA Y LOSA.....	112
IMÁGEN # 35: LOSA SEGUNDA PLANTA	113
IMÁGEN # 36: EDIFICIO COLAPSADO EN LORCA	113

IMÁGEN # 37: COLOCACIÓN DE LOS REFUERZOS DE LA LOSA Y MALLAS PARA PAREDES	116
IMAGEN # 38: DESMONTAJE DE ENCOFRADO	117
IMAGEN # 39: DESMONTAJE DE ENCOFRADO	117
IMAGEN # 40: DETALLE CONSTRUCTIVO DE FIJACIÓN ENTRE LA LOSA DE CIMENTACION Y MURO	119
IMAGEN # 41: DETALLE CONSTRUCTIVO DE UNION DE MUROS EN T	120
IMAGEN # 42: DETALLE CONSTRUCTIVO FIJACIÓN ENTRE EL MURO DE PLANTA BAJA Y LA LOSA DE ENTREPISO.....	121
IMAGEN # 43: DETALLE CONSTRUCTIVO FIJACIÓN ENTRE LA LOSA DE ENTREPISO Y MURO DE PLANTA ALTA.....	122
IMAGEN # 44: DETALLE CONSTRUCTIVO COLOCACIÓN DE LAS MALLAS DE REFUERZOS EN PUERTAS	123
IMAGEN # 45: DETALLE CONSTRUCTIVO COLOCACIÓN DE LAS MALLAS DE REFUERZOS EN VENTANAS	124
IMAGEN # 46: DETALLE CONSTRUCTIVO DE FIJACION ENTRE EL MURO DE PLANTA ALTA Y LA LOSA DE CUBIERTA.....	125
IMAGEN # 47: ACABADOS INTERIORES DE EDIFICACION.....	135

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA # 1: RELACIÓN DEL PESO, ALTURA Y ESPESOR DE LOS TABLEROS USADOS EN FORMALETAS	9
TABLA # 2: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MÁXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DE CILINDRO 1 DE HORMIGÓN A LOS 7 DÍAS	61
TABLA # 3: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MÁXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DE CILINDRO 2 DE HORMIGÓN A LOS 28 DÍAS	62
TABLA # 4: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MÁXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DE CILINDRO 3 DE HORMIGÓN A LOS 28 DÍAS	63
TABLA # 5: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MÁXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DEL LADRILLO ARTESANA	68
TABLA # 6: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MÁXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DEL LADRILLO INDUSTRIAL	72
TABLA # 7: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MÁXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DEL BLOQUE DE HORMIGÓN	77
TABLA # 8: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MÁXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DEL BLOQUE DE PÓMEZ	81
TABLA # 9: RUBROS A CONSIDERAR EN EL REPLANTEO DE UNA EDIFICACIÓN	86

TABLA # 10: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ENCOFRADO UTILIZADO EN EL SISTEMA TRADICIONAL	126
TABLA # 11: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ENCOFRADO UTILIZADO EN EL SISTEMA DE FORMALETAS	127
TABLA # 12: ANÁLISIS DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS A BASE DE FORMALES FRENTE AL SISTEMA TRADICIONAL	128
TABLA # 13: RELACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA A BASE DE FORMALETAS	132
TABLA # 14: RELACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA A BASE DE FORMALETAS.....	133
TABLA # 15: RELACION DE COSTOS Y PRODUCTIVIDAD ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA A BASE DE FORMALETAS.....	134
TABLA # 16: RELACION DE LA MANO DE OBRA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA A BASE DE FORMALETAS.....	136
TABLA # 17: RELACION DE EQUIPOS UTILIZADOS ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA A BASE DE FORMALETAS.....	137

RESUMEN

El presente trabajo de titulación hace referencia al uso de Formaletas dentro del proceso constructivo de edificaciones, mostrando la efectividad y eficacia del uso de este tipo de encofrado metálico, que agiliza el proceso constructivo y tiene un acabado final de la misma calidad estética y estructural que los procesos constructivos tradicionales.

Para argumentar y respaldar esta investigación se efectuaron pruebas de tensión y compresión en materiales de construcción utilizados en los procesos constructivos habituales como el ladrillo y el bloque, determinando su resistencia para posteriormente compararla con la obtenida por el material que en este proyecto se propone como principal materia prima para la construcción de edificaciones que es el Hormigón Armado.

Estableciendo así que el Hormigón Armado constituye un material rentable para la elaboración de edificaciones seriadas en la actualidad, por la reducción de costos que genera en la construcción de cimientos, mampostería, estructura y cubierta, rubros que constituyen el mayor valor económico, optimizando recursos indispensables como el tiempo y la mano de obra, contribuyendo en la disminución de residuos de construcción que a su vez ayuda a mitigar el impacto ambiental que estos generan; siendo también primordial denotar que el buen rendimiento del uso de Formaletas en edificaciones será considerable siempre que se realice la construcción de viviendas o edificaciones en serie.

PALABRAS CLAVE: Encofrado Metálico, Hormigón Armado, Proceso Constructivo, Construcción de Viviendas.

ABSTRACT

This paper refers to the use formwork in the construction process of buildings, showing the effectiveness and efficacy of this type of metal framework, which speeds up the construction process and has a topcoat of the same aesthetic and structural quality as the traditional construction processes.

To support this argument research surveys were applied where knowledge and frequency of application of this method by the professionals responsible for building and civil works currently are shown, showing that in the city of Cuenca runs mostly the construction with wood framing, or in some cases, framework but not formwork, plus tests and compression stress are performed on building materials used in standard construction processes such as brick and block, it was determined resistance to compare it later with the material obtained which is proposed in this project as the main raw material for building construction which is reinforced concrete.

Determining that the Concrete is a profitable material for the production of buildings, by reducing costs generated in the construction of foundations, masonry, structure and cover areas that pose the greatest economic value, optimizing vital resources such as time and labor, contributing in the reduction of construction waste; being also essential to note that the good performance of the use of Formwork in buildings will be considerable as the construction of houses or buildings in series is performed.

KEYWORDS: Metal Formwork, Reinforced Concrete, Construction Process, Building Of Housing.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el desarrollo poblacional de nuestro país, es de conocimiento general que el desarrollo de las naciones se debe a la infraestructura que cada uno de estos posee, las condiciones habitacionales determinan en gran medida al nivel de vida de la población, es así como nace la inquietud de buscar formas constructivas que sean de factible aplicación para dicha necesidad.

Debido a la oferta y demanda de viviendas que existe en el Ecuador, se ha visto la necesidad de la construcción de viviendas en serie, las mismas que, para llevarse a cabo requieren de una optimización máxima de recursos. Ha existido un auge de sistemas constructivos entre los cuales se prioriza el tradicional método con mampostería de ladrillo o bloque, intentando discriminar la innovación de la tecnología y la implantación de nuevos sistemas constructivos, sin embargo, no es de extrañarse que la industria de los sistemas fabricados in situ se hayan convertido en una opción muy atractiva, sabiendo que este sistema constructivo a base de formaletas ha llegado a tener renombre en el país. La construcción es indudablemente un sector muy importante de cada país; en la ciudad de Cuenca se han llevado a cabo diversos proyectos de vivienda tanto públicos como privados con sistemas constructivos industrializados a base de formaletas, esto se debe a la facilidad, rapidez y eficacia de dicho sistema constructivo, por lo que la pérdida de tiempo así como de recursos no son una opción, pero, al no existir empresas que trabajen con el sistema constructivo a base de formaletas por el desconocimiento del mismo, se vuelven más costosas que cualquier otro sistema constructivo tradicional. Las edificaciones construidas a base de formaletas como tema de investigación en el presente documento pretende discernir todas las interrogantes que se puedan generar en cuanto a este sistema constructivo, identificando sus cualidades, estableciendo las ventajas y desventajas que

este tema pueda generar con respecto a la técnica tradicional de mampostería de ladrillo, se establecen las especificaciones necesarias para la ejecución y el manejo de dicho sistema.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, las construcciones tradicionales han demostrado ser la primera opción a la hora de edificar por parte de los profesionales arquitectos e ingenieros, pero el tiempo que tarda y el desperdicio que genera en cada uno de los elementos estructurales como de acabados nos hacen apuntar hacia otras nuevas tecnologías que reduzcan el tiempo que tarda poner en pie una construcción. Es así como muchas empresas privadas dedicadas a la construcción de viviendas de interés social encontraron una técnica innovadora para agilizar los procesos constructivos con la utilización de las formaletas demostrando como las nuevas técnicas aplicadas a los mismos procesos constructivos van tomando mayor fuerza e importancia en el mundo de la construcción mejorando tiempo, dinero y esfuerzos con la misma calidad, seguridad y confort.

HIPÓTESIS

La implementación de nuevas técnicas constructivas, innovadoras y tecnológicas como la de construcciones a bases de la aplicación de formaletas, facilita de gran manera en los procesos constructivos de la producción de viviendas en serie de una manera rápida, eficaz, optimizando tiempo, recursos, ofreciendo una alternativa capaz de mejorar notablemente al sistema tradicional.

ANTECEDENTES

Sistema constructivo innovador e industrializado denominado estructuralmente muros de carga, en concreto armado, fundidos en sitio, a base de encofrados de aluminio, acero o madera, altamente versátil y adaptable, el cual nos permite fundir muros, losas, cubiertas en forma simultánea, altamente resistente por el diseño técnico de cada uno de los elementos que componen una vivienda no es vulnerable a fenómenos naturales. Este sistema constructivo a base de formaletas es mucho más eficiente que la de los sistemas tradicionales ya que conlleva a una serie de ventajas que permiten construcciones más rápidas así como seguras, con mayor calidad en sus elementos constructivos y más económicos producidas en serie. El empleo de formaletas de aluminio, madera o acero permite una apreciable celeridad de ejecución con muy poco desperdicio de materiales, pues este tipo de técnica conduce a la construcción integral de los muros estructurales y las placas de entrepiso a la vez.

En el Ecuador son pocos los profesionales en la rama de la construcción que ponen en práctica esta nueva técnica constructiva, debido al desconocimiento sobre la misma, prefiriendo no tomar riesgos y anteponiendo el sistema tradicional que conocen con mayor profundidad al ser un proceso mecánico; sin embargo, en la Ciudad de Cuenca existen varias empresas privadas destinadas a la construcción de viviendas en serie, siendo éste un método beneficioso para dichas empresas al reducir recursos en los diferentes rubros.

OBJETIVOS

Objetivo General.

- Establecer las características generales de las formaletas, su uso como aplicación en el proceso constructivo, aplicando todos los elementos de estudio obtenidos en la investigación con el fin de dar a conocer una de las maneras más eficaces como eficientes a la hora de construir edificaciones, enfocando la investigación en ciudad de Cuenca.

Objetivos Específicos.

- Recopilar datos del uso, aplicación, tipos, y especificaciones técnicas de las formaletas que se utilizan en este sistema constructivo a nivel nacional e internacional con el fin de dar a conocer el lugar o lugares donde se comenzó a aplicar este sistema.
- Identificar los diferentes materiales, herramientas y equipos que son necesarios para el correcto uso de este sistema constructivo.
- Realizar pruebas de laboratorio necesarias que permitan comparar la resistencia de los materiales utilizados en los sistemas constructivos tradicionales como el ladrillo y el bloque, frente a la resistencia que logra el hormigón como materia prima para el uso de formaletas.

- Describir cada uno de los elementos que forman parte del proceso constructivo de edificaciones a base de formaletas para establecer las ventajas y desventajas ante las del proceso constructivo tradicional.

JUSTIFICACIÓN

La importancia de dar a conocer una nueva técnica constructiva en el mundo de la construcción es de enfatizar la implementación de las nuevas tecnologías que de ser el caso, podrían llegar a reemplazar a los métodos tradicionales puesto que nos brindarán mayor seguridad, eficacia, rendimiento y ahorro en el tiempo estimado de construcción, su facilidad así como su manejabilidad que van desde su ensamblaje, fundición, almacenamiento y mantenimiento permite en solo varios días llegar a edificar una vivienda con el sistema de formaletas, contrario a cualquier método tradicional sea de bloque, ladrillo o madera en los cuales se necesitan de tiempos superiores a los 5 meses dependiendo del área, sistemas y acabados que se le den a las edificaciones.

MARCO TEÓRICO

Smeaton (1756), comenzó una investigación de las propiedades de los morteros probando las diferentes clases existentes, encontrando como resultado que el mejor cemento de la época fue la Cal Hidráulica que se obtenía de una caliza con alto contenido de arcilla, demostrando que pudo resistir a los agentes atmosféricos, y fue así como se logró fabricar el primer cemento de calidad desde la caída del Imperio Romano. Aspdin (1824), experimentó y encontró una forma de producir un aglomerante al colocar en un horno una mezcla de piedra caliza con arcilla molida y pulverizada al que denominó con el nombre de Portland. Fuentes (2000), comentó que el hormigón presenta otras características aparte de las mecánicas que le permiten dar una respuesta satisfactoria a muy diversos requisitos de las construcciones como son: la durabilidad, el aislamiento térmico y acústico, resistencia al fuego y aspectos estéticos entre otros. Rodríguez (2004), concluyó que ante el desarrollo de nuevas técnicas de construcción, y la importancia de mejoras habitacionales en el Ecuador, es necesario crear un sistema de edificación que cumpla con las exigencias constructivas y que permita reducir el alto déficit habitacional existente en el país. Aponte (2011), acotó que el sistema constructivo a base de formaletas se produce a base de encofrados altamente manejados, permitiendo fundir muros, losas y cubiertas en forma simultánea, concibiendo edificaciones sísmo resistentes capaces de soportar diversos agentes naturales.

De lo citado anteriormente se puede decir que este sistema constructivo demuestra ser más eficiente que los sistemas tradicionales, al ser una técnica innovadora, cuya base es la cadena de ejecución y su objetivo se basa en una forma de organización de la producción que delega a cada trabajador una función específica y especializada.

La mayor de las ventajas que ofrece este sistema constructivo se evidencia en la fabricación de viviendas en serie al permitir construcciones rápidas, seguras, con mayor calidad y más económicas, como las que se están produciendo en la actualidad en todo el Ecuador y que también se exhiben en la ciudad de Cuenca lo que ha dado lugar a diversas urbanizaciones que exteriorizan el empleo este método para su construcción.

El concreto a utilizarse deberá tener características especiales para su uso tales como una granulometría correcta de los agregados, fluidez y plasticidad de las mezclas, así como también resistencias mínimas a diferentes edades de fundición. Actualmente para comprobar la calidad y resistencia del concreto se realizan pruebas de laboratorio que lo certifiquen, llegando sus fabricantes a convertir la elaboración del concreto en un suministro premezclado listo para ser vertido directamente en el punto de fundición, sin menoscabar que se pueda realizar el concreto en obra.

METODOLOGÍA

Uso y Aplicación de la Técnica Constructiva a base de Formaletas

Revisión y recopilación de la información existente basados en documentos digitales encontrados en la Biblioteca Virtual de la Universidad Católica de Cuenca y enlaces Web, sustrayendo de estos sitios los datos necesarios para establecer un cronograma histórico del uso de la técnica, transcribiendo sus avances e inscribiendo una breve conceptualización y características representativas de la misma.

Investigación sobre los Tipos de Formaleta, Herramientas y Equipos

Ahondar en las bases de información adquirida acudiendo a las empresas que se especialicen en la utilización del uso de formaletas como técnica constructiva solicitando la colaboración en lo referente al acceso a la información, a los equipos y herramientas que sean necesarios para la realización de este proceso constructivo.

Pruebas de Ensayo

Realizar solicitudes a la Universidad Católica de Cuenca y la Universidad de Cuenca, con el fin de adquirir los permisos necesarios para realizar las pruebas de tensión y compresión en muros de ladrillo, bloque, muros a base de formaletas, elementos que han sido elaborados para establecer los esfuerzos máximos de cada uno de ellos.

Proceso Constructivo

Con las técnicas, modelos y conocimiento del proceso constructivo a base de formaletas se inicia el desarrollo documentado de manera escrita y gráfica del diseño minucioso de la edificación en sus diferentes niveles constructivos que van desde la compactación del suelo hasta el diseño de la cubierta.

Ventajas y desventajas

Una vez culminada la etapa de investigación y la identificación de procesos constructivos de la técnica a base de formaletas, se produjo el origen de diversas conclusiones que llevan a comparar el método constructivo tradicional con el método constructivo planteado, proponiendo así sus ventajas o desventajas según sea el caso.

RESULTADOS ESPERADOS

El presente trabajo de estudio pretende demostrar entre los diferentes sistemas constructivos el uso de formaletas identificando sus características, necesidades, enmarcando sus ventajas económicas que ofrecen la implementación de un proceso industrializado en la construcción, exponiéndolos como sistemas constructivos vigentes convenientes a utilizar en ciudades en vías de desarrollo.

El siguiente documento investigativo pretende dar a conocer una nueva técnica innovadora en los procesos constructivos que beneficiará tanto a los profesionales, la comunidad y al medio ambiente al evitar el consumo innecesario de recursos optimizando los materiales, equipo, herramientas y mano de obra.

Demostrar que este nuevo sistema constructivo satisface en todos sus ámbitos a las necesidades de habitabilidad y confort de la sociedad, de la misma o mejor manera que lo hacen los sistemas constructivos tradicionales.

CAPÍTULO 1

USO, APLICACIÓN Y TIPOS DE FORMALETAS.

1.1 CONCEPTUALIZACIÓN

1.2 USO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO A BASE DE FORMALETA

1.2.1 USO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN LATINOAMÉRICA

1.2.2 USO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN ECUADOR

1.2.3 USO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO EN CUENCA

1.3 TIPOS DE FORMALETAS

1.3.1 FORMALETAS DE MADERA

1.3.2 FORMALETAS DE ACERO

1.3.3 FORMALETAS DE ALUMINIO

1.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

USO, APLICACIÓN Y TIPOS DE FORMALETAS.

1.1 CONCEPTUALIZACIÓN

La construcción por medio de formaletas es el sistema constructivo mediante el cual se utiliza una serie de encofrados, ya sean de aluminio, acero o madera que facilitan y disminuyen el tiempo de ejecución de la obra.

1.2 USO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO A BASE DE FORMALETAS

1.2.1 Uso del sistema constructivo en Latinoamérica

Recabando información de eventos que la construcción ha propiciado en su desarrollo por Latinoamérica acertamos que “en algunos países de América se utiliza la palabra “formaleta” que quiere decir: armazón enlazada fuertemente que sirve para formar el molde de los elementos constructivos en una obra civil” (Girón, 2012, pág. 1), siendo así que se indaga que en “el año de 1950 se empleó el acero para construcciones de obras civiles” (Girón, 2012, pág. 2), dando comienzo a la técnica del concreto pretensado, diseñando vigas, donde el uso de formaletas de madera dio como respuesta mínima resistencia y escasa duración del material.

Dentro de la multiplicidad de métodos y materiales que se han utilizado desde los inicios de la humanidad para edificar viviendas, estos se han venido perfeccionando, dando origen a nuevas técnicas constructivas que han servido para mejorar la calidad y efectividad de las obras arquitectónicas, como muestra de aquello tenemos las denominadas formaletas.

Al ser el ámbito de la construcción uno de los más eficientes y de mayor demanda ha encontrado un sistema innovador capaz de acelerar el proceso de construcción de viviendas mediante el uso de las formaletas, constituyendo parte primordial de esta técnica la serie de ejecución, basando su resultado en una forma de organización que delega a cada trabajador una función específica donde se puede construir una unidad de vivienda en poco tiempo cuando se sigue la programación a raja tabla.

Con el tiempo, se introdujo en la construcción una serie de materiales para el uso en las formaletas, naturalmente fueron eficientes en muchas aplicaciones, obras, o usos, desechando con esto la madera remplazándola por otros materiales como el acero, metales y plásticos a los que se le ha alterado su resistencia, mejorándola con la ayuda de la tecnología. El uso de formaletas de aluminio o de metal tuvo sus comienzos en Estados Unidos y Colombia, países pioneros en la utilización de este sistema de formaletas, en el cual se busca nuevas formas de simplificar, reducir costos y aumentar la productividad en la construcción. “En Guatemala desde principios de los 90” (Girón, 2012, pág. 3), se utilizó este sistema para la edificación de viviendas en serie de nivel medio y “a partir del 2003” (Girón, 2012, pág. 3) se cambió el acero por el aluminio para el diseño de viviendas de clase alta dando lugar a la industrialización del sistema.

1.2.2 Uso del sistema constructivo en Ecuador

En la entrevista que se realizó al Arq. Daniel Octavio Barrera Bustos, catedrático de la Carrera de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Católica de Cuenca, supo manifestar que el Sistema constructivo a base de Formaletas se introdujo en el país en el año 2000, llegando a tener una gran acogida en las diversas empresas dedicadas a la construcción de viviendas en serie.

1.2.3 Uso del sistema constructivo en Cuenca

En la ciudad de Cuenca debido a la necesidad de vivienda a bajo costo, Mutualista Azuay en el 2003 fue una de las pioneras inmobiliarias que ha construido sus viviendas de interés social con el sistema de formaletas en lugares como Racar, Totoracocha, debiendo recalcar también se exhibe su uso en Gualaceo entre otras partes del Azuay.

1.3 TIPOS DE FORMALETAS

1.3.1 Formaletas de madera

Para la realización de los encofrados de madera, se utilizan aquellas que se encuentran en nuestro medio, controlando que estén al alcance de nuestro presupuesto, teniendo en cuenta que existen diversidades de maderas entre las que podemos encontrar duras, blandas y suaves de las cuales sus costos varían de acuerdo a su calidad obteniendo maderas asequibles al bolsillo de cualquier persona.

Para la confección de los tableros, normalmente se utiliza madera resistente a la humedad, que sea fácil de manejar y trabajar, con la finalidad de poder plasmar los diseños en obra y a su vez de reemplazarla fácilmente cuando ésta lo amerite. Los usos de la madera para encofrados son limitados, esto se debe a la longitud en la que se obtiene la madera que por lo general alcanza los 6 metros, ocasionado que sea utilizada mayormente en edificaciones pequeñas o medianas, ya que la utilización de este recurso en obras de gran magnitud representaría un incremento en el costo de inversión inicial debido a que sería necesaria una producción especial y específica que no es posible ubicar cotidianamente en el mercado.

1.3.2 Formaletas de acero

Estos encofrados son la mejor opción cuando se requieren acabados lisos en proyectos donde es necesario contar con un alto número de reutilización de los equipos, “las superficies metálicas son impermeables, esto disminuye las variaciones de calor debido a diferencias en la absorción. Las variaciones de calor en este tipo de formaleta se relacionan con las manchas por oxidación, falta de mantenimiento, acumulación de agua en ondulaciones, defectos o detalles de temperatura altos entre la superficie metálica y el concreto vaciado.” (Cárdenas, 2011). El mantenimiento de las formaletas se realiza antes y después de la utilización de los encofrados, la limpieza que se la realiza con un cepillo de acero u otro material o herramienta que no afecte en su funcionamiento.

El uso de ácidos en la etapa de limpieza de estos encofrados desgasta y genera porosidades en el metal, lo cual se refleja en la superficie del hormigón dañando el acabo puro del mismo. Para evitar algunas de estas variaciones, defectos o deformaciones en la obra final es necesario que el espesor del metal que va a ser utilizado como parte de

las de las formaletas sea capaz de soportar el empuje del concreto fresco y de los equipos de consolidación; para lograr acabados finos y simétricos libres de porosidades y secciones huecas con este tipo de encofrado se recomienda realizar vaciados de elementos completos, con una compactación uniforme.

1.3.3 Formaletas de aluminio

“Las formaletas de aluminio están hechas en aluminio estructural, con perfiles moldeados de gran resistencia y peso liviano” (Girón, 2012, pág. 3), lo que permite la mejor manejabilidad de los elementos además de su facilidad de mantenimiento el mismo que debe ser el adecuado y de manera continua, esto es antes y después de su uso; denotando que la ventaja fundamental del sistema de formaletas hechas de aluminio con relación a las de madera o acero es su menor peso.

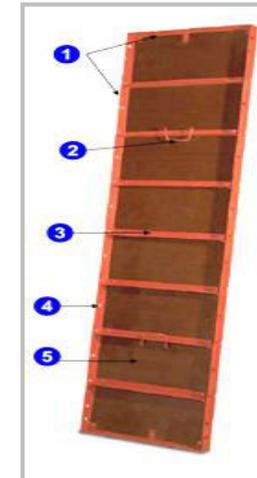
Para un mejor aprovechamiento de cada una de los elementos de las formaletas se debe procurar que las dimensiones tanto de la edificación y de los módulos de los tableros sean proporcionales entre sí para no elevar el costo del material o herramientas. “Por eso siempre se diseña tratando que al menos el 80 por ciento del molde sea integrado por piezas estándar, lo que permite reconfigurarlo fácilmente para proyectos totalmente diferentes” (Girón, 2012, pág. 4); Logrando con esto mayor productividad a la obra seriada haciéndola más rápida, económica, segura y eficiente. “Las formaletas de aluminio están diseñadas para ser usadas más de 1 500 veces con el mantenimiento adecuado, generando gran economía de escala” (Girón, 2012, pág. 4).

1.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Todo tablero o elemento que forma parte de la formaleta debe cumplir ciertas especificaciones y características que a continuación se muestran: (ver imagen # 1)

- 1) Marco fabricado con perfil de acero laminado en frío que brinda alta resistencia a las altas presiones y a los impactos.
- 2) Manijas integradas al panel en la parte superior e inferior para facilitar su manejo.
- 3) Refuerzos horizontales.
- 4) Perforaciones cada 30 cm para el ensamble entre paneles.
- 5) La cara de contacto de madera contrachapada de 12 mm de espesor de alta densidad se compone de:
 - Capas con fibras ubicadas en ambos sentidos que soportan las presiones.
 - Película fenólica que la hace resistente al agua y al desgaste por la abrasión del concreto.

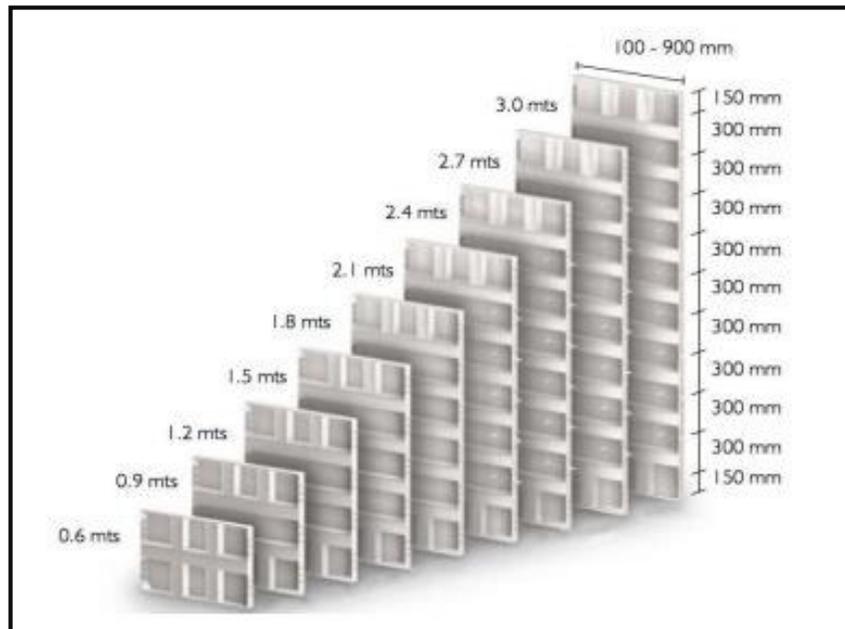
IMAGEN # 1:
DESCRIPCIÓN:
ESPECIF. DEL TABLERO.



FUENTE: FORSA.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- La altura de los paneles varía entre 0.60 y 3.00m en encofrados que ofrecen otros países como Colombia, mientras que en el Ecuador específicamente en la ciudad de Cuenca los tableros llegan a medir entre 0.60 y 2.40m de altura. El ancho de los paneles varía desde 0.05 hasta 0.60m con aumentos de 0.05 m. (ver imagen # 2); y el espesor tiene una medida estándar de 0.05m.

IMAGEN # 2:
DESCRIPCIÓN: DIMENSIONES DEL TABLERO DE FORMAleta.



FUENTE: FORSA.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Los Paneles son métricos, y se arman en diferentes configuraciones de acuerdo con las especificaciones técnicas de cada proyecto. (ver tabla # 1)

TABLA # 1:
DESCRIPCIÓN: RELACIÓN DEL PESO, ALTURA Y ESPESOR DE LOS TABLEROS USADOS EN FORMALETAS

LONGITUD (cm)	ANCHO	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	P E S O (kg)
	(cm)												
60		4.6	4.9	5.1	5.4	5.6	6.8	7.5	8.1	8.9	9.5	10.3	
90		6.2	6.5	6.8	7.2	7.5	9.1	10.0	10.8	11.9	12.7	13.7	
120		8.3	8.7	9.1	9.5	10.0	12.1	13.3	14.3	15.9	16.9	18.2	
240		16.5	17.3	18.2	19.0	19.9	24.2	25.8	27.8	30.9	33.0	35.3	

FUENTE: FORSA
AUTOR: W. JARAMILLO P.

En la Tabla # 1 se establecen los valores proporcionales entre el peso, la altura y el espesor, que mantienen los tableros que se utilizan para la creación de las formaletas, teniendo como ejemplo que un tablero de 10cm de ancho por 60cm de largo presenta un peso de 4,6 kg.

CAPÍTULO 2

HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS

2.1 ENSAMBLAJE

2.1.1 ENSAMBLE DE COLUMNAS CON TABLEROS METÁLICOS

2.1.2 ENSAMBLE DE PAREDES CON TABLETOS METÁLICOS

2.2 MANTENIMIENTO

2.3 ALMACENAMIENTO

HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS.

2.1 ENSAMBLAJE**2.1.1 Ensamblaje de columnas con tableros metálicos**

En el ensamblaje de una columna se utilizan: tableros, ángulos, chapeta, puntales. El proceso de ensamble se lleva a cabo bajo un sistema técnico y ordenado obteniendo una adecuada utilización del sistema de formaletas, lo que se consigue siguiendo una serie de pasos que a continuación se detallan:

- 1) Para proceder a encofrar ya sea un muro, una columna o una losa se necesita de los planos arquitectónicos y estructurales, en base a ellos se calcula el número total del equipo que se empleará para cualquier fundición. Se determinan las dimensiones de las columnas que serán parte de la estructura de la edificación, con el fin de colocar los tableros que vayan acorde con el diseño. Posteriormente se procede a marcar sobre la losa el eje de la columna y los espesores que servirán de guía para colocar los tableros de manera correcta.

- 2) Se calcula el número de piezas necesarias para encofrar, luego se procede a colocar los tableros uno junto al otro. Estos tableros se presentan en longitudes de 1.2m x 10cm de ancho hasta 60cm. (ver fotografías # 1, 2, 3)

FOTOGRAFÍA # 1:
DESCRIPCIÓN: TABLERO
METÁLICO.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 2:
DESCRIPCIÓN: CARA
EXTERNA DEL TABLERO
METÁLICO.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 3:
DESCRIPCIÓN: CARA INTERNA DEL
TABLERO METÁLICO.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- 3) Para sujetar los paneles en los extremos se utiliza una pieza llamada “chapeta” o “cuñeta”, estas piezas son colocadas verticalmente en los tableros cada 40cm. La herramienta que se utiliza para armar, colocar y desarmar cada una de estas piezas es un martillo. (ver fotografías # 4, 5)

FOTOGRAFÍA # 4:
DESCRIPCIÓN: CHAPETA.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 5:
DESCRIPCIÓN: CHAPETA.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- 4) Los ángulos que son refuerzos de los tableros metálicos, estos se colocan en cada una de las esquinas de estos últimos al momento de encofrar un muro, tienen una longitud de 1.2m, 2.4m, hasta 3m. (ver fotografías # 6, 7)

FOTOGRAFÍA # 6:
DESCRIPCIÓN: ANGULOS.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

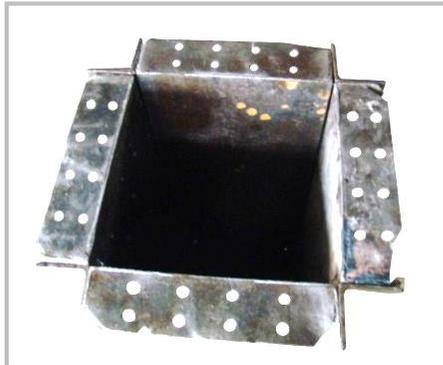
FOTOGRAFÍA # 7:
DESCRIPCIÓN: ANGULOS.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- 5) Colocados los tableros que dan forma a la columna se colocan los puntales metálicos para darle mayor resistencia al encofrado al momento de comenzar el vertido de la misma. Otra herramienta que se puede colocar para darle mayor seguridad y firmeza a los tableros al momento de fundir la columna son los “templones”. Para armar un encofrado de una columna de 0.30x0.30x3.00m se necesitan dos personas que tardan aproximadamente 5min. (ver fotografías # 8, 9)

FOTOGRAFÍA # 8:
DESCRIPCIÓN: TABLEROS ARMADOS.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 9:
DESCRIPCIÓN: TABLEROS ARMADOS.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

2.1.2 Ensamblaje de muros con tableros metálicos

El ensamblaje de muros dentro el sistema de encofrados metálicos se lo realiza mediante el mismo procedimiento de columnas, teniendo claro que para un muro es necesario utilizar mayor equipo y unidades. (ver imagen # 3) La explicación del tema se profundizará en el proceso constructivo de muros en el capítulo 4. (ver página # 96)

IMÁGEN # 3:
DESCRIPCIÓN: MUROS DE HORMIGÓN



FUENTE: TECNOHAUS. CASA JRV.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

2.2 MANTENIMIENTO

El mantenimiento que se da a los tableros metálicos una vez desencofrado los muros es sencillo, inicia verificando la linealidad del tablero, posteriormente se realiza el proceso de lijado del tablero para remover residuos de hormigón que pueden haberse adherido, a continuación se limpia el tablero con un paño y se procede a pasar una capa de mezcla de diésel y aceite para finalizar el tratamiento con su respectivo almacenamiento en bodega. (ver fotografía # 10)

FOTOGRAFÍA # 10:
DESCRIPCIÓN: ALMACENAMIENTO DE LOS TABLEROS PREVIA LIMPIEZA.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

El mantenimiento que se da a los tableros de madera es el mismo que el de los tableros metálicos, la diferencia radica en el caso de haber daños en el tablero, donde se procede a cambiar las tablas que conforman el tablero para restaurar su resistencia inicial, este paso se realiza con la ayuda de un martillo y clavos de acero de 4". Luego se procede a colocar una mezcla de diésel quemado y aceite para su respectivo almacenamiento. (ver fotografías # 11,12, 13)

FOTOGRAFÍA # 11:
DESCRIPCIÓN: TABLERO DE
MADERA DETERIORADO.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 12:
DESCRIPCIÓN: TABLERO DE
MADERA ARREGLADO.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 13:
DESCRIPCIÓN: CURADO DEL
TABLERO DE MADERA.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

2.3 ALMACENAMIENTO

Una vez limpiado los tableros metálicos y de madera se proceden a almacenar los mismos en la bodega, se los ubica apilándolos verticalmente, formando una fila de entre 30 a 50 unidades, estas filas son agrupadas de acuerdo a los anchos de los tableros para una fácil identificación y una mejor manipulación. (ver fotografías # 14, 15, 16, 17)

FOTOGRAFÍA # 14:
DESCRIPCIÓN: APILADO DE TABLEROS METALICOS.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 15:
DESCRIPCIÓN: APILADO DE TABLEROS METALICOS.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 16:
DESCRIPCIÓN: APILADO DE LOS TABLEROS



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 17:
DESCRIPCIÓN: APILADO DE LOS TABLEROS



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

CAPÍTULO 3

PRUEBAS DE ENSAYO

3.1 PRUEBAS DE ENSAYO A FLEXIÓN

3.1.1 PRUEBAS DE ENSAYO A FLEXIÓN EN MUROS A BASE DE HORMIGÓN

3.1.2 PRUEBAS DE ENSAYO A FLEXIÓN EN MUROS DE LADRILLO

3.1.3 PRUEBAS DE ENSAYO A FLEXIÓN EN MUROS DE BLOQUE

3.2 PRUEBAS DE ENSAYO A COMPRESIÓN

3.2.1 PRUEBAS DE ENSAYO A COMPRESIÓN EN MUROS A BASE DE HORMIGÓN

3.2.2 PRUEBAS DE ENSAYO A COMPRESIÓN EN MUROS DE LADRILLO

3.2.2.1 LADRILLO ARTESANAL

3.2.2.2 LADRILLO INDUSTRIAL

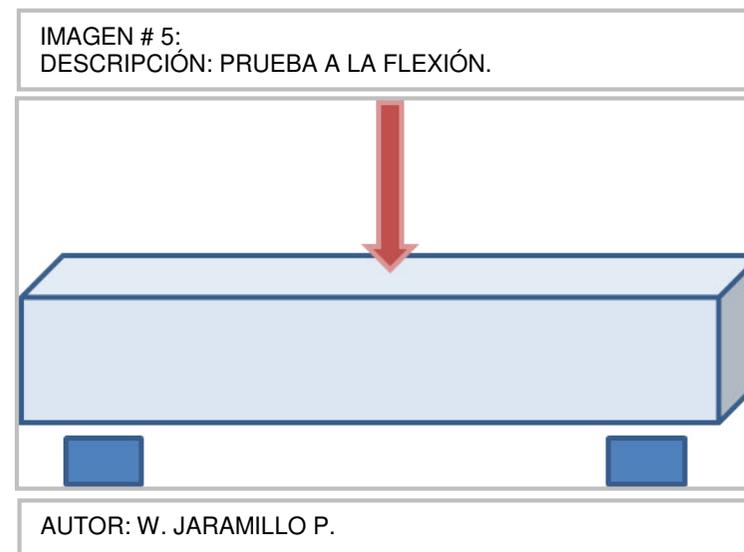
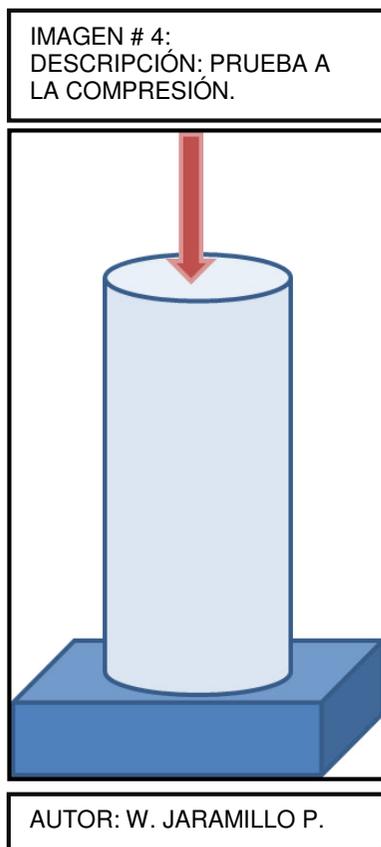
3.2.3 PRUEBAS DE ENSAYO A COMPRESIÓN EN MUROS DE BLOQUE

3.2.3.1 BLOQUE DE HORMIGÓN

3.2.3.1 BLOQUE DE PÓMEZ

PRUEBAS DE ENSAYO

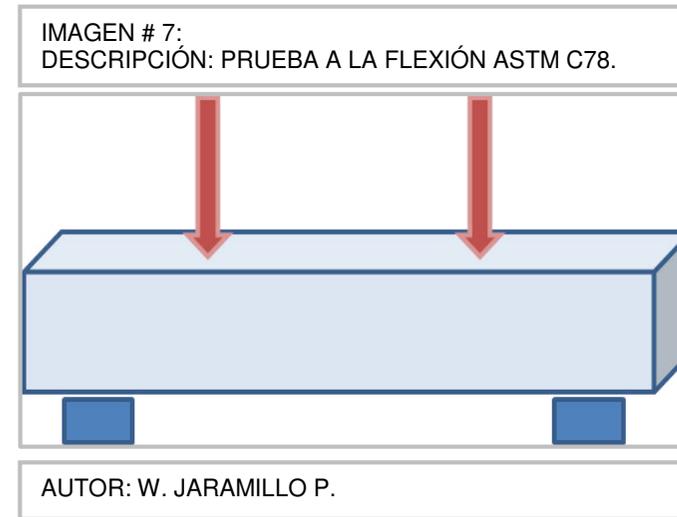
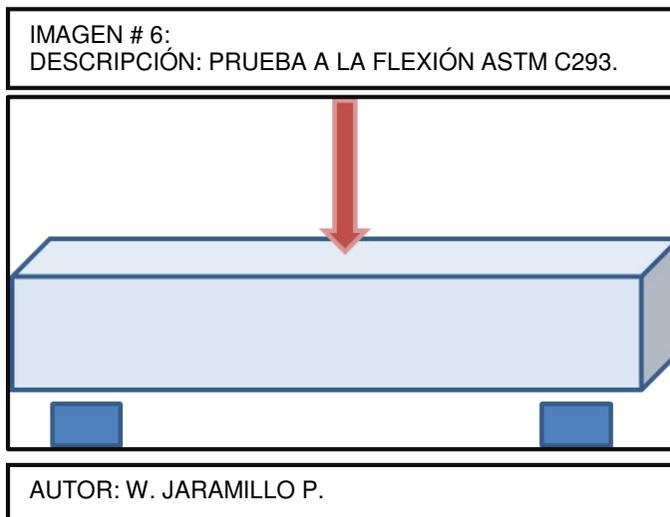
Para realizar las pruebas de flexión así como las de compresión, de los diferentes materiales que serán parte del análisis del proceso constructivo de edificaciones a base de formaletas, es necesario realizar algunos procedimientos preliminares como son: el cálculo del volumen del cilindro de prueba, cálculo de material a utilizar, y la elaboración en sí de los cilindros. (ver imagen # 4 y 5)



3.1 PRUEBAS DE ENSAYO A FLEXIÓN

“La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto, es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa no reforzada” (National Ready Mixed Concrete Association, 2010) a la que puede ser sometida diversos materiales, en este caso el hormigón, el ladrillo y el bloque serán los elementos de prueba.

La resistencia a la flexión se lo expresa como el Módulo de Rotura determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (carga aplicada a los dos tercios de la muestra) y el ensayo ASTM C293 (carga aplicada en el punto medio de la muestra) representan entre el 10-20% de la resistencia máxima a la compresión. (ver imagen # 6 y 7)



Para determinar la resistencia que pueden alcanzar los materiales de muestra, se deben conformar elementos en los que sea permisible aplicar las cargas de manera adecuada, lo que se es posible realizar en un prisma, para la elaboración de este elemento se debe comenzar con la construcción de un encofrado de madera que servirá para la elaboración de vigas de muestra de los materiales antes mencionados, para esto se utilizó madera triplex de 0.01m de espesor en secciones de 0.80m x 0.15m y de 0.15m x 0.15m. (ver imagen # 8)

3.1.1 Prueba de ensayo a flexión en muros a base de hormigón

Esta prueba se realiza con una viga de hormigón, como primer paso se obtiene el volumen del prisma, para ello se efectúan los siguientes puntos:

3.1.1.1 Cálculo del volumen del prisma de hormigón. (ver imagen # 8)

Para calcular el volumen del prisma se necesita la siguiente fórmula:

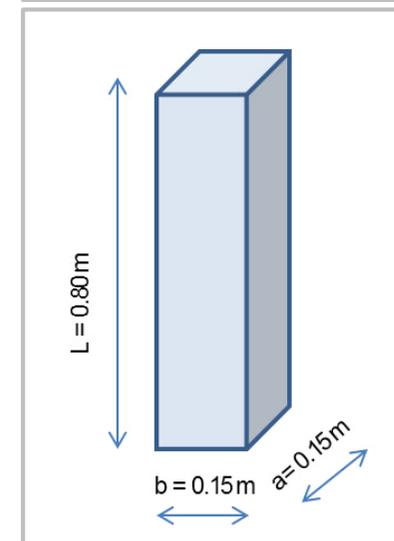
$V_p = A \times (L)$; donde:

- V_p = volumen del prisma.
- A = área de la sección o base = (0.15m x 0.15m).
- L = altura del cilindro =0.80m.

Aplicando la fórmula tendremos un volumen de:

$V = 0.018 \text{ m}^3$.

IMAGEN # 8:
DESCRIPCIÓN: PRISMA.



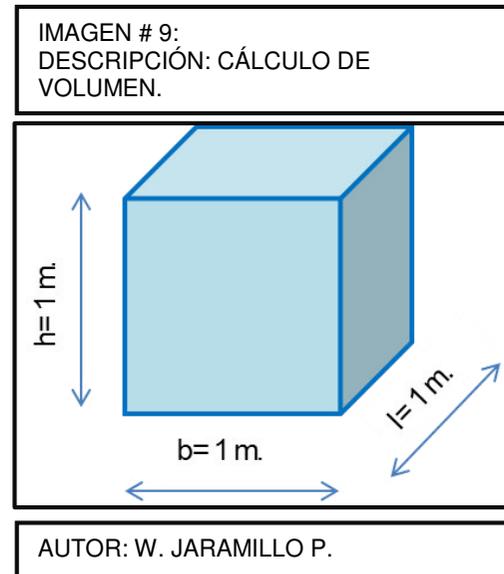
AUTOR: W. JARAMILLO P.

El valor de 0.018 m^3 que corresponde al volumen del prisma es el valor que utilizaremos como constante para el cálculo de los materiales como el cemento, arena, grava y agua.

3.1.1.2 Cálculo del volumen de material utilizado en el prisma de hormigón.

Para confeccionar un hormigón con una resistencia de 210 kg/cm^2 , se toma como muestra las cantidades de materiales necesarias para conseguir 1 m^3 de hormigón con la resistencia antes mencionada, para ello se obtienen los siguientes valores: (ver imagen # 9)

- 6-7 sacos (350 kg) de cemento de (50 kg).
- 0.65 m^3 de arena.
- 0.95 m^3 de ripio.
- 0.18 m^3 – 180 lts de agua.



3.1.1.2.1 Cemento

Para calcular la cantidad de cemento que se necesita para elaborar 4 prismas de muestra, se recomienda efectuar una regla de 3, empleando como datos la cantidad de cemento utilizado para conseguir 1m³ de hormigón y el volumen (V= 0.0265 m³) de los prismas a utilizar. Dando como resultado:

$$\begin{array}{ccc} 1\text{m}^3 & \longrightarrow & 350 \text{ kg} \\ 0.018\text{m}^3 & & X \end{array} \longrightarrow \boxed{\text{cemento (kg)} = 6.3 \text{ kg}}$$

Por lo tanto, para hacer 4 prismas de muestra se necesitan 25.2 kg de cemento.

3.1.1.2.2 Arena

Para el cálculo de la arena se realiza el mismo procedimiento que utilizamos para el cálculo del cemento.

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ m}^3 & \longrightarrow & 0.65 \text{ kg} \\ 0.018 \text{ m}^3 & & X \end{array} \longrightarrow \boxed{\text{arena (kg)} = 0.0117 \text{ kg}}$$

Por lo tanto, para hacer 4 prismas de muestra se necesitan 0.0468 kg de arena.

3.1.1.2.3 Ripio

El ripio que se utilizará para realizar los prismas de muestra será piedra chispa de 3/4", esta piedra o ripio es la misma que se emplea para concebir los muros a base de formaletas, debido a que el espesor de la pared o muro generalmente oscila entre los 0.07 u 0.08 m, por lo que utilizar otra granulometría generaría vacíos en la pared lo que debilitaría su resistencia.

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ m}^3 & \longrightarrow & 0.95 \text{ kg} \\ 0.018 \text{ m}^3 & & X \end{array} \longrightarrow \boxed{\text{ripio (kg)} = 0.0171 \text{ kg.}}$$

Por lo tanto, para hacer 4 prismas de muestra se necesitan 0.0684 kg de ripio.

3.1.1.2.4 Agua

El agua que se puede y debe usar es agua limpia con bajas cantidades de purificadores (cloro) ya que este elemento podría afectar el rendimiento de la mezcla.

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ m}^3 & \longrightarrow & 180 \text{ lts} \\ 0.018 \text{ m}^3 & & X \end{array} \longrightarrow \boxed{\text{agua (lts)} = 3.24 \text{ lts.}}$$

Por lo tanto, para hacer 4 prismas de muestra se necesitan 12.96 lts. de agua.

RESUMIENDO:

Para realizar un modelo de prisma de hormigón, del cual obtendremos la resistencia a la flexión se necesitan:

- Cemento: 6.3 kg.
- Arena: 0.0117 kg.
- Grava: 0.0171 kg.
- Agua: 3.24 lts.

Se procede con la elaboración y el cálculo de la resistencia final a los 28 días como dicta la norma. Sabiendo que “el módulo de rotura es cerca del 10 al 20 % de la resistencia a compresión” (National Ready Mixed Concrete Association, 2010), se obtuvo una resistencia de 55.826 kg/cm² que corresponde al 20% de la resistencia final del ensayo a la compresión, donde se obtuvo un valor de 279kg/cm². (ver imagen # 10 y 11)

IMAGEN # 10:
DESCRIPCIÓN: PRUEBA A LA FLEXIÓN.



FUENTE: YOUTUBE.COM-ENSAYO A LA FLEXION.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 11:
DESCRIPCIÓN: PRUEBA A LA FLEXIÓN.



FUENTE: YOUTUBE.COM-ENSAYO A LA FLEXION.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

3.1.2 Prueba de ensayo a flexión en muros de ladrillo artesanal.

En el ensayo a la flexión obtenido en el prisma se obtuvo una resistencia de 13.67kg/cm² que corresponde al 20% de la resistencia final del ensayo a la compresión de ladrillo artesanal, donde se obtuvo un valor de 68.36kg/cm².

En el ensayo a la flexión obtenido en el prisma se obtuvo una resistencia de 4.07kg/cm² que corresponde al 20% de la resistencia final del ensayo a la compresión de ladrillo industrial, donde se obtuvo un valor de 20.36kg/cm².

3.1.3 Prueba de ensayo a flexión en muros de bloque de hormigón.

En el ensayo a la flexión obtenido en el prisma se obtuvo una resistencia de 11.42kg/cm² que corresponde al 20% de la resistencia final del ensayo a la compresión del bloque de hormigón, donde se obtuvo un valor de 57.14kg/cm².

En el ensayo a la flexión obtenido en el prisma se obtuvo una resistencia de 8.83kg/cm² que corresponde al 20% de la resistencia final del ensayo a la compresión del bloque de pómez, donde se obtuvo un valor de 44.14kg/cm².

3.2 PRUEBAS DE ENSAYO A COMPRESIÓN.

Para realizar el ensayo a compresión de materiales como el hormigón, ladrillo y bloque se utilizan encofrados cilíndricos metálicos en los cuales se debe calcular el volumen para luego calcular el porcentaje del material a utilizar. A continuación se muestra los pasos a seguir para obtener los datos preliminares calculando el volumen del cilindro:

3.2.1 Pruebas de ensayo a compresión en muros a base de hormigón.

3.2.1.1 Calculo del volumen del cilindro de hormigón. (ver imagen # 12)

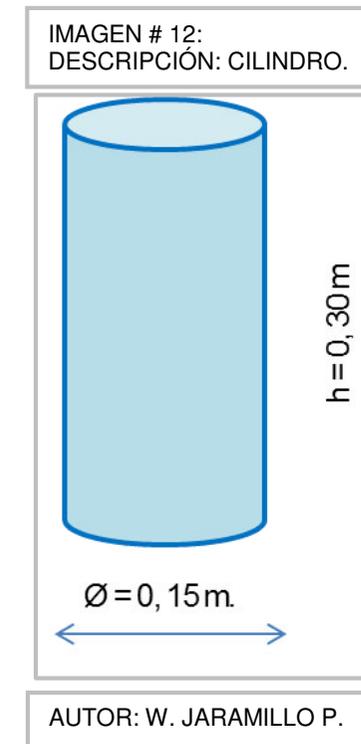
Para calcular el volumen del cilindro se necesita la siguiente formula:

$V_c = \pi \times (r)^2 \times (h)$; donde:

- V_c = volumen del cilindro.
- r = radio del cilindro = 7.5 cm.
- h = altura del cilindro = 30 cm.

Aplicando la formula tendremos un volumen:

$V = 0.0053 \text{ m}^3$.



Una vez obtenido el volumen del cilindro que se va a utilizar, se procede a calcular el volumen total que necesitaremos para realizar 4 muestras + 1.

$V_t = V_c \times (\#muestras + 1)$; donde

- V_t = volumen total.
- V_c = volumen del cilindro.
- $\#muestras = 4 + 1$

Aplicando la fórmula se obtiene:

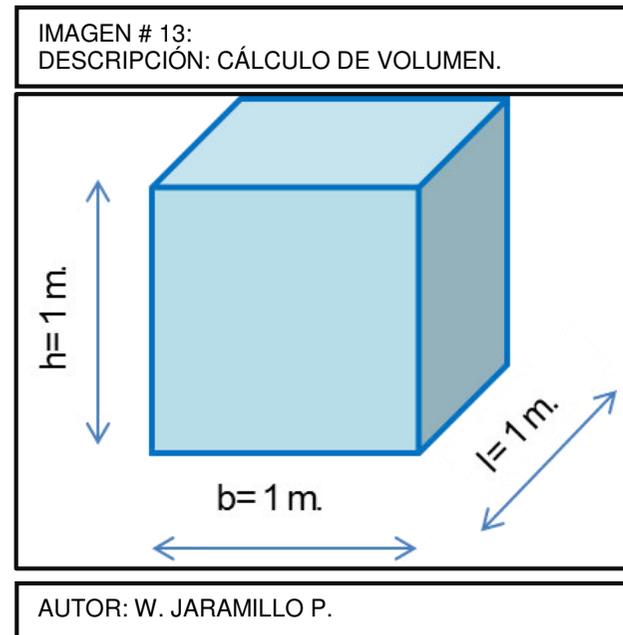
$V_t = 0.0265 \text{ m}^3$.

El valor de 0.0265 m³ corresponde al volumen del cilindro multiplicado por el número de muestras que necesarias para realizar la prueba de resistencia a la compresión del hormigón, es el valor que se utilizará como constante para el cálculo de los materiales como el cemento, arena, grava y agua.

3.2.1.2 Cálculo del volumen de material utilizado en el cilindro.

Para confeccionar un hormigón con una resistencia de 210kg/cm^2 , se toma como muestra las cantidades de materiales necesarias para conseguir 1m^3 de hormigón con la resistencia antes mencionada, para ello se obtienen los siguientes valores: (ver imagen # 13)

- 6-7 sacos (350 kg) de cemento de (50 kg).
- 0.65 m^3 de arena.
- 0.95 m^3 de grava.
- 0.18 m^3 – 180 lts de agua.



3.2.1.2.1 Cemento

Para calcular la cantidad de cemento que se necesita para elaborar 4 cilindros de muestra, se recomienda efectuar una regla de 3, empleando como datos la cantidad de cemento utilizado para conseguir 1 m³ de hormigón y el volumen (V= 0.0265 m³) de los cilindros a utilizar. Dando como resultado:

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ m}^3 & \longrightarrow & 350 \text{ kg} \\ 0.265 \text{ m}^3 & & X \end{array} \longrightarrow \boxed{\text{cemento (kg)} = 9.3 \text{ kg}}$$

Por lo tanto, para hacer 4 cilindros de muestra se necesitan 9.3 kg de cemento.

3.2.1.2.2 Arena

Para el cálculo de la arena se realiza el mismo procedimiento que utilizamos para el cálculo del cemento.

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ m}^3 & \longrightarrow & 0.65 \text{ kg} \\ 0.0265 \text{ m}^3 & & X \end{array} \longrightarrow \boxed{\text{arena (kg)} = 17.3 \text{ kg}}$$

Por lo tanto, para hacer 4 cilindros de muestra se necesitan 17.3 kg de arena.

3.2.1.2.3 Ripio

El ripio que se utilizará para realizar los cilindros de muestra será piedra chispa de 3/4", esta piedra o ripio es la misma que se emplea para concebir los muros a base de formaletas, debido a que el espesor de la pared o muro generalmente oscila entre los 0.07 u 0.08 m, por lo que utilizar otra granulometría generaría vacíos en la pared lo que debilitaría su resistencia.

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ m}^3 & \longrightarrow & 0.95 \text{ kg} \\ 0.0265 \text{ m}^3 & & X \end{array} \longrightarrow \boxed{\text{ripio (kg)} = 25.2 \text{ kg.}}$$

Por lo tanto, para hacer 4 cilindros de muestra se necesitan 25.2 kg de grava.

3.2.1.2.4 Agua

El agua que se puede y debe usar es agua limpia con bajas cantidades de purificadores (cloro) ya que este elemento podría afectar el rendimiento de la mezcla.

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ m}^3 & \longrightarrow & 180 \text{ lts} \\ 0.0265 \text{ m}^3 & & X \end{array} \longrightarrow \boxed{\text{agua (lts)} = 4.77 \text{ lts.}}$$

Por lo tanto, para hacer 4 cilindros de muestra se necesitan 4.77 lts. de agua.

RESUMIENDO:

Para realizar los 4 cilindros de hormigón y calcular la resistencia a compresión se necesitan:

- Cemento: 9.3 kg.
- Arena: 17.3 kg.
- Grava: 25.2 kg.
- Agua: 4.77 lts.

3.2.1.3 Materiales (ver fotografías # 18, 19, 20, 21, 22)

- Cemento.

FOTOGRAFÍA # 18:
DESCRIPCIÓN: CEMENTO.



AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Agua

FOTOGRAFÍA # 19:
DESCRIPCIÓN: AGUA.



AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Ripio.

FOTOGRAFÍA # 20:
DESCRIPCIÓN: RIPIO DE 3/4 '.



AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Arena.

FOTOGRAFÍA # 22:
DESCRIPCIÓN: ARENA



AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Diésel.

FOTOGRAFÍA # 21:
DESCRIPCIÓN: DIESEL



AUTOR: W. JARAMILLO P.

3.2.1.4 Herramientas (ver fotografías # 23 a la 40)

- Balde plástico.

FOTOGRAFÍA # 23:
DESCRIPCIÓN: BALDE PLÁSTICO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Bandeja metálica.

FOTOGRAFÍA # 24:
DESCRIPCIÓN: BANDEJA METÁLICA



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Brocha.

FOTOGRAFÍA # 25:
DESCRIPCIÓN: FORMALETA



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Cepillo de acero

FOTOGRAFÍA # 26:
DESCRIPCIÓN: BROCHA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Encofrado metálico de 15 x 30 cm.

FOTOGRAFÍA # 27:
DESCRIPCIÓN: ENCOFRADO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Metro.

FOTOGRAFÍA # 29:
DESCRIPCIÓN: METRO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Cono de Abrams.

FOTOGRAFÍA # 28:
DESCRIPCIÓN: CONO DE ABRAMS.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Gotero.

FOTOGRAFÍA # 30:
DESCRIPCIÓN: GOTERO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Machete.

FOTOGRAFÍA # 31:
DESCRIPCIÓN: MACHETE.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Pala.

FOTOGRAFÍA # 32:
DESCRIPCIÓN: PALA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Pala para jardín.

FOTOGRAFÍA # 33:
DESCRIPCIÓN: PALA PARA JARDÍN.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Combo de goma

FOTOGRAFÍA # 34:
DESCRIPCIÓN: COMBO DE GOMA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Escoba.

FOTOGRAFÍA # 35:
DESCRIPCIÓN: ESCOBA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Probeta.

FOTOGRAFÍA # 37:
DESCRIPCIÓN: PROBETA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Llana metálica.

FOTOGRAFÍA # 36:
DESCRIPCIÓN: LLANA METÁLICA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Manguera.

FOTOGRAFÍA # 38:
DESCRIPCIÓN: MANGUERA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Platina de acero.

FOTOGRAFÍA # 39:
DESCRIPCIÓN: PLATINA DE ACERO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Varilla de Acero

FOTOGRAFÍA # 40:
DESCRIPCIÓN: VARILLA DE ACERO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

3.2.1.5 Equipo (ver fotografías # 41, 42,43)

- Balanza de 50 kg.
- Concretera.

FOTOGRAFÍA # 41:
DESCRIPCIÓN: BALANZA DE 50 KG.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Reservorio de agua.

FOTOGRAFÍA # 43:
DESCRIPCIÓN: RESERVORIO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 42:
DESCRIPCIÓN: CONCRETERA



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

3.2.1.6 Elaboración del cilindro de hormigón

Una vez calculado la cantidad de materiales que se necesitan para elaborar 4 cilindros de muestra en sus respectivas unidades de medida, se procede a elaborar los cilindros en el Laboratorio de Suelos de la Unidad Académica de Ingeniería Civil, Arquitectura y Diseño de la Universidad Católica de Cuenca. Para la elaboración de los cilindros de hormigón de 210 kg/cm² de resistencia, se procedió a pesar los agregados tanto finos como gruesos en la balanza. Antes de realizar el pesaje de cualquier material se debe encerar la balanza para incluir el peso del recipiente metálico con medida 0.00. (ver fotografía # 44)

FOTOGRAFÍA # 44:
DESCRIPCIÓN: CANTIDAD DE MATERIALES.

Handwritten calculations for material quantities:

Volumen:
 $V_c = \pi \cdot r^2 \cdot h$
 $V_c = 301.44 \text{ cm}^3$
 $V_c = 0.0053 \text{ m}^3$
 $V_c = 0.0265 \text{ m}^3$ (for 4 cylinders)

Cemento:
 $\text{lm}^3 = 7.80000$
 $0.0265 \Rightarrow 0.1855 \text{ m}^3$
 9.235 kg (1)

GRAVA:
 $\text{lm}^3 = 0.95$
 $0.0265 \Rightarrow 0.0251$
 25.1 kg (2)

ARENA:
 $\text{lm}^3 = 0.65$
 $0.0265 \text{ m}^3 \Rightarrow 17.225 \text{ kg}$ (3)

AGUA:
 $\text{lm}^3 = 0.18 \text{ m}^3$
 $0.0265 \Rightarrow 4.77 \text{ kg}$ (4)

AUTOR: W. JARAMILLO P.

Una vez encerado la balanza y depreciado el peso de la bandeja metálica se comienza a pesar el ripio hasta obtener un peso de 25.1 kg. Luego de obtener la cantidad requerida, se coloca el ripio en la concretera. (ver fotografías # 45, 46)

FOTOGRAFÍA # 45:
DESCRIPCIÓN: PESADO DE LA GRAVA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 46:
DESCRIPCIÓN: VERTIDO DE GRAVA A
CONCRETERA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Luego se realiza el mismo procedimiento para pesar el agregado fino, en este caso la cantidad de 17.3 kg. Luego de realizar el pesaje es vertido en la concretera. (ver fotografías # 47, 48)

FOTOGRAFÍA # 47:
DESCRIPCIÓN: PESADO DE ARENA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 48:
DESCRIPCIÓN: PESADO DE ARENA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Mientras se pesa el cemento hasta obtener un peso de 9.3 kg, se enciende la concretera para mezclar la arena y la grava en un lapso de 3 minutos. (ver fotografías # 49, 50, 51)

FOTOGRAFÍA #49:
DESCRIPCIÓN: PESADO DE CEMENTO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 51:
DESCRIPCIÓN: PESADO DE CEMENTO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 50:
DESCRIPCIÓN: MEZCLADO DE
AGREGADOS.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Realizado el premezclado de los agregados se continua con la medición de la cantidad de 4.77 litros de agua, cantidad que se necesita para la mezcla y que se mide mediante la utilización de una probeta de 1000 mml y un gotero para mayor precisión de la medida, colocando el agua en un recipiente para luego añadirla a la concretera para reanudar el proceso de mezcla. (ver fotografías # 52, 53)

FOTOGRAFÍA # 52:
DESCRIPCIÓN: MEDIDA DE AGUA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 53:
DESCRIPCIÓN: VERTIDO DE AGUA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Con los agregados tanto finos y gruesos mezclados se procede a incorporar el cemento para realizar el procedimiento de premezclado durante 2 minutos. Pasado este lapso se añade una parte del agua para que los materiales dentro de la concretera comiencen a compactarse de tal manera que el hormigón que necesitamos sea el óptimo para las pruebas a realizar, esta mezcla se realiza durante 2 minutos más. (ver fotografía # 54)

FOTOGRAFÍA # 54:
DESCRIPCIÓN: MEZCLA DE ARENA, GRAVA, CEMENTO Y AGUA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Posteriormente se agrega el agua restante y se procede a mezclar durante 3 minutos. Al mismo tiempo se prepara una bandeja de metal para verter el hormigón y comenzar a realizar la prueba de revenimiento utilizando el Cono de Abrams. (ver fotografías # 55, 56)

FOTOGRAFÍA # 55:
DESCRIPCIÓN: LIMPIEZA DE BANDEJA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 56:
DESCRIPCIÓN: VERTIDO DEL HORMIGÓN.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Para realizar la prueba de revenimiento o asentamiento del hormigón se utiliza el Cono de Abrams, el mismo que es un cono metálico que se coloca con la base mayor sobre una superficie lisa o en este caso una platina de acero. (ver fotografías # 57, 58)

FOTOGRAFÍA # 57:
DESCRIPCIÓN: HORMIGÓN.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 58:
DESCRIPCIÓN: PRUEBA DE REVENIMIENTO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

El vertido del hormigón se lo realiza en tres capas, en la primera capa se coloca el hormigón dentro del cono y con el uso de una varilla lisa se procede a varillar 25 veces, teniendo en cuenta que cada varillado se lo realiza de tal manera que la varilla no exceda la base de la capa que se ha colocado, mas no incluyendo en la que la antecede, este paso se lo realiza de la misma forma para las tres capas. Una vez que se llena el cono de Abrams se procede a resantear la superficie con el uso de una llana con el fin de retirar los excedentes del hormigón. (ver fotografías # 59, 60)

FOTOGRAFÍA # 59:
DESCRIPCIÓN: PRUEBA DE REVENIMIENTO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 60:
DESCRIPCIÓN: RESANTEO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

El siguiente paso a efectuar es retirar el cono lentamente para lograr que la prueba de revenimiento esté correcta, ya que si retiramos el cono a una velocidad normal o rápida podemos incidir sobre la prueba. Al retirar el cono se lo gira de tal manera que la base pequeña se asiente sobre la superficie, sujetando la varilla se la coloca horizontalmente sobre el cono para poder determinar el asentamiento que sufrió la mezcla, medición que se realiza con un flexómetro. (ver fotografías # 61, 62)

FOTOGRAFÍA # 61:
DESCRIPCIÓN: REVENIMIENTO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 62:
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE REVENIMIENTO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Como resultado de la prueba del cono de abrams, el asentamiento del hormigón presentó como respuesta una medida de 0.03m, asentamiento permisible para proceder a realizar los cilindros de muestra. Se debe prever antes de colocar el hormigón en los cilindros que estos estén libre de impurezas, además colocar una capa de aceite quemado para evitar que el hormigón se pegue a la superficie de los cilindros. La colocación del hormigón en los cilindros es de igual procedimiento del realizado en el cono de abrams, esto es, en tres capas, cada una de ellas con 25 varillados para conseguir cilindros compactos y homogéneos. (ver fotografías # 63, 64)

FOTOGRAFÍA # 63:
DESCRIPCIÓN: VERTIDO DE
HORMIGÓN EN CILINDRO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 64:
DESCRIPCIÓN: VERTIDO DE
HORMIGÓN EN CILINDRO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Como último punto del proceso constructivo de los cilindros de hormigón, una vez rebosado los cilindros con el hormigón se procede a golpear con un combo goma los exteriores de los cilindros con la finalidad de extraer las burbujas de aire que puedan existir en su interior. Seguidamente se realiza el resanteo con la ayuda de un bailejo o un machete para obtener una superficie lisa. (ver fotografías # 65, 66)

FOTOGRAFÍA # 65:
DESCRIPCIÓN: COMPACTADO DEL HORMIGÓN.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 66:
DESCRIPCIÓN: RESANTEO DEL HORMIGÓN.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Para desencofrar las muestras de hormigón se espera exactamente 24 horas, teniendo excesivo cuidado al momento de retirar los encofrados ya que los filos de las muestras podrían trisarse. Aislados los encofrados se coloca la fecha de creación de las muestras y se sumerge completamente en agua durante 7 días para calcular la resistencia inicial y 28 días para calcular la resistencia final. (ver fotografías # 67, 68, 69) Por último se limpia todo el equipo utilizado.

FOTOGRAFÍA # 67:
DESCRIPCIÓN: DEENCOFRADO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 68:
DESCRIPCIÓN: MARCA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 69:
DESCRIPCIÓN: MUESTRAS
SUMERGIDAS EN AGUA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Una vez culminado los 7 días, se realiza el cálculo de la resistencia inicial de una de las muestras de hormigón, lo que se lleva a cabo de la siguiente manera:

1. Se retira la muestra de hormigón del agua y con una franela se comienza a secar. Luego se coloca el cilindro parcialmente seco sobre la balanza para obtener el peso. (ver fotografías # 70, 71)

FOTOGRAFÍA # 70:
DESCRIPCIÓN: MUESTRAS
PARCIALMENTE SECA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 71:
DESCRIPCIÓN: CÁLCULO DE PESO
DE LA MUESTRA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Una vez pesado, con la ayuda del metro se mide la altura y el diámetro con el fin de obtener su volumen. Posteriormente en una cocineta se procede a derretir el azufre que se encuentra en estado sólido. (ver fotografías # 72, 73, 74)

FOTOGRAFÍA # 72:
DESCRIPCIÓN: CALENTAMIENTO
DEL AZUFRE.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 74:
DESCRIPCIÓN: MEDIDA DEL
DIÁMETRO DEL CILINDRO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 73:
DESCRIPCIÓN: MEDIDA DE LA LONGITUD DEL
CILINDRO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

3. Cuando el azufre está lo suficientemente líquido se coloca parte de éste en la base de una refrentadora de probetas, para luego colocar el cilindro con el fin de que se cree sobre la base de la muestra una capa de azufre uniforme antes de iniciar la prueba de rotura. Este procedimiento denominado refrentado de probetas se lo realiza en las dos bases del cilindro. (ver fotografías # 75, 76, 77)

FOTOGRAFÍA # 75:
DESCRIPCIÓN: PREPARACIÓN DE LA
REFRENDADORA Y BASE.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 77:
DESCRIPCIÓN: AZUFRE LÍQUIDO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 76:
DESCRIPCIÓN: COLOCACION DE CAPA DE
AZUFRE SOBRE LAS BASES DEL CILINDRO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

- Se ingresan los datos de altura y diámetro del cilindro en la prensa para calibrarla y proceder a calcular la resistencia y carga máxima a los 7 días de haber realizado los cilindros de hormigón. (ver fotografías # 78 a la 82)

FOTOGRAFÍA # 78:
DESCRIPCIÓN: CALIBRACIÓN DE LA PRENSA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 79:
DESCRIPCIÓN: PRENSA HIDRAÚLICA.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 80:
DESCRIPCIÓN: ROTURA DE
CILINDRO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 81:
DESCRIPCIÓN: ROTURA DE
CILINDRO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 82:
DESCRIPCIÓN: ROTURA DE
CILINDRO.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

5. Realizada la rotura del cilindro 1 se obtuvieron los siguientes datos: (ver tabla # 2)

TABLA # 2:
DESCRIPCIÓN: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MÁXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DE CILINDRO 1 DE HORMIGÓN A LOS 7 DÍAS.

DENOMINACIÓN	VALOR OBTENIDO	UNIDAD DE MEDIDA
Carga Máxima	276.884	KN
Resistencia Máxima	14.486	MPa

AUTOR: W. JARAMILLO P.

Transformando las unidades del valor de la carga máxima a kg/cm² que se muestra en la tabla N # 2, se obtiene que el cilindro de hormigón a los **7 días** tuvo una resistencia de **147.92 kg/cm²**.

Después de 28 días de encontrarse sumergidos en un tanque con agua los dos últimos cilindros de hormigón, se realiza con estos el procedimiento anterior para calcular tanto la carga como la resistencia máxima ideal del hormigón, obteniéndose los siguientes resultados: (ver tablas # 3, 4)

TABLA # 3:
DESCRIPCIÓN: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MÁXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DE CILINDRO 2 DE HORMIGÓN A LOS 28 DÍAS.

DENOMINACIÓN	VALOR OBTENIDO	UNIDAD DE MEDIDA
Carga Máxima	513.9	KN
Resistencia Máxima	23.4	MPa

AUTOR: W. JARAMILLO P.

Transformando las unidades del valor de la carga máxima a kg/cm^2 que se muestra en la tabla N # 3, se obtiene que el cilindro 2 de hormigón a los 28 **días** tuvo una resistencia de **238.53 kg/cm^2** .

TABLA # 4:
DESCRIPCIÓN: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MAXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DE CILINDRO 3 DE HORMIGÓN A LOS 28 DÍAS.

DENOMINACIÓN	VALOR OBTENIDO	UNIDAD DE MEDIDA
Carga Máxima	513.9	KN
Resistencia Máxima	23.4	MPa

AUTOR: W. JARAMILLO P.

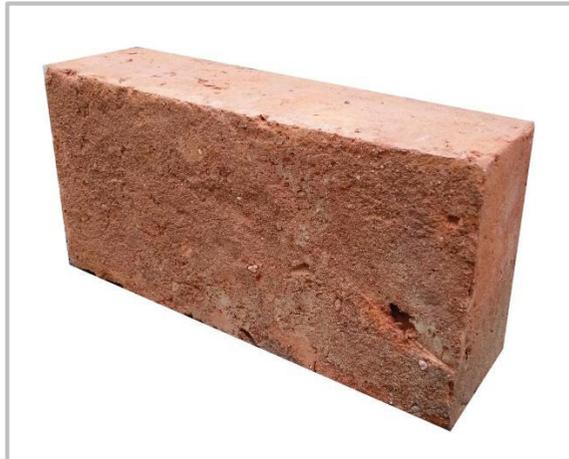
Transformando las unidades del valor de la carga máxima a kg/cm² que se muestra en la tabla N #4, se obtiene que el cilindro 3 de hormigón a los 28 **días** tuvo una resistencia de **279.13 kg/cm²**.

3.2.2 Prueba de ensayo a compresión en muros de ladrillos.

El ladrillo es una pieza artificial de construcción de forma prismática, compuesto generalmente de arcilla cocida que se emplea para la construcción en diversos elementos constructivos como paredes, cornisas, lagrimeros, entre otros. Las dimensiones del ladrillo varían dependiendo del tipo que se desee utilizar.

Para el cálculo de la resistencia del ladrillo hemos procedido a la compra de dos tipos, uno elaborado de manera artesanal y otro de manera industrial. (ver fotografías # 83 y 84)

FOTOGRAFÍA # 83:
DESCRIPCIÓN: LADRILLO ARTESANAL.



AUTOR: W. JARAMILLO P.

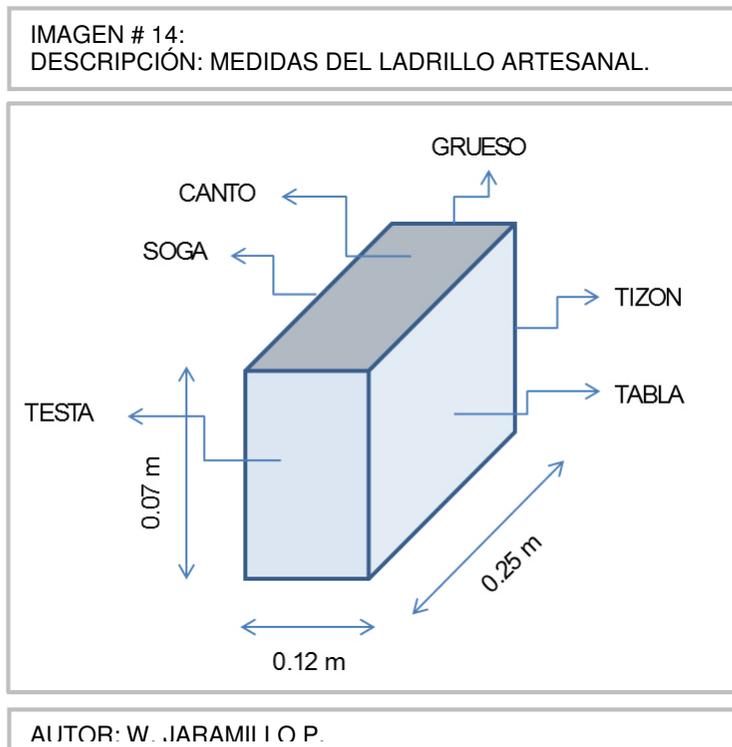
FOTOGRAFÍA # 84:
DESCRIPCIÓN: LADRILLO INDUSTRIAL.



AUTOR: W. JARAMILLO P.

3.2.2.1 Ladrillo Artesanal.

El ladrillo artesanal es una pieza elaborada de forma rústica cuya presentación si bien tiene una medida su textura es rugosa e irregular. Las medidas del ladrillo que se utilizarán para el ensayo a la compresión son de 0.12m x 0.255m x 0.073m. (ver imagen # 14)



Para comenzar con el cálculo de la resistencia a compresión del ladrillo artesanal hay se procede a pesarlo para que, junto con las medidas ingresar estos datos y calibrar la prensa. (ver fotografía # 85)

FOTOGRAFÍA # 85:
DESCRIPCIÓN: PESADO DEL LADRILLO ARTESANAL.



FUENTE: LABORATORIO DE SUELOS UCACUE
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Calibrada la prensa, se coloca el ladrillo artesanal y procede a la rotura del mismo para obtener la resistencia a la compresión. (ver fotografías # 86 y 87)

FOTOGRAFÍA # 86:
DESCRIPCIÓN: ROTURA DEL LADRILLO
ARTESANAL.



FUENTE: LAB. DE SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 87:
DESCRIPCIÓN: ROTURA DEL
LADRILLO ARTESANAL.



FUENTE: LAB. DE SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Realizada la rotura del ladrillo artesanal se obtuvieron los siguientes datos: (ver tabla # 5)

TABLA # 5:
DESCRIPCIÓN: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MÁXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DEL LADRILLO ARTESANAL.

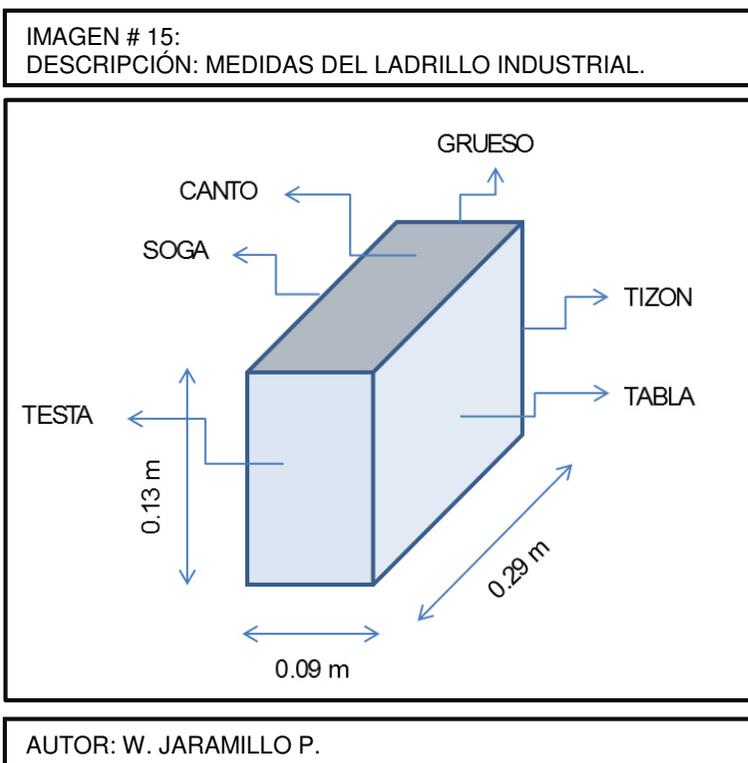
DENOMINACIÓN	VALOR OBTENIDO	UNIDAD DE MEDIDA
Carga Máxima	124.708	KN
Resistencia Máxima	7.176	MPa

AUTOR: W. JARAMILLO P.

Transformando las unidades del valor de la carga máxima a kg/cm^2 que se muestra en la tabla N # 5, se obtiene que el ladrillo artesanal tuvo una resistencia de **68.36 kg/cm^2** .

3.2.3.2 Ladrillo Industrial

El ladrillo industrial es aquel que se elabora de forma mecánica. Su apariencia es casi perfecta en textura y medida es por eso que su utilización apunta a la construcción de muros con el fin de dejar el ladrillo visto en sus presentaciones macizas y huecas. Para el cálculo de la resistencia a la compresión utilizamos el ladrillo de cuatro huecos una medida de 0.12m x 0.25m x 0.135m. (ver imagen # 15)



Para comenzar con el cálculo de la resistencia a compresión del ladrillo industrial se procede a pesarlo para que, junto con las medidas ingresar estos datos y calibrar la prensa. (ver fotografía # 88)

FOTOGRAFÍA # 88:
DESCRIPCIÓN: PESADO DEL LADRILLO INDUSTRIAL.



FUENTE: LABORATORIO DE SUELOS UCACUE
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Calibrada la prensa, se coloca el ladrillo industrial y se procede a la rotura del mismo para obtener la resistencia a la compresión. (ver fotografías # 89 y 90)

FOTOGRAFÍA # 89:
DESCRIPCIÓN: ROTURA DEL LADRILLO INDUSTRIAL.



FUENTE: LAB. DE SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 90:
DESCRIPCIÓN: ROTURA DEL LADRILLO INDUSTRIAL.



FUENTE: LAB. DE SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Realizada la rotura del ladrillo industrial se obtuvieron los siguientes datos: (ver tabla # 6)

TABLA # 6:
DESCRIPCIÓN: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MAXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DEL LADRILLO INDUSTRIAL.

DENOMINACIÓN	VALOR OBTENIDO	UNIDAD DE MEDIDA
Carga Máxima	52.086	KN
Resistencia Máxima	2.997	MPa

AUTOR: W. JARAMILLO P.

Transformando las unidades del valor de la carga máxima a kg/cm² que se muestra en la tabla N #6, se obtiene que el ladrillo industrial tuvo una resistencia de **20.36 kg/cm²**.

3.2.3 Prueba de ensayo a compresión en muros de bloque.

Los bloques son mampuestos prefabricados que pueden ser elaborados con diferentes materiales como el pómez y el hormigón, tienen forma prismática y sus dimensiones dependen del tipo de bloque que se requiera en una construcción y suelen ser esencialmente huecos.

Para el cálculo de la resistencia del bloque hemos procedido a la compra de dos bloques, el uno elaborado de hormigón y el otro de pómez, que es el material en el cual se los fabrica habitualmente y el más utilizado en los procesos constructivos de nuestro medio. (ver fotografías # 91 y 92)

FOTOGRAFÍA # 91:
DESCRIPCIÓN: BLOQUE DE HORMIGÓN.



FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 92:
DESCRIPCIÓN: BLOQUE DE POMEZ.

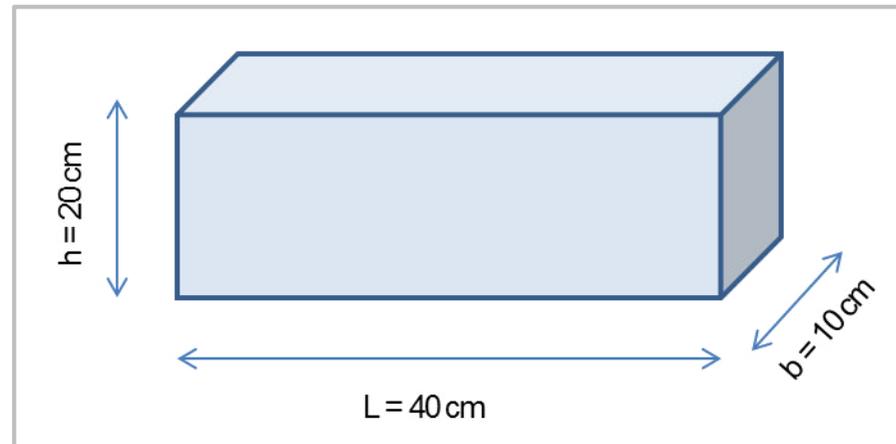


FUENTE: LAB. SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

3.2.3.1 Bloque de hormigón.

Un bloque de hormigón es elaborado con hormigones finos o morteros de cemento, utilizado en la construcción de muros y paredes en algunas ocasiones donde se requiera una pared soportante. Para el cálculo de la resistencia a la compresión utilizaremos un bloque de hormigón cuyas medidas son 0.10m x 0.20m x 0.40m, estas medidas corresponden a la base, altura y longitud del bloque respectivamente. (ver imagen # 16)

IMAGEN # 16:
DESCRIPCIÓN: MEDIDAS DEL BLOQUE DE HORMIGÓN.



AUTOR: W. JARAMILLO P.

Para comenzar con el cálculo de la resistencia a compresión del bloque de hormigón se procede a pesarlo para que, junto con las medidas ingresar estos datos y calibrar la prensa, convirtiéndose en la repetición del proceso que se realizó con el cilindro de hormigón. (ver fotografía # 93)

FOTOGRAFÍA # 93:
DESCRIPCIÓN: PESADO DEL BLOQUE DE HORMIGÓN.



FUENTE: LABORATORIO DE SUELOS UCACUE
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Calibrada la prensa, se coloca el bloque de hormigón en la prensa y se procede a la rotura del mismo para obtener la resistencia a la compresión. (ver fotografías # 94 y 95)

FOTOGRAFÍA # 94:
DESCRIPCIÓN: ROTURA DEL BLOQUE
DE HORMIGÓN.



FUENTE: LAB. DE SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 95:
DESCRIPCIÓN: ROTURA DEL BLOQUE
DE HORMIGÓN.



FUENTE: LAB. DE SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Realizada la rotura del bloque de hormigón se obtuvieron los siguientes datos: (ver tabla # 7)

TABLA # 7:
DESCRIPCIÓN: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MÁXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DEL BLOQUE DE HORMIGÓN.

DENOMINACIÓN	VALOR OBTENIDO	UNIDAD DE MEDIDA
Carga Máxima	139.994	KN
Resistencia Máxima	8.056	MPa

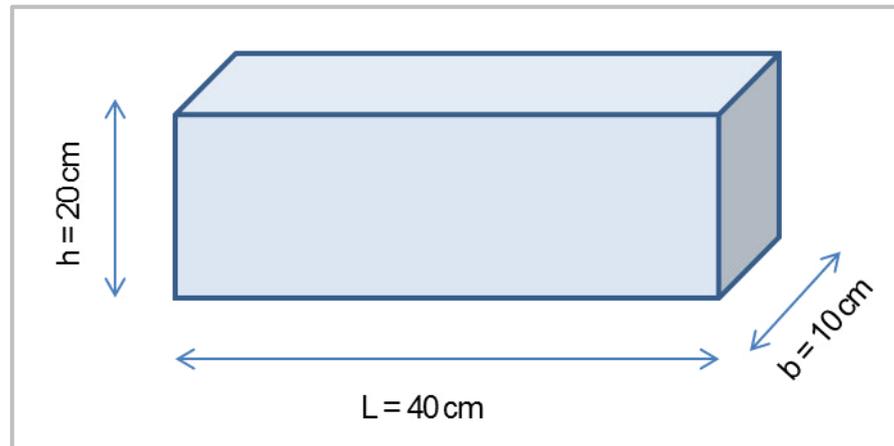
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Transformando las unidades del valor de la carga máxima a kg/cm² que se muestra en la tabla N #7, se obtiene que el bloque de hormigón tuvo una resistencia de **57.14 kg/cm²**.

3.2.3.2 Bloque de pómez.

Para el cálculo de la resistencia a la compresión se empleará un bloque de pómez cuyas medidas son 0.10m x 0.20m x 0.40m, estas medidas corresponden a la base, altura y longitud del bloque respectivamente. (ver imagen # 17)

IMAGEN # 17:
DESCRIPCIÓN: MEDIDAS DEL BLOQUE DE PÓMEZ.



AUTOR: W. JARAMILLO P.

Para comenzar con el cálculo de la resistencia a compresión del bloque de pómez hay que pesarlo para que, junto con las medidas ingresar estos datos y calibrar la prensa del mismo modo que lo hicimos con el bloque de hormigón. (ver fotografía # 96)

FOTOGRAFÍA # 96:
DESCRIPCIÓN: PESADO DEL BLOQUE DE PÓMEZ.



FUENTE: LABORATORIO DE SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Calibrada la prensa, colocamos el bloque de pómez en la prensa y procedemos a la rotura del mismo para obtener la resistencia a la compresión. (ver fotografías # 97 y 98)

FOTOGRAFÍA # 97:
DESCRIPCIÓN: ROTURA DEL BLOQUE
DE POMEZ.



FUENTE: LAB. DE SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 98:
DESCRIPCIÓN: ROTURA DEL BLOQUE
DE POMEZ.



FUENTE: LAB. DE SUELOS UCACUE.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Realizada la rotura del bloque de pómez se obtuvieron los siguientes datos: (ver tabla # 8)

TABLA # 8:
DESCRIPCIÓN: TABULACIÓN DE CARGA Y RESISTENCIA MÁXIMAS OBTENIDOS EN LA ROTURA DEL BLOQUE DE PÓMEZ.

DENOMINACIÓN	VALOR OBTENIDO	UNIDAD DE MEDIDA
Carga Máxima	108.143	KN
Resistencia Máxima	6.223	MPa

AUTOR: W. JARAMILLO P.

Transformando las unidades del valor de la carga máxima a kg/cm^2 se obtiene q el bloque de pómez a tuvo una resistencia de **44.14 kg/cm^2** .

CAPÍTULO 4

PROCESO CONSTRUCTIVO, VENTAJAS Y DESVENTAJAS (ANÁLISIS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO).

4.1 CIMIENTOS

4.2 MUROS O PAREDES

4.3 COLUMNAS

4.4 VIGAS

4.5 LOSAS

4.6 DETALLES CONSTRUCTIVOS

4.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

4.8 ANÁLISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO A BASE DE FORMALETAS FRENTE AL SISTEMA TRADICIONAL

PROCESO CONSTRUCTIVO

4.1 CIMIENTOS

La cimentación es la parte estructural fundamental de una edificación, es la encargada de transmitir las cargas vivas y muertas de la construcción al terreno, siendo este el único elemento de toda la edificación que no podemos elegir al azar ya que depende del tipo de vivienda para diseñar un cimiento que cumpla su función.

Cuando se diseñan edificaciones utilizando el sistema de formaletas, el método más correcto en la cimentación son las losas de cimentación, este sistema generalmente es utilizado cuando se construyen en terrenos de menor resistencia (menor a 3kg/cm^2).

Los cimientos se pueden clasificar en:

- Superficiales._ Aquellos cimientos que se apoyan sobre la superficie y que poseen poca profundidad en su diseño siendo éstas:
 - Cimentaciones ciclópeas
 - Zapatas aisladas
 - Zapatas corridas
 - Zapatas combinadas
 - Losas de cimentación.

- Semi profundos._ Son cimentaciones que dan solución a aquellos diseños que no siendo profundos tampoco son superficiales, se aplican también en pocas profundidades bajo el agua.

- Profundos._ Son utilizados cuando el terreno en el cual se diseñan son malos, de poca o nula resistencia donde se trata de compensar la fricción vertical entre el suelo y el cimiento. Estas a su vez pueden clasificarse en:
 - Pilotes
 - Muros de cimentación

Desbroso

Se realiza antes del Replanteo, consiste en levantar toda la capa vegetal que se encuentra en el interior del lote, puede realizarse de forma manual o mecánica y de esta manera se puede determinar qué tipo de suelo es dependiendo de su composición. Se crea también una Bodega o también llamada Guachimanía, construida con paredes de madera y cubierta de Zinc que sirve para guardar equipos, materiales y vestimenta de los maestros; la Bodega tiene una dimensión de 2 x 3 m. y tiene un costo de \$200, la Bodega está formada por:

- 4 Pingos.
- 40 Tablas de Eucalipto.
- Tiras de 4x5 m.
- Planchas de Zinc.

La ubicación de la Bodega debe analizarse para que no dificulte los trabajos al momento de realizar la excavación, por lo que suele ser ubicada en los retiros del lote.

4.1.1 LOSAS DE CIMENTACIÓN

Las losas de cimentación son placas de hormigón asentadas sobre el terreno las cuales tienen la función de repartir el peso y las cargas vivas y muertas sobre toda su superficie, para esto se debe obtener previamente el cálculo estructural de toda la edificación con su respectivo plano arquitectónico. Para la elaboración de la losa de cimentación, una vez realizado el desbroso se continúa con el siguiente proceso que es el replanteo:

Replanteo

Es la transferencia de información del plano de cimentación hacia el terreno, para esto se determinan los rubros ya sea por m², m³ o metro lineal que dependerá de la forma de adquisición y entrega de materiales. Los rubros son todos los elementos o partes que conforman una construcción como excavación, cimentación, zapatas, paredes, losas, etc; el replanteo se suele realizar generalmente sábados o domingos antes del inicio de la construcción. En todos los rubros se toma en cuenta los siguientes elementos: (ver tabla # 9:)

- Materiales.
- Herramientas.
- Mano de Obra.
- Transporte.
- Costos indirectos.

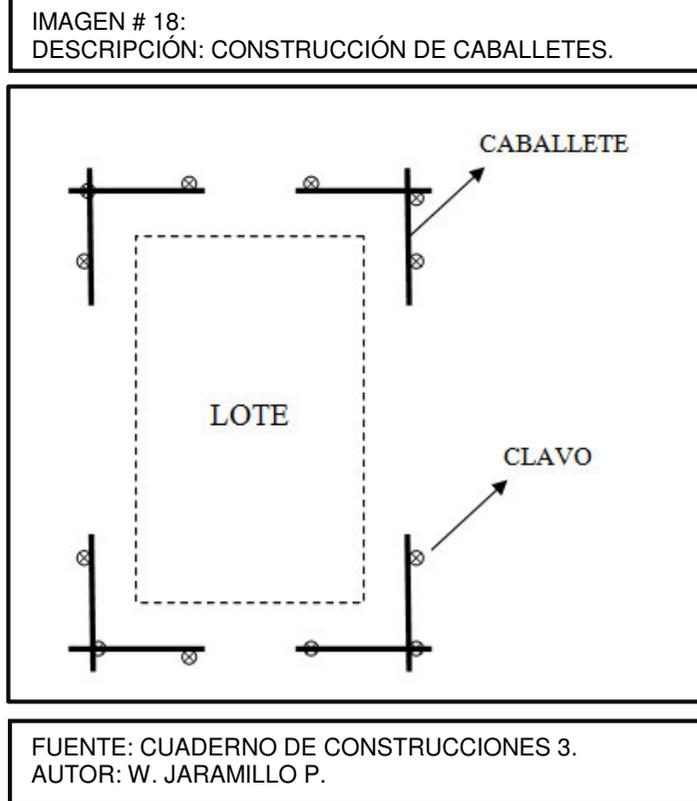
TABLA # 9:
DESCRIPCIÓN: RUBROS A CONSIDERAR EN EL REPLANTEO DE UNA EDIFICACIÓN.

MATERIALES	HERRAMIENTAS	MANO DE OBRA	TRANSPORTE	COSTOS INDIRECTOS
Piola	Escuadra 6"	2 personas (vivienda)	Para cada material	1-2 % del Valor del Rubro
Albalúx	Martillo			
Clavos	Combo			
Tiras	Achuela			
Tablas	Segueta			
Lápiz	Machete			
	Pala			
	Barreta			
	Nivel			
	Plomada			
	Cinta			
	Metro			

AUTOR: W. JARAMILLO P.

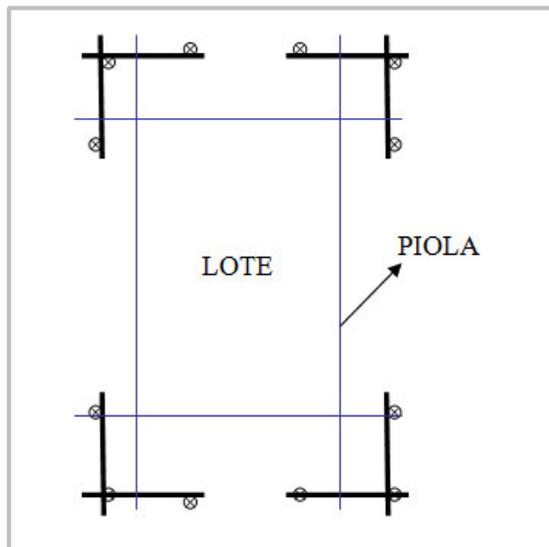
En la Tabla #9 se detallan los materiales, herramientas a utilizar en la realización de un replanteo, así como también la mano de obra, el transporte y los costos indirectos que se generarían en este proceso, dependiendo mayormente estas últimas de las decisiones del profesional.

El replanteo empieza con la construcción de los caballetes que están formados por 2 estacas y una trabilla, o 3 estacas y 2 trabillas; los caballetes deben estar a una distancia de 0.60-0.80m. de la losa de cimentación. En un terreno horizontal el caballete debe de clavarse de 0.20-0.30m. en el suelo y quedar sobre la superficie entre 0.50-0.70m. (ver imagen # 18:)



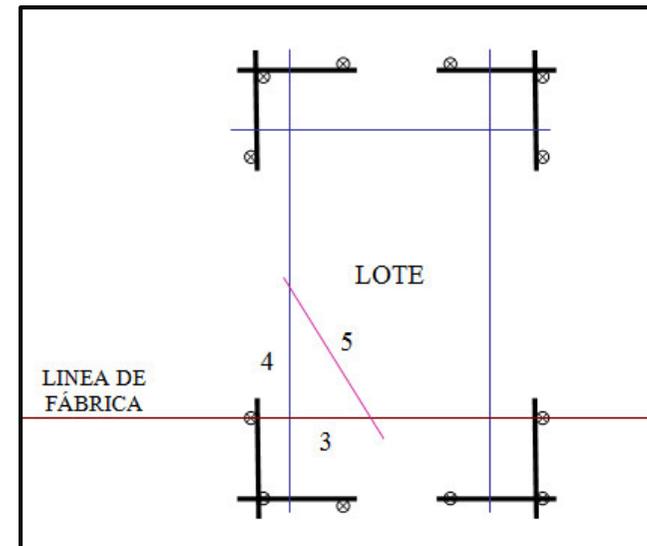
Con un clavo en la mitad de la trabilla se coloca la piola para delimitar el terreno, estas estacas pueden ser ubicadas por un topógrafo delegado por el municipio que nos servirán como punto de referencia (línea de fábrica). Para comprobar la perpendicularidad entre los ejes se utiliza una escuadra que ayuda a demostrar que la alineación este a 90° o también utilizando el Teorema de Pitágoras (3-4-5) con la ayuda de una cinta o un metro. (ver imágenes # 19 y 20)

IMAGEN # 19:
DESCRIPCIÓN: DELIMITACIÓN DEL
TERRENO.



FUENTE: CUADERNO DE CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 20:
DESCRIPCIÓN: COMPROBACION DE ESCUADRA.



FUENTE: CUADERNO DE CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Luego de escuadrado el terreno, o determinados los ángulos necesarios, se proceden a establecer los ejes de la cadena de amarre quedando delimitados por piola que va de un caballete a otro. Después con la ayuda de la plomada se pasan los puntos del espesor de la cadena de amarre que se ubicaron en los caballetes (el ancho de la cadena dependerá del cálculo estructural). (ver fotografías # 99 y 100)

FOTOGRAFÍA # 99:
DESCRIPCIÓN: TRAZADO DE EJE DE CADENA DE AMARRE.



FUENTE: CUADERNO DE CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 100:
DESCRIPCIÓN: TRAZADO DE ANCHO DE CADENA DE AMARRE.



FUENTE: CUADERNO DE CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Después de retirar toda la capa vegetal del terreno y terminando el replanteo se procede a excavar en los lugares donde se colocarán las instalaciones sanitarias siguiendo las indicaciones del plano arquitectónico, luego se continua con la compactación del suelo base donde se asentará la losa de cimentación; este procedimiento se puede realizar de forma manual con la ayuda de un pisón o mecánica con un vibro compactador. Teniendo el suelo compactado se procede a colocar material de mejoramiento que puede ser cascajo que es un lastre, que está compuesto se arena, limo, arcilla; otro de los materiales que podemos colocar es material de despojo en el cual se considera residuos de hormigón, ladrillos, bloques, teja libres de impurezas; ya sea el cascajo o el material de despojo se tiene que compactar para mejorar la resistencia del suelo. (ver fotografías # 101, 102 y 103)

FOTOGRAFÍA # 101:
DESCRIPCIÓN:
COMPACTACIÓN DEL SUELO.



FUENTE: CUADERNO DE
CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 102:
DESCRIPCIÓN: COLOCACIÓN DE
MATERIAL DE MEJORAMIENTO.



FUENTE: CUADERNO DE
CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 103:
DESCRIPCIÓN: COMPACTACIÓN DE
MATERIAL DE MEJORAMIENTO.



FUENTE: CUADERNO DE
CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Compactado el suelo base se continua con la colocación de las instalaciones de agua, luz, teléfono y demás cableado necesario además de las respectivas cadenas de amarre que nos servirán para alzar las columnas y paredes, las cadenas tendrán como referencia el eje colocado en los caballetes y el encofrado que bordea toda la losa; otro elemento importante es la malla electro soldada que es colocada con el fin de que la losa al ser un elemento que tiene la posibilidad de deformarse, sea dotada de más resistencia gracias a este elemento. (ver imágenes # 21 y 22; fotografía # 104)

IMAGEN # 21:
DESCRIPCIÓN: INSTALACIONES SANITARIAS.



FUENTE: FORMALETAS.COM.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 22:
DESCRIPCIÓN: COLOCACIÓN DEL ENCOFRADO.



FUENTE: FORMALETAS.COM.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 104:
DESCRIPCIÓN: COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE
MEJORAMIENTO.

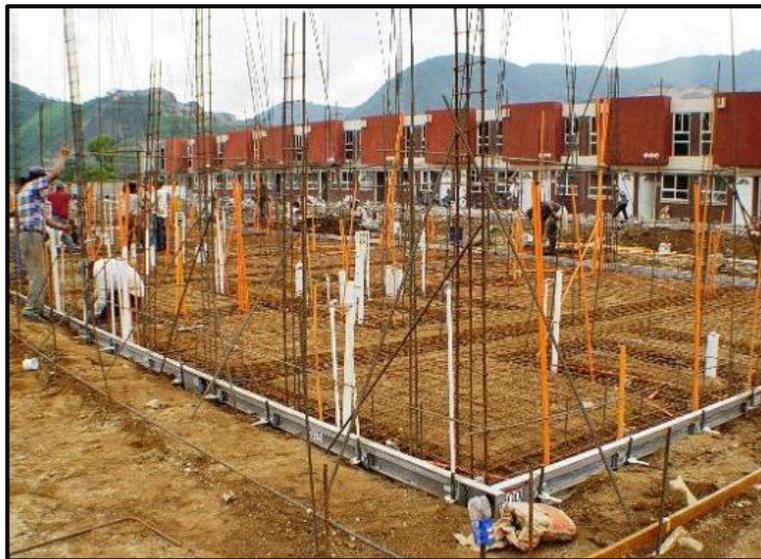


FUENTE: CUADERNO DE CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

La malla electro soldada debe estar alzada algunos centímetros de la superficie para que cumpla su función de darle mayor resistencia al elemento, para ellos se colocan pedazos de tejas o piedras.

Colocada la malla electro soldada y la cadena de amarre, se deben ubicar los diferentes refuerzos necesarios que pueden ser pedazos de mallas o varillas, que van sujetas desde la cadena de amarre a los diferentes muros y columnas de la edificación para formar un solo elemento estructural que inicia desde los cimientos y termina en la cubierta; todo esto debe estar preparado para comenzar la fundición de la losa, sabiendo que como se está efectuando un proceso sistemático y rápido se lo realizará con la ayuda de un mixer. (ver imágenes # 23, 24 y 25; fotografías # 105 y 106)

IMAGEN # 23:
DESCRIPCIÓN: COLOCACIÓN DEL ENCOFRADO.



FUENTE: FORMALETAS.COM.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 24:
DESCRIPCIÓN: FUNDICIÓN DE LA LOSA DE CIMENTACIÓN.



FUENTE: FORMALETAS.COM.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 105:
DESCRIPCIÓN: FUNDICIÓN DE LA LOSA DE
CIMENTACIÓN.



FUENTE: CUADERNO DE CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 106:
DESCRIPCIÓN: FUNDICIÓN DE LA LOSA DE
CIMENTACIÓN



FUENTE: CUADERNO DE CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 25:
DESCRIPCIÓN: ACABADO FINAL DE LA FUNDICIÓN.



FUENTE: FORMALETAS.COM.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Una vez vertido el hormigón, se comienza a resantear con la ayuda de una codera que puede ser un elemento metálico de dos metros de longitud, con el cual el obrero nivela la losa de cimentación a la altura ya establecida anteriormente; luego de respetar el tiempo de fraguado del hormigón se procede a retirar el encofrado perimetral para continuar con las siguientes fundiciones de muros y columnas.

4.2 MUROS O PAREDES

Para el ensamblaje de los muros se procede a ejecutar lo siguiente:

1. Para proceder a encofrar un muro, se necesita de los planos arquitectónicos con los que se podrá calcular el número total del equipo que se utilizará para cualquier fundición.
2. Teniendo como guía los planos arquitectónicos se procede a marcar los ejes de la pared o muro mediante la utilización de una piola y tinta para así continuar con la ubicación de los tableros metálicos en el lugar preciso.
3. Una vez marcado el eje principal de los muros se comienza a marcar el respectivo espesor de los mismos, este método beneficia al momento de colocar los tableros, ya que la marca será el lugar exacto donde se deben asentar los tableros.

4. Se colocan y se traslapan las mallas electro soldadas que formarán parte de la estructura de los muros, dependiendo del espesor de la pared pueden colocarse hasta dos mallas para obtener la resistencia necesaria. En los lugares donde se ubicarán las ventanas hay que reforzar las esquinas de las mismas con pedazos de mallas inclinadas para evitar fisuras después de su fundición. (ver imagen # 26)

IMAGEN # 26:
DESCRIPCIÓN: TRASLAPE DE LOS REFUERZOS DE LA LOSA DE CIMENTACION CON LA MALLA ELECTRO SOLDADA DE LOS MUROS.



FUENTE: FORMALETAS.COM.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

5. Se comienzan a acoplar las instalaciones de agua, luz, teléfono, etc, que se dejaron al momento de fundir la losa de cimentación. Para mayor fijación de las diferentes tuberías de instalación, se amarra a las mallas con alambre de amarre en todos los puntos requeridos. (ver imagen # 27)

IMAGEN # 27:
DESCRIPCIÓN: COLOCACIÓN DE LAS TUBERIAS DE INSTALACIÓN
AMARRADAS A LAS MALLAS ELECTRO SOLDADAS.



FUENTE: FORMALETAS.COM.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

6. Colocadas las instalaciones necesarias se procede a colocar los encofrados. Siempre se tratará de colocar los tableros desde la parte interna del muro, empezando desde las esquinas que nos servirán de guía para los demás tableros. (ver fotografía # 107; imagen # 28)

FOTOGRAFÍA # 107:
DESCRIPCIÓN: MODULOS DE LOS TABLEROS.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 28:
DESCRIPCIÓN: MODULOS DE LOS TABLEROS.



FUENTE: FORMALETAS.COM.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

7. Para sujetar los tableros que dan el espesor de la pared o muro se utiliza una pieza llamada corbata, pieza que se coloca una arriba y otra abajo del tablero; estas corbatas se colocan internamente (dentro del espesor de la pared o muro) tiene una forma rectangular tipo regla con unas perforaciones cada 0.05m que sirven para ajustar los tableros y calibrar o darle el espesor necesario a la pared o muro son hechas del mismo material de los tableros metálicos y tienen una dimensión de 0.6x0.03m con un espesor de 0.005m. (ver fotografías # 108, 109)

FOTOGRAFÍA # 108:
DESCRIPCIÓN: CORBATA.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 109:
DESCRIPCIÓN: SUJECIÓN TABLEROS,
CORBATA.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

8. Para sujetar y asegurar las corbatas con los tableros se utiliza un “pin”, en una pieza tipo “L” de 0.08x0.08m y un diámetro de 1/2 ", formado con metal de tool. El pin se coloca dos por cada corbata. (ver fotografías # 110, 111)

FOTOGRAFÍA # 110:
DESCRIPCIÓN: PIN



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 111:
DESCRIPCIÓN: SUJECIÓN, PIN, ESQUINERO,
TABLERO



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

9. Cuando se llega a las esquinas externas de la pared o muro se colocan los “ángulos” que son los refuerzos de los tableros metálicos al momento de encofrar una pared o muro. (ver fotografías # 112, 113)

FOTOGRAFÍA # 112:
DESCRIPCIÓN: ANGULO.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 113:
DESCRIPCIÓN: SUJECION ANGULO,
TABLERO, CHAPETA.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

10. Cuando se llega a una esquina interna del muro se coloca un “esquinero”, tiene una dimensión de 0.1m x 0.1m x 1.2m de longitud y un espesor de 0.005m. (ver fotografías # 114, 115, 116)

FOTOGRAFÍA # 114:
DESCRIPCIÓN: ESQUINERO.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 115:
DESCRIPCIÓN: ESQUINERO.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 116:
DESCRIPCIÓN: ESQUINERO.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

11. Para alinear los tableros se colocan un "alineador". El alineador es un perfil tipo "C" o perfil omega de metal que se coloca uno arriba y otro abajo del tablero. (ver fotografía # 117)

FOTOGRAFÍA # 117:
DESCRIPCIÓN: ALINEADOR



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

12. La “mordasa” es una pieza de metal que sujeta el alineador con los tableros metálicos, se coloca una mordasa por cada alineador que esté colocado en el tablero. (ver fotografías # 118, 119)

FOTOGRAFÍA # 118:
DESCRIPCIÓN: MORDASA.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 119:
DESCRIPCIÓN: SUJECION DE MORDASA,
ALINEADOR, TABLERO.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

13. Colocados todos los tableros que le dan forma a la pared o muro se colocan los puntales metálicos o puntales de eucaliptos y guadua para darle mayor resistencia al encofrado al momento de comenzar el vertido y fundición de la pared o muro; estos puntales se colocan cada 1.2m – 1.5m. Los tableros metálicos se pueden utilizar al momento de fundir muros circulares siempre y cuando la curva del muro no sea tan pronunciada, para esto se utilizan los tableros de menor anchura para ir jugando con la curva. Una vez colocados todos los tableros de la planta baja de los muros procedemos a fundir los mismos. (ver imágenes # 29 y 30)

IMÁGEN # 29:
DESCRIPCIÓN: INSTALACIÓN DE FORMALETAS.



FUENTE: FORMALETAS.COM.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMÁGEN # 30:
DESCRIPCIÓN: MUROS ENCOFRADOS.



FUENTE: FORMALETAS.COM.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Los encofrados de las puertas y ventanas ya son previamente diseñados con la ayuda del plano estructural por lo que su instalación es la misma, debemos asegurarnos de que sus tableros estén sellados antes de comenzar la fundición para evitar que el hormigón se filtre por sus partes. (ver imagen # 31)

IMAGEN # 31:
DESCRIPCIÓN: MODULOS DE LOS TABLEROS.



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

4.3 COLUMNAS

Encontramos dos opciones para la construcción de las columnas que formarán parte de la edificación en mención. La primera cuando las columnas forman parte de los muros o pared, al tener el mismo espesor, se encofra con los mismos paneles de los muros una vez colocada la respectiva estructura y amarrada a las mallas electro soldadas. La segunda opción de encofrar columnas se da cuando éstas sobresalen o tienen un mayor espesor al de las paredes; si este fuera el caso de diseño y construcción se realizan los procedimientos detallados en el tema Ensamblaje de Columnas con Tableros Metálicos que se describió en el capítulo 3. (Ver página # 11; fotografía # 120).

FOTOGRAFÍA # 120:
DESCRIPCIÓN: ENCOFRADO DE
COLUMNA.

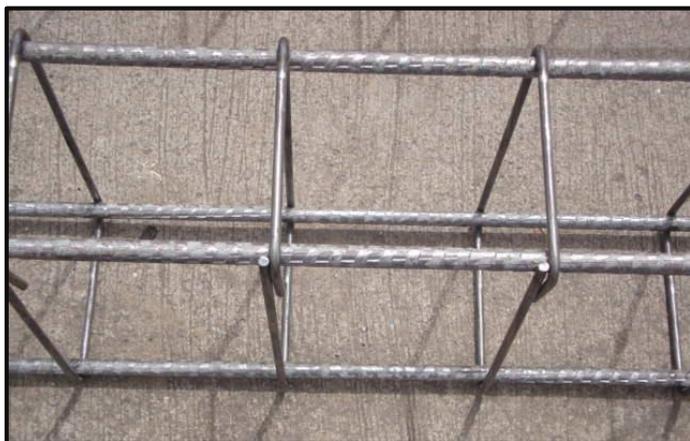


FUENTE: ENCOFRADOS ARGUDO
AUTOR: W. JARAMILLO P.

4.4 VIGAS

Las vigas son elementos estructurales lineales horizontales que trabajan a la tensión, donde la longitud sobresale sobre su ancho y espesor. Estas cadenas de amarre de la planta alta, cumplen la función de soportar el peso de la mayor parte de las cargas muertas que en ellas estén ancladas como el peso de la losa y paredes además de soportar su propio peso, por lo que es un elemento que se tiene que tomar en consideración y tener las precauciones necesarias para evitar posteriores complicaciones en la construcción. (ver fotografía # 121; imagen # 32)

FOTOGRAFÍA # 121:
DESCRIPCIÓN: CADENA ELECTRO SOLDADA V5.



FUENTE: CUADERNO DE CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 32:
DESCRIPCIÓN: ENCOFRADO DE VIGA.



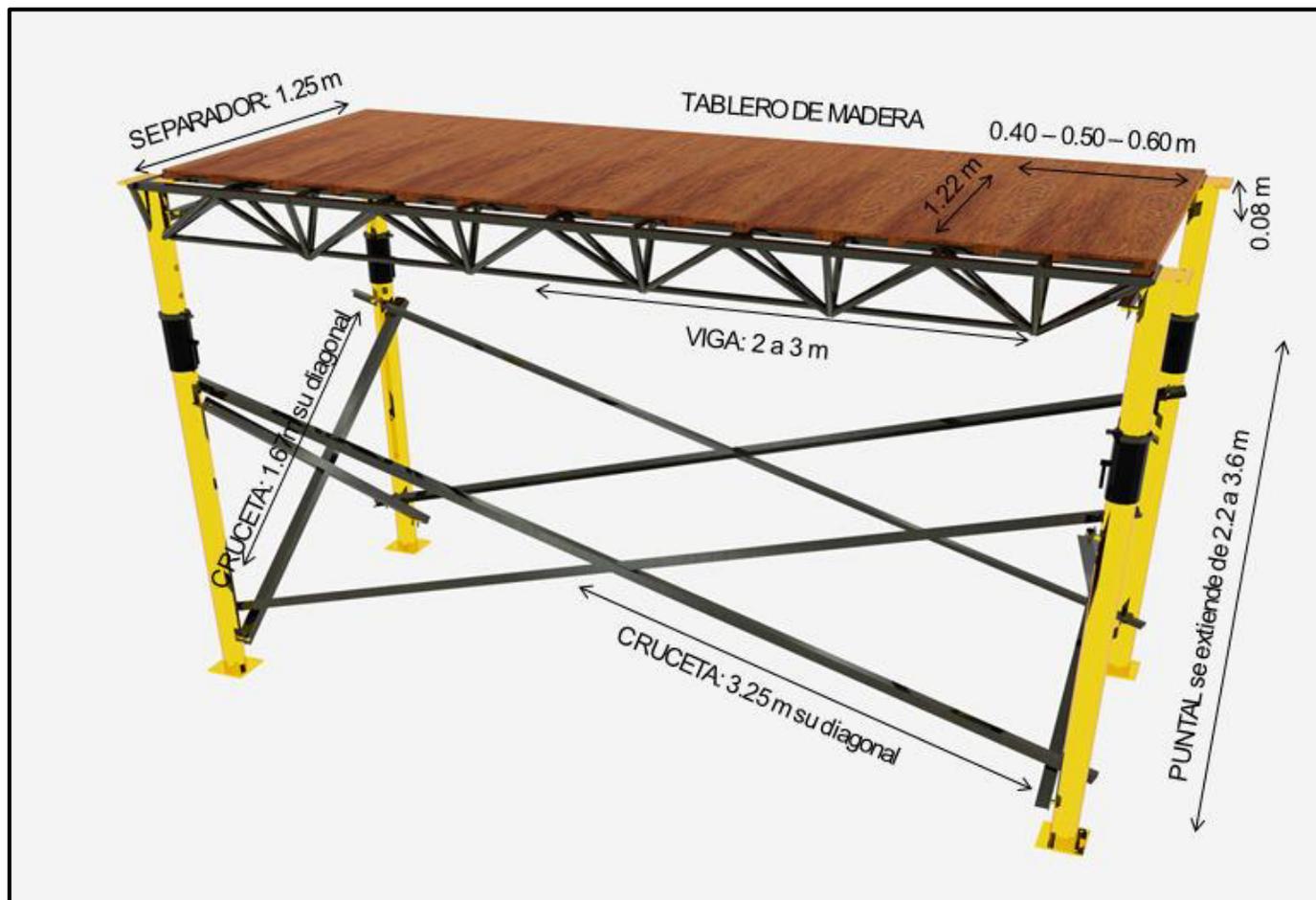
FUENTE: RENTECO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Para el diseño, armado y construcción de la viga se tiene dos alternativas: la primera armar la viga en obra y la segunda es colocar una viga fabricada, cualquiera de ellas nos puede resultar siempre y cuando estén diseñadas bajo el cálculo estructural ya determinado. Obtenidos estos datos, se debe colocar el kit de encofrado sobre la parte inferior de la losa para poder armar o colocar la viga, el kit de encofrado convencional o estándar tiene los siguientes elementos:

Kit de Encofrado (ver imagen # 33)

- Puntales
- Crucetas
- Vigas
- Separadores
- Tableros

IMÁGEN # 33:
DESCRIPCIÓN: DETALLE DEL KIT DE ENCOFRADO PARA VIGAS Y LOSAS DE ENTREPISO.



FUENTE: CUADERNO DE CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Para nuestro caso el encofrado que se coloca al momento de construir la viga es el mismo con el cual se construyen los muros, esto quiere decir que se sujetan con los tableros y de ser el caso en aquellos puntos críticos se apuntalan para darle mayor estabilidad y rigidez. Para un mejor aprovechamiento del tablero o encofrado hay que modular, esto nos servirá para que los tableros ocupen la mayor dimensión que se va a encofrar y no generar espacios vacíos mayores. (ver imagen # 34)

IMÁGEN # 34:
DESCRIPCIÓN: COLOCACIÓN DEL TABLERO PARA ENCOFRADO DE VIGA Y LOSA.



FUENTE: FORMALETAS.COM.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

4.5 LOSAS

Las losas son estructuras planas horizontales y rígidas de hormigón reforzado o cualquier otro material que separa en niveles una edificación apoyadas y amarradas sobre las columnas y vigas. Son elementos delicados donde una falla en su diseño o en la colocación de sus respectivos refuerzos puede llevar al colapso de la misma. (ver imágenes # 35 y 36)

IMÁGEN # 35:
DESCRIPCIÓN: LOSA SEGUNDA PLANTA.



FUENTE: NAZARETCONSTRUYE.BLOGSPOT.COM
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMÁGEN # 36:
DESCRIPCIÓN: EDIFICIO COLAPSADO EN LORCA.



FUENTE: PUBLICO.ES
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Las losas nervadas según su conformación como elemento estructural se pueden clasificar en:

- Losa maciza plana unidireccional.
- Losa maciza plana bidireccional.
- Losas de vigas colgantes alivianadas.
- Losas de vigas colgantes bidireccional alivianadas.
- Losas de estructura metálicas mixtas.
- Losas de estructura metálica.

Del mismo modo las losas nervadas tienen diferentes elementos como son:

- Nervios.
- Vigas.
- Grapas.
- Malla electrosoldada.
- Material de alivianamiento.

Una vez que el cálculo estructural haya dado como resultado el diseño de la losa, se comienza con el armado, previo a esto se debe colocar el encofrado, después de haber colocado todo el encofrado además del lateral, se debe colocar las instalaciones eléctricas y sanitarias que se requieran. Todo este proceso se convierte en una sucesión mecánica que empieza desde el cimiento hasta la cubierta porque los mismos encofrados que utilizamos para los cimientos se utilizaron para los diferentes elementos de la construcción por lo que nos ahorra tiempo y mano de obra. (ver fotografía # 122 y 123)

FOTOGRAFÍA # 122:
DESCRIPCIÓN: INST. SANITARIAS.



FUENTE: CUADERNO DE CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

FOTOGRAFÍA # 123:
DESCRIPCIÓN: INST. SANITARIAS.



FUENTE: CUADERNO DE CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Colocadas todas las instalaciones necesarias, se continúa con los diferentes refuerzos que servirán de unión entre los elementos de la planta baja y los de nivel superior; para el caso de las losas de entrepiso se colocan dos mallas electro soldadas, una de ellas en la parte inferior y la otra en la parte superior, esto corresponde a la resistencia que ofrece el sistema constructivo. (ver fotografía # 124; ver imagen # 37)

FOTOGRAFIA # 124:
DESCRIPCIÓN: REFUERZOS.



FUENTE: CUADERNO DE
CONSTRUCCIONES 3.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMÁGEN # 37:
DESCRIPCIÓN: COLOCACIÓN DE LOS REFUERZOS DE LA LOSA Y
MALLAS PARA PAREDES.



FUENTE: FORMALETAS.COM.
AUTOR: WALL-TIES Y FORMS.

Colocados todos los elementos de la losa, los refuerzos de muros, vigas y columnas se procede a fundir la losa con la resistencia requerida, luego se espera hasta que el hormigón comience su proceso de fraguado para al día siguiente comenzar la fundición del resto de los elementos hasta el remate de la cubierta. Cuando se comienza con el proceso de estructurar las ventanas y puertas es aconsejable reforzar las esquinas de estos elementos con mallas de refuerzo colocadas y amarradas formando un ángulo de 45 grados, esto nos servirá para evitar fisuras. Todos los elementos compuestos por mallas, y vigas deben tener su respectivo traslape y amarre para formar un solo elemento de estructura, esto es muy importante para el sistema de formaletas que estamos investigando, por nada se deben tener elementos sueltos antes de fundir porque nos puede ocasionar problemas posteriores con la estructura. (ver imágenes # 38 y 39)

IMAGEN # 38:
DESCRIPCIÓN: DESMONTAJE DE ENCOFRADO



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 39:
DESCRIPCIÓN: DESMONTAJE DE ENCOFRADO



FUENTE: CONST. ARGUDO.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

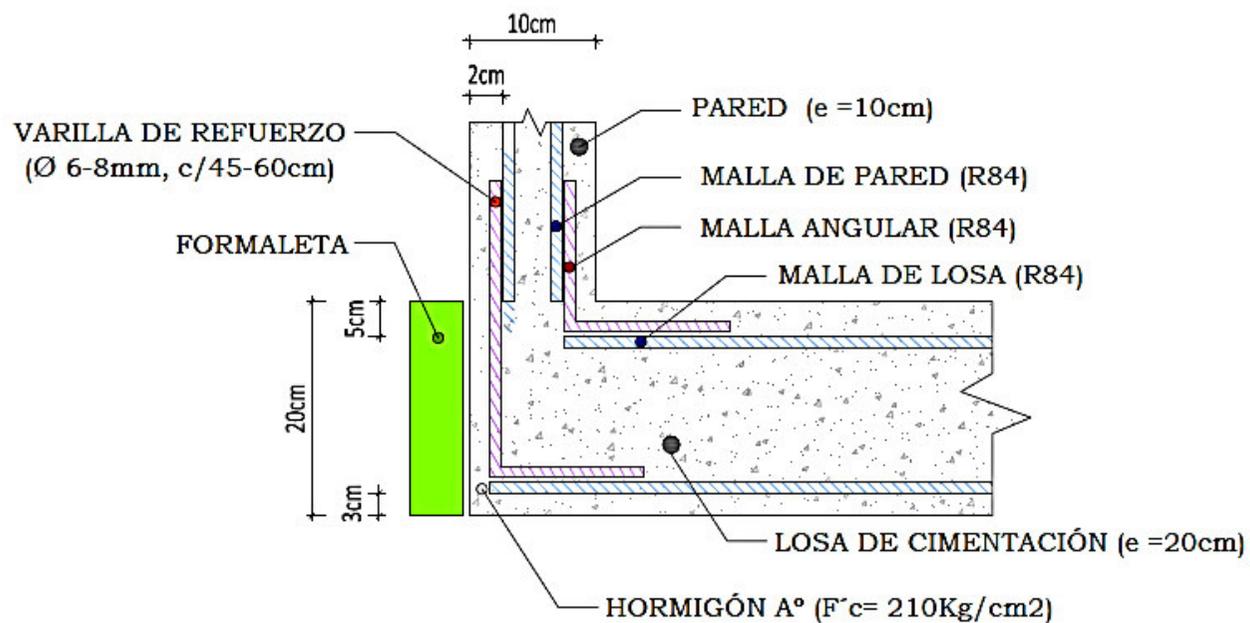
Recomendaciones:

Para una mejor utilización del sistema constructivo a base de formaletas se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Todo proceso se lo debe realizar con la supervisión del experto o personal encargado.
- En los niveles superiores el proceso se vuelve repetitivo.
- Dar el respectivo mantenimiento y uso a la formaleta.
- Comprobar el estado de los tableros con el fin de mantener la linealidad de los mismos.
- Cuando estemos ensamblando las piezas debemos utilizar la herramienta adecuada.
- Verificar los plomos y verticalidad de las formaletas conjuntamente con los ejes.
- Asegurar la colocación y estabilidad de las formaletas para evitar que se muevan de su sitio al verter el hormigón.
- Suspender todo trabajo de instalación y fundición en situaciones adversas que se presenten por el mal clima.
- Evitar desencofrar prematuramente, todo elemento responde a un tiempo y proceso ya establecido el cual no debemos tomarlo a la ligera para evitar desgracias posteriores.

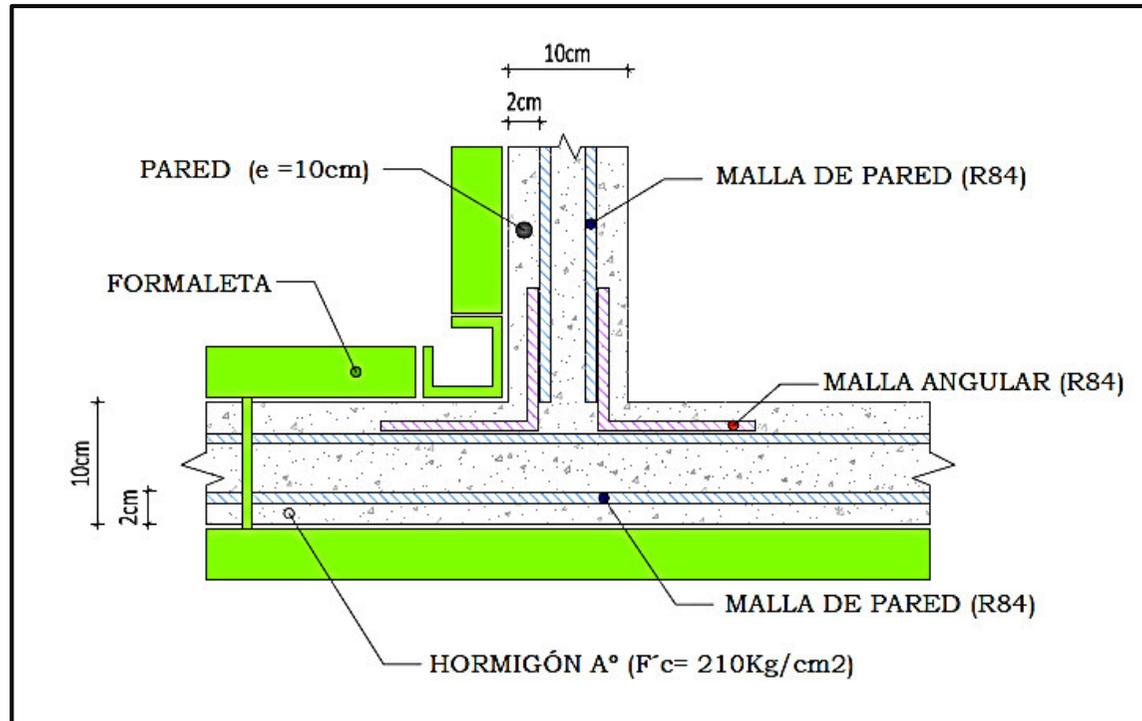
4.6 DETALLES CONSTRUCTIVOS

IMAGEN # 40:
DESCRIPCIÓN: DETALLE CONSTRUCTIVO DE FIJACIÓN ENTRE LA LOSA DE CIMENTACION Y MURO.



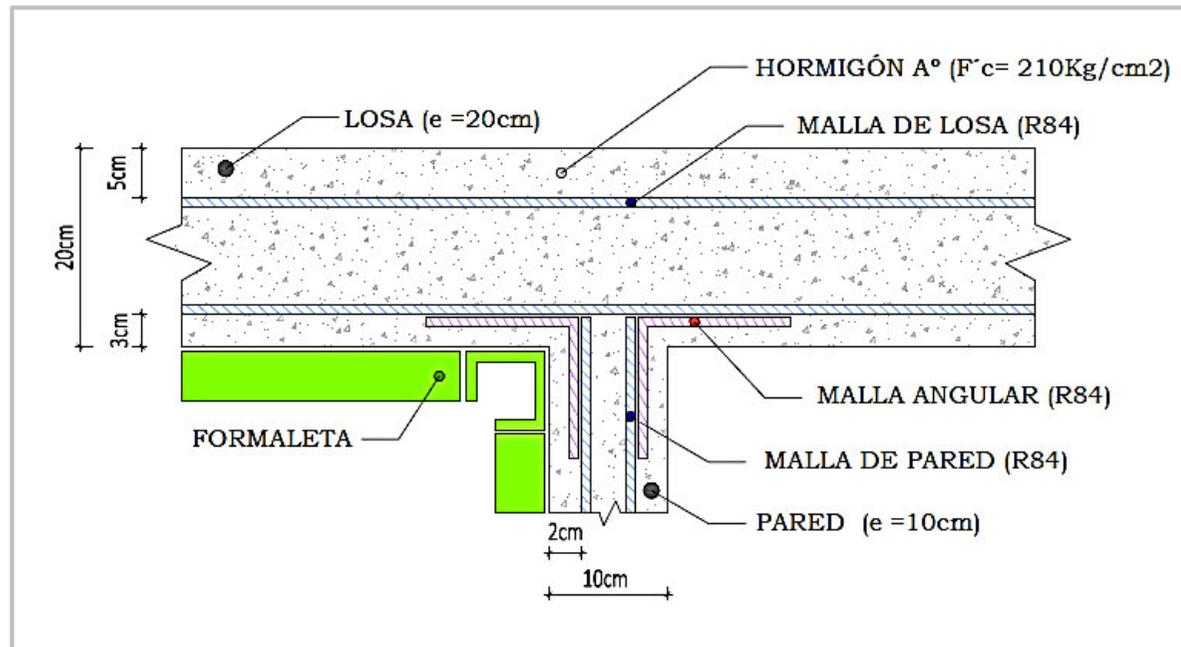
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 41:
DESCRIPCIÓN: DETALLE CONSTRUCTIVO DE UNION DE MUROS EN T.



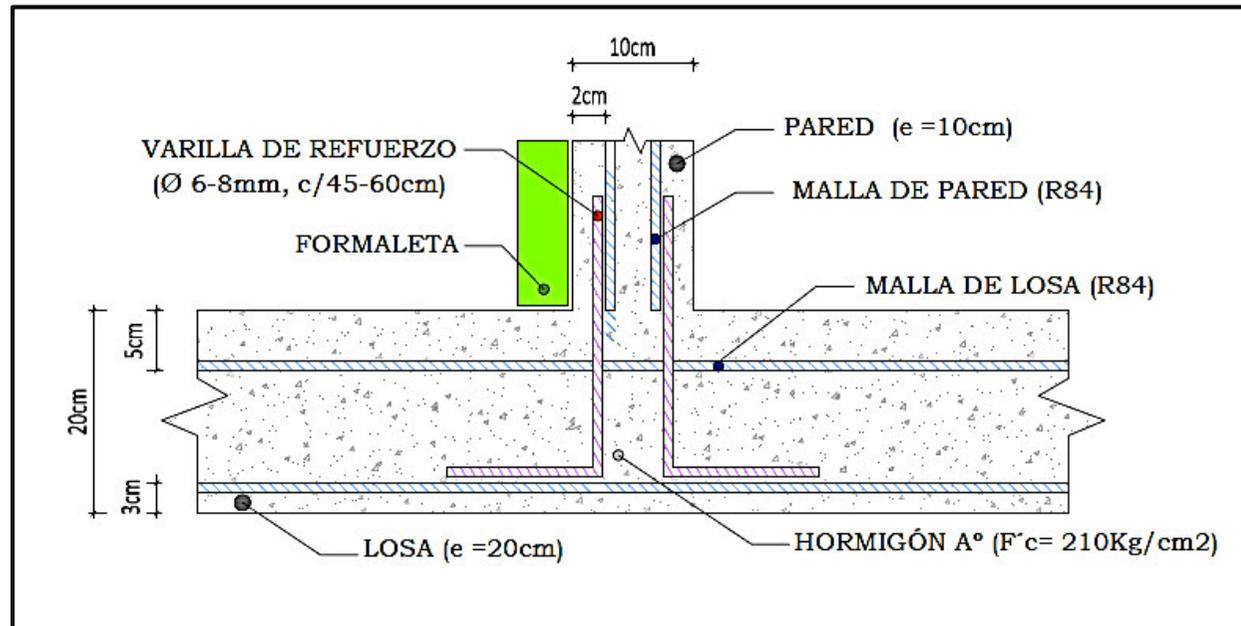
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 42:
DESCRIPCIÓN: DETALLE CONSTRUCTIVO FIJACIÓN ENTRE EL MURO DE PLANTA BAJA Y LA LOSA DE ENTREPISO.



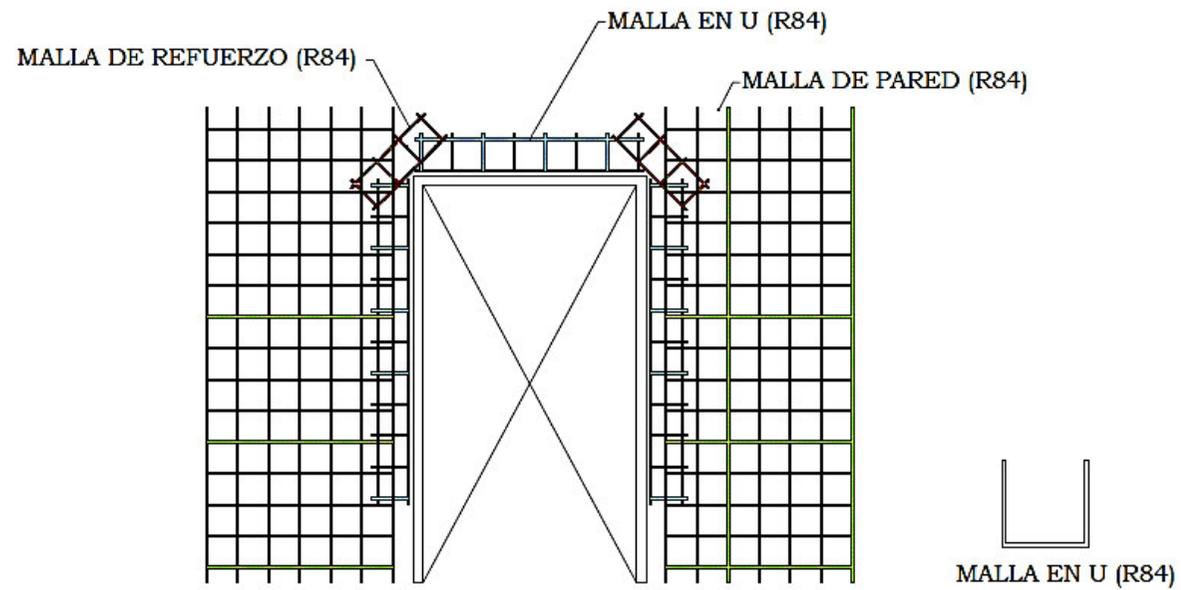
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 43:
DESCRIPCIÓN: DETALLE CONSTRUCTIVO FIJACIÓN ENTRE LA LOSA DE ENTREPISO Y MURO DE PLANTA ALTA.



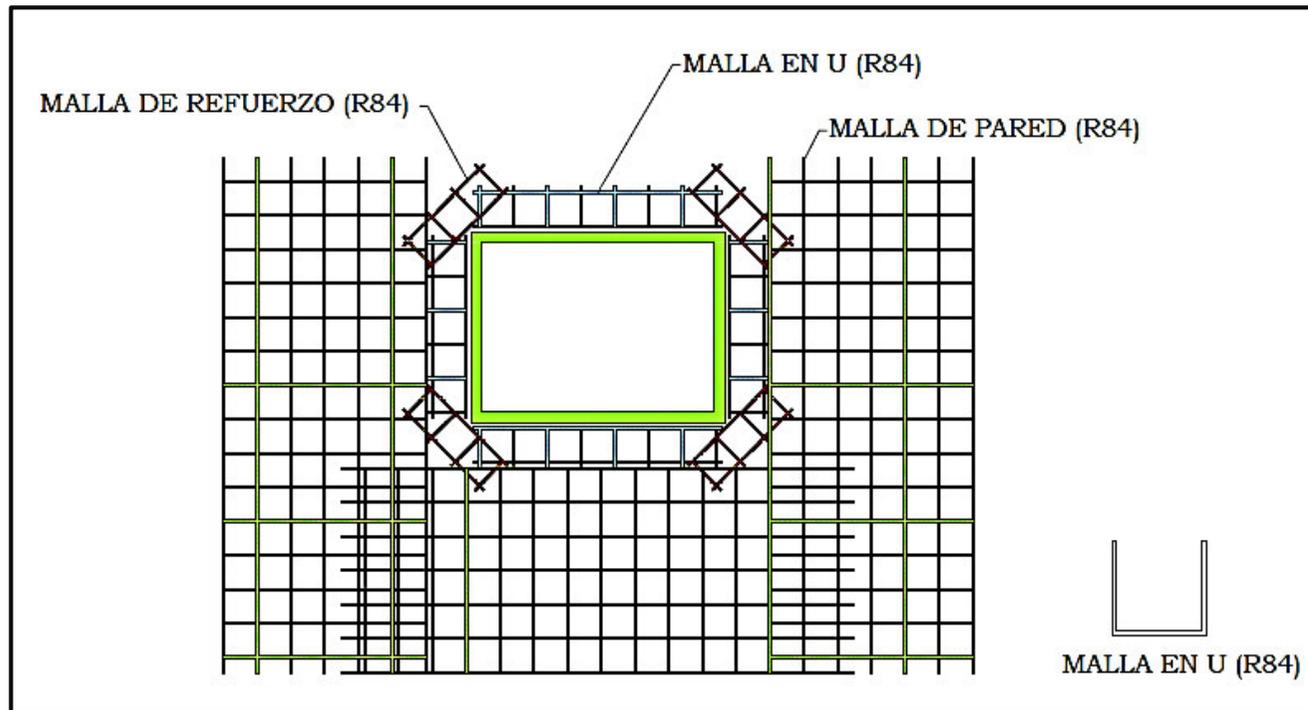
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 44:
DESCRIPCIÓN: DETALLE CONSTRUCTIVO COLOCACIÓN DE LAS MALLAS DE REFUERZOS EN PUERTAS.



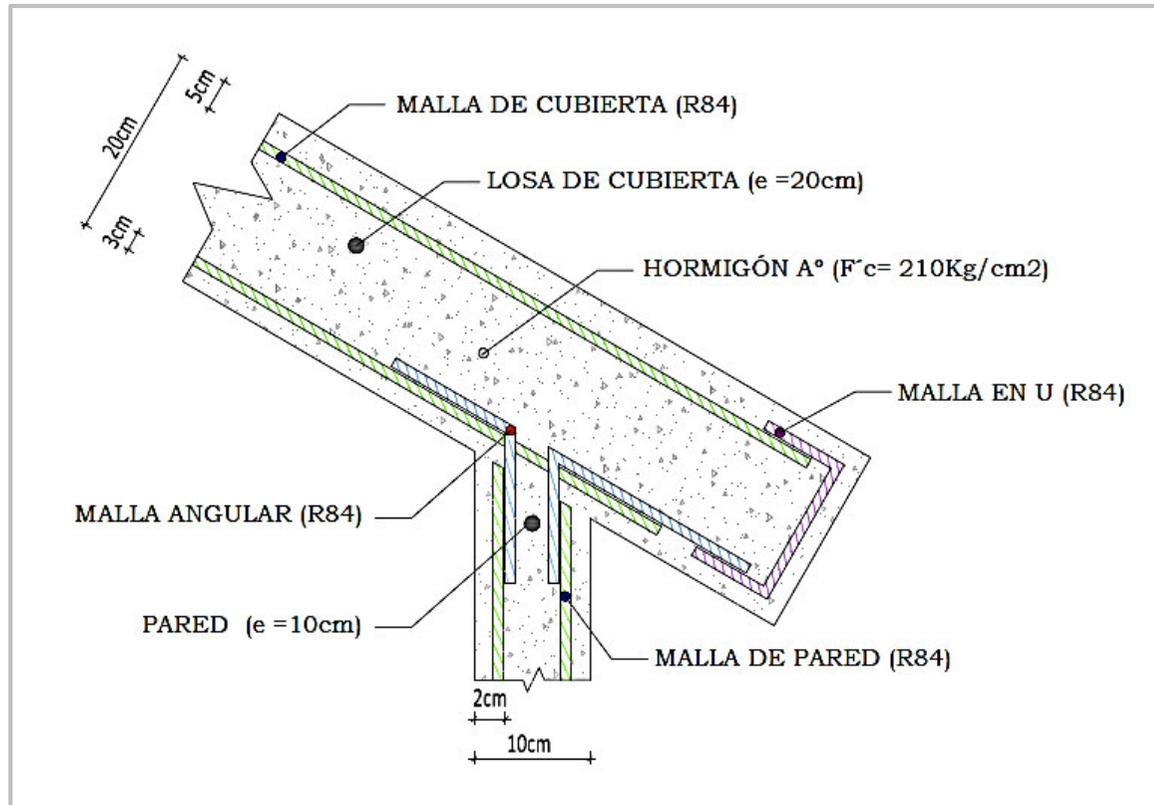
AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 45:
DESCRIPCIÓN: DETALLE CONSTRUCTIVO COLOCACIÓN DE LAS MALLAS DE REFUERZOS EN VENTANAS.



AUTOR: W. JARAMILLO P.

IMAGEN # 46:
DESCRIPCIÓN: DETALLE CONSTRUCTIVO DE FIJACION ENTRE EL MURO DE PLANTA ALTA Y LA LOSA DE CUBIERTA.



AUTOR: W. JARAMILLO P.

4.7 VENTAJAS Y DESVENTAJAS (ANÁLISIS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO).

Luego de haber realizado el proceso de investigación se presenta el análisis en las siguientes tablas comparativas que nos darán como respuesta las ventajas y desventajas del uso del sistema.

4.7.1 Ventajas y desventajas del encofrado utilizado en el sistema tradicional. (ver tabla # 10)

TABLA # 10:
DESCRIPCIÓN: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ENCOFRADO UTILIZADO EN EL SISTEMA TRADICIONAL.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
1) Al ser de madera, resulta un rubro económico y se puede encontrar en cualquier lugar donde alquilen o vendan.	Si se presenta algún daño en sus tableros, es necesario que sean reemplazados por lo que se pierde tiempo en su mantenimiento.
2) Encofrar con madera permite mayor manejabilidad y un rápido ensamble.	No se tiene mayor cuidado al momento de desencofrar sus elementos.
3) El material que componen los tableros son livianos.	Cuando se quiere encofrar en altura, el procedimiento demanda de tiempo y dificultad.

FUENTE: MONOGRAFIAS.COM- BUSTAMANTE E. (15 DE AGOSTO DEL 2012). *COMPARACION DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS*.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

4.7.2 Ventajas y desventajas del encofrado utilizado en el sistema de a base de formaletas. (ver tabla # 11)

TABLA # 11:
DESCRIPCIÓN: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ENCOFRADO UTILIZADO EN EL SISTEMA DE FORMALETAS.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Facilidad en la movilización.	El costo para una sola vivienda no es rentable.
El costo y tiempo de la fabricación de los encofrados en relación a la utilización en varias edificaciones es mínimo.	La deformación por mal manejo de los encofrados es recurrente lo que nos genera un gasto adicional en reparación.
Fácil desmontaje y trabajabilidad.	Se necesita de un correcto almacenamiento de los encofrados ya que pueden oxidarse.
Se ahorra en material de fabricación y en mano de obra.	En climas fríos, no contribuyen al fraguado del hormigón.

FUENTE: MONOGRAFIAS.COM- BUSTAMANTE E.(15 DE AGOSTO DEL 2012). *COMPARACION DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS*.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

4.8 ANALISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO A BASE DE FORMALETAS FRENTE AL SISTEMA TRADICIONAL.

4.8.1 Procesos Constructivos.

(Telmo Arízaga, 2014) en su trabajo de investigación comparó los sistemas constructivos tradicionales y de formaletas, los mismos que fueron analizados para ésta investigación y arrojaron los siguientes datos importantes. (ver tabla # 12)

TABLA # 12:
DESCRIPCIÓN: ANÁLISIS DE LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS A BASE DE FORMALES FRENTE AL SISTEMA TRADICIONAL.

SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA A BASE DE FORMALETAS
1) Se realizan obras preliminares de limpieza, replanteo y mejoramiento del terreno.	1) Se realizan obras preliminares de limpieza, replanteo y mejoramiento del terreno.
2) Se puede elegir cualquier tipo de cimentación acorde al diseño y cálculo estructural estimado. (el tiempo de ejecución es de 1 día)	2) Se puede elegir cualquier tipo de cimentación acorde al diseño y cálculo estructural estimado. (el tiempo de ejecución es de 1 día)
3) Posterior a la excavación se procede a la fundición con hormigón ciclópeo. (el tiempo de ejecución es de 1 día)	3) El proceso de fundición de la cimentación estará relacionado al sistema de construcción y a las condiciones propias del terreno. (el tiempo de ejecución es de 1 día)
4) Armado de cadenas de cimentación y se rellena la losa con	4) Armado de cadenas de cimentación, colocación de

material de mejoramiento, luego colocación de instalaciones, malla de refuerzo y fundición de losa. (el tiempo de ejecución es de 2 días)	instalaciones, malla de refuerzos de losa y de traslape para columnas y muros. Fundición de losa. (el tiempo de ejecución es de 2 días)
5) Armado de hierros, encofrados y vaciado del concreto en columnas. (el tiempo de ejecución es de 2 días)	5) Armado de la malla que actuara sobre los muros, instalaciones de agua, luz, teléfono, etc. (el tiempo de ejecución es de 4 horas)
6) Armado de encofrados para losa. (el tiempo de ejecución es de 8 horas)	6) Armado de paneles de muros y encofrado de losas de entepiso. (el tiempo de ejecución es de 8 horas)
7) Colocación de material de alivianamiento, mallas, refuerzos e instalaciones complementarias. (el tiempo de ejecución es de 6 horas)	7) Colocación de mallas, refuerzos e instalaciones complementarias. (el tiempo de ejecución es de 4 horas)
8) Vertido de concreto en losa de entepiso. (el tiempo de ejecución es de 2 horas)	8) Vertido de concreto en muros y losa de entepiso. (el tiempo de ejecución es de 6 horas)
9) Para desencofrar la losa de entepiso debemos esperar 7 días.	9) Para desencofrar la losa de entepiso y muros hay que esperar 1 día.
10) Una vez que tenemos fundida la losa y columnas se procede al marcado del eje de los muros.	11) Una vez que tenemos fundida la losa de entepiso se realiza el mismo procedimiento para las plantas altas.
12) Construcción de las paredes y encofrados de las puertas y ventanas. (el tiempo de ejecución es de 8 días)	12) Terminada la construcción de la obra gris procedemos con los acabados finales.
13) Colocada la mampostería sea de ladrillo o bloque se debe esperar que estén totalmente secas para evitar fisuras, al mismo tiempo que se comienza a picar para la colocación de las instalaciones de agua, luz, teléfono, etc. (el tiempo de ejecución es de 1 día)	

14) Colocadas todas las instalaciones procedemos a enlucir las paredes y demás elementos de la edificación.
(el tiempo de ejecución es de 2 días)

FUENTE: MONOGRAFIAS.COM- BUSTAMANTE E.(15 DE AGOSTO DEL 2012).*COMPARACION DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS*.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Se puede notar al comparar los dos sistemas constructivos que ambos tiene el mismo tiempo en la construcción de los cimientos, pero según se va avanzando en la obra se van acortando los tiempos de ejecución con el sistema a base de formaletas, es mucho más simple, rápido en su instalación ahorrando tiempo, mano de obra y dinero; lo que no ocurre con el sistema tradicional ya que este obedece a las normas ya establecidas por los procesos en la confección de sus elementos, además que si fuera necesario construir una serie de edificaciones el proceso se va retardando conforme se va realizando la obra ya que aumentaría el número de mano de obra, el tiempo que se destina a cada vivienda; lo que no ocurre con el sistema constructivo investigado.

Tomando como referencia el estudio realizado por Telmo Arízaga en su trabajo de investigación previo a la titulación de Ingeniero Civil en 2014. En el proyecto de viviendas en serie, de la urbanización Miraflores, el costo de la producción por m² de construcción alcanza los 207,94 dólares americanos utilizando el sistema tradicional, frente a los 151,82 dólares americanos que alcanza el sistema a base de formaletas.

Otro dato importante que nos revela este estudio es que al momento de adquirir o alquilar los encofrados nos resultaría más caro construir con el sistema a base de formaletas si solo se realiza una edificación, pero si se va construir edificaciones en serie la ganancia es prospera en todos los ámbitos o rubros.

Haciendo un desglose de algunos rubros para este análisis, se obtienen las siguientes comparaciones entre el sistema constructivo a base de formaletas y el sistema tradicional, en la construcción de 2000 unidades de vivienda con un área de 250 m². como se muestra en las tablas el sistema a base de formaletas sigue un proceso más ordenado desde la confección de sus encofrados por lo que al diseñar y construir una edificación ganaremos tiempo en cada uno de los procesos que realizamos en la obra.

4.8.2 Metodología. (ver tabla # 13)

TABLA # 13:
DESCRIPCIÓN: RELACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA A BASE DE FORMALETAS.

SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA A BASE DE FORMALETAS
1) El proceso es artesanal.	1) Proceso industrializado, todo producido y ensamblado en obra.
2) No es monolítico, ya que los encofrados están delimitados por la altura de la edificación.	2) Monolítico. El proceso se ajusta a cualquier condicionante que se presenten.
3) Diversidad de materiales para construir.	3) Uniformidad de materiales.
4) Complejidad administrativa y logística.	4) Fácil administración y control de obra.

FUENTE: MONOGRAFIAS.COM- BUSTAMANTE E.(15 DE AGOSTO DEL 2012).*COMPARACION DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.*
AUTOR: W. JARAMILLO P.

4.8.3 Tiempo. (ver tabla # 14)

TABLA # 14:
DESCRIPCIÓN: RELACIÓN DEL TIEMPO DE EJECUCIÓN ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA A BASE DE FORMALETAS.

SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA A BASE DE FORMALETAS
1) Aproximadamente 48 meses de ejecución (4 años), de acuerdo a la experiencia del constructor.	2) Aproximadamente 21 meses de ejecución, incluyendo 90 los días de la fabricación de la formaleta.
2) Armado del sistema por etapas ya que son consecutivas y demandan de tiempo.	3) Unidad diaria por equipo. Fácil montaje y desmontaje.
3) Rendimiento de una cuadrilla (2 operarios) al día, 12 m ² de mampostería bajo supervisión.	5) Rendimiento de una cuadrilla (10 operarios) 250 m ² con todos subsistemas.
4) La diversificación de material y su movilización al punto de trabajo, genera tiempos y personal adicionales que se pueden aumentar al rubro.	5) Tiempo de construcción de una vivienda en obra gris, un día (normal).
5) Tiempo de construcción de una vivienda en obra gris, 30 días, con buen rendimiento.	5) En el mismo tiempo, mayor flexibilidad e infinidad de diseños en los detalles arquitectónicos.

FUENTE: MONOGRAFIAS.COM- BUSTAMANTE E.(15 DE AGOSTO DEL 2012).*COMPARACION DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.*
AUTOR: W. JARAMILLO P.

A pesar de que los dos sistemas deben respetar procesos y tiempos en cada uno de los elementos que componen una construcción, el sistema de formaletas es más eficaz y rápido por la manera y secuencia que sigue en su proceso constructivo ya que puede fundir una losa, un muro, una columna y una viga de manera simultánea.

4.8.4 Costos - Productividad. (ver tabla # 15)

TABLA # 15:
DESCRIPCIÓN: RELACION DE COSTOS Y PRODUCTIVIDAD ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA A BASE DE FORMALETAS.

SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA A BASE DE FORMALETAS
1) La productividad se refleja en el avance de cada rubro de la construcción.	1) Se pueden producir hasta 30 unidades simultáneamente.
2) La construcción es lenta, pesada, obliga a realizar marcha y contramarcha en los trabajos. (ej. se construye la pared y luego se rompe para pasar las instalaciones eléctricas, sanitarias, etc.)	2) La fabricación de los encofrados se puede realizar en sitio y se adapta a las características arquitectónicas del proyecto sin necesidad de modificar herramienta, material y equipos.
3) Inversión que se tiene que realizar es alta y retorno lento del presupuesto por avance mismo de la obra.	3) Producción y montaje se lo realiza en serie y en sitio.
4) El alquiler por semana de encofrados para cubrir una losa de 80m ² , alcanzaría un costo de \$263.65.	4) El alquiler por semana de encofrados para cubrir una losa de 80m ² y un muro de 12m ² , alcanzaría un costo de \$551.15

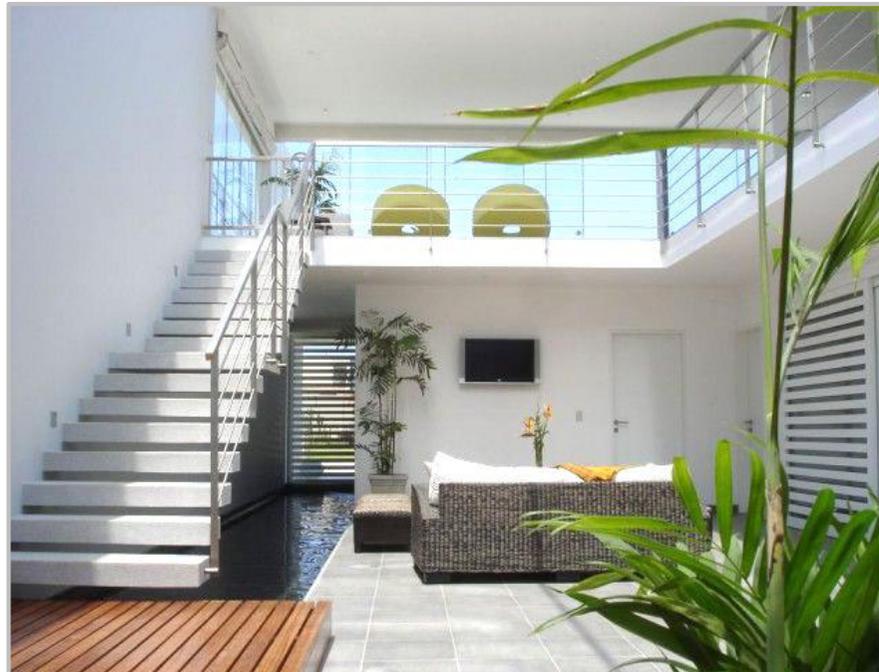
FUENTE: MONOGRAFIAS.COM- BUSTAMANTE E.(15 DE AGOSTO DEL 2012).*COMPARACION DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.*
AUTOR: W. JARAMILLO P.

El sistema tiene su desventaja al trabajar en una sola unidad de vivienda por el alto costo del encofrado que representa, pero a su vez tiene una garantía de trabajabilidad a largo plazo, lo que lo hace que este sistema sea rentable.

4.8.5 Acabados.

Siendo el punto final de la construcción, este rubro va a depender del acabado que se requiera en la obra, determinado por el mismo presupuesto a gusto del cliente, por lo que no varía cuando se utilice cualquiera de los sistemas constructivos. (ver imagen # 47)

IMAGEN # 47:
DESCRIPCION: ACABADOS INTERIORES DE EDIFICACION.



FUENTE: ARQHYS/ARQUITECTURA.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

4.8.6 Mano de Obra. (ver tabla # 16)

TABLA # 16:
DESCRIPCIÓN: RELACION DE LA MANO DE OBRA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA A BASE DE FORMALETAS.

SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA A BASE DE FORMALETAS
1) Mano de obra total 1800 obreros.	1) Unifica el proceso de fabricación y montaje en uno solo.
2) Mano de obra especializada.	2) Mano de obra total 795 obreros. Mano de obra especializada 32% (255).
3) Mayor cantidad y menor rendimiento	3) Menor riesgo laboral por poca permanencia y tiempo en obra.
4) Mayor riesgo laboral, por permanencia y tiempo de obra.	4) Optimización y menor mano de obra, se elimina el "tiempo inútil".

FUENTE: MONOGRAFIAS.COM- BUSTAMANTE E.(15 DE AGOSTO DEL 2012).*COMPARACION DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS*.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

La mano de obra en el sistema de investigación debe ser calificada para garantizar el tiempo de vida útil del encofrado, su uso, mantenimiento y garantía dependerá del personal encargado en obra.

4.8.7 Equipos. (ver tabla # 17)

TABLA # 17:
DESCRIPCIÓN: RELACION DE EQUIPOS UTILIZADOS ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA A BASE DE FORMALETAS.

SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA A BASE DE FORMALETAS
1) Relación directa: maquinaria de producción, de acuerdo a la complejidad del proyecto, no depende de terceros.	1) Relación directa: 3000 usos básicos por equipo, bajo costo de mantenimiento.
2) Relación indirecta: depende del fabricante, constructor debe hacer control de calidad del material, equipo a utilizar.	2) Relación indirecta: compra de formaleta a fabricante sobre punto de equilibrio del proyecto.
3) En obra: equipo básico y menor. Adaptable a cualquier trabajo menor.	3) En obra: equipo básico y menor.
4) Costos: baja inversión para cualquier tipo de construcción, por ser artesanal.	4) Costos: baja o alta inversión para cualquier tipo de construcción, amortización de equipo en el proyecto.

FUENTE: MONOGRAFIAS.COM- BUSTAMANTE E.(15 DE AGOSTO DEL 2012).*COMPARACION DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS*.
AUTOR: W. JARAMILLO P.

Si bien el equipo a utilizar con el sistema tradicional puede ser más económico, a su vez, representa mayor mantenimiento por el desgaste de sus elementos, mientras que con el sistema a base de formaletas la inversión es mayor pero representa mayor vida útil y esto se transforma en ahorro de dinero y tiempo.

4.9 EVALUACIÓN FINAL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE EDIFICACIONES A BASE DE FORMALETAS

Como parte final de la investigación del uso del proceso constructivo de edificaciones a base de formaletas es posible concluir que esta técnica permite generar en obra un aumento en la velocidad del trabajo, logrando una mayor producción con la misma mano de obra que se emplearía para el sistema constructivo tradicional, respetando los procesos de cada elementos que componen una edificación como son cimentación, estructura, instalaciones, muros, cubierta.

La exactitud en los tiempos de construcción para la realización de los rubros de una vivienda permite encofrar y fundir simultáneamente varios elementos, posibilitando la optimización de uno de los recursos más importantes en los procesos constructivos como es el tiempo; las paredes, vigas, losas y columnas son algunos de los elementos que pueden ser ejecutados a la par.

Es imprescindible que para el empleo de esta técnica constructiva se hayan adquirido ya sea por medio de compra o alquiler todos los equipos necesarios para la implementación correcta de los encofrados, ya que esto garantizará una obra limpia, sin errores, además de que ofrece una culminación de trabajo homogénea al permitirnos cumplir con los plazos establecidos en nuestra programación; todos estos resultados afirmativos se vuelven nuestra tarjeta de presentación a futuro, al darnos una buena imagen como profesionales arquitectos o constructores.

Siendo la fabricación del encofrado un proceso industrializado, se vuelve una fuerte inversión en los inicios de una empresa constructora y más aún si es un constructor independiente, por lo que lo más recomendable es la adquisición de los equipos antes que el alquiler de los mismos; aunque se vuelve imposible desmerecer que este proceso se convierte en una de las

mayores ventajas en cuanto a optimización de recursos siempre que la realización de las viviendas o edificaciones sean en serie.

El proceso constructivo de edificaciones a base de formaletas además de su efectividad, sorprende con su eficiencia, al permitir anular los tiempos muertos ocasionados en obra, que pueden darse mientras se cubre espacios mínimos, que es lo que ocurre con los encofrados del método tradicional, lo que no solo produciría más tiempo en la ejecución de la obra si no también mayores costos ya que se debe reemplazar los tableros en mal estado por otros nuevos.

La organización y la planeación anticipada de un proyecto proporcionarán el tiempo que necesitamos a la hora de construir, siendo esto un elemento olvidado por muchos constructores, lo que al término de la obra se verá reflejada en sus acabados.

BIBLIOGRAFÍA

RENTECO. (2013). *FORMALETAS*. Consultado el: 12 de noviembre del 2014. Disponible en:
http://www.rentecoecuador.com/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=168

BUSTAMANTE E. (2010). *COMPARACION DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS*. Consultado el 20 diciembre de 2014.
Disponible en:
<http://www.monografias.com/trabajos93/comparacion-sistemas-constructivos/comparacion-sistemas-constructivos.shtml>

AYALA R., CHIMBO C., YAGUANA D. (2010). *CLASIFICACIÓN, UTILIZACIÓN E IMPORTANCIA DEL ENCOFRADO COMO ELEMENTO PROVISIONAL EN EL ÁREA DE LA CONSTRUCCIÓN*. Tesis para obtención del título de Ing. Civil. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil. Consultado el: 28 de diciembre de 2014.

NOVAS J. (2010). *SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PREFABRICADOS APLICABLES A LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES EN LOS PAISES EN DESARROLLO*. Tesis de fin de Master. Escuela Politécnica Superior de Ing. De Caminos, Canales y Puertos. Madrid. Consultado el 5 de enero de 2015.

CARDENAS D. (2011). *¿QUÉ TIPO DE ACABADOS SE OBTIENE CON FORMALETAS DE MADERA?*. Consultado el 7 de Septiembre del 2014. Disponible en:
<http://blog.360gradosenconcreto.com/que-tipo-de-acabados-se-obtiene-con-formaletas-de-madera/>

WALL-TIES Y FORMS. (2011). *PROCESO TIPICO DE CONSTRUCCION CON FORMALETAS DE ALUMINIO*. Consultado el 2 de octubre de 2015. Disponible en:

<http://www.formaletas.com/Proceso.html>

GIRON S. (2012). *DESCRIPCION DEL SISTEMA CONSTRUCUTIVO DE VIVIENDAS EN SERIE MEDIANTE EL USO DE FORMALETAS DE ALUMINIOEN LA CIUDAD DE GUATEMALA*. Trabajo de graduación para la obtención del título de Ing. Civil. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala. Consultado el: 21 de Febrero de 2015.

CASTAÑO B. (2011). *TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Bogotá. Consultado el: 18 de marzo de 2015.

GARCIA A. MARTINEZ R. (2007). *DISEÑO Y PRUEBA DE FORMALETAS DE ACERO PARA PAREDES Y COLUMNAS A PARTIR DEL VACIADO DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES*. Trabajo de grado. Universidad Tecnologica de Pereira. Pereira. Consultado el: 7 de septiembre de 2014.

IMCYC. (2008). *EL CONCRETO EN LA OBRA*. Revista. Consultado el 12 de marzo de 2015. Disponible en: <http://www.imcyc.com/problemas.htm>

CONCLUSIONES

Como conclusión se puede decir que el Sistema Constructivo a base de formaletas es una metodología, nueva, innovadora y eficaz al momento de edificar construcciones a gran escala, por su colaboración en la optimización de recursos en cada uno de los rubros, tomando en consideración que mientras más edificaciones tengamos que construir mayor será el beneficio de las formaletas; aunque el sistema será costoso si solo se diseña una vivienda.

El uso de formaletas dentro del proceso constructivo se convierte en la mejor forma de realizar construcciones seriadas, beneficiando no solo a las constructoras o profesionales encargados de estos proyectos, sino también a la sociedad.

Al final de esta investigación se logró conocer a fondo un nuevo proceso constructivo, que va desde la introducción del sistema al Ecuador al ensamblaje de cada uno de los elementos que lo componen, logrando cumplir con los objetivos planteados y esperando que este documento sea de interés a las generaciones que se encuentren cursando en esta prestigiosa Unidad Académica.

RECOMENDACIONES

Utilizar este sistema constructivo ya que nos permite culminar una obra de una manera sistemática, ordenada y rápida, respetando los tiempos que cada elemento constructivo necesita. El uso y mantenimiento de las formaletas debe estar a cargo del personal capacitado para evitar inconvenientes con el equipo, problemas posteriores en la obra y de seguridad con el personal.

Respetar las normas vigentes de la construcción nos permitirá la elaboración de la formaletas con estándares de seguridad regidas en el país.

No se recomienda utilizar este sistema para la elaboración de edificaciones pequeñas o individuales por el costo que representa la elaboración de la formaleta.