



Universidad  
Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Estudio de la calidad de concreto en la  
construcción de viviendas en el distrito de  
El Tambo, de la provincia de Huancayo  
Región Junín**

**Milton Raúl Ordoñez Cayetano**

Huancayo, 2018

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil



Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

## **ASESOR**

Ing. Jorge Aurelio Ticlla Rivera

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi agradecimiento sincero a mi madre Fernanda Cayetano Loayza por la fortaleza y perseverancia que me demuestra día a día, al igual que a mis cuatro hermanos; Hansel, Ayder, Nils y Eglis, quienes sentaron en mí, las bases de responsabilidad y deseos de superación.

A Dios por habernos dado la vida, por permitirnos despertar todos los días, por darme salud, por cuidarnos, por darnos la oportunidad de estar junto a nuestros seres queridos y por derramar su bendición en todos los hogares del mundo.

A mi asesor Ing. Jorge Aurelio Ticlla Rivera, por su tiempo, consejos y apoyo que fueron indispensables para la realización de esta tesis.

A mi alma máter **UNIVERSIDAD CONTINENTAL**, del cual me siento muy orgulloso de haber concluido mis estudios superiores en tan prestigiosa institución, a cada uno de las autoridades por las facilidades brindadas en esta etapa de mi vida profesional.

Al personal profesional del laboratorio de concreto de la Universidad Continental, por mostrarme siempre esa buena predisposición de trabajo en equipo al realizar los ensayos.

## **DEDICATORIA**

A mis padres: Raúl Ordoñez Valladolid y Fernanda Cayetano Loayza, por su esfuerzo y dedicación brindado en cada momento de mi vida.

## ÍNDICE

TADA.....	1
ASESORES.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE .....	v
LISTA DE TABLAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	x
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	1
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.1.    PROBLEMA GENERAL .....	4
1.2.2.    PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	4
1.3.    OBJETIVOS .....	5
1.3.1.    OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2.    OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.4.    JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4.1.    JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	5
1.4.2.    JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	6
1.4.3.    JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	6
1.4.4.    JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	6
1.5.    HIPÓTESIS.....	7
1.5.1.    HIPÓTESIS GENERAL .....	7
1.5.2.    HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	7
1.5.3.    HIPÓTESIS NULA .....	8
1.6.    DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO .....	8
1.6.1.    DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	8
1.6.2.    DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	8
1.6.3.    DELIMITACIÓN TEMÁTICA.....	8
1.7.    METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	9
1.7.1.    IDENTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN .....	9
1.7.2.    TRABAJO DE CAMPO .....	10
1.7.3.    ENSAYOS EN CAMPO .....	11
1.7.4.    ENSAYOS EN LABORATORIO.....	12

1.7.5.	ANÁLISIS EN GABINETE: .....	12
1.8.	TÉCNICAS Y RECOLECCIÓN DE DATOS.....	12
1.8.1.	TÉCNICAS.....	13
1.8.2.	INSTRUMENTOS .....	13
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....		14
2.1.	ANTECEDENTES .....	14
2.1.1.	EN EL PLANO NACIONAL .....	14
2.1.2.	EN EL PLANO INTERNACIONAL.....	20
2.2.	MARCO CONCEPTUAL .....	28
2.2.1.	CONCRETO.....	28
2.2.2.	RESISTENCIA DEL CONCRETO .....	54
2.2.3.	CALIDAD DEL CONCRETO .....	55
2.2.4.	DISEÑO DE MEZCLA.....	63
2.2.5.	PROCESOS CONSTRUCTIVOS, PROCESOS DE PREPARACIÓN Y CUIDADO DEL CONCRETO.....	66
2.2.6.	AUTOCONSTRUCCIÓN .....	67
2.2.7.	VIVIENDA .....	67
2.2.8.	RECURSO HUMANO .....	72
2.2.9.	EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN.....	75
2.2.10.	HERRAMIENTAS EN LA CONSTRUCCIÓN .....	76
CAPÍTULO III MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....		77
3.1.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	77
3.1.1.	MÉTODO GENERAL – MÉTODO CIENTÍFICO .....	77
3.1.2.	MÉTODO ESPECÍFICO .....	78
3.1.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	78
3.1.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	79
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	79
3.2.1.	POBLACIÓN UNIVERSO.....	79
3.2.2.	POBLACIÓN OBJETIVO.....	79
3.2.3.	MUESTRA.....	79
3.3.	VARIABLES .....	80
3.3.1.	VARIABLE 1: CALIDAD DEL CONCRETO.....	80
3.3.2.	VARIABLE 2: CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS.....	80
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	80
3.4.1.	TÉCNICAS.....	81
3.4.2.	INSTRUMENTOS .....	81

3.5.	PROCEDIMIENTOS .....	81
3.5.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	81
3.5.2.	TRABAJO EN CAMPO .....	82
3.5.3.	TRABAJO EN LABORATORIO .....	104
3.5.4.	ANÁLISIS DE GABINETE.....	108
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....		111
4.1.	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	111
4.2.	RESULTADOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	112
4.2.1.	DATOS ESPECÍFICOS .....	112
4.2.1.1.	Tipo de concreto, asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad, y .....	112
4.2.2.	CANTIDADES Y DOSIFICACIONES.....	124
4.2.3.	CONTROL DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO .....	126
4.2.4.	PROCESOS CONSTRUCTIVOS, PROCESOS DE PREPARACIÓN Y CUIDADO DEL CONCRETO.....	133
4.2.5.	ASPECTO LEGAL.....	145
4.3.	RESULTADOS DE ENSAYO EN LABORATORIO .....	146
4.3.1.	RESISTENCIA DEL CONCRETO - ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN..	146
4.4.	RENDIMIENTO .....	149
4.4.1.	CONCRETO CONVENCIONAL .....	149
4.4.2.	CONCRETO PREMEZCLADO .....	152
4.5.	CONCLUSIÓN DE LAS HIPOTESIS ESPECÍFICAS EN FUNCIÓN A LOS RESULTADOS OBTENIDOS.....	153
4.5.1.	El uso del certificado del diseño de mezcla influye en la calidad del concreto, en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín. ....	153
4.5.2.	El uso de equipos adecuados influye en la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín. ....	154
4.5.3.	La asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad influye en la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de el tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín.....	156
4.6.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN FUNCIÓN A LA ASESORÍA Y SUPERVISIÓN DE UNA PERSONA CON FORMACIÓN ACADÉMICA PROFESIONAL DE LA ESPECIALIDAD.....	157
4.6.1.	ANÁLISIS TÉCNICO .....	157
4.6.2.	ANÁLISIS NORMATIVO .....	158
4.6.3.	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	159
CONCLUSIONES.....		163
LIMITACIONES .....		166

RECOMENDACIONES .....	167
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	172
ANEXOS.....	176

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Componentes químicos principales de las materias primas del cemento .....	31
Tabla 2: Porcentajes típicos que intervienen en el cemento portland .....	31
Tabla 3: Límites permisibles para agua de mezcla .....	35
Tabla 4: Clasificación de los agregados naturales.....	36
Tabla 5: Límites de granulometría del agregado fino.....	37
Tabla 6: Requerimientos de granulometría de los agregados gruesos .....	39
Tabla 7: Clasificación del concreto fresco según su asentamiento .....	49
Tabla 8: N° de Licencias emitidas por la Municipalidad Distrital de El Tambo, por año.....	68
Tabla 9: Tipos de viviendas según el material de construcción.....	69
Tabla 10: Profesional Calificado.....	73
Tabla 11: Tiempo mínimo de mezclado .....	76
Tabla 12: Variables .....	80
Tabla 13: Cuadro de información general de las viviendas muestreadas .....	111
Tabla 14: Características de viviendas muestreadas .....	113
Tabla 15: Equipos usados en las viviendas muestreadas para la elaboración del concreto ...	117
Tabla 16: Resultado de las herramientas usadas en la construcción de las viviendas .....	123
Tabla 17: Resultados del uso del certificado del diseño de mezcla .....	125
Tabla 18: Resultados de licencias de construcción de cada una de las viviendas visitadas. ..	145
Tabla 19: Registro de las resistencias a los 28 días de cada testigo .....	147
Tabla 20: Rendimiento del proceso de fabricación de concreto "in situ" en (m <sup>3</sup> /h-h) .....	150
Tabla 21: Rendimiento del proceso de fabricación de concreto "in situ" (m <sup>3</sup> /Jornal) .....	151
Tabla 22: Rendimiento del proceso de colocación del concreto premezclado en (m <sup>3</sup> /h) y (m <sup>3</sup> /jornal) .....	153
Tabla 23: Análisis de la Hipótesis Específica N° 01 .....	153
Tabla 24: Justificación de la Hipótesis Específica N° 03 .....	156
Tabla 25: Resultados de las probetas sometidas a los ensayos de compresión (f <sub>c</sub> ) .....	157
Tabla 26: Cuadro comparativo de beneficios de la asesoría de una persona con formación académica profesional de la especialidad. ....	160

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Componentes del concreto .....	29
Figura 2: Proceso de fabricación del cemento .....	30
Figura 3: Hormigón.....	40
Figura 4: Condición del agregado en obra.....	41
Figura 5: Fórmula de cálculo del porcentaje de humedad.....	42
Figura 6: Fórmula de cálculo del porcentaje de absorción .....	42
Figura 7: Fórmula de cálculo Aporte de agua .....	43
Figura 8: Procedimiento para medir el asentamiento .....	48
Figura 9: Curva típica Esfuerzo – Deformación para el concreto bajo compresión.....	51
Figura 10: Compresora .....	55
Figura 11: Obtención de la muestra representativa .....	56
Figura 12: Fórmula de cálculo del peso específico del concreto fresco .....	57
Figura 13: Fórmula del cálculo del rendimiento .....	57
Figura 14: Procedimiento de elaboración de probetas de concreto .....	58
Figura 15: Tiempo límites de ensayos del concreto fresco.....	59
Figura 16: Resistencia a la compresión, promedio de 2 probetas de 6"x 12" .....	60
Figura 17: Identificación de probetas .....	60
Figura 18: Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo .....	61
Figura 19: Prensa para ensayo de resistencia a la compresión .....	61
Figura 20: Forma correcta de aplicación de la carga axial .....	62
Figura 21: Tipos de Fallas.....	62
Figura 22: Factor de corrección .....	63
Figura 23: Comportamiento de una viga (Flexión).....	71
Figura 24: Mapa del distrito de El Tambo .....	82
Figura 25: Vivienda N° 01 – Vivienda Comercio.....	82
Figura 26: Vivienda N° 02– Vivienda Comercio.....	83
Figura 27: Vivienda N° 03– Vivienda Comercio.....	83
Figura 28: Vivienda N° 04– Vivienda Comercio.....	84
Figura 29: Vivienda N° 05 – Vivienda Comercio.....	84
Figura 30: Vivienda N° 06 – Vivienda Bifamiliar.....	85
Figura 31: Vivienda N° 07– Vivienda Comercio.....	85
Figura 32: Vivienda N° 08– Vivienda Comercio.....	86
Figura 33: Vivienda N° 09 – Vivienda Unifamiliar .....	86
Figura 34: Vivienda N° 10 – Vivienda Unifamiliar .....	87
Figura 35: Vivienda N° 11 – Vivienda Comercio.....	87
Figura 36: Vivienda N° 12 – Vivienda Unifamiliar .....	88
Figura 37: Vivienda N° 13 – Vivienda Comercio.....	88
Figura 38: Vivienda N° 14 – Vivienda Bifamiliar.....	88
Figura 39: Vivienda N° 15 – Vivienda Unifamiliar .....	89
Figura 40: Vivienda N° 16 – Vivienda Comercio.....	89
Figura 41: Vivienda N° 17 – Vivienda Comercio.....	89
Figura 42: Vivienda N° 18 – Vivienda Comercio.....	90
Figura 43 Vivienda N° 19 – Vivienda Comercio.....	90
Figura 44: Vivienda N° 20 – Vivienda Comercio.....	90
Figura 45: Vivienda N° 21 – Vivienda Comercio.....	91
Figura 46: Vivienda N° 22 – Vivienda Comercio.....	91
Figura 47: Vivienda N° 23 – Vivienda Comercio.....	91
Figura 48: Vivienda N° 24 – Vivienda Unifamiliar .....	92
Figura 49: Elaboración de concreto con asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad .....	92
Figura 50: Carretilla; recipiente no absorbente .....	97
Figura 51: Palas y cucharones.....	97
Figura 52: Balanza electrónica y varilla de Ø 5/8" (16 mm) x 24" (600mm) .....	98
Figura 53: Recipiente cilíndrico, placa de enrasado y mazo de goma .....	98

Figura 54: Pesado del molde metálico .....	99
Figura 55: Llenado y compactado en tres capas .....	99
Figura 56: Enrasado de la superficie del concreto .....	99
Figura 57: Molde cilíndricos de 6 x 12 pulgadas (15 x 30cm).....	101
Figura 58: Varilla de Ø 5/8" (16 mm) x 24" (600mm), cucharones y lampa.....	102
Figura 59: Mazo de goma .....	102
Figura 60: Colocado de los moldes sobre una superficie nivelada.....	102
Figura 61: Llenado y compactado en tres capas .....	103
Figura 62: Identificación de especímenes.....	103
Figura 63: Curado de probetas .....	103
Figura 64: Prensa para ensayo de resistencia a la compresión .....	104
Figura 65: Almohadillas de neopreno .....	104
Figura 66: Balanza digital.....	105
Figura 67: wincha (para medir la longitud de las probetas) .....	105
Figura 68: Vernier (para medir los diámetros de las probetas).....	105
Figura 69: Probetas identificadas.....	106
Figura 70: Pesado de cada uno de probetas .....	106
Figura 71: Medida del diámetro de las probetas (diámetro superior y diámetro inferior) .....	106
Figura 72: Medida de la longitud de probetas (en tres puntos distintos alrededores del diámetro) .....	107
Figura 73: Colocado de las probetas en la compresora .....	107
Figura 74: Anotación del tipo de falla .....	107
Figura 75: Tipo de concreto usado.....	113
Figura 76: Tipo de concreto usado en las obras visitadas.....	114
Figura 77: Asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad.....	115
Figura 78: Existencia de planos de construcción.....	116
Figura 79: Uso de mezcladora .....	118
Figura 80: Uso de winche.....	119
Figura 81: Gran cantidad de desperdicio en el traspaso de mezcla del trompo al balde de aceite .....	120
Figura 82: Personal no calificado tratando de solucionar la falla técnica del winche .....	120
Figura 83: Personal optando por transportar la mezcla por medio de baldes .....	121
Figura 84: Uso de vibrador .....	121
Figura 85: Chuceo ejecutado con de tubo de luz (procedimiento inadecuado).....	122
Figura 86: Cantidad de buguis y/o carretillas en el techo para transportar la mezcla .....	124
Figura 87: Porcentaje de la existencia del certificado del diseño de mezcla.....	125
Figura 88: Cemento usado en la construcción de las viviendas muestreadas .....	127
Figura 89: Bolsas de cemento en contacto con el suelo .....	128
Figura 90: Tipo de agregado usado en la construcción de viviendas muestreadas.....	128
Figura 91: Mala práctica: Hormigón sobre la vía, expuesto a contaminarse. ....	130
Figura 92: Mala práctica: Hormigón siendo combinado con el uso de escoba, con tierra y polvo .....	130
Figura 93: tipo de agua usado en la construcción de viviendas muestreadas .....	131
Figura 94: Presencia de sólidos en suspensión en el agua de canal de riego .....	132
Figura 95: Almacenamiento del agua de canal de riego en los timbos de plástico .....	132
Figura 96: Uso de aditivos en la elaboración del concreto en las viviendas muestreadas.....	132
Figura 97: Presencia de aberturas en las juntas de los frisos .....	134
Figura 98: Presencia de aberturas en las juntas de madera entre el friso y el fondo de losa ..	134
Figura 99: Mala práctica: uso de triplay con e= 10mm, sin una fijación adecuada .....	134
Figura 100: Encofrado inadecuado en tramos de forma curvos sin respetar recubrimientos mínimos .....	135
Figura 101: Maderas en mal estado, alabeadas con presencia de rajaduras .....	135
Figura 102: Inadecuado encofrado; desperdicio de mortero a causa de la falta de hermeticidad .....	135
Figura 103: Maderas en mal estado, alabeadas con presencia de rajaduras .....	136

Figura 104: Mala práctica, uso de piedras para cuidar el recubrimiento mínimo .....	136
Figura 105: Gran cantidad de desperdicio de mortero a causa de que el encofrado no es hermético.....	136
Figura 106: Mala práctica, colocado de tecnopor sin un tipo de fijación .....	137
Figura 107: Tecnopor descolocado al momento de vaciar de la mezcla a causa de la falta de fijación .....	137
Figura 108: Apuntalamiento inadecuado, uso de ladrillo mal colocado para alcanzar la altura	138
Figura 109: El apuntalamiento inadecuado genero la inestabilidad del volado de la vivienda.	139
Figura 110: Bloquetas rotas a causa de la falta de tablas por donde pasan los buguis.....	142
Figura 111: Mayor desperdicio en el momento de traspaso de mezcla a los baldes .....	142
Figura 112: Porcentaje del uso de licencias de edificación en las viviendas visitadas .....	145
Figura 113: Resistencia de los testigos de concreto con respecto a los estándares mínimos exigidos por el RNE ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ).....	148
Figura 114: Resistencia del concreto c/ respeto a lo mínimo requerido $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	148
Figura 115: Transporte de concreto de forma manual ("lateros").....	152

## RESUMEN

En los últimos años el planeta Tierra viene experimentado una serie de desastres naturales (terremotos), cada vez más frecuentes y con mayores intensidades, a la vez sabiendo que el país se encuentra en una zona potencial sísmica, es de necesidad urgente poner énfasis en la calidad de construcciones que se vienen construyendo en la región y por ende en la calidad del concreto que se viene fabricando en el distrito de El Tambo de la provincia de Huancayo de la región Junín.

Motivo por el cual, la presente tesis evalúa la calidad del concreto de la construcción de viviendas (viviendas unifamiliares, bifamiliares y viviendas comercio) del distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, de la región Junín, mediante un muestreo aleatorio de 24 viviendas; permitiendo obtener información de los aspectos más representativos de las prácticas constructivas, a la vez extraer testigos en campo del concreto según norma (muestreo de concreto fresco ASTM C-172) de los elementos estructurales (losas y vigas, vaciados de forma monolítica), para ser roturados a los 28 días según norma (ASTM C-39), permitiendo obtener resultados verídicos de la calidad del concreto que se viene utilizando en la construcción de viviendas e identificar las malas prácticas constructivas que influyen en la calidad del concreto, con la finalidad de optar medidas correctivas y brindar alternativas de solución que conlleven a concientizar a la población en general y órganos encargados, sobre las consecuencias fatales que conllevan la obtención y el uso de concreto que no cumplen con los estándares mínimos exigidos por el RNE en la construcción de viviendas del distrito de El Tambo, de la Provincia de Huancayo, de la región Junín.

Asimismo, esta investigación en su afán de brindar alternativas de solución, adicionará 02 probetas de concreto a las 24 muestras, los cuales serán dosificados con las proporciones especificadas en la “**TABLA DE DOSIFICACIÓN Y EQUIVALENCIAS DE UNACEM (Unión Andina de Cementos)**”, y roturados a los 28 días, con la finalidad de conocer si estas proporciones muestran resultados positivos en nuestra realidad local y saber si estos concretos obtenidos cumplen con los estándares mínimos exigidos por el Reglamento Nacional de Edificación.

## ABSTRACT

In recent years the planet earth has experienced a series of natural disasters (earthquakes), increasingly frequent and with greater intensities, and even more knowing that the country is in a potential seismic zone, it is urgently necessary to emphasize the Quality of constructions that have been building in the region and therefore in the quality of the concrete that has been manufactured in the district of El Tambo in the province of Huancayo in the Junín region.

Which is why, the present thesis evaluates the quality of the concrete of the residential construction (single-family housings, bi-relatives and houses I trade) of the district of The Bin, of the province of Huancayo, of the region Junín, by means of a random sampling of 24 houses; Allowing getting information from the most representative aspects of the constructive practices, at the same time extracting controls in field of the concrete according to standard (sampling of concrete cool air ASTM C 172) of the structural elements (stone slabs and beams, drainings of monolithic way), in order to be ploughed at 28 days according to standard (ASTM C 39), allowing getting truthful results from the quality of the concrete that comes back using in residential construction and identifying the constructive malpractices that influence the quality of concrete, with the aim of choosing sanctions and offering alternatives of solution that they entail To raise the population's consciousness in general and organs ordered, on the fatal consequences that the obtaining and the use of concrete that do not fulfill the minimal standards demanded by the RNE in the residential construction of the district of The Bin, of the Province of Huancayo, of the region entail Junín.

In like manner, this investigation in your enthusiasm of offering alternatives of solution, will add 02 test tubes from concrete to the 24 samples, which will be dosed with the proportions specified in the BOARD ED DOSIFICATION And EQUIVALENCIES ED UNACEM (Andean Cementos's Union), and ploughed at 28 days, with the aim of knowing if these proportions evidence positive results in our local reality and knowledge if these obtained concretes fulfill the minimal standards demanded by the RNE

## INTRODUCCIÓN

El distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo de la región Junín no es ajeno a la problemática que se viene suscitando en gran parte de localidades del país, como es la autoconstrucción de viviendas. A esto se suma que en estos últimos años el planeta Tierra viene experimentado una serie de fenómenos naturales (terremotos), cada vez más frecuentes y con mayores intensidades como por ejemplo: el terremoto en Pisco - Perú suscitado en el año 2007, el cual registró una magnitud de 7.9 grados en la escala de Richter, causando la muerte de 519 personas y dejando a más de 300,000 personas sin hogar; similar caso se produjo en enero de 2010 en el sismo de Haití al que registró una magnitud de 7,0 grados en la escala de Richter dejando un saldo de 150,000 muertos y 1.6 millones de personas sin hogar; en febrero de 2010 en Chile, se registró otro terremoto de una magnitud de 8.8 grados en la escala de Richter, causando 524 muertos y más de 2 millones de damnificados; otro similar se produjo el 16 de abril del 2016 en Ecuador, el cual registró una escala de 7,8 grados en la escala de Richter causando la muerte de 671 personas y más de 30,000 damnificados; la zona central del Perú no es ajena a estos efectos de la naturaleza, tal como se registró en el año 1969, en el distrito de Pariahuanca (distrito ubicado a 43 km del distrito del El Tambo), en los meses de julio (5.6 grados en la escala de richter) y octubre (6.2 grados en la escala de richter), los cuales ocurrieron por la reactivación de la Falla del Huaytapallana, afectando al distrito de El Tambo, ocasionando pérdidas de vidas humanas y de cientos de miles de soles en infraestructura. Hechos que motivan, a nosotros como profesionales de la construcción, a poner mayor énfasis en la calidad de construcciones que se vienen construyendo en el país, y por ende en la calidad del concreto. Es por ello que la presente tesis busca evaluar la calidad del concreto que se viene produciendo en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, de la región Junín, a la vez identificar las malas prácticas constructivas generadas en la autoconstrucción de viviendas, así mismo investigar las causas y consecuencias que conllevan a optar por esta modalidad de construcción, con el fin de tomar medidas correctivas y brindar alternativas de solución y recomendaciones que concienticen a la población en general y órganos encargados, sobre las consecuencias fatales del uso de concreto que no cumplen con los estándares mínimos normados en la construcción de viviendas del distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, de la región Junín.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En estos últimos años, el crecimiento urbano de la ciudad de Huancayo conformado por los distritos metropolitanos de Huancayo, El Tambo y Chilca, además de distritos colindantes como: Pilcomayo, Huancán, San Jerónimo de Tunan, entre otros; vienen experimentando un incremento acelerado de la población, ubicándolo a Huancayo en la octava ciudad más poblada del Perú, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI-2014). Esto trae consigo que la provincia de Huancayo al igual que el distrito de El Tambo, presenten un aumento significativo en la cantidad de construcciones de viviendas de material noble, los cuales se vienen ejecutando bajo inadecuados procedimientos constructivos donde no se aplica ningún tipo de control que garantice la calidad de las construcciones, con ligeras excepciones.

El distrito de El Tambo (el más grande de la provincia de Huancayo, poblacionalmente hablando) conformado por barriadas, asentamientos humanos y urbanizaciones populares, viene expandiéndose y urbanizándose en áreas rurales - agrícolas, donde gran parte de las construcciones de viviendas de material noble llegan a ser inadecuadas, en algunos casos debido a la poca seriedad y falta de ética profesional de algunos proyectistas que aprueban proyectos que no cumplen con las condiciones que exige el Reglamento Nacional de Edificaciones, pero principalmente a la autoconstrucción, la cual es generada por la informalidad a causa de la deficiente fiscalización, monitoreo y control por parte de las autoridades y organismos competentes (Municipalidad Distrital de El Tambo), ocasionando que las construcciones se ejecuten sin la asesoría de personas con formación académica

profesional de la especialidad y por ende sin un control adecuado, produciéndose una serie de deficiencias como: carencia de equipos adecuados, prácticas inadecuadas en los procesos constructivos y procesos de preparación del concreto, falta de cuidado del concreto endurecido, poca, y a veces nula, importancia al uso de los diseños de mezcla para obtener un concreto con una resistencia específica, inadecuado uso de materiales tanto: cualitativa como cuantitativamente, perjudicando a la estructura y ocasionando gastos adicionales innecesarios a la economía. Problemática que hoy en día se viene suscitando a diario, y lo que es peor, de constante crecimiento, sin que nadie haga algo por revertir esta situación que nos hace vulnerables ante eventos adversos de la naturaleza.

La problemática de construcción de viviendas sin el control técnico adecuado, genera que el concreto producido en las construcciones no cumplan con los estándares mínimos normados, que a posteriori en algún tipo de desastre natural como los terremotos, las consecuencias sean fatales, ya que los elementos estructurales no tendrán la suficiente capacidad para soportar esfuerzos producidos por movimientos telúricos de gran intensidad, haciendo que por ejemplo: las vigas de las viviendas de material noble, no fallen por falla dúctil (caracterizado por que el acero tiende a fallar primero y después el concreto, dando tiempo suficiente para que los habitantes de dichos inmuebles se pongan a buen recaudo), sino por falla frágil (caracterizado por que el concreto tiende a fallar antes del acero, el cual ocasiona el colapso inmediato de los elementos estructurales y por consiguiente de la estructura, causando que las personas que se encuentran habitando dichos inmuebles no tengan el tiempo suficiente para que se pongan a buen recaudo), siendo este solo una de las consecuencias negativas por usar concretos que no cumplen con los estándares mínimos normados en la construcción de viviendas. Lamentablemente muchos de los responsables de las construcciones no son conscientes de las repercusiones de utilizar concreto que no cumple con los estándares mínimos normados, pues, la mayoría de estos no son profesionales idóneos, ni calificados para dichos trabajos, sino son personas con criterios empíricos sin ningún grado de preparación, basados en la experiencia de antecesores que se rigieron de la misma forma, que no garantizan la construcción de viviendas seguras y por consiguiente al uso de un concreto de buena calidad, ocasionando que hoy en día un gran porcentaje de estas construcciones de material noble se encuentren mal dimensionadas o sobre dimensionadas, tanto con acero como con concreto.

En la actualidad el distrito de El Tambo de la provincia de Huancayo está experimentando grandes cambios, especialmente en el sector construcción, las edificaciones son cada vez más altas y de mayor área, por lo que es necesario tomar la importancia debida al uso de concretos que cumplan con los estándares mínimos normados. El desconocimiento, la desinformación y la falta de interés en producir concretos de buena calidad por parte de los maestros de obra que se encargan de la construcción de las viviendas, que por lo general son personas que no tienen la suficiente preparación (formación académica) en el campo de la construcción, ignorando factores muy importantes como el uso del certificado del diseño de mezcla, el cual garantiza la dosificación en cantidades exactas de los componentes del concreto (cemento, agregados y agua), para obtener un concreto con un  $f'c$  específico, entre otros deficiencias. Siendo los directos perjudicados ante estos hechos los mismos propietarios, quienes muchas veces optan por lo más barato, poniendo en riesgo a los habitantes de las viviendas del distrito de El Tambo de la provincia de Huancayo y población en general.

La calidad del concreto está relacionada con el control (a través de normas vigentes ASTM, NTP, RNE, etc.) en la preparación del mismo en cada una de sus etapas (prevaciado, vaciado y post vaciado), que, si se cumplen como tal, garantizan la obtención del concreto de calidad. Lamentablemente hoy en día muchas de las personas encargadas de la construcción de viviendas (en su mayoría maestros de obra), no cumplen de forma adecuada, ya sea por desconocimiento o considerarlo irrelevante.

En la etapa post vaciado del concreto, uno de los procedimientos al que no dan importancia, es el curado, ya que el concreto al ingresar al tiempo de fragua, el calor de hidratación generada por reacciones químicas producida por el agua y cemento es muy alto, y al no tener con qué regular dicha temperatura, éste hace que se produzcan fisuras y/o grietas, ocasionando un fraguado deficiente, ya que el concreto llega a perder características fundamentales como la resistencia, entre otros, los cuales son perjudiciales para todo elemento estructural y por ende para la edificación. Todo esto a consecuencia de que no se viene aplicando un control que garantice la calidad del concreto por parte de los encargados de las construcciones de las viviendas.

Ante esta problemática, esta investigación busca evaluar la calidad del concreto que se viene produciendo para las construcciones de viviendas (unifamiliares, bifamiliares y viviendas comercio) del distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, así como verificar el cumplimiento de los procedimientos técnicos normados en la elaboración del concreto como: dosificación exacta de los componentes del concreto, uso de equipos adecuados, adecuado control en cada uno de los procesos constructivos, etc. temas importantes que muchas veces no son tomados en cuenta por las personas encargadas de la construcción, a causa del desconocimiento de reglamentos y normas técnicas estándares de construcción. También busca demostrar que los sistemas Convencionales utilizados en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, generadas por la autoconstrucción, no son los adecuados técnica, ni económicamente; en comparación a los sistemas más modernos, con la finalidad de que se tomen medidas correctivas y contribuir en la construcción de viviendas más seguras y confiables.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo – Región Junín?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- A.** ¿Cuál es la influencia del uso del certificado del diseño de mezcla en la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín?
- B.** ¿Cómo influye el uso de equipos en la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín?
- C.** ¿Cómo influye la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad en la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo de la provincia de Huancayo - región Junín.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- A.** Determinar la influencia del uso del certificado del diseño de mezcla en la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín.
- B.** Determinar la influencia del uso de equipos en la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín.
- C.** Determinar la influencia de la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad en la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

#### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

La presente investigación permitirá conocer la calidad del concreto que se viene produciendo en la construcción de viviendas (unifamiliares, bifamiliares y viviendas comercio) del distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, e identificar los factores que impiden que el concreto no cumpla con los estándares mínimos normados en el RNE, con el fin de buscar alternativas de solución y tomar medidas correctivas frente a este problema. Asimismo, esta investigación propuesta permitirá enriquecer los conocimientos que se tiene hasta el momento acerca del estudio de la calidad del concreto y su uso en el sector construcción en nuestra realidad local, que a su vez servirá como antecedentes para otras investigaciones similares.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

Actualmente no existe un estudio de la calidad del concreto de las viviendas en la región Junín y menos en el distrito enmarcado, motivo por el cual es de necesidad urgente, realizar este estudio, con la finalidad de obtener un registro de la calidad del concreto que se viene produciendo en la construcción de las viviendas (unifamiliares, bifamiliares y viviendas comercio) del distrito de El Tambo, permitiéndonos saber si cumplen con los estándares mínimos de calidad requeridos ( $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , para los elementos estructurales en estudio) e identificar los factores (uso de certificado de diseño de mezcla, dosificación, etc.) que influyen en la obtención de la calidad de un concreto. Todo esto a partir de muestreos representativos que permitan obtener conclusiones y recomendaciones que contribuyan en la construcción de viviendas más seguras y confiables en el distrito de El Tambo de la provincia de Huancayo.

#### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

Esta investigación busca obtener resultados probables de la calidad del concreto, a partir de muestreos representativos en las diferentes etapas de los procesos constructivos de viviendas (unifamiliares, bifamiliares y viviendas comercio) del distrito de El Tambo de la provincia Huancayo, mediante toma de datos, ensayos en campo, ensayos en laboratorio y análisis en gabinete, para definir conclusiones y realizar recomendaciones. Para ello se busca utilizar métodos científicamente garantizados y normados a nivel mundial y local como: ASTM, ACI, NTP, RNE, entre otros, con el fin de garantizar la veracidad de los resultados y puedan ser comprobables.

#### **1.4.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

Esta investigación, “Estudio de la Calidad del Concreto en la Construcción de Viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo de la región Junín”, es importante porque busca beneficiar a la sociedad en común, mostrando una estadística de la calidad de concreto que se viene produciendo y utilizando en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, así mismo dar a conocer con pruebas verídicas que las condiciones que se vienen

practicando en la actualidad no son las más favorables, trayendo a posteriori consecuencias fatales ante la presencia de fenómenos naturales como terremotos, ya que el Perú se encuentra en una zona de gran actividad sísmica. Asimismo, como consecuencia de este estudio, las organismos responsables (Municipalidad Distrital de El Tambo, Gobiernos Regional de Junín, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Colegio de Ingenieros y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento), considerarán los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidos en este estudio, con el fin de tomar medidas correctivas en la construcción de viviendas mediante la concientización de personas inmiscuidas en el campo de la construcción y población en general, sobre la importancia en el uso de concreto de buena calidad y de esta manera evitar continuar con la construcción de viviendas mediante la modalidad de la autoconstrucción, que no garantiza la calidad del concreto.

## **1.5. HIPÓTESIS**

### **1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL**

La calidad de concreto no cumple con los estándares mínimos exigidos por el RNE en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo - región Junín.

### **1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- A.** El uso del certificado del diseño de mezcla influye en la calidad del concreto, en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín.
- B.** El uso de los equipos influye en la calidad del concreto, en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín.
- C.** La asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad influye en la calidad del concreto, en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín.

### **1.5.3. HIPÓTESIS NULA**

La calidad de concreto cumple con los estándares mínimos exigidos por el RNE en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo - región Junín.

## **1.6. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO**

Esta investigación está delimitada de la siguiente manera:

### **1.6.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL**

Esta investigación se desarrollará en el distrito de El Tambo, de la Provincia de Huancayo de la región Junín, ubicada en la sierra central del Perú, abarcando específicamente a las viviendas: unifamiliares, bifamiliares y viviendas comercio, en las etapas del proceso de preparación del concreto en la construcción de las viviendas: antes, durante y después del vaciado de los elementos estructurales (losas y vigas, vaciados de forma monolítica).

### **1.6.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL**

Esta investigación es actual y de interés en el ámbito de la construcción, teniendo una duración aproximada de un año.

### **1.6.3. DELIMITACIÓN TEMÁTICA**

Se toma énfasis en la calidad del concreto el cual por definición viene a ser “la obtención de resultados esperados bajo ciertos parámetros, obtenidos mediante un conjunto de procedimientos técnicos planificados”, bajo esta premisa para esta investigación “Estudio de la Calidad de Concreto en la Construcción de Viviendas del Distrito de El Tambo”: los resultados esperados, viene a ser concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , basado en exigencias mínimas del “Reglamento Nacional de Edificaciones” (Concreto Armado E.060 – Capítulo V, inciso 11.3), el cual menciona que la resistencia especificada del concreto ( $f'c$ ) para elementos como vigas y losas no será menor que  $210 \text{ kg/cm}^2$ ; los parámetros, viene a ser la medición de la resistencia del concreto en estado endurecido; y los procedimientos técnicos

planificados, el conjunto de técnicas basados en normas estándares intencionales (ASTM C 39 - “Ensayo de Resistencia a la Compresión”), que garantizan la validez de los resultados, este ensayo será realizado a los 28 días de edad del concreto, el tiempo en que la alcanza su máxima resistencia. Para ello las probetas en mención son obtenidas en estado fresco, en la etapa de preparación del concreto de cada una de las viviendas muestreadas de los elementos estructurales: losas y vigas vaciadas de forma monolítica.

La selección de los elementos estructurales: losas y vigas, se realiza fundamentalmente a tres factores: uno, vaciado monolítico, al vaciar la losa incluye obligatoriamente vaciar las vigas; dos, cantidad de concreto, en general existe un mayor volumen de fabricación de concreto cuando se realizan el vaciado de losas, teniendo mayor probabilidad de que el propietario autorice la extracción de muestras de concreto para la elaboración de los ensayos; tres, tiempo de duración, los procesos constructivos como el encofrado del techo de la vivienda, tiene un mayor tiempo de duración a diferencia de otro elementos como las columnas, brindado el tiempo suficiente para realizar un seguimiento detallado a los factores que intervienen en la preparación del concreto.

## **1.7. METODOLOGÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

La metodología de investigación estará en función de los objetivos anteriormente descritos, mediante un conjunto de etapas estratégicas busca obtener la información necesaria que permita justificar la hipótesis y de esta manera obtener conclusiones y recomendaciones validas respecto a la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo. En forma general se desarrollará en cuatro etapas: identificación de la población, trabajo de campo, ensayos en laboratorio y análisis de gabinete.

### **1.7.1. IDENTIFICACIÓN DE LA POBLACIÓN**

Es importante identificar la población de esta investigación, cabe mencionar que la población objetivo de esta investigación no es el número total de viviendas del distrito de El Tambo, que vienen a ser aproximadamente 36,991 (según el Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007 - INEI), sino el **número de viviendas en proceso de construcción**, para ser más exactos

en las etapas: antes, durante y después del proceso de vaciado de la losa y vigas, ya que es de ahí, donde se van a obtener los muestreos validos (toma de datos, probetas, etc.).

### **1.7.2. TRABAJO DE CAMPO**

El trabajo de campo consistirá en muestrear viviendas en proceso de construcción, para ser más precisos; antes, durante y después del proceso de vaciado de los elementos estructurales (losas y vigas, vaciados de forma monolítica), mediante el levantamiento de información, a través de la utilización de formatos preestablecidos (**ver Anexo A1**) para obtener información relevante y necesaria de cada uno de las viviendas muestreadas, que permitan justificar la hipótesis. El formato preestablecido cuenta con la siguiente información: **datos generales, datos específicos, cantidades y dosificaciones, control de materiales, procesos constructivos, proceso de preparación y cuidado del concreto, seguridad en obra y aspecto legal.**

#### **A. Datos generales**

- Tipo de vivienda
- Ubicación
- Área de vaciado
- Volumen de concreto usado

#### **B. Datos específicos**

- Tipo de concreto
- Presencia de una persona con formación académica profesional de la especialidad
- Existencia de planos de construcción
- Tipo de cemento
- Tipo de agregado usado,
- Tipo de agua,
- Uso de aditivo

- Existencia de herramientas y equipos adecuados

**C. Cantidades y dosificaciones**

- De mano de obra
- Existencia del certificado del diseño de mezcla
- Cantidad de material (hormigón, arena gruesa y piedra chancada)
- Cantidad de agua usada

**D. Control de materiales**

- Del cemento, del agua y del agregado.

**E. Procesos constructivos, y procesos de preparación y cuidado del concreto**

Los procesos constructivos, y procesos de preparación y cuidado del concreto, será dividido en 3 etapas (prevaciado, vaciado y posvaciado), a fin de agrupar las actividades que intervienen en el proceso de fabricación del concreto.

- En la etapa prevaciado de concreto
- En la etapa del vaciado de concreto
- En la etapa posvaciado de concreto

**F. Aspecto legal**

- Existencia de licencias de edificación

**1.7.3. ENSAYOS EN CAMPO**

En esta etapa de trabajo de campo, se considerará la obtención de testigos de concreto en moldes cilíndricos (con dimensiones de 6"x12"), en cada una de las viviendas muestreadas (vivienda unifamiliar, vivienda bifamiliar y vivienda comercio), mediante procedimientos técnicos y normas como: NTP 339.036 - ASTM C-172 "Muestreo de Concreto Fresco"; NTP 339.046 - ASTM C-138 "Peso Unitario y Rendimiento"; NTP 339.033 - ASTM C-31, "Elaboración y curado de probetas de concreto en obra para pruebas de compresión". Con la finalidad que dichos testigos sean representativos. El tamaño y el número de probetas (testigos) extraídas de cada una de las

viviendas, estará en función del “**Reglamento Nacional de Edificaciones**”, **específicamente de la Norma E.060 – Concreto Armado, capítulo V, de los incisos (5.1.6 y 5.6.2).**

#### **1.7.4. ENSAYOS EN LABORATORIO**

Esta etapa de ensayo en laboratorio, consistirá en realizar los ensayos a las probetas de concreto obtenidas en las visitas de campo, los cuales serán regidos mediante procedimientos técnicos y normas como: la ASTM C-31 y la NTP 339.034 “Ensayo de Resistencia a la Compresión”.

#### **1.7.5. ANÁLISIS EN GABINETE:**

En conformidad a los objetivos obtenidos, esta etapa permitirá:

- A. Clasificar la información de campo a fin de obtener valores representativos.
- B. Evaluar e interpretar la información de campo obtenida.
- C. Realizar cuadros estadísticos que nos permitan interpretar de forma concisa, los datos obtenidos en campo.
- D. Cálculo del rendimiento del proceso de vaciado del concreto de cada uno de las viviendas muestreadas.
- E. Analizar e interpretar la información de campo en laboratorio.
- F. Realizar comparaciones en base a la información obtenida y resultados de laboratorio.
- G. Elaborar conclusiones y recomendaciones.

#### **1.8. TÉCNICAS Y RECOLECCIÓN DE DATOS**

Las técnicas e instrumentos de recopilación de datos e información que se utilizará en la ejecución de esta investigación “Estudio de la Calidad del Concreto en la Construcción de Viviendas en el Distrito de El Tambo de la Provincia de Huancayo – Región Junín”, está comprendida en:

### **1.8.1. TÉCNICAS**

- Búsqueda e identificación de muestras (viviendas unifamiliares, bifamiliares y viviendas comercio) en proceso de construcción.
- Toma de datos mediante un formato establecido (Observaciones)
- Extracción de probetas de concreto en estado fresco del proceso de vaciado de las viviendas muestreadas

### **1.8.2. INSTRUMENTOS**

- Hojas encuestadoras de recolección de datos
- Referencias electrónicas
- Cuadros estadísticos
- Software estadístico
- Ensayos en laboratorio
- Análisis de resultados

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

##### **2.1.1. EN EL PLANO NACIONAL**

**Garay P., L. E. y Quispe C., C. E. (2016)**, La tesis "Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango)", tuvo como objetivo general plantear una alternativa que contribuya a mejorar la resistencia a compresión de los concretos elaborados en las obras de autoconstrucción, mediante el empleo de aditivos superplastificantes. Para ello, se estudió el concreto elaborado en los vaciados de techos de viviendas que pertenecen al sector autoconstrucción, ubicadas en la ciudad de Lima, específicamente en los conos comprendidos por los distritos de Chorrillos y Ate Vitarte.

A continuación, se presentan las conclusiones finales del estudio:

- El concreto producido en los conos de Lima están por debajo de lo requerido por las normas vigentes; esto se debe a las malas prácticas que se tiene en el procedimiento y elaboración del concreto hecho en obra.
- Los resultados de las muestras de agregados de cada obra demuestran que éstos son adecuados para diseñar una buena mezcla de concreto. El Porcentaje de Absorción en el Agregado Grueso (Figura 8.5), presenta valores mínimos y casi similares, lo que indica

que estos agregados son de baja absorción, alta resistencia y de buena calidad; asimismo, el Tamaño Máximo Nominal usado en las obras informales cae dentro del rango del Huso5. El porcentaje que pasa la malla #200 en el Agregado Fino, presenta valores máximos permitidos por la Norma; es decir, gran cantidad de finos.

- En promedio, la cantidad de agua en la mezcla fue 38.3 litros por bolsa de cemento; sin embargo, al realizar los diseños de mezcla teóricos por el método del ACI, la cantidad de agua necesaria corresponde a un promedio de 31 litros de agua por bolsa de cemento (Tabla 8.13). Este exceso de agua en la mezcla afecta considerablemente la calidad del concreto; si bien es cierto, aumenta su manejabilidad, pero disminuye su resistencia.
- Los asentamientos en los Concretos Sin Aditivo fueron muy altos, lo que significa un exceso de fluidez en la mezcla, la mayoría de los casos resultaron tener un Slump mayor a 8 pulgadas (valores de asentamiento que corresponden a concretos con aditivo), con respecto a la relación agua/cemento el rango fue entre 0,6 y 1,1 (Tabla 8.15); ambos indicadores advierten la alta cantidad de agua que contiene la mezcla. Como consecuencia el concreto sufrirá retracción y fisuración; además el refuerzo estará vulnerable a los agentes de humedad, sales y polución ambiental.
- Las obras de autoconstrucción utilizan en promedio ocho bolsas de cemento por metro cubico de concreto para los vaciados de losas de techo (Tabla 8.10); en otras palabras, emplean 340 kg de cemento para obtener resistencias características de 138  $Kg/cm^2$ .
- Las probetas de concreto de las doce obras estudiadas desarrollaron su resistencia característica a los 28 días, tal como se muestra en la Figura 8.13. El 83% de las muestras alcanzaron resistencias características menores a 17Mpa, incumpliendo así el valor mínimo requerido por la Norma E.060 [Ref. 4].
- Al incorporar aditivo en la mezcla de concreto, su resistencia característica se incrementó notablemente, ésta aumentó en un 25% en comparación al concreto sin aditivo. El promedio de los valores de

resistencia obtenida es de  $184 \text{ Kg/cm}^2$ , superando la resistencia mínima recomendada por La Norma.

**Patiño M., C. (2009)**, El objetivo de la tesis “Estudio de la viabilidad en el uso de concreto celular para viviendas unifamiliares en la ciudad de Tacna”, es determinar si es viable o no el uso del concreto celular en elementos estructurales de viviendas unifamiliares en la ciudad de Tacna hasta 02 niveles de altura, haciendo una comparación de costos entre dos edificios uno de ellos hecho de concreto convencional y el otro de concreto celular. Considerando en el costo de la edificación lo siguiente: Costo del concreto en ambos diseños y costo del refuerzo en los diferentes elementos estructurales.

A continuación, se presentan las conclusiones del estudio:

- En la producción de un  $\text{m}^3$  deberá tenerse en cuenta el importantísimo factor de densidad por  $\text{kg/m}^3$ ; de masa al final de la mezcla. Las miles de burbujas incluidas, no solamente expanden la mezcla sino que también cambia las densidades radicalmente.
- La principal dificultad en esta investigación fue controlar la cantidad de espuma que era ingresada a la mezcla pues en pequeñas tandas el tiempo de aplicación de espuma era de apenas segundos, pero empleando camiones mezcladores (Mixers). para producir concreto celular, esta dificultad se disminuye. La densidad es la característica más sobresaliente del concreto celular, sin tomar en cuenta sus propiedades térmicas, su trabajabilidad, etcétera, que generan grandes ventajas en la industria de la construcción. Otra gran cualidad es su factibilidad de diseño.
- Para realizar las mezclas utilizamos arena con bajo contenido de humedad ya que era más fácil lograr una mezcla uniforme entre el cemento y la arena. Si la arena tenía un alto contenido de humedad se empezaban a formar pelotitas. Cuando ensayábamos las probetas en la etapa de prueba encontrábamos estas pelotitas dentro del concreto lo cual indicaba un mal mezclado, y una cantidad del cemento que no se había hidratado.
- La resistencia a la compresión del concreto celular de  $f'_{c} = 210 \text{ kg/cm}^2$  con una relación agua/cemento constante de 0,38 varía en función del

porcentaje de vacíos del concreto en un 23%. También a mayor porcentaje de vacíos o contenido de aire, menor será el peso unitario del concreto. De esta manera dos muestras de concreto celular que tengan la misma relación agua-cemento pero distintos pesos unitarios no tendrán la misma resistencia a la compresión.

- Para alcanzar la resistencia a compresión deseada ( $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ) se tuvo que utilizar cantidades mayores de cemento con respecto a diseños de concreto convencional, lo cual es un factor negativo pues se incrementa el costo de producción del concreto celular.
- Los resultados obtenidos en el ensayo de tracción por compresión diametral fueron similares a los presentados en la bibliografía consultadas según la Norma ASTM C496-96. Estos estuvieron entre un 8% y 10% de la resistencia a la compresión.

### **Conclusiones del modelo estructural con concreto celular**

- Después de calcular la masa para cada tipo de edificación se obtuvo que empleando concreto celular se reduce en un 8% en masa {kg-masa) con respecto a la de concreto convencional, por lo tanto el concreto celular es de peso ligero que viene a ser una modificación del concreto convencional y la diferencia entre ambos está en su grado de densidad y no en su calidad como material, representando un valor poco significativo cuando se trata de utilizar en las estructuras de una vivienda modelada en albañilería confinada.
- Del análisis en ambas viviendas se demostró que en la vivienda de concreto celular la fuerza cortante sísmica era significativamente menor que la fuerza cortante sísmica en la vivienda de concreto convencional en un 19%, solo en los pórticos B-B y 2-2, los cuales han sido tomados de la distribución interior de la vivienda, más bien el trabajo principal ante la fuerza sísmica la reciben los muros de albañilería, siendo este valor poco significativo cuando se trata de una vivienda en albañilería confinada con material convencional ladrillo.
- Los desplazamientos sísmicos en ambas viviendas eran similares para las mismas secciones de columnas y vigas, esto debido a que a

pesar del menor peso de la vivienda de concreto celular con respecto a la de concreto convencional, este presentaba una menor rigidez lateral.

- La consistencia del concreto celular y la ausencia del agregado grueso hace que su colocación en elementos horizontales y verticales sea más fácil y rápida en comparación con el concreto convencional y no requiere de vibrado ahorrando tiempo en la construcción.
- De los metrados finales resulta que el costo de la vivienda de concreto celular era solamente 2,38% mayor a la de concreto convencional, y esto no fue del todo desalentador considerando las otras propiedades del concreto celular, cuando este sea utilizado en edificaciones modeladas con sistemas aporticados, mas no se presenta ese caso en la presente tesis, sino una vivienda con las características constructivas aplicables en la ciudad de Tacna, de lo cual se concluye que es indistinto el uso del concreto celular con el convencional debido a la poca diferencia en costo.
- Por lo tanto de la hipótesis general concluimos la HI demostrándose que el uso del concreto celular en la construcción de viviendas unifamiliares dentro de la ciudad de Tacna desempeñaría un papel positivo, si este fuese utilizado tanto en unidades como en el sistema estructural y después de haber comparado las cualidades que este ofrece en las construcciones de la bibliografía en estudio decimos que las limitaciones para el empleo del concreto celular están únicamente en nuestra imaginación porque es tan grande su versatilidad que permite a los elementos con él elaborados adaptarse a una gran variedad de formas, diseños y sistemas estructurales; además puede ser empleado sin límite en cualquier construcción, del tipo que sea, tanto en uso arquitectónico, estructural o como simple relleno.

**Villanueva F., S.M. (2003)**, La tesis “Estudio de la calidad de concreto en la construcción de viviendas y pavimentos de vías del Cono Norte de Lima: Uso del Concreto Premezclado”, tuvo como objetivo desarrollar, en primer lugar, una evaluación de la calidad del concreto utilizado en la autoconstrucción de viviendas económicas (unifamiliares y bifamiliares), con la finalidad de evaluar

las condiciones, cantidades, parámetros y costos que influyen en la producción de concreto utilizado en la modalidad de autoconstrucción. Para ello, el estudio realiza un muestreo representativo en la zona del Cono Norte, en el cual la población pertenece a niveles de mediano y bajo en recursos económicos.

Con los valores de resistencia obtenidos, las observaciones de campo y el análisis estadístico de los resultados, la investigación expone las siguientes conclusiones.

- El rendimiento en la preparación del concreto convencional muestra valores muy por debajo de lo normal debido a las interrupciones que se suscitan en la obra por los múltiples inconvenientes que allí se presentan como son falta de una adecuada dirección técnica, elementos no preparados, reparación de tuberías, entre otros; valor referencial CAPECO (5.22 H-H/m<sup>3</sup>).
- De los ensayos de resistencia de compresión realizado a los testigos tomados en las viviendas muestreadas se obtuvo una resistencia promedio de 129Kg/cm<sup>2</sup> en las vigas – viguetas, 100 kg/cm<sup>2</sup> en la losa y en columnas 124kg/cm<sup>2</sup>. Resistencia obtenida utilizando en promedio 6.5 bolsas por metro cúbico de concreto, cantidad por debajo de lo recomendable en los planos y especificaciones técnicas del proyecto que afecta la durabilidad del concreto y consecuentemente la calidad de la obra.
- Existen otros factores que afectan la calidad final como son: mala compactación, mal curado y mala preparación del encofrado muchas veces debido a esto tenemos pérdida de la pasta de concreto.
- Existe gran porcentaje de construcciones que se hacen de manera artesanal y sin la presencia de profesionales de construcción con la absurda idea de los propietarios de que su contratación elevaría los costos sin tener en cuenta los beneficios que ello reportaría. Así tenemos entre otros: una mejor interpretación de los planos de proyecto, exacto requerimiento de los materiales a utilizar, mejor dosificación del concreto por fabricar y una correcta disposición de todos los elementos de obra.

- Entre anomalías presentadas podemos citar encofrados con maderas inadecuadas y/o defectuosas, lo que generan separaciones por donde se pierde la pasta, lo cual es muy importante para el concreto. Otra anomalía se presenta cuando las distancias son largas entre la zona de vaciado y la zona de producción, como el concreto es fluido la mezcla tiende a segregarse en el momento de su colocación
- Los agregados utilizados para la elaboración del concreto, lo adquieren de depósitos, y/o distribuidores sin saber las características, de acuerdo a los ensayos realizados a las muestras de agregados de las viviendas mencionadas; estos agregados no cumplen con los requisitos de calidad, el agregado fino tenía muchos finos, por ello que la mezcla requería más agua y por consiguiente más cemento, entonces esto encarece el concreto, cabe mencionar que la cantidad de cemento era baja.
- Se debe ir creando conciencia en nuestro país para que en las construcciones se usen estos concretos premezclados elaborados en plantas, porque nos ofrece seguridad y garantía.

### **2.1.2. EN EL PLANO INTERNACIONAL**

**Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (ICCYC) y Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA), (2007)**, la investigación en mención se realizó, con el fin de analizar y evaluar la calidad del concreto estructural hecho en obra de construcciones en la Zona del Pacífico Central; específicamente en el Cantón de Garabito, de la provincia de Puntarenas, Costa Rica. En ese sentido, se programaron una serie de estudios técnicos con el fin de valorar dicha calidad.

Para dicho propósito, se realizó un muestreo aleatorio, de 25 construcciones ubicadas específicamente en el Cantón de Garabito, por ser el área con más solicitudes de permisos y obras en construcción en el año 2007, según informe CFIA. Donde se tomaron un total de 75 probetas de concreto fresco, correspondiente a 25 construcciones. Se muestreó concreto que iba a ser destinado para cimientos, columnas, losas de entrepiso, vigas, pavimentos entre otros, con el fin de verificar que alcanzará a 28 días una resistencia mínima de 21MPa (1MPa  $\leftrightarrow$  10.197 kg/cm<sup>2</sup>).

Con los valores de resistencia obtenidos, las observaciones de campo y el análisis estadístico de los resultados, la investigación expone las siguientes conclusiones:

- El concreto de un 56% de las muestras, no cumplen con la norma mínima establecida por el Código Sísmico de 21 MPa o por el CR2002 para el caso de pavimentos.
- El Coeficiente de Variación es del 30%, el cual es un valor alto; lo que significa que los valores encontrados en la muestra varían significativamente con respecto a la media (21 MPa).
- Se tiene, además, que una mayoría de los datos obtenidos, 48%, se encuentran en el rango de valores entre 14 y 21 MPa, un 32% se encuentran en el rango entre 21 y 28 MPa, un 12% en el rango mayor a 28 MPa y un 8% en el rango menor a 14 MPa.

Según lo observado en el campo y de acuerdo con los resultados obtenidos, el principal problema del concreto hecho en obra, radica en la falta de un adecuado diseño de mezcla.

Adicionalmente, existe un inapropiado almacenamiento del cemento y agregados; en donde se tiene en el primer caso un 48% de almacenamiento deficiente y un 36% regular. En el caso de los agregados, un almacenamiento deficiente en un 30% y un 58% regular.

En la mayoría de los casos, no se tiene control de calidad del concreto elaborado en la obra, de hecho, un 72% de los sitios muestreados no cuentan con dicho control.

Con respecto al equipo para la fabricación de concreto; en todos los casos se contaba con batidora; sin embargo, el uso del equipo no era el óptimo, ni su estado físico o manejo. Se considera que un 76% tiene un equipo de elaboración de concreto regular, contra un 20% óptimo, un 4% deficiente.

No se preguntó sobre la preparación técnica o experiencia de las personas que elaboraban el concreto en la obra; pero se induce por el sistema de dosificación utilizado en la mayoría de las obras; que ésta es escasa y se debe hacer un esfuerzo en ese sentido. De los resultados obtenidos, no se puede concluir de forma determinante, que el porcentaje de aire contenido en las mezclas, no influye en las resistencias obtenidas.

Otros factores perjudiciales observados, que afecta la calidad del concreto son:

- Ejecución del mezclado sobre una superficie no adecuada, sin control en la cantidad de agua a utilizar en la mezcla.
- Deficiencias en el almacenamiento y manejo de los materiales.
- Falta de control sobre los factores que afectan nocivamente la temperatura de la mezcla de concreto.
- Deficiente preparación del terreno sobre el cual se colocará el concreto.
- Mezclado con batidora, pero agregando agua directamente desde la manguera, es decir, sin medida del agua de dosificación y buscando al tanteo un punto de trabajabilidad de la mezcla.
- Exceso de agua en la mezcla, especialmente para la chorrea de columnas, con el fin de no provocar hormigueros en las partes bajas de la columna, relacionado con esta práctica, se notó la ausencia en la mayoría de los casos de un vibrador para concreto en obra.
- Operarios no calificados o con poca preparación técnica, además de pobre supervisión de los profesionales encargados.
- Agregados contaminados y sin protección contra la lluvia, montículos de agregados en donde es evidente la segregación.
- Proporcionamiento deficiente de las mezclas de concreto.

**Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (ICCYC) y Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA), (2006)**, La investigación mencionada se realizó con el fin de analizar, entre otros objetivos, la calidad del concreto utilizado en obra, en construcciones de la Zona Norte de la provincia de Guanacaste de Costa Rica. En ese sentido, se han programado una serie de estudios técnicos con el fin de valorar dicha calidad.

Para dicho propósito, se realizó un muestreo aleatorio, de 24 construcciones ubicadas en la zona norte de la provincia de Guanacaste, en un área territorial de 270 km<sup>2</sup>, es decir se muestreó una obra por cada 11.25km<sup>2</sup> aproximadamente. Las obras se encontraban en la etapa gris, se tomaron 3

núcleos de extracción en concreto endurecido; y se efectuaron 12 pruebas esclerométricas a concreto endurecido. Las áreas de construcción de los proyectos están entre los 40 m<sup>2</sup> y los 1432 m<sup>2</sup>.

Con los valores de resistencia obtenidos, las observaciones de campo y el análisis estadístico de los resultados, la investigación expone las siguientes conclusiones.

- El concreto de un 29% de las muestras de obras visitadas, no cumplen con la norma mínima establecida por el Código Sísmico de 21 MPa. El 20% de los datos señalan resistencias inferiores a los 14 MPa, los cuales son inadmisibles casi para cualquier aplicación.
- En primera instancia, se puede concluir que el principal problema del concreto hecho en obra en Costa Rica, es el exceso de agua en las mezclas, que es una práctica común con el fin de tener concretos más manejables para el moldeo. Aunque el análisis de resultados de revenimiento no evidencia al agua como el principal problema, si hay evidencia de la mala práctica de agregar agua a la mezcla sin medida alguna, lo cual no garantiza bajo ningún precepto la resistencia del concreto.
- Otros factores perjudiciales observados, que afecta la calidad del concreto son:
  - Ejecución del mezclado a pala y sobre una superficie no adecuada, sin medida del agua de dosificación.
  - Deficiencias en el almacenamiento y manejo de los materiales.
  - Falta de control absoluto sobre factores que afectan negativamente la temperatura de la mezcla de concreto.
  - Deficiente preparación del terreno sobre el cual se colocará el concreto.
  - Mezclado con batidora, pero agregando agua directamente desde la manguera, es decir, sin medida del agua de dosificación y buscando al tanteo un punto de trabajabilidad de la mezcla.
  - Exceso de agua en la mezcla, especialmente para la chorrea de columnas, con el fin de no provocar hormigueros en las partes bajas

de la columna, relacionado con esta práctica se notó la ausencia de un vibrador para concreto en obra.

- Operarios no calificados o con poca preparación técnica, además de pobre supervisión de los profesionales encargados.
- Agregados sucios, y no protegidos contra la lluvia, montículos de agregados en donde es evidente la segregación.
- Dosificaciones deficientes en la cantidad de cemento especificada.

**Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (ICCYC) y Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos (CFIA), (2005)**, buscan analizar, entre otros objetivos, la calidad del concreto utilizado en obra, en construcciones del área metropolitana en los cantones de: Tres Ríos, Curridabat, Escazu, Alajualita, Santa Ana, Belén, Heredia, San Juan de Flores, Moravia, Gocochea, de la provincia de San José, Costa Rica. Mediante un muestreo aleatorio, en el cual se determine la resistencia del concreto que se está utilizando.

Para dicho propósito, se realizó un muestreo aleatorio de 30 construcciones en el área metropolitana en los cantones ya mencionados de la provincia de San José, Costa Rica. Las obras se encontraban en la etapa gris, se tomaron un total de 90 cilindros, 3 de cada obra, se consideró pertinente que el área de las viviendas fuera de menos a 300 m<sup>2</sup>.

En cada obra, se realizaron pruebas de revestimiento al concreto muestreado y se tomaron tres (3) cilindros. La ejecución de las muestras, las realizó un técnico de Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME) de la Universidad de Costa Rica.

Mediante la prueba de resistencia a la compresión simple de cilindros (ASTM C-39), se determinó cuales concretos cumplen o no, con las especificaciones del Código Sísmico de Costa Rica 2002. Además, se realizaron pruebas de revestimiento, se anotaron las virtudes o deficiencias, acaecidas durante el proceso de fabricación del concreto. Es importante indicar que todas las muestras correspondieron a elementos estructurales de concreto: vigas, columnas y placas de fundación.

Con los valores de resistencia obtenidos, las observaciones de campo y el análisis estadístico de los resultados, la investigación expone las siguientes conclusiones.

- Existen evidencias, de que la mitad de los concretos normales, elaborados en obras menores (vivienda hasta 300m<sup>2</sup> y uno o dos pisos de altura), no cumplen con requisitos mínimos de resistencia, estipulado por el Código Sísmico de Costa Rica 2002.
- El concreto de un 53% de las muestras de obras sondeadas, no cumplen con la norma establecida por el código sísmico. De hecho, el 23.3% de la muestra, es decir la cuarta parte de las obras, presenta valores inferiores al 50% del valor, lo cual es altamente preocupante por ser concreto utilizado en elementos estructurales. Un 47% si cumple con la norma.
- Con respecto a los resultados obtenidos en 1998, en la tesis de Ing. Mauricio Araya, los resultados mejoraron de manera sustancial, debido a que en aquel muestreo solo el 17% de las obras lograron obtener resultados satisfactorios.
- Se puede concluir, que el problema del concreto hecho en obra, es el exceso en las mezclas, que es una práctica común con el fin de tener concretos más manejables para el moldeo.
- El conocimiento de que el exceso de agua, es la causa principal de las bajas resistencias en el concreto.
- Otras causas importantes de los resultados obtenidos son: la calidad de los agregados, las dosificaciones empleadas, personal no calificado, inadecuado control de parte del profesional responsable, no existe una cultura de compromiso con la calidad del concreto.
- Algunas de las malas prácticas observadas son:
  - Ejecución del mezclado a pala y sobre el asfalto, sin medida de dosificación.
  - Mezclado con batidora, pero agregando agua directamente desde manguera, es decir sin medida del agua de dosificación y buscando el tanteo un punto de trabajabilidad.

- Exceso de agua en la mezcla, especialmente para la chorrea de columnas, con el fin de no provocar hormigueros en las partes bajas de la columna, relacionado con esta práctica se notó la usencia de un vibrador para concreto en obra.
- Operarios no calificados o con preparación técnica, además de pobre supervisión de los profesionales encargados.
- Una sola persona dosificando, mezclando, cargando, chorreando; es decir sobrecargada en el trabajo, lo que lleva a realizar la faena con errores y parte del proceso incluye un exceso de agua de mezcla.
- Dosificación con pala, es decir, el operario carga la pala del montículo del agregado y de ahí la lanza directamente a la batidora, cuando ha contado un número de paladas que considera que coincide con la dosificación con balde o cajón, se detiene.
- Selección de agregados por criterio de precio y por criterio de calidad.
- Agregados contaminados y no protegidos contra lluvia, montículos de agregados donde es evidente la segregación.
- Dosificación deficiente en la cantidad de cemento especificada
- Ausencia de equipo apropiado para la colocación del concreto (Vibrador)
- No existe cultura de realizar pruebas de control de calidad a los concretos elaborados.

**Araya (1998)**, desarrolló una investigación que comprende un muestreo en obra del concreto estructural, mortero de pega, agregados y el cemento, utilizados en su elaboración correspondiente a construcciones de viviendas de uno a dos pisos tomadas al azar del área metropolitana, específicamente de los cantones: Tibás, Moravia, Desamparados, San Francisco, Escazú, Pavas, Curridabat, Tres Ríos, Zapote y San Pedro, de la provincia de San José, Costa Rica. En los especímenes de concreto y mortero el parámetro de

comparación principal fue la resistencia a la compresión uniaxial, que especifica a 28 días ( $f'_c$ ).

Para dicha investigación, se sondearon 30 obras en el área metropolitana de los cantones ya mencionados, por lo que se puede resaltar las siguientes conclusiones:

- Solamente el 17% de las construcciones analizadas, lograron obtener resultados satisfactorios desde el punto de vista de resistencia a la compresión del concreto estructural preparado in situ.
- Se determinó además que ninguna de las mezclas de concreto preparada de forma manual logro cumplir con los  $210 \text{ kg/cm}^2$  de resistencia a la compresión a los 28 días.
- Quizás el mayor problema con los agregados es que no existió en obra control alguno sobre su calidad. Generalmente, el profesional a cargo no se encontraba en la construcción a la hora de recibir el material y la persona que lo recibió, ni se preocupó por exigir la calidad del agregado que se solicitó.
- De acuerdo con los datos obtenidos, se evidenció la relación directa que existe entre el peso del espécimen y su resistencia a la compresión, siendo más marcada para los cilindros de concreto ya que estos al contener agregado grueso poseen una resistencia que es indicación de la calidad de esa piedra. Además, entre más pesado es un agregado, siempre y cuando no sea reactivo, es mejor su calidad, debido a que esto es reflejo de tilla menor porosidad.
- Con base al estudio estadístico, la probabilidad de obtener (en el Área Metropolitana) una mezcla de concreto que cumpla con la resistencia especificada a 28 días fue de 11.4%. De igual forma, la probabilidad de lograr un mortero tipo M, fue del 58.7%. y uno del tipo S fue de 88.9%.
- En esta investigación se encontró que el 70% de las obras presentaron revenimientos superiores a los 15 cm. Se verificó que las mezclas presentaban problemas de granulometría y que estaban pasadas de agua. En cada una de las construcciones no se tuvo el mínimo control de la relación agua/cemento.

- El mayor revenimiento que se dio fue el 22.5 cm y el menor de 4.0 cm, lo que en ambos casos no es recomendable, ya que indican mezclas muy húmedas o muy secas.
- El concreto más resistente (272kg/cm<sup>2</sup>) tuvo una dosificación volumétrica de 1:1.5:3 (cemento: arena: piedra), un revenimiento de 14cm y fue preparado en batidora, contrariamente el concreto más deficiente (67kg/cm<sup>2</sup>) el cual presentaba una dosificación volumétrica de 1:3:3 (C: A: P), un revenimiento de 21.0 cm y fue hecho en forma manual, estos dos ejemplos son evidencias de que si se tienen una dosificación y un revenimiento aceptable, se puede esperar buenos resultados.
- El mortero más resistente (306 kg/cm<sup>2</sup>), tenía una dosificación volumétrica de 1:2 (cemento: arena) y fue preparado de forma manual. El más deficiente (114 kg/cm<sup>2</sup>) presento una dosificación volumétrica de 1:3.5 (C: A) y fue hecho también manualmente.
- Los valores de resistencia obtenidos corresponden a mezclas de mortero y concreto que fueron curados durante 28 días, si se toma en cuenta que el curado en obra en este tipo de construcciones es alrededor de 7 días, es de esperar que las resistencias alcanzadas en obra estén por debajo de los valores encontrados en el laboratorio.

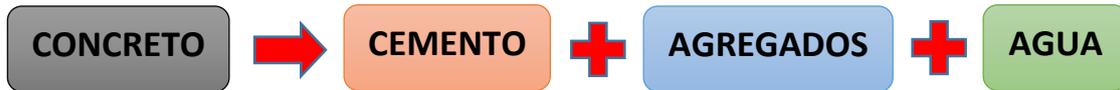
## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. CONCRETO**

#### **2.2.1.1. Definición**

El concreto es un material compuesto, formado esencialmente por una mezcla de proporciones exactas de: cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua, con o sin aditivos. Inicialmente denota una estructura plástica moldeable, posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes.

Figura 1: Componentes del concreto



Fuente: Elaboración propia

El cemento mezclado con una proporción de agua reacciona químicamente uniendo las partículas de los agregados, que hace que se produzca una reacción de hidratación. Algunas veces se añaden aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto.

### 2.2.1.2. Componentes del concreto

Los principales componentes del concreto son cuatro: cemento, agua, agregados y aditivos; como elementos activos, y el aire como elemento pasivo.

La definición Convencional consideraba a los aditivos como un elemento opcional, en la práctica moderna mundial estos componen son un ingrediente normal, por cuanto está comprobado científicamente que su empleo mejora las condiciones de trabajabilidad, resistencia y durabilidad, considerándose una solución más económica si se toma en cuenta el ahorro de mano de obra y equipo de colocación compactación, reparaciones e incluso en reducción de uso de cemento.

#### 2.2.1.2.1. Cemento Portland

El cemento portland es un aglomerante (material fuerte capaz de unir varios materiales y dar cohesión a un conjunto) hidrófilo (que absorbe agua fácilmente) resultante de la calcinación de rocas calizas, arsénicas y arcillas, a fin de obtener un polvo fino que mezclado con agua y en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de transformarse

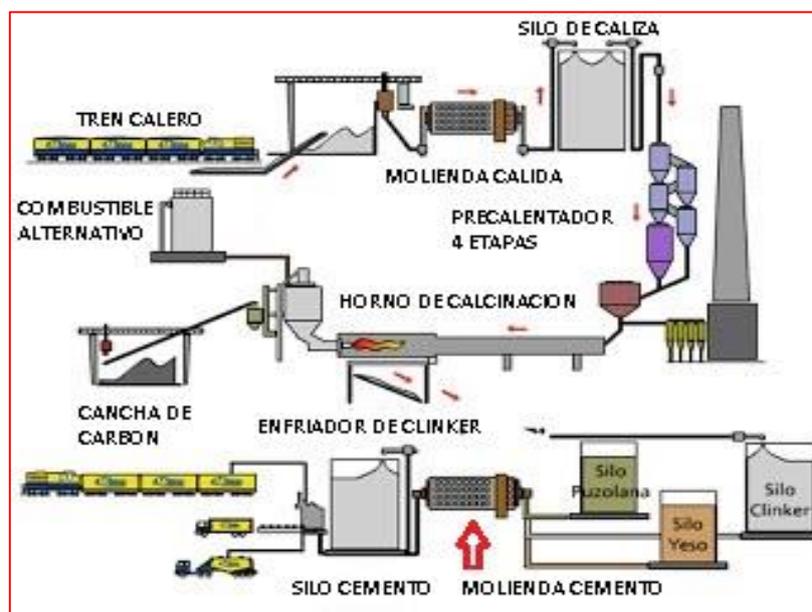
lentamente hasta formar un material endurecido con propiedades resistentes y adherentes. En esencia es un clinker refinado, generado por la cocción a elevadas temperaturas de mezclas que contienen cal, alúmina, fierro y sílice en determinadas proporciones.

#### A. Proceso de fabricación del cemento

Las materias primas (piedra caliza y arcilla), son finamente molidas y meticulosamente mezcladas, se calientan hasta principios de la fusión (1400 - 1450 C°) en grandes hornos giratorios, que pueden llegar a medir 200 metros de longitud y 5.50mts de diámetro.

Al material parcialmente fundido que sale del horno se le denomina “clinker” (pequeñas esferas de color gris negruzco, duras y de diferentes tamaños). El clinker enfriado y molido a polvo muy fino, es lo que constituye el cemento Portland comercial. Durante el proceso de molido se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 o 4%), para regular la fragua del cemento.

Figura 2: Proceso de fabricación del cemento



Fuente: <http://jyramosa.blogspot.pe>

## B. Componentes químicos de las materias primas del cemento

Los principales componentes químicos de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que interviene son:

Tabla 1: Componentes químicos principales de las materias primas del cemento

<i>Componentes químicos</i>		<i>Procedencia usual</i>
95%	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
95%	Oxido de Sílice (SiO <sub>2</sub> )	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita
5%	Oxido de Magnesio, sodio	Minerales Varios
5%	Potasio, Titanio, Azufre	Minerales Varios
	Fósforo y Manganeso	

Fuente: Pasquel C, E. (1998)

Los porcentajes típicos de los óxidos en que intervienen en el cemento portland son:

Tabla 2: Porcentajes típicos que intervienen en el cemento portland

Oxido Componentes	Porcentaje Típico	Abreviatura
CaO	61% -67%	C
SiO <sub>2</sub>	20% -27%	S
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4% - 7%	A
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2% - 4%	F
SO <sub>3</sub>	1% - 3%	
MgO	1% - 5%	
K <sub>2</sub> O y Na <sub>2</sub> O	0.25% - 1.5%	

Fuente: Pasquel C, E. (1998)

## C. Mecanismo de hidratación del cemento

Se denomina hidratación a las reacciones químicas producidas entre el agua y los componentes del cemento, haciendo que dicha mezcla cambie del estado plástico al endurecido.

La velocidad que desarrolla la hidratación es directamente proporcional a la finura del cemento e inversamente proporcional al tiempo, por lo que inicialmente es muy rápida y va disminuyendo paulatinamente en el transcurso del tiempo. Dependiendo de la temperatura, el tiempo, y la relación entre el agua y cemento, se pueden definir los siguientes estados para distinguir las etapas de procesos de hidratación.

- **Plástico**

Unión del agua y cemento fino, formando una pasta moldeable. en este estado se produce lo que se denomina periodo latente en que la reacciones se atenúan (disminuyen su intensidad). La acción del yeso hace que se contrarreste la velocidad de las reacciones.

- **Fraguado inicial**

Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empezando el endurecimiento y la pérdida de plasticidad a causa de la generación del calor de hidratación. En esta etapa la pasta puede mezclarse sin producirse deformaciones, ni alteraciones a la estructura que aún está en formación, este periodo dura alrededor de tres horas.

- **Fraguado final**

Se obtiene al término de la etapa del fraguado inicial, caracterizándose por el endurecimiento significativo y deformaciones permanentes.

#### **D. Tipos de cemento Portland**

Los cementos Portland, se fabrican en cinco tipos cuyas propiedades se han normalizado sobre la base de especificación (ASTM C – 150).

- **Tipo I:**

Es el cemento común, de uso general en la construcción, que es empleado en obras que no necesitan de propiedades especiales especificadas para los otros cuatro tipos de cemento.

- **Tipo II:**

Es el cemento modificado consignado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se solicita moderado calor de hidratación.

- **Tipo III:**

Cemento de alta resistencia inicial. El concreto producido con el cemento tipo III desarrolla una resistencia en tres días, la cual es equivalente a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II.

- **Tipo IV:**

Es el cemento del cual se requiere poco calor de hidratación. Recomendados para vaciado de grandes volúmenes de concreto.

- **Tipo V:**

Es el cemento el cual presenta alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas exhibidas a aguas con alto contenido de alcalis y estructuras expuestas al agua de mar.

#### **2.2.1.2.2. Agua**

Elemento irremplazable para la preparación del concreto y desarrollo de sus propiedades como: resistencia, trabajabilidad entre otros, por ende, es necesario que este componente cumpla con ciertos requisitos para

desempeñar correctamente su función en la combinación química y evitar que sustancias extrañas puedan dañar el concreto y/o al acero.

#### **A. Funciones principales del agua en la mezcla**

El agua en el concreto tiene tres funciones principales:

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para favorecer a la trabajabilidad del conjunto.
- Brindar la estructura de vacíos necesarios en la pasta, para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

#### **B. Requisitos que debe cumplir el agua de mezcla**

El agua a emplearse en la preparación del concreto, debe ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan alterar la óptima calidad del concreto o del acero. El problema principal del agua en la mezcla reside en la presencia de impurezas y las dosis de estas, que provocan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de las pastas del cemento. Por tanto, si se tuviera dudas de la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, es necesario llevar a cabo un análisis químico y de esta manera comparar con los parámetros máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua que a continuación indicaremos.

**Tabla 3: Límites permisibles para agua de mezcla**

<b>Descripción</b>	<b>Valor máximo admisible</b>
Sólidos en suspensión	5000 ppm
Materia orgánica	3 ppm
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1000 ppm
Sulfatos (ion SO <sub>4</sub> )	600 ppm
Cloruros (Ion Cl)	1000 ppm
pH	5.5 a 8

**Fuente: NTP 339.088**

Se admiten aguas potables y las Convencionalmente empleadas, es decir aquella que por sus componentes químicos y características físicas es usado para el consumo humano, aunque no necesariamente el agua que es usada para beber es óptima para el concreto.

### **C. Efectos del agua con impurezas**

Los efectos más perniciosos que causa las agua con presencia de impurezas son: lento proceso de endurecimiento, menor resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencia, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos, etc. Por tal motivo a continuación se nombra algunas de las aguas prohibidas para ser usados en la elaboración del concreto.

- **Aguas ácidas**

Son aquellas soluciones sulfatadas con alta presencia de metales y con un pH menor a 7

- **Aguas calcáreas, minerales, carbonatadas o saturadas**

Son aquellas que tienen presencia de un alto nivel de minerales, en particular sales de magnesio y calcio.

- **Aguas provenientes de minas o relaves.**

Son aguas con alta presencia de concentraciones químicas, como por ejemplo los relaves, los cuales son desechos tóxicos de procesos mineros con alta

concentración de minerales, usualmente constituidos por una combinación de rocas molidas, agua y bajas concentraciones de metales pesados, tales como, cobre, plomo, mercurio y metaloides como el arsénico.

- **Aguas que contengan residuos sólidos**

Son aguas con presencia y/acumulación de residuos solidos

### 2.2.1.2.3. Agregados

También llamado áridos u hormigón, son materiales no aglomerantes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar una estructura resistente. Su importancia radica en que constituyen alrededor del 75% en volumen de una mezcla de concreto convencional, siendo un factor que, dependiendo de la calidad que tenga, si ella es buena le puede otorgar mayores propiedades a la mezcla, convirtiéndola en una estructura densa y eficiente, así como una capacidad de manejo en el trabajo; por el contrario, si su superficie contiene barro, limo y materia orgánica el enlace del agregado con la pasta del cemento se puede ver debilitada. Los agregados naturales se clasifican en:

**Tabla 4: Clasificación de los agregados naturales**

<i>AGREGADO FINO</i>	Arena Fina
	Arena Gruesa
<i>AGREGADO GRUESO</i>	Grava
	Piedra
<i>HORMIGÓN</i>	Agregado Grueso (Grava) + Agregado Fino

Fuente: Abanto C, F. -(2009)

#### A. Agregado fino

Se considera como agregado fino aquella que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037, es decir, la arena o piedra natural finamente

triturada, de dimensiones reducidas que pasan por el tamiz de 3/8" (9.5 mm) y queda retenido en la malla N° 200. El agregado fino actúa como lubricante del agregado grueso, es decir permite que el agregado grueso se distribuya correctamente en la mezcla, haciendo que esta última sea más maniobrable durante el proceso de mezclado y colocación.

- **Granulometría del agregado fino**

El "Reglamento Nacional de Edificación", especifica la granulometría de la arena en concordancia con la norma del ASTM C-136, el cual se muestra a continuación.

**Tabla 5: Límites de granulometría del agregado fino**

<b>Límites de Granulometría del Agregado Fino</b>		
<b>Tamiz</b>		<b>Porcentaje que pasa (en masa)</b>
<b>9.5 mm (3/8 pulg.)</b>		<b>100</b>
<b>4.75 mm (No. 4)</b>		<b>95 a 100</b>
<b>2.36 mm (No. 8)</b>		<b>80 a 100</b>
<b>1.18 mm (No. 16)</b>		<b>50 a 85</b>
<b>600 µm (No. 30)</b>		<b>25 a 60</b>
<b>300 µm (No. 50)</b>		<b>5 a 30</b>
<b>150 µm (No. 100)</b>		<b>0 a 10</b>

Fuente: Norma ASTM C 136 / ITINTEC 400.037

- **Módulo de fineza**

Es el índice aproximado del tamaño medio de los agregados. El módulo de fineza se calcula sumando los porcentajes acumulativos retenidos de las mallas estándar hasta el tamiz N° 100 y dividido entre 100.

Según Abanto C, F. (2009), la arena debe tener un módulo de fineza no menor de 2.3 ni mayor que 3.1; se menciona también que las arenas comprendidas entre los módulos 2.2 y 2.8, producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación; y que las que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las más favorables para los concretos de alta resistencia.

## **B. Agregado grueso**

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz N° 4 (4.75 mm), proveniente de la desintegración de natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites ITINTEC 400.037.

Su función principal del agregado grueso es la de dar volumen y aportar su propia resistencia. Algunas pruebas empíricas mencionan que la piedra chancada da concretos ligeramente más resistentes que los hechos con piedras redondas.

### **B.1. Tipos de agregado grueso**

- **Gravas**

Es el conjunto de fragmentos pequeños de piedra ubicada corrientemente en canteras y lechos de ríos depositados en forma natural. Cada fragmento ha perdido sus aristas vivas y presentan forma más o menos redondeadas.

- **Piedra partida o piedra chancada**

Se denomina, al agregado grueso obtenido de la trituración artificial de cualquier tipo de rocas y gravas limpias, duras y resistentes.

### **B.2. Granulometría del agregado grueso**

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la Norma ITINTEC 400.037 o en la ASTM C-33, los cuales están indicados en la siguiente tabla.

**Tabla 6: Requerimientos de granulometría de los agregados gruesos**

Tamiz No.	Tamaño en mm.	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA POR EL TAMIZ												
		100 mm.	90 mm.	75 mm.	63 mm.	50 mm.	37.5 mm.	25 mm.	19.0 mm.	12.5 mm.	9.5 mm.	4.75 mm.	2.36 mm.	1.18 mm.
		3"	3.5"	3"	2.5"	2"	1.5"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16
1	90 a 37.5 mm.	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 15					
2	63 a 37.5 mm.			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 15					
3	50 a 25 mm.				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 15				
357	50 a 4.75 mm.				100	90 a 100		35 a		10 a 30		0 a 15		
4	37.5 a 19 mm.					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 15			
467	37.5 a 4.75 mm.					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 15		
5	25 a 12.5 mm.						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	25 a 9.5 mm.						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5		
57	25 a 4.75 mm.						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	19 a 9.5 mm.							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	19 a 4.75 mm.							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 a 4.75 mm.								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 a 2.36 mm.									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: Norma ITINTEC 400.037 o en la ASTM C-33

### B.3. El tamaño máximo

Según el “Reglamento Nacional de Edificaciones”, Norma E.060 – Concreto Armado, en el capítulo III, inciso 3.3.2, menciona que; en ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso deberá ser mayor que:

- 1/5, de la menor dimensión, entre caras del encofrado
- 1/3 de altura de las losas
- 3/4 del espacio libre entre las barras, paquetes, etc.

El tamaño máximo de los agregados gruesos, se fija por la exigencia de que pueda entrar fácilmente en los encofrados y entre las barras de la armadura.

Según Abanto C, F. (2009), se considera que, cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado se reducen los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. En general este principio es válido con agregados hasta 1 1/2”.

#### B.4. Requisitos de uso

El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duras, compactadas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.

Las partículas deben estar libres de tierra de polvo, limo, escamas, materias orgánicas, sales u otras sustancias dañinas.

#### C. Hormigón

Es importante resaltar que el término **hormigón** varía de significado en función a la geografía; para países de Europa como España, viene a ser lo que en Perú llamamos **concreto** (mezcla de cemento, agregado y agua). En esta investigación el término hormigón se define como el material que se encuentra en forma natural en la corteza terrestre, conformada por una mezcla de arena y grava (compuesta por cantos rodados, debido a que fueron transportados por medios naturales, como las corrientes de agua), caracterizado por presentar una granulometría irregular, debido a que se encuentra mezclado en proporciones arbitrarias.

Figura 3: Hormigón



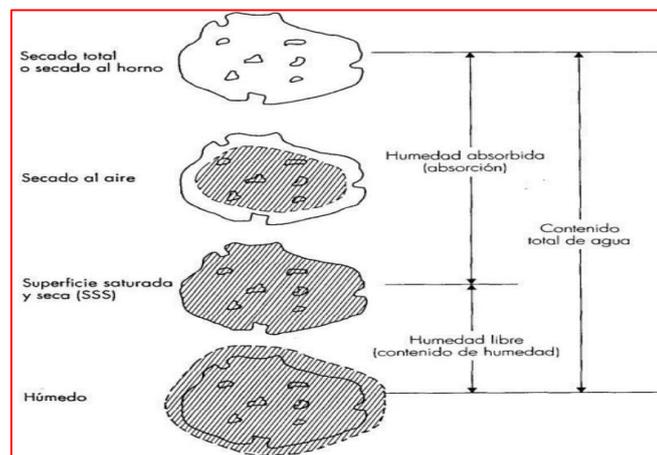
Fuente: Propia

## D. Humedad superficial de los agregados

### D.1. Condición en obra

Los agregados en obra pueden encontrarse en cuanto a humedad se refiere, en 4 condiciones: totalmente secos, semi-secos (algo de humedad, pero menos para saturarse), saturados, pero superfinalemente secos (las condiciones ideales en que los agregados ni añaden ni quitan agua a la mezcla), húmedos o mojados (contenido entre partículas más agua que la necesaria para saturarse)

Figura 4: Condición del agregado en obra



Fuente: Abanto C, F. – (2009)

En los cálculos para la proporción del concreto se considera al agregado en condiciones saturadas superficialmente secos, es decir con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial, condición ideal, sin embargo, los agregados húmedos son los que son más frecuentes en la práctica.

La falta de consideraciones de la humedad superficial, generan problemas en la transmisión de agua en el proceso de mezcla, ocasionando fallas en el posterior secado y originando un concreto débil. Sin embargo, ello debe de ser solucionado haciendo uso de un reajuste del

contenido de agua, ya sea agregando o restando un porcentaje adicional de dosaje de agua especificado, a fin de que el contenido de agua resulte el correcto.

### D.2. Contenido de humedad (% h)

La falta de consideraciones de la humedad superficial, generan problemas en la transmisión de agua en el proceso de mezcla.

El contenido de agua dentro de un agregado, expresado en porcentaje es por definición.

**Figura 5: Fórmula de cálculo del porcentaje de humedad**

$$\% \text{ humedad} = \frac{H - S}{S} \times 100$$

Fuente: Norma ASTM C-566

**Donde:**

H = Peso del agregado saturado

S = Peso del agregado en condición seca

### D.3. Absorción (% a)

Es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición seca a la condición de saturado superficialmente, se expresa en porcentaje.

**Figura 6: Fórmula de cálculo del porcentaje de absorción**

$$\% \text{ absorción} = \frac{D - S}{S} \times 100$$

Fuente Norma ASTM C-127 y ASTM C-128

**Donde:**

D = Peso del agregado saturado y superiormente seco

S = Peso del agregado en condición seca

#### D.4. Humedad superficial

La humedad superficial viene dada por la diferencia entre el contenido de humedad (%h) y el porcentaje de absorción (%A).

**Si (% h) > (% a);** En este caso el agregado aporta agua a la mezcla y dicha cantidad debe ser disminuida del agua de diseño para encontrar el agua efectiva o neta.

**Si (% h) < (% a);** En este caso el agregado tomará agua a la mezcla (agua que le falta para llegar a la condición ideal) debiendo aumentarse dicha cantidad del agua a la mezcla para no modificar el agua de diseño.

Para calcular el agua libre o el agua faltante de un agregado, se aplica la siguiente fórmula:

Figura 7: Fórmula de cálculo Aporte de agua

$$\text{Aporte de agua} = \frac{\%h - \%a}{100} \times P2$$

Fuente Abanto C, F. (2009)

#### 2.2.1.2.4. Aditivo

Se denomina aditivo a las sustancias añadidas a los componentes fundamentales del concreto con el propósito de modificar alguna de sus propiedades y hacerlo para el fin que se requiere. Estos pueden ser materiales orgánicos e inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento que modifican en forma dirigida algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento, etc.

#### A. Clasificación de aditivos

Según **Pasquel C, E. (1998)**, los diferentes tipos de aditivos, lo clasificaremos desde el punto de vista de las propiedades del concreto que modifican.

- **Aditivos acelerantes**

Sustancias que reducen el tiempo normal de endurecimiento de la pasta de cemento y/o aceleran el tiempo normal de desarrollo de la resistencia. En general los acelerantes reducen los tiempos de fraguado inicial y final del concreto y proveen una serie de ventajas como son:

- Desencofrado en menor tiempo de lo usual.
- Reducción del tiempo de espera necesario para dar acabado superficial.
- Reducción del tiempo de curado.
- Adelanto en la puesta en servicio de las estructuras.
- Posibilidad de combatir rápidamente las fugas de agua en estructuras hidráulicas.
- Reducción de presiones, sobre los encofrados posibilitando mayores alturas de vaciado.
- Contrarrestar el efecto de las bajas temperaturas en clima frío desarrollando con mayor velocidad el calor de hidratación, incrementado la temperatura del concreto y consecuentemente la resistencia.

- **Aditivos incorporadores de aire**

Los cambios de temperatura del agua (congelamiento y deshielo), provocan figuración inmediata si el concreto todavía no tiene suficiente resistencia en tracción para soportar estas tensiones o agrietamiento paulatino en la medida que la repetición de estos ciclos va fatigando el material.

Los incorporadores de aire originan una estructura adicional de vacíos dentro del concreto que permiten controlar y minimizar los efectos indicados.

- **Aditivos reductores de agua – plastificantes**

Son compuestos que permiten reducir el volumen de agua usado para la mezcla que la que se usa en condiciones normales para el concreto, produciendo mejores características de trabajabilidad y también de resistencia al reducirse la relación agua - cemento. Usualmente reducen el contenido de agua por lo menos en un 5% a 10%, el asentamiento en el tiempo es algo más rápida que el concreto normal, dependiendo principalmente de la temperatura de la mezcla. La dosificación normal oscila entre el 0.2% al 0.5% del peso del cemento y se usa diluidos en el agua de mezcla, además tienen una serie de ventajas como son:

- Economía, ya que se puede reducir la cantidad de cemento.
- Facilidad de procesos constructivos, pues la mayor trabajabilidad de las mezclas permite menor dificultad en colocarlas y compactarlas, con ahorro de tiempo y mano de obra.
- Trabajo con asentamientos mayores sin modificar la relación agua/cemento.
- Mejora significativa de la impermeabilidad.
- Posibilidad de bombear mezclas a mayores distancias sin problemas de aforos, ya que actúan como lubricantes reduciendo la segregación.

- **Aditivos superplastificantes**

Son reductores de agua – plastificantes especiales, los cuales han permitido el desarrollo de concretos de muy alta resistencia, produciendo resultados impresionantes en cuanto a la modificación de trabajabilidad. Por ejemplo, niveles de asentamiento de orden 2” a 3”, el añadirle superplastificantes puede producir asentamientos de orden de 6” a 8” sin alterar la relación agua/cemento, lo cual es un avance significativo en el proceso de construcción.

La dosificación usual es del 0.2% al 2% del peso del cemento, debiendo tenerse cuidado con las sobredosificaciones pues pueden producir segregación. Sus propiedades lo hacen ideales para vaciados con mucha congestión de estructura metálica donde el vibrado es limitado.

- **Aditivos impermeabilizantes**

Esta es una categoría de aditivos que solo se divide en teoría, pues en la práctica los productos que se usan son normalmente reductores de agua, que reducen la permeabilidad al bajar la relación agua/cemento y disminuir los vacíos capilares. Su uso está orientado hacia obras hidráulicas donde se requiere optimizar un nivel de estancado preciso de las estructuras.

No existe el aditivo que pueda garantizar impermeabilidad si no damos las condiciones adecuadas al concreto para que no exista rajaduras dentro de esta, ya que de nada sirve que apliquemos un reductor de agua muy sofisticado, si por otro lado no se consideran en el diseño estructural la ubicación adecuada de juntas de contracción y expansión, o no se optimiza el proceso constructivo y el curado para prevenir agrietamiento.

- **Aditivos retardadores**

Busca incrementar el tiempo de endurecimiento normal del concreto, con miras a disponer de un periodo de plasticidad mayor que facilite el proceso constructivo.

Su uso principal se amerita en los siguientes casos:

- Bombeo de concreto a largas distancias para prevenir atoros.
- Transporte de concreto en Mixers a largas distancias.
- Vaciado complicado o voluminosos, donde la secuencia de colocación del concreto provocaría juntas frías si se emplean mezclas con fraguados normales.
- Vaciados en climas cálidos, en que se incrementa la velocidad de endurecimiento de las mezclas convencionales.
- Mantener el concreto en situaciones de emergencia que obligan a interrumpir temporalmente los vaciados, como cuando se malogra algún equipo o se retrasa el suministro del concreto.

### **2.2.1.3. Propiedades del concreto**

#### **2.2.1.3.1. Propiedades del concreto en estado fresco**

##### **A. Trabajabilidad**

Definido como la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto, el cual está influenciado principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre los gruesos y finos.

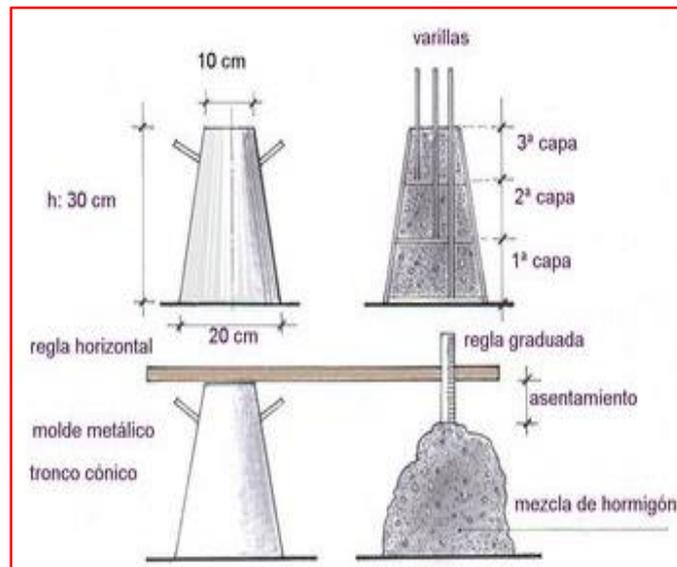
## B. Consistencia

Está definido por el grado de humedecimiento de la mezcla. La consistencia depende de:

- Agua de amasado
- Tamaño máximo de agregado
- Granulometría
- Forma de los agregados, influye mucho el método de compactación.

El método Convencional de medir la consistencia ha sido, desde hace muchos años, el “Slump” o asentamiento del “Cono de Abrams”, ya que permite una aproximación numérica de esta propiedad. El comportamiento en la prueba indica su “consistencia” o sea su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

Figura 8: Procedimiento para medir el asentamiento



Fuente: NTP 339.035 / ASTM C 143

### B.1. Tipos de consistencia

- Seca.
- Plástica.
- Blanda.
- Fluida.

Tabla 7: Clasificación del concreto fresco según su asentamiento

CONSISTENCIA	SLUMP	TOLERANCIA	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0" a 2"	0	Poco trabajable	Vibrado Energético.
Plástica	3" a 5"	-1/+1	trabajable	Vibrado Normal.
Blanda	6" a 9"	-1/+1	Muy trabajable	Apisonado.
Fluida	10" a 15"	-1/+1	Muy trabajable	Barra.

Fuente: Abanto C, F. – (2009)

### B.2. Limitaciones de aplicación

El ensayo de Abrams solo es aplicable en concretos plásticos. No tiene interés en las siguientes condiciones:

- En el caso de concretos sin asentamientos, de muy alta resistencia.
- Cuando el contenido de agua es menor de 160lts por m<sup>3</sup> de mezcla.
- En concretos con contenido de cemento inferior a 250 kg/m<sup>3</sup>.
- Cuando existe un contenido apreciable de agregado grueso de tamaño máximo que sobrepasa las 2.5.

### C. Segregación

Es un fenómeno perjudicial para el concreto que implica la separación de los áridos finos con los gruesos del mortero, produciendo en el elemento bolsones de piedra,

capas arenosas, cangrejeras, etc. Siendo el riesgo mayor cuanto más húmeda es esta y menor cuanto más seca lo es. Problemas de segregación se dan cuando se hace un mal transporte del concreto fresco, el cual tiene un componente sólido y líquido, por ejemplo, el traqueteo de las carretillas con ruedas metálicas tiende a producir que el agregado grueso se precipite al fondo mientras que la parte líquida asciende a la superficie, así también cuando se suelta el concreto de alturas mayores a  $\frac{1}{2}$  metro y cuando se moviliza a través de canales el efecto es semejante.

#### **D. Exudación**

Propiedad por la cual una parte del agua de la mezcla se separa de la masa y sobresale por encima hacia la superficie como consecuencia de sedimentación de los sólidos. Este fenómeno se presenta momentos después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado, el cual puede ser producto de la mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma, y de una mayor temperatura. La exudación es perjudicial para el concreto, pues puede disminuir su resistencia debido al incremento de la relación agua/cemento en esta zona.

### **2.2.1.3.2. Propiedades del concreto en estado endurecido**

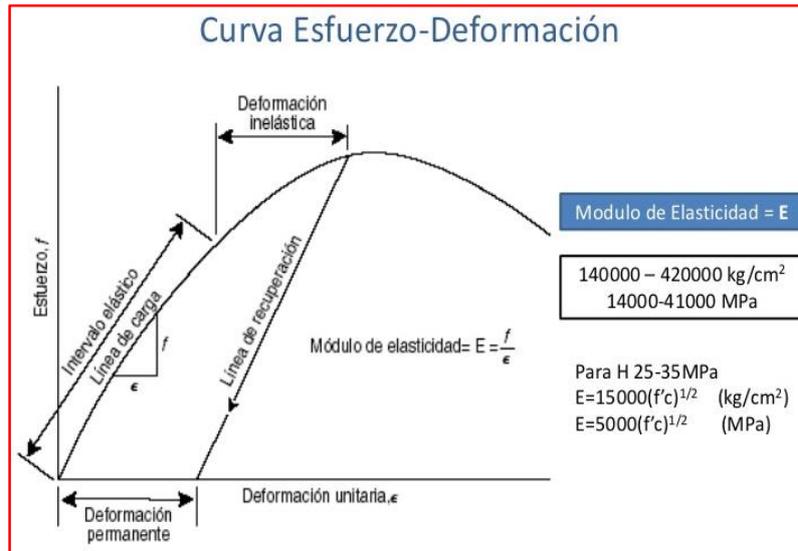
#### **A. Elasticidad**

En general, es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente, ya que no es un material elástico en realidad, convencionalmente se acostumbra definir un “Módulo de Elasticidad Estático” del concreto mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido que normalmente es un % de la tensión última. Los módulos de Elasticidad

normales oscilan entre 250,000 a 350,000 kg/cm<sup>2</sup> y están en relación inversa con la relación Agua/Cemento.

Conceptualmente, las mezclas más ricas tienen módulos de Elasticidad mayores y mayor capacidad de deformación que las mezclas pobres.

**Figura 9: Curva típica Esfuerzo – Deformación para el concreto bajo compresión**



Fuente: ASTM C-469

## B. Resistencia

Capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor accionar en compresión en comparación con la tracción, debido a la facilidad de adherencia de la pasta de cemento, el cual depende de la concentración de la pasta de cemento principalmente, que se expresa en términos de la relación agua/cemento en peso.

## C. Durabilidad

El concreto debe resistir una serie de condiciones desfavorables de la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido. Gran parte de los daños que sufre el concreto por intemperie pueden ser explicados por los procesos de congelación y descongelación que tiene el concreto. La resistencia a

esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2 a 6% de aire con un agente inclusor de aire o aplicando un revestimiento protector a la superficie.

#### **D. Impermeabilidad**

Es la capacidad del concreto de no permitir el paso del agua, una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso del agua deja vacíos y cavidades después de la evaporación y, si están interconectada, el agua puede penetrar o atravesar el concreto por los conductos generados por estos vacíos. La inclusión del aire (burbujas diminutas) así como un curado adecuado por tiempo prologado, suelen aumentar la impermeabilidad.

### **2.2.1.4. Tipos de concreto**

#### **A. Concreto simple**

Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua, el cual no contiene ningún tipo de elemento de refuerzo

#### **B. Concreto armado**

Es el concreto simple que lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la idea de que los dos materiales trabajan, actuando para soportar los problemas de tracción o incrementar la resistencia a la compresión del concreto.

#### **C. Concreto estructural**

Se denomina así al concreto simple, cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado, de acuerdo a especificaciones precisas que garanticen una resistencia mínima pre-establecida en el diseño y una durabilidad adecuada.

#### **D. Concreto ciclópeo**

Se denomina así al concreto simple, que está complementado con piedras que deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra, en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple, con un tamaño máximo de 10", cubriendo hasta el 30% como máximo, de volumen total.

#### **E. Concreto livianos**

Son preparados con agregados livianos y su peso unitario varía desde  $400 \text{ kg/m}^3$  a  $1700 \text{ kg/m}^3$ .

#### **F. Concretos normales**

Son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varía de  $2300$  a  $2500 \text{ kg/m}^3$ . Según el tamaño máximo del agregado. El peso promedio es de  $2400 \text{ kg/m}^3$

#### **G. Concretos pesados**

Son preparados utilizando agregados pesados, alcanzando el peso unitario entre  $2800$  a  $6000 \text{ kg/m}^3$ . Generalmente se unen agregados como baritas, minerales de fierro como la magnetita, limonita y hematita, también, agregados artificiales como fósforo de hierro y partículas de acero.

La aplicación principal de los concretos pesados la constituye la protección biológica contra los efectos de las radiaciones nucleares. También se utiliza en paredes de bóveda y caja fuerte, en pisos industriales y en la fabricación de contenedores para desechos orgánicos.

#### **H. Concreto prefabricado**

Elementos de concreto simple o armado, fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura.

#### **I. Concreto bombeado**

Concreto que es impulsado por bombeo, a través de tuberías hacia su ubicación final.

## **J. Concreto premezclado**

Es el concreto que se dosifica en planta que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y se entrega en el área de construcción en estado fresco y sin endurecer.

## **K. Concreto especiales**

Son aquellas cuyas características especiales no son la del concreto normal, contienen insumos, tecnología y aplicación especial como los reforzados con fibras (metálicas o no metálicas, etc.) o los fabricados sin uso de cemento portland, sino con polímeros.

### **2.2.2. RESISTENCIA DEL CONCRETO**

La resistencia del concreto es uno de los parámetros de la medición de la calidad del concreto, el cual viene a ser la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor accionar en compresión en comparación con la tracción, debido a la facilidad de adherencia de la pasta de cemento.

Existen una serie de ensayos e instrumentos igualmente válidos para medir la resistencia del concreto como: la resistencia a la flexión, la medición con sonda Windsor, el esclerómetro, medición con ultrasonidos, entre otros. Para esta investigación el cálculo de la resistencia del concreto se obtendrá a través del "Ensayo de Resistencia a la Compresión"- (ASTM C-39).

#### **2.2.2.1. Ensayo de compresión**

La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común que se emplea, el cual consiste en la elaboración de probetas cilíndricas en estado fresco, para luego de un cierto tiempo (por lo general 28 días) pueda ser insertado a la máquina de ensayos de compresión "Compresora" para ser roturado. Se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección (ASTM C-39).

Los resultados de las pruebas de resistencia se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada  $f'_c$  del proyecto.

**Figura 10: Compresora**



**Fuente: ASTM C-39**

### **2.2.3. CALIDAD DEL CONCRETO**

La calidad del concreto es la obtención de resultados esperados bajo ciertos parámetros, obtenidos mediante un conjunto de procedimientos técnicos planificados, cuya práctica permite que el producto final (concreto endurecido) cumpla con los requisitos solicitados. Esto se logra mediante el control adecuado de cada uno de los factores que intervienen en el proceso de preparación del concreto y cuidado del concreto.

#### **2.2.3.1. Control de calidad del concreto**

El control de calidad del concreto, es el conjunto de procedimientos técnicos planeados, bajo reglas y ensayos normados como: la ASTM C, RNE, etc., que permiten inspeccionar y corroborar que el concreto cumpla con los requerimientos especificados reglamentados.

El control de la calidad del concreto es realizado tanto en estado fresco como estado endurecido, debido a que el concreto inicialmente denota una estructura plástica moldeable, que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes.

### 2.2.3.1.1. Control de la calidad del concreto fresco

Conjunto de procedimientos normados que permiten controlar la calidad del concreto en estado plástico.

#### A. Muestreo de concreto fresco - ASTM C-172

El objetivo es establecer los procedimientos técnicos para obtener muestras representativas del concreto fresco, y así poder realizar los ensayos correspondientes para determinar el cumplimiento de requisitos de calidad.

- **Muestreo**
  - El tiempo para obtener una muestra debe ser el más corto posible, pero en ningún caso debe exceder los 15 min.
  - No olvidar combinar y remezclar con una pala la muestra para asegurar la uniformidad luego de obtener la muestra.
- **Equipo para muestreo de concreto**
  - Recipiente no absorbente de capacidad mayor a 28 lts (carretilla).
  - Palas
  - Cucharones

Figura 11: Obtención de la muestra representativa



Fuente: Propia

## B. Peso unitario y rendimiento - ASTM C 138

El objetivo es determinar el peso de 1 m<sup>3</sup> de concreto. El peso unitario normalmente está entre 2240 kg/m<sup>3</sup> a 2460kg/ m<sup>3</sup>

Figura 12: Fórmula de cálculo del peso específico del concreto fresco

$$\text{PUCF (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso total (kg)} - \text{Peso recipiente (kg)}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

Fuente: NTP 339.046 /ASTM C 138

Figura 13: Fórmula del cálculo del rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso total de la tanda (kg)}}{\text{Peso unitario promedio (kg/ m}^3\text{)}}$$

Fuente: NTP 339.046 /ASTM C 138

## C. Elaboración y curado de probetas de concreto ASTM C-31

El objetivo es la elaboración y curado de las probetas cilíndricas representativas del concreto colocado en obra

Este procedimiento aplica para cilindros de 6" x 12" (15x30cm) usando concreto con un asentamiento ≥ 1 pulgada (2.5 cm)

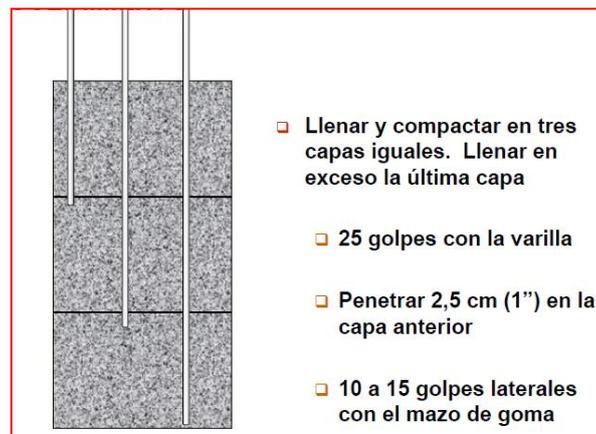
### • Equipo para muestreo de concreto

- Moldes cilíndricos
- Varilla (Barra de acero liso con punta semiesférica) de Ø 5/8" (16mm) x 24" (600 mm)
- Mazo de goma
- Pala, plancha de albañil, regla para enrasar
- Carretilla u otro recipiente para muestreo y remezclado

- **Procedimiento**

- Colocar los moldes en una superficie nivelada, libre de vibraciones, tránsito vehicular o peatonal, y evitando la exposición directa al sol.
- Los moldes deben estar limpios y cubiertos con aceite mineral (desmoldante)
- Humedecer todas las herramientas
- Llenar y compactar simultáneamente en todos los moldes en tres capas
- Evitar segregación
- Utilizar un cucharón pequeño (1/2 L)

**Figura 14: Procedimiento de elaboración de probetas de concreto**



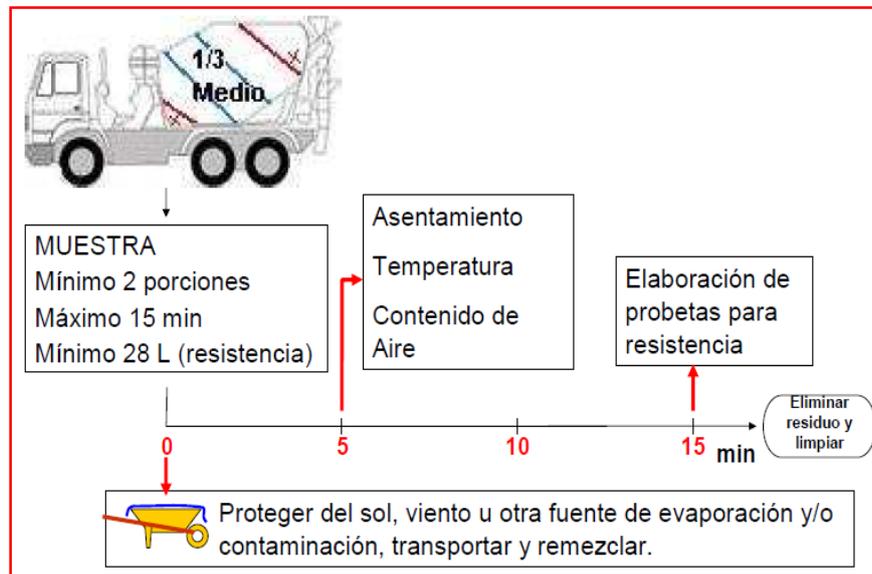
Fuente: Norma ASTM C-31

- **Curado estándar**

- Antes de las 48 h después de moldeadas.
- Máximo en 30 min después de desmoldar, colocar las probetas en una solución de agua de cal 3 g/L
- El propósito del curado húmedo es para maximizar la hidratación del cemento.

## D. Tiempo límites de ensayos del concreto fresco

Figura 15: Tiempo límites de ensayos del concreto fresco



Fuente: NTP 339.036 / ASTM C-172

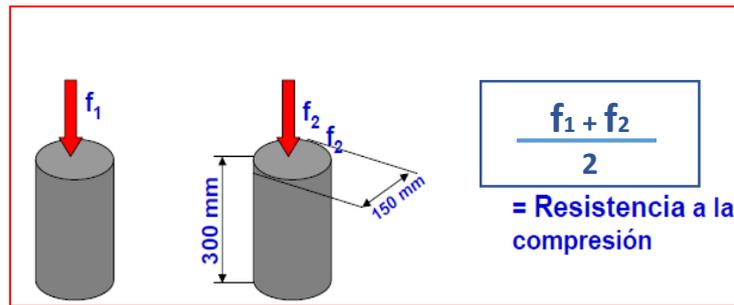
### 2.2.3.1.2. Control de calidad del concreto endurecido

Conjunto de procedimientos normados que permiten saber la calidad del concreto en estado endurecido. Para esta investigación el cálculo de la resistencia del concreto se obtendrá a través del “Ensayo de Resistencia a la Compresión” – (ASTM C 39).

#### A. Ensayo de resistencia a la compresión ASTM C 39

Es la medida más común de desempeño que usan los ingenieros para diseñar cualquier estructura, sus resultados de pruebas de resistencia a la compresión ( $f'c$ ), se usan fundamentalmente para evaluar el cumplimiento del concreto suministrado con la resistencia especificada medido en  $f'c$ . Por definición un ensayo de resistencia corresponde al promedio de la resistencia de dos probetas de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, ensayados a los 28 días.

Figura 16: Resistencia a la compresión, promedio de 2 probetas de 6"x 12"



Fuente: NTP 339.034 / ASTM C 39

## B. Conformidad

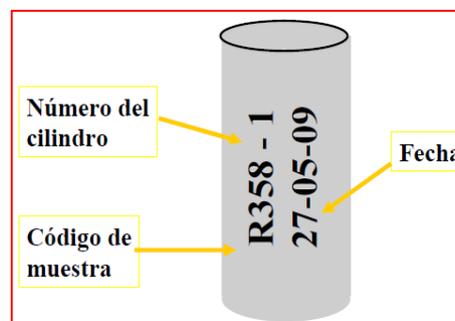
La resistencia a la compresión es CONFORME si:

- Cada promedio aritmético de dos ensayos de resistencia consecutivos a 28 días será mayor o igual a  $f'_c$ .
- Ningún ensayo individual de resistencia será menor que  $f'_c$  en más de  $35 \text{ kg/cm}^2$  cuando  $f'_c$  es  $35 \text{ kg/cm}^2$  o menor.
- Ningún ensayo individual de resistencia será menor que  $f'_c$  en más de  $0.10f'_c$  cuando  $f'_c$  es mayor a  $350 \text{ kg/cm}^2$ .

## C. Procedimiento de ensayo de resistencia de compresión

1° Identificar las probetas antes de refrentarlas

Figura 17: Identificación de probetas



Fuente: NTP 339.033 / ASTM C 31

## 2°. Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo

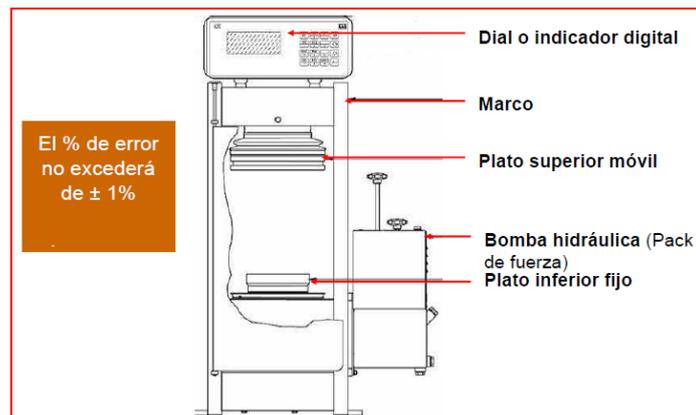
Figura 18: Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo

Edad de Ensayo	Tolerancia de tiempo Permisible NTP 339.034	
	horas	%
24 h	± 0.5	± 2.1
3 d	± 2	± 2.8
7 d	± 6	± 3.6
28 d	± 20	± 3.0
90 d	± 48	± 2.2

Fuente: NTP 339.034 / ASTM C 39

## 3° Prensa para ensayo de resistencia a la compresión

Figura 19: Prensa para ensayo de resistencia a la compresión



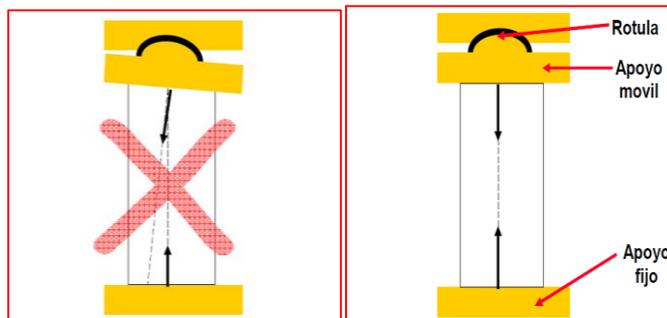
Fuente: NTP 339.034 / ASTM C 39

## 4°. Preparación y acondicionamiento de las probetas

- No debe permitir que los cilindros se sequen antes de la prueba
- El diámetro de la probeta debe determinarse con aproximación de 0.1 mm promediando las medidas de 2 diámetros perpendiculares entre sí a una altura media del espécimen.
- Para conseguir una distribución uniforme de la carga:
  - Se refrentan con mortero de azufre o con tapas de almohadillas de neopreno.

- Colocación de la probeta:
  - Limpiar las superficies de los bloques superior e inferior y ambos lados de la probeta
  - Centrar las probetas en la máquina de ensayo
  - Se carga hasta completar la rotura, debe ser axial

**Figura 20: Forma correcta de aplicación de la carga axial**

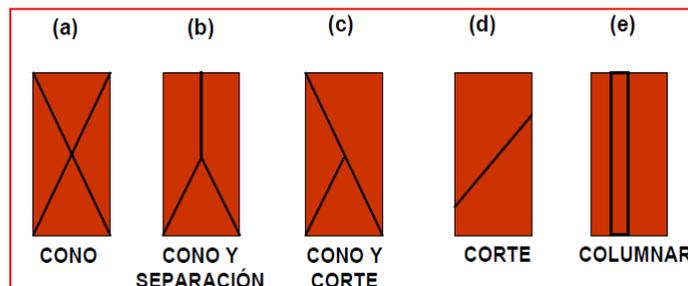


Fuente: NTP 339.034 / ASTM C 39

### 5°. Velocidad de carga

- No aplicar la carga en forma continua y constante. En el rango de 14 a 34 MPa/s durante la última mitad de la fase de carga.
- Se debe anotar el tipo de falla.

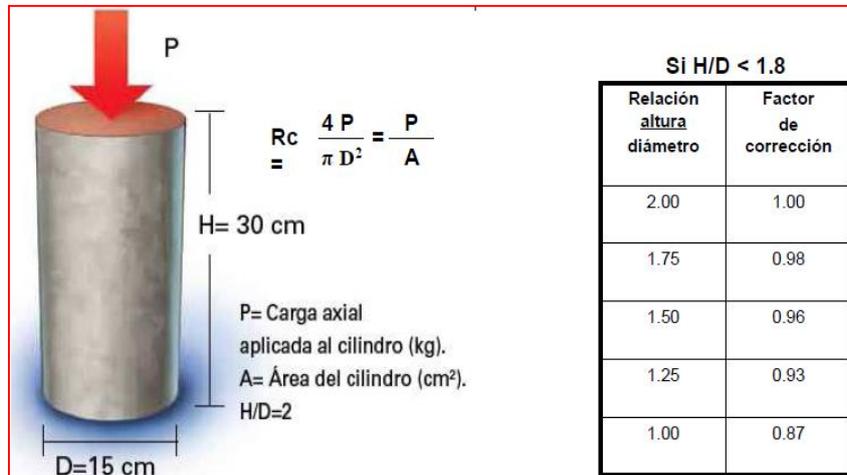
**Figura 21: Tipos de Fallas**



Fuente: NTP 339.034 / ASTM C 39

## 6°. Expresión de resultados

Figura 22: Factor de corrección



Fuente: NTP 339.034 / ASTM C 39

### 2.2.4. DISEÑO DE MEZCLA

Es un proceso que consiste en estimar el porcentaje de participación de los componentes que forman el concreto (cemento, agregados, agua y aditivos), con el fin de obtener los mejores resultados, principalmente en lograr resistencia a compresión dado un determinado tiempo, así como una trabajabilidad apropiada. Si se logran estas dos propiedades las otras propiedades del concreto también serán satisfactorias.

Según **Laura, H, S. (2006)**. Se debe tener en cuenta lo siguiente:

#### 2.2.4.1. Consideraciones básicas

##### A. Economía

El costo del concreto es la suma de la mano de obra, materiales y equipamiento. En ese sentido, el costo del cemento es el que más se tiene en consideración puesto que es más costoso que los agregados. Es claro que minimizar el contenido del cemento en el concreto es el factor más importante para reducir el costo del concreto. En general, esto puede ser hecho del siguiente modo:

- Utilizando el menor slump que permita una adecuada colocación.
- Utilizando el mayor tamaño máximo del agregado (respetando las limitaciones indicadas).
- Utilizando una relación óptima del agregado grueso al agregado fino.
- Y cuando sea necesario utilizando un aditivo conveniente.

Se debe señalar que, en adición al costo, hay otros beneficios relacionados con un bajo contenido de cemento, habrá menor calor de hidratación y las contracciones serán reducidas.

### **B. Trabajabilidad**

Existen diferentes métodos de diseños de mezcla de concreto, pero por lo general un concreto apropiadamente diseñado debe permitir ser colocado y compactado apropiadamente con el equipamiento disponible. El asentamiento del concreto debe ser el requerido y la segregación deben ser minimizada. El concreto debe ser suministrado con la trabajabilidad mínima que permita una adecuada colocación. La cantidad de agua requerida por trabajabilidad dependerá principalmente de las características de los agregados.

### **C. Resistencia y durabilidad**

En general un concreto de alta calidad debe tener una resistencia requerida a compresión, pero también se podría requerir que el concreto cumpla ciertos requisitos de durabilidad, tales como resistencia a las condiciones de cambio de estado del agua (congelamiento y deshielo) o a la degradación por agentes químicos. Estas consideraciones podrían establecer limitaciones adicionales en la relación agua/cemento, por lo que el uso de aditivos permitiría que se mantenga un nivel de relación agua/cemento bueno y tener estas condiciones cubiertas.

#### **2.2.4.2. Información requerida para el diseño de mezcla**

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Perfil y textura de los agregados
- Tipo y marca del cemento
- Peso específico del cemento
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento

#### **2.2.4.3. Pasos para el cálculo de las proporciones**

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezcla de la siguiente manera:

- Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de obra.
- Elección de la resistencia promedio ( $f_{cr}$ ).
- Elección del asentamiento (Slump).
- Selección del tamaño máximo del agregado grueso.
- Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
- Selección de la relación agua/cemento ( $a/c$ ).
- Cálculo del contenido de cemento.
- Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
- Ajustes por humedad y absorción.
- Cálculo de proporciones en peso.
- Cálculo de proporciones en volumen.

- Cálculo de cantidades por tanda.

## **2.2.5. PROCESOS CONSTRUCTIVOS, PROCESOS DE PREPARACIÓN Y CUIDADO DEL CONCRETO**

### **2.2.5.1. Procesos constructivos**

Se define procesos constructivos al conjunto de pasos sucesivos o independientes unas de otras en el tiempo, necesarias para obtener como fin la construcción de una infraestructura (Ejemplo, encofrado, etc.)

### **2.2.5.2. Procesos de preparación y cuidado del concreto**

Se define proceso de preparación y cuidado del concreto, a los procesos de: dosificación, mezclado, transporte, colocado, consolidado y curado del concreto.

### **2.2.5.3. Etapas**

#### **2.2.5.3.1. Etapa prevaciado del concreto**

Es la etapa en el que se llevan a cabo todas las actividades constructivas requeridas que tienen por finalidad habilitar los procedimientos constructivos de la etapa de vaciado de concreto. Algunas de estas son:

- Habitación y colocación del encofrado, acero, etc.
- Proceso de dosificación de los componentes del concreto.
- Proceso de mezclado del concreto.
- Proceso de transporte del concreto fresco

#### **2.2.5.3.2. Etapa de vaciado del concreto**

Es la etapa en el que se realizan los procesos de **colocación y consolidación** del concreto en estado fresco.

#### **2.2.5.3.3. Etapa posvaciado del concreto**

Es la etapa en el que se realizan los procesos de **curado** del concreto en estado endurecido.

### **2.2.6. AUTOCONSTRUCCIÓN**

Se entiende por autoconstrucción al proceso de construcción o edificación de modo informal, sin un control técnico adecuado, realizado por sus propios usuarios, basados en estrategias dirigidas a sustituir personal calificado y/o empresas del rubro por operadores aficionados que no garantizan el cumplimiento de normas y reglamentos de construcción.

### **2.2.7. VIVIENDA**

Es un tipo de edificación cuya principal función es ofrecer refugio y habitación a las personas, protegiéndolas de las inclemencias climáticas y de otras amenazas.

#### **2.2.7.1. Tipos de Viviendas**

Los tipos de viviendas se pueden clasificar en función a diferentes criterios, en esta oportunidad daremos principal importancia a los tipos de vivienda clasificados por mancomunidad y por el tipo de material de construcción, ya que son los aspectos que son analizados en esta investigación.

##### **2.2.7.1.1. Según a la asociación con otras viviendas**

Se toma énfasis en este tipo de viviendas, debido a que es el criterio que usa La Municipalidad Distrital de El

Tambo, para clasificar el tipo de vivienda de su jurisdicción. Estos tipos de viviendas son (Vivienda Unifamiliar, Vivienda Bifamiliar y Vivienda Comercio).

Como dato estadístico, a continuación, en la **Tabla 8** se muestra el número de “**Licencias de Edificación**” de las viviendas en estudio, emitidas por la Municipalidad Distrital de El Tambo, en los últimos 6 años (**validado en el Anexo A5**).

**Tabla 8: N° de Licencias emitidas por la Municipalidad Distrital de El Tambo, por año**

NÚMERO DE LICENCIAS DE EDIFICACION EMITIDAS POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE EL TAMBO (POR AÑO)					
ITEM	AÑO	TIPO DE VIVIENDA			CANT. DE LICENCIAS EMITIDAS POR AÑO
		VIV. UNIFAMILIAR	VIV. BIFAMILIAR	VIV. COMERCIO	
1	2010	88	177	163	428
2	2011	91	151	191	433
3	2012	229	200	215	644
4	2013	160	174	147	481
5	2014	115	160	102	377
6	2015	169	137	156	462

**Fuente: Municipalidad Distrital de El Tambo**

#### **A. Viviendas unifamiliares**

Refiere al tipo de vivienda donde reside una familia. Según el “*Reglamento Nacional de Edificaciones*”, es la unidad de vivienda sobre un lote de terreno.

#### **B. Viviendas bifamiliares**

Refiere al tipo de vivienda donde reside dos familias. Según el “*Reglamento Nacional de Edificaciones*”, es la unidad de vivienda sobre un lote de terreno.

#### **C. Vivienda comercio**

Son viviendas que aparte de albergar como refugio a la familia, tienen como característica principal un área para la generación de una actividad económica.

### 2.2.7.1.2. Según el material de construcción

Según el Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007 – INEI. La distribución de los tipos de viviendas en el distrito de El Tambo, según el material de construcción son:

**Tabla 9: Tipos de viviendas según el material de construcción**

Material	Cantidad de Vivienda	
	Numero	%
Ladrillo O Bloque De Cemento	24340.08	65.80%
Adobe Y/O Tapia	8618.90	23.30%
Quincha	369.91	1.00%
Piedra Con Barro	369.91	1.00%
Madera	739.82	2.00%
Estera	73.98	0.20%
Otro	1109.73	3.00%
No Indica	3773.08	10.20%
	36991.00	

**Fuente: Censo Nacional XI de Población y VI de Vivienda 2007 – INEI**

En función a nuestro campo de estudio, nos centraremos en las viviendas construidas con material noble, el cual representa el mayor porcentaje de viviendas construidas en el distrito de El Tambo.

### 2.2.7.2. Vivienda de material noble

Son las viviendas construidas con paredes de ladrillo o bloques de cemento y elementos estructurales de concreto armado que son las encargadas de dar rigidez a las estructuras.

Los elementos estructurales principales de toda edificación son las losas, vigas, columnas, muros o placas, escaleras y cimentación. Siendo definidos a continuación según **Blanco B, A. (1990)**.

#### 2.2.7.2.1. Losas

Las losas son elementos estructurales que hacen posible la existencia de los pisos y techos de una edificación

Desde el punto de vista estructural tiene dos funciones principales: la primera, transmisión de las cargas de gravedad (cargas propias de la losa, la sobrecarga, el piso terminado y eventualmente tabiques u otros elementos apoyados en ellos) hacia las vigas; y la segunda, ligadas a las cargas de sismo, que es la obtención de la unidad de la estructura, de manera que esta tenga un comportamiento en cada piso, logrando que las columnas y muros se deformen a una misma cantidad en cada nivel.

#### **2.2.7.2.2. Tipos de losas**

Las losas se pueden subdividir en: losas macizas, losas nervadas y losas aligeradas.

- **Losas macizas**

Las losas macizas son las losas que tienen un espesor, íntegramente de concreto armado.

- **Losas nervadas**

Las losas nervadas se caracterizan por tener nervios o viguetas cada cierta distancia, unidas por una losa maciza superior más delgada.

- **Losas aligeradas**

Las losas aligeradas son en esencia losas nervadas, pero tienen como diferencia, que el espacio existente entre las nervaduras o viguetas este relleno de un ladrillo aligerado (con espacios tubulares). En el Perú las losas aligeradas se hacen con viguetas de 10 cm. de ancho separadas una distancia libre de 30cm debido a que estos ladrillos se fabrican con este ancho.

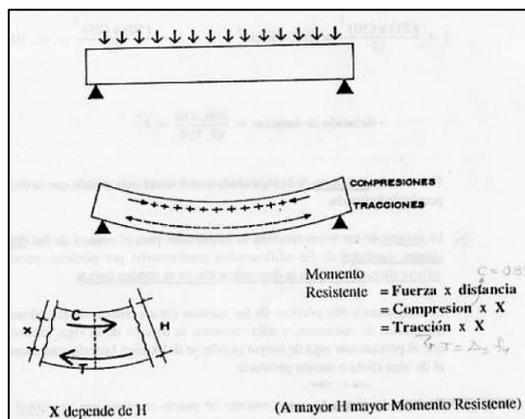
### 2.2.7.2.3. Vigas

Son los elementos estructurales que reciben las cargas de las losas, y las transmiten hacia otras o directamente hacia las columnas o muros. Además, las vigas tienen la función sísmica importantísima. Esta es la de constituir junto con las columnas o muros los elementos resistentes a los diferentes esfuerzos producidos por las fuerzas horizontales de sismo (cortante, momentos y axiales), y ser los elementos que ayuda a proporcionar rigidez lateral.

Las vigas pueden ser peraltadas o chatas, dependiendo de su altura o peralte, se denomina viga peraltada a aquella que tiene una altura mayor al espesor del techo.

El comportamiento en flexión de una viga origina esfuerzos de compresión y tracción. Estas fuerzas internas estarán espaciadas una cierta distancia que será mayor mientras mayor sea el peralte de la viga.

Figura 23: Comportamiento de una viga (Flexión)



Fuente: Blanco B, A. (1990)

### 2.2.7.2.4. Columnas

Las columnas son elementos estructurales sometidas a carga axial y momento flector (flexocompresión), que tienen la tarea fundamental de transmitir las cargas de las losas hacia los cimientos.

Las columnas pueden ser clasificados de diferentes maneras. La clasificación que se presenta a continuación, es una de las tantas posibles.

- **Por la ubicación del refuerzo**
  - Columnas con refuerzo en dos caras
  - Columnas con refuerzo en las cuatro caras
- **Por la forma y el tipo de confinamiento**
  - Columnas con estribos
  - Columnas con espirales
- **Por la Esbeltez de la Columna**
  - Columnas cortas: los efectos de esbeltez son despreciables
  - Columnas largas: es necesario considerar los efectos de esbeltez

#### **2.2.7.2.5. Cimentación**

Son elementos estructurales que tienen como función transmitir las cargas y momentos de una edificación hacia el suelo, de tal manera que la presión transmitida sea menor a la que el suelo pueda resistir.

Las cimentaciones son las bases que sirven de sustentación de toda edificación, siendo calculados teniendo en consideración varios factores tales como composición y resistencia del terreno, las cargas propias del edificio y otras cargas.

#### **2.2.8. RECURSO HUMANO**

Conjunto de personas caracterizados por desempeñar una variada lista de actividades en el proceso de construcción.

### 2.2.8.1. Persona con formación académica profesional de la especialidad

Se denomina persona con formación académica profesional de la especialidad, a la persona con una serie de conocimientos formados en un centro de educación de nivel superior (Universidad), capacitado para planificar, concebir y desarrollar proyectos de construcción como las edificaciones. Las personas con formación académica profesional de la especialidad son: los Egresados, Bachilleres y Titulados de Ingeniería Civil.

En función a lo mencionado líneas arriba, esta investigación recomienda que las personas con formación académica profesional de la especialidad que estén a cargo de la construcción cumplan con ciertos requisitos, a fin de garantizar una construcción de calidad. Otro punto tomado en cuenta para la elaboración de la siguiente tabla (**Tabla 10**), son los costos, ya que no es lo mismo pagar por los servicios de un Ingeniero Titulado, que por un Bachiller o por un Egresado, es por ello que se establece cierto número de años de experiencia, con la finalidad de que esta persona no necesariamente sea un Ingeniero titulado, sino también pueda ser un Bachiller o un Egresado, los cuales cuentan con la suficiente preparación académica, que sumado los años de experiencia, tienen la capacidad de cumplir de manera eficiente con los trabajos encomendados de la construcción de viviendas.

**Tabla 10: Profesional Calificado**

CARRERA PROFESIONAL	GRADO ACADÉMICO	AÑOS DE EXPERIENCIA	SUSTENTO
Ingeniero Civil o Arquitecto	Egresado	3 Años	Tiempo suficiente para que el Egresado que tiene la formación de gestionar, planificar, diseñar proyectos de ingeniería, adquiera la experiencia suficiente para ir escalando cargos cada vez más ambiciosos como: practicante, asistente de obra, etc. y de esta manera estar capacitado para desempeñarse de manera eficiente.
	Bachiller	2 Años	Tiempo suficiente para que el Bachiller, debido al grado con que cuenta, escale rápidamente en cargos más ambiciosos como: asistente de obra, etc.
	Titulado	0.5 Años	Debido al grado, el Ingeniero Titulado es el profesional idóneo para gestionar, planificar, diseñar estos proyectos de manera eficiente.

Fuente: Elaboración Propia

Debido a que las viviendas (unifamiliar, bifamiliar y vivienda comercio) en la zona no son de gran envergadura, las otras personas con formación académica profesional de la especialidad capacitado para ejercer este puesto son los Arquitectos (con los mismos grados y años de experiencia de la **Tabla 9**), ya que están suficientemente preparados para consolidar este tipo de proyectos.

#### **2.2.8.2. Técnico en construcción civil**

Se denomina técnico en construcción civil a la persona con una serie de conocimientos formados en un centro de educación de nivel superior (Tecnológico), con una duración de 3 años, capacitado para intervenir en desarrollo de proyectos de ingeniería, así como en la ejecución del mismo. El Técnico en Construcción Civil es la persona idónea para desempeñarse como Maestro de Obra.

#### **2.2.8.3. Trabajadores de construcción civil**

Según el *Decreto Supremo de fecha 02/03/45*, son los trabajadores que están incluidos en el régimen de construcción civil, el cual considera a toda persona que realiza la labor de construcción, los cuales son:

- **Operario**

Son los trabajadores calificados en una especialidad en el ramo, como: pintores, electricistas, albañiles, mecánicos, gasfiteros, maquinistas, etc.

- **Oficial o ayudante**

Trabajadores que desempeñan las mismas ocupaciones, pero laboran como ayudantes del operario.

- **Peón**

Trabajador no calificado que es ocupado indistintamente en diversas tareas de la industria de la construcción.

#### **2.2.8.4. Encargados de la construcción**

Los encargados de la construcción, son los trabajadores que se encargan de la organización en el día a día de una obra de construcción. Las personas idóneas para este cargo son los “Profesionales Calificados”, pero en la práctica en el ámbito de este estudio por lo general es el “Maestro de Obra”.

#### **2.2.9. EQUIPOS DE CONSTRUCCIÓN**

Son aparatos que tienen por finalidad suplantar los trabajos manuales de manera eficiente. Los equipos mínimos que se requiere para la preparación del concreto en la construcción de viviendas de manera eficiente son:

##### **2.2.9.1. Mezcladora**

Es la máquina que tiene por función remplazar el mezclado manual de los componentes del concreto (cemento, agregado, agua y/o aditivo) de forma homogénea. Una de las ventajas del uso de esta máquina es que evita la pérdida de agua de la mezcla del concreto, debido a que el material del tambor es metálico. Entre los tipos de mezcladora tenemos: el de **tipo tolva** y **tipo trompo**.

Las mezcladoras más comunes son las de 7, 9, 11 y 14 pies cúbicos de capacidad. Si se usan mezcladoras de 7 o 9 pies cúbicos, se puede producir tandas de una bolsa de cemento como máximo, si se usa mezcladoras de 14 pies cúbicos, se puede producir tandas de 2 bolsas de cemento.

A continuación, se muestra el tiempo mínimo de mezclado para garantizar una mezcla homogénea, el cual está en función de la capacidad de mezcladora.

**Tabla 11: Tiempo mínimo de mezclado**

Tiempo mínimo de mezclado			
CAPACIDAD DE MEZCLADORA		TIEMPO (EN MINUTOS)	
Yarda Cúbica	m <sup>3</sup>	Bureau de Reclamation	ASTM
1	0,75	—	1
2	1,5	1 ½	1 ¼
3	2,3	2	1 ½
4	3	2 ½	2

**Fuente: Norma ASTM C685**

### **2.2.9.2. Winche**

Son equipos con motores de gran potencia que permite elevar cargas mediante un cable de acero a través de una polea giratoria. Este equipo tiene por función trasportar cargas (mezcla de concreto, material de construcción, etc.) a grandes alturas de manera eficiente.

### **2.2.9.3. Vibrador de concreto**

El vibrador de concreto es un equipo diseñado para funcionar en concreto de asentamiento media y alta. que tiene como función eliminar las burbujas de aire en la mezcla de concreto en el momento de su colocación, reduciendo la cantidad de vacíos, logrando obtener una mejor calidad del concreto. Para un correcto uso, la vibradora debe penetrar verticalmente, y no de forma inclinada, El vibrado debe terminar cuando desaparezcan las burbujas de aire de la superficie. El excesivo tiempo de vibrado puede producir segregación (que las piedras se separen del resto de la mezcla).

## **2.2.10. HERRAMIENTAS EN LA CONSTRUCCIÓN**

Son objetos elaborados con el fin de facilitar la realización de ciertos trabajos que requiere el uso de una cierta fuerza. Entre estas podemos mencionar: la lampa, martillo, torniquete, nivel, serrucho, cuchara, carretilla, etc.

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. MÉTODO GENERAL – MÉTODO CIENTÍFICO**

En esta investigación se utilizó el MÉTODO CIENTÍFICO como método general. En la actualidad según Ander (2000):

**“El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Asimismo, el significado de la palabra ‘método’ ha variado. Ahora se le conoce como el conjunto de técnicas y procedimientos que le permiten al investigador realizar sus objetivos”.**

En este sentido, para esta investigación se hizo necesaria la utilización del método ANALÍTICO – SINTÉTICO como parte del método general científico, el cual se enfoca en la observación de las partes del fenómeno por separado para luego formular ideas de la causalidad individual sobre el fenómeno, en el caso específico de la investigación analizamos la calidad del concreto, el cual está en función de la unión ciertos parámetros como, dosificación, control de los procesos constructivos, etc., para luego entender su causalidad individual, es decir, si existe la adecuada dosificación, etc. esto se relaciona positivamente con la calidad del concreto y de la misma manera con las demás partes (a esto se denomina análisis), para luego unificar las partes en un proceso que recupera las características del fenómeno en sí, es decir, determinar conjuntamente si la resistencia del concreto efectivamente cumple los estándares normados mediante las pruebas de ensayo de compresión

elegidas para esta investigación (síntesis). Mediante el método de análisis se pretende determinar la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo de la provincia de Huancayo – Región Junín. Así mismo se hará uso de los métodos constructivos y de planificación interpretativos, más conocido como Método Hermenéutico que a decir **Oseda (2008)**, consiste en:

**“Los Métodos Hermenéuticos parten de hechos y fenómenos de la realidad, los mismos que previo a un riguroso análisis se deslindan e interpretan, llegándose a propuestas y conclusiones individuales y colectivas”.**

### **3.1.2. MÉTODO ESPECÍFICO**

Se utilizaron el: MÉTODO DE OBSERVACIÓN y el METODO DE MEDICIÓN ESTADÍSTICA acorde al uso de un enfoque CUANTITATIVO de investigación, en razón que los datos obtenidos, se tratan de datos descriptivos y susceptibles de interpretación, por ser datos categoriales y que se someterán a un análisis estadístico, es decir genera un modelo teórico de manera científica con la finalidad de entender cuál es la calidad del concreto, los beneficios e importancia que conlleva usar un concreto de buena calidad en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo. Asimismo, mediante la observación se captará aquellos aspectos que son más relevantes al fenómeno o hecho a investigar; recopilando los datos que se estimen pertinentes, por lo que los parámetros de calidad en el cumplimiento de las especificaciones técnicas en su elaboración del concreto, está en relación con las variables de estudio, correspondiendo al problema general planteado en la investigación.

### **3.1.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Por su finalidad de estudio, el tipo de investigación de acuerdo a las variables propuestas y el objetivo general y específicos de la investigación es de tipo: APLICADA – OBSERVACIONAL – COMPARATIVA, en principio es de tipo aplicada por basarse en teoría ya establecida; observacional, puesto que el método de observación rige la investigación a partir de un proceso de

indagación a través de la apreciación directa del fenómeno, y finalmente comparativa en sentido de hacer uso de los recursos comparativos, tanto en el proceso de diferenciar entre las muestras y también para poder determinar niveles inferiores o superiores respecto de las normas ya establecidas que han sido seleccionadas para esta investigación.

#### **3.1.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño que se utilizará en el trabajo de investigación es DESCRIPTIVO; de acuerdo a los indicadores: observación; y la prueba de resistencia para la variable: CALIDAD DE CONCRETO mediante el ensayo de compresión, así mismo los indicadores: tipo de vivienda y ubicación de la vivienda, para la variable: CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS.

### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.2.1. POBLACIÓN UNIVERSO**

La población universo lo constituye todas de viviendas unifamiliares, viviendas bifamiliares y viviendas comercio del distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, de la región Junín.

#### **3.2.2. POBLACIÓN OBJETIVO**

La población objetivo lo constituye todas de viviendas unifamiliares, viviendas bifamiliares y viviendas comercio del distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, de la región Junín, en proceso de construcción, específicamente en el proceso de vaciado de losas y vigas, los cuales son vaciados monolíticamente.

#### **3.2.3. MUESTRA**

La muestra es no probabilística, debido a que no se cuenta con la lista completa de número de viviendas que se vienen construyendo, pese a que se cuenta con un número de licencias de edificación emitida por la Municipalidad de El Tambo, este no garantiza la cantidad real de viviendas que vienen

construyendo, debido a la alta tasa de informalidad que existe en mencionado distrito. Viéndonos obligados a optar por una muestra por conveniencia, delimitando el número de edificaciones estudiadas a 24 unidades. Esta técnica consiste en seleccionar una muestra de la población por el hecho que sea accesible.

### 3.3. VARIABLES

Tabla 12: Variables

VARIABLE 1	VARIABLE 2
CALIDAD DEL CONCRETO	CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA

Fuente: Elaboración propia

#### 3.3.1. VARIABLE 1: CALIDAD DEL CONCRETO

Es la obtención de resultados esperados bajo ciertos parámetros, obtenidos mediante un conjunto de procedimientos técnicos planificados, cuya práctica permite que el producto final (concreto endurecido) cumpla con requisitos solicitados.

#### 3.3.2. VARIABLE 2: CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

Es la realización de un conjunto de procesos constructivos enmarcados en el campo de la arquitectura e ingeniería, donde se aplican el arte y técnicas para materializar una vivienda; es cual es un tipo de edificación que exige, antes de su ejecución, disponer de un proyecto y una planificación predeterminedada.

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas e instrumentos de recopilación de datos e información que se utilizaron en esta investigación, está comprendida de la siguiente manera:

### **3.4.1. TÉCNICAS**

- Búsqueda e identificación de muestras (viviendas unifamiliares, viviendas bifamiliares y viviendas comercio) en proceso de construcción.
- Toma de datos mediante un formato establecido (Observaciones)
- Extracción de probetas de concreto en estado fresco del proceso de vaciado de las viviendas muestreadas.

### **3.4.2. INSTRUMENTOS**

- Hojas encuestadoras de recolección de datos
- Referencias electrónicas
- Cuadros estadísticos
- Software estadístico
- Diagramas de distribución
- Ensayos en laboratorio
- Análisis de resultados

## **3.5. PROCEDIMIENTOS**

### **3.5.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El área de investigación de esta investigación, comprende el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, de la Región Junín del país de Perú. Este distrito se encuentra ubicado en la sierra central del país, en el lado norte del distrito de Huancayo, hacia la orilla izquierda del río Mantaro a 3,253 metros sobre el nivel del mar, y a 12° 03' 14" L.S. y 75° 12' 55" L.O. de G.

**Figura 24: Mapa del distrito de El Tambo**



Fuente: Banco de información distrital

### **3.5.2. TRABAJO EN CAMPO**

#### **3.5.2.1. Exploración e identificación de muestras**

Consistió en la búsqueda e identificación viviendas (unifamiliares, bifamiliares y viviendas comercio) en estudio, que se encuentren en proceso de construcción, para ser más exactos; antes, durante y después del proceso de vaciado de elementos estructurales de losas y vigas vaciados de forma monolítica. A continuación, se evidencia las viviendas muestreadas.

**Figura 25: Vivienda N° 01 – Vivienda Comercio**



Fuente: Propia

**Figura 26: Vivienda N° 02– Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 27: Vivienda N° 03– Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 28: Vivienda N° 04– Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 29: Vivienda N° 05 – Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 30: Vivienda N° 06 – Vivienda Bifamiliar**



**Fuente: Propia**

**Figura 31: Vivienda N° 07– Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 32: Vivienda N° 08– Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 33: Vivienda N° 09 – Vivienda Unifamiliar**



**Fuente: Propia**

**Figura 34: Vivienda N° 10 – Vivienda Unifamiliar**



**Fuente: Propia**

**Figura 35: Vivienda N° 11 – Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 36: Vivienda N° 12 – Vivienda Unifamiliar**



**Fuente: Propia**

**Figura 37: Vivienda N° 13 – Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 38: Vivienda N° 14 – Vivienda Bifamiliar**



**Fuente: Propia**

**Figura 39: Vivienda N° 15 – Vivienda Unifamiliar**



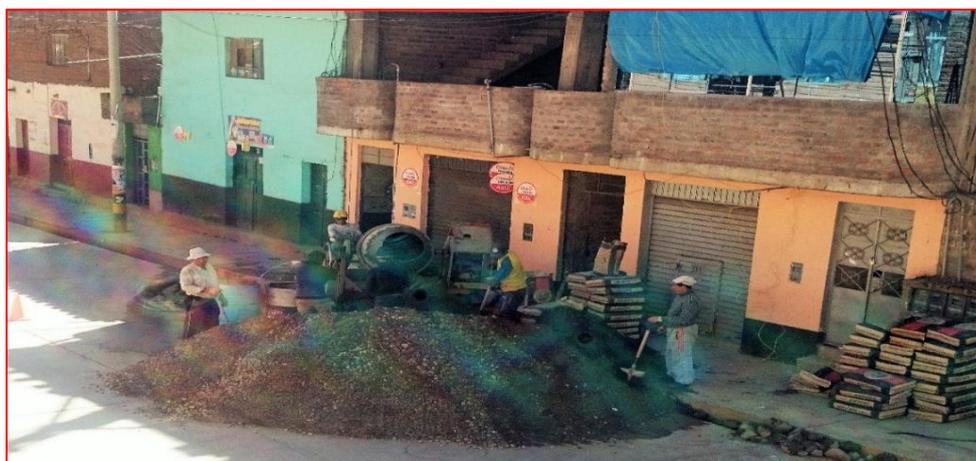
**Fuente: Propia**

**Figura 40: Vivienda N° 16 – Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 41: Vivienda N° 17 – Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 42: Vivienda N° 18 – Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 43 Vivienda N° 19 – Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 44: Vivienda N° 20 – Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 45: Vivienda N° 21 – Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 46: Vivienda N° 22 – Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 47: Vivienda N° 23 – Vivienda Comercio**



**Fuente: Propia**

**Figura 48: Vivienda N° 24 – Vivienda Unifamiliar**



**Fuente: Propia**

**Figura 49: Elaboración de concreto con asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad**



**Fuente: Propia**

### **3.5.2.2. Observación y Recolección de Datos**

La toma de datos se realizó con la utilización del formato preestablecido (ver **Anexo A1**), el cual recabó información necesaria y relevante de cada una de las viviendas muestreadas. La información que se levantó, recopiló la siguiente información: **datos generales, datos específicos, cantidades y dosificaciones, control de materiales, procesos constructivos, procesos de preparación y cuidado del concreto, y aspecto legal**, El formato preestablecido se muestra a continuación:

# RECOLECCIÓN DE DATOS N° \_\_\_\_\_

## I. DATOS GENERALES

OBRA .....  
 REGIÓN .....  
 PROVINCIA .....  
 DISTRITO .....  
 DIRECCIÓN .....

1/4 Hojas



ÁREA DE VACIADO  m2  
 ESPESOR DE LOSA  M  
 LOSA DEL N° DE NIVEL  NIVEL  
 CONCRETO TOTAL USADO  M3

CONCRETO EN LOSA  M3  
 CONCRETO EN VIGAS  M3  
 CONCRETO EN ESCALERAS  M3

## II. DATOS ESPECÍFICOS

### TIPO DE CONCRETO

CONVENCIONAL   
 PREMEZCLADO   
 OTRO

### PRESENCIA DE PROFESIONAL CALIFICADO

SI  DETALLAR QUE PROFESIONAL: .....  
 NO  PORQUE? .....



### CUENTA CON PLANOS DE CONSTRUCCIÓN

SI   
 NO  PORQUE? .....

### MATERIALES E INSUMOS

CEMENTO  MARCA .....

### TIPO DE AGREGADO USADO

Piedra Chancada  procedencia .....  
 Arena Gruesa  procedencia .....  
 Hormigon  procedencia .....

### AGUA

POTABLE   
 OTRO  Detallar .....

### ADITIVO

SI  Detallar .....  
 NO

### HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

MEZCLADORA  LAMPA   
 WINCHE  BUGUIS   
 VIBRADOR  OTROS

### III. CANTIDADES Y DOSIFICACIONES

2.4 Hojas

#### MANO DE OBRA (EN UND)

PROFESIONAL CALIFICADO

MAESTRO DE OBRA

OPERARIO

OFICIAL

PEON - LATERO



#### CUENTA CON DISEÑO DE MEZCLA

SI

NO  Detallar

DESCONOCEN EL USO

#### PESO DE HORMIGÓN QUE CARGA CADA LAMPA (EN KG.)

	1ro	2do	3ro	4to	5to	6to
Hormigon (kg)						

PESO PROMEDIO DE HORMIGÓN QUE CARGA CADA LAMPA EN Kg

 Kg

EQUIVALENCIA
PIE CUBICO <-> 42.5 Kg
5.5 - 6 Lampas <-> PIE CUBICO
1 Lampa <-> 7.08 Kg - 7.72 Kg

#### CANTIDAD DE LAMPAS CARGADOS CON HORMIGÓN, POR CADA TANDA DE UNA BOLSA DE CEMENTO

	1ro	2do	3ro	4to	5to	6to
HORMIGON						

 Lampas

#### PESO PROMEDIO DE HORMIGÓN POR CADA TANDA DE UNA BOLSA DE CEMENTO (EN KG.)

PESO PROMEDIO DE HORMIGÓN POR C/TANDA
=
PESO PROMEDIO QUE CARGA CADA LAMPA (KG)
×
CANT. PROMEDIO DE LAMPAS CARGADO CON HORMIGÓN

PESO PROMEDIO DE HORMIGÓN POR C/TANDA



0.00 Kg

#### CANTIDAD DE AGUA USADO EN CADA TANDA POR UNA BOLSA DE CEMENTO (EN LITROS)

RECIPIENTE  BALDE (CAPACIDAD DE 20L)

	1ro	2do	3ro	4to	5to	6to	
1ER BALDE							LITROS
2DO BALDE							LITROS
<b>TOTAL</b>							LITROS

CANTIDAD PROMEDIO DE AGUA USADO POR CADA TANDA EN "L"

 LITROS

### IV. CONTROL DE MATERIALES

#### 4.1. CEMENTO

PROTEGIDOS/HUMEDAD SI  NO

BOLSA SELLADA SI  NO

PESO  Kg

NOMBRE / FABRICACION

ANTIGÜEDAD  MES

OBSERVAC. ....

.....

.....

.....

**4.2. AGUA**

3/4 Hojas

LIMPIA	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
APARIENCIA	.....			
POTABLE	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
OBSERVAC.	.....			
	.....			
	.....			

**4.3. HORMIGÓN**

ENSUCIA LAS MANOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
BRILLA	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
ESTADO	SECO	<input type="checkbox"/>		
	HUMEDO	<input type="checkbox"/>		
	SATURADO	<input type="checkbox"/>		
OBSERVAC.	.....			
	.....			

**4.4. PIEDRA CHANCADA**

DURA Y COMPACATA	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
TAMAÑO DECLARADO	.....			
LAVADO ANTES	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
FORMA	.....			
OBSERVAC.	.....			
	.....			

**4.5. ARENA GRUESA**

ENSUCIA LAS MANOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>		
BRILLA	.....					
GRABO GRUESO Y FINOS	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>		
ESTADO	SECO	<input type="checkbox"/>	HUMEDO	<input type="checkbox"/>	SATURADO	<input type="checkbox"/>
OBSERVAC.	.....					
	.....					

**V. PROCESOS CONSTRUCTIVOS, Y PROCESOS DE PREPARACIÓN Y CUIDADO DEL CONCRETO**

**5.1. EN LA ETAPA PREVACIADO DEL CONCRETO**

OBSERVAC. Con respecto al *proceso de encofrado*

.....

.....

.....



Con respecto al *proceso de mezclado*

.....

.....

.....



Con respecto al *proceso de conducción y transporte*

.....

.....

.....

**5.2. EN LA ETAPA DE VACIADO DEL CONCRETO**

4.4 Hojas

HORA DE INICIO  HORA DE FINALIZACION   
DESCANSO / TIEMPO PERDIDO  TIEMPO TOTAL  TIEMPO EFECT.

OBSERVAC. Con respecto al proceso de consolidacion



.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**5.3. EN LA ETAPA POSTVACIADO DEL CONCRETO**

CURADO SI  especifique  
NO

OBSERVAC. ....  
.....  
.....

**VI. ASPECTO LEGAL**

**A.- LA VIVIENDA CUENTA CON LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN**

SI  especifique .....

NO  Porque ?

### 3.5.2.3. Ensayos realizados en campo

Conjunto de procedimientos técnicos aplicados en base a normas estándares, realizados en cada una de las viviendas muestreadas, con la finalidad de obtener y garantizar información representativa.

#### 3.5.2.3.1. Muestreo de concreto fresco (ASTM C-172)

El objetivo es obtener muestras representativas de concreto fresco, sobre las cuales se realizan ensayos con el fin obtener información.

##### Equipos para muestreo de concreto

Los equipos y herramientas utilizados en la extracción del concreto fresco mezclado en obra, fueron humedecidas antes de su utilización, es preciso resaltar que los ensayos no sobrepasaron los 15min, respetando nomas estándares.

##### A. Recipiente no absorbente de capacidad > 28 L

Figura 50: Carretilla; recipiente no absorbente



Fuente: Elaboración Propia

##### B. Palas, cucharones

Figura 51: Palas y cucharones



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2.3.2. Peso Unitario y Rendimiento (ASTM C-138)

El objetivo del ensayo del peso unitario es determinar el peso de 1 m<sup>3</sup> de concreto.

#### A. Equipos – Peso Unitario

- Balanza y Varilla lisa de 5/8" de 600mm

Figura 52: Balanza electrónica y varilla de Ø 5/8" (16 mm) x 24" (600mm)



Fuente: Propia

- Recipiente cilíndrico, Placa de Enrasado y Mazo de goma.

Figura 53: Recipiente cilíndrico, placa de enrasado y mazo de goma



Fuente: Propia

#### B. Procedimiento – Peso unitario

1°. Determinación del peso del recipiente en kg.

**Figura 54: Pesado del molde metálico**



**Fuente: Propia**

2°. Llenado y compactado en tres capas

**Figura 55: Llenado y compactado en tres capas**



**Fuente: Propia**

3°. Enrasado de la superficie del concreto

**Figura 56: Enrasado de la superficie del concreto**



**Fuente: Propia**

#### 4°. Aplicación de Fórmula para el cálculo del PUCF

Luego de haber realizado los procedimientos normados y haber obtenido los datos requeridos, se aplicó la siguiente formula.

$$PUCF \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso total (kg)} - \text{Peso recipiente (kg)}}{\text{Volumen del recipiente (m}^3\text{)}}$$

Ejemplo de la vivienda N° 01 muestreada

##### **Datos**

Peso del recipiente (kg)	= 2.735 kg
Peso total (kg)	= 9.351 kg
Volumen del recipiente(m <sup>3</sup> )	= 0.00278 m <sup>3</sup>

Aplicación de fórmula

$$PUCF = \frac{9.351 - 2.735}{0.00278}$$

$$PUCF = 2379.85 \text{ kg / m}^3$$

#### **3.5.2.3.3. Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto para pruebas de compresión (NTP 339.033 - ASTM C-31)**

La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que primero se tomó muestras en estado plástico, mediante la Norma ASTM C-31, con el fin de obtener probetas cilíndricas representativas.

##### **A. Cantidad de testigos por vivienda**

Para que las muestras sean representativas se extrajeron 02 testigos cilíndricos de concreto por vivienda, esto en cumplimiento a lo especificado según norma. Los cuales se menciona a continuación.

- Según el “Reglamento Nacional de Edificaciones”, Norma E.060 – Concreto Armado, en el capítulo V, inciso 5.1.6 menciona “se considera como un ensayo al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de una misma muestra de concreto ensayadas a los 28 días o a la edad ensayo establecida para la determinación”
- Según el “Reglamento Nacional de Edificaciones”, Norma E.060 – Concreto Armado, en el capítulo V, inciso 5.6.2 menciona “las muestras para los ensayos no deben tomarse no menos de una vez por día, ni menos de una vez por cada 50 m<sup>3</sup>, ni menos de una vez por cada 300m<sup>2</sup> de superficie de losas”

**B. Equipos – Elaboración de Especímenes de Concreto**

- Moldes Cilíndrico

**Figura 57: Molde cilíndricos de 6 x 12 pulgadas (15 x 30cm)**



**Fuente: Propia**

- Varillas, cucharón, carretilla

**Figura 58: Varilla de  $\varnothing$  5/8" (16 mm) x 24" (600mm), cucharones y lampa**



**Fuente: Propia**

- Maso de goma

**Figura 59: Mazo de goma**



**Fuente: Propia**

### **C. Procedimiento – Elaboración de probetas de concreto**

1°. Colocar los moldes en una superficie nivelada, libre de vibraciones

**Figura 60: Colocado de los moldes sobre una superficie nivelada**



**Fuente: Propia**

2°. Llenado y compactado de los moldes en tres capas

**Figura 61: Llenado y compactado en tres capas**



Fuente: Propia

3°. Identificación de especímenes

**Figura 62: Identificación de especímenes**



Fuente: Propia

4°. Curado de testigos

**Figura 63: Curado de probetas**



Fuente: Propia

### 3.5.3. TRABAJO EN LABORATORIO

Esta etapa de trabajo en laboratorio, consistirá en realizar los ensayos a las probetas de concreto que se obtuvieron en las visitas de campo, mediante procedimientos técnicos y normas como: la ASTM C-39 “Ensayo de Resistencia a la Compresión”.

#### 3.5.3.1. Ensayo de resistencia a compresión (ASTM C-39)

##### A. Equipos – Ensayo de resistencia a la compresión

- Prensa para ensayo de resistencia a la compresión

Figura 64: Prensa para ensayo de resistencia a la compresión



Fuente: Propia

- Almohadillas de neopreno

Figura 65: Almohadillas de neopreno



Fuente: Propia

- Balanza digital

**Figura 66: Balanza digital**



**Fuente: Propia**

- Wincha

**Figura 67: wincha (para medir la longitud de las probetas)**



**Fuente: Propia**

- Vernier

**Figura 68: Vernier (para medir los diámetros de las probetas)**



**Fuente: Propia**

## B. Procedimiento – Ensayo de resistencia a la compresión

1°. Identificar las probetas antes de refrentarlas

**Figura 69: Probetas identificadas**



Fuente: Propia

2°. Pesado de cada de probetas

**Figura 70: Pesado de cada uno de probetas**



Fuente: Propia

3°. Medida del diámetro de las probetas

**Figura 71: Medida del diámetro de las probetas (diámetro superior y diámetro inferior)**



Fuente: Propia

4°. Medida de la longitud de probetas

**Figura 72: Medida de la longitud de probetas (en tres puntos distintos alrededor del diámetro)**



**Fuente: Propia**

5°. Colocado de las probetas en la compresora

**Figura 73: Colocado de las probetas en la compresora**



**Fuente: Propia**

6°. Anotación del tipo de falla

**Figura 74: Anotación del tipo de falla**



**Fuente: Propia**

### 3.5.4. ANÁLISIS DE GABINETE

#### 3.5.4.1. Análisis e interpretación de información obtenida

En conformidad a los objetivos, esta etapa permitirá:

- A. Clasificar ordenadamente la información de campo obtenida a fin de obtener valores representativos.
- B. Evaluar e interpretar la información de campo obtenida.
- C. Realizar una serie de cuadros estadísticos que nos permitan interpretar de forma concisa, los datos obtenidos en campo.
- D. Analizar e interpretar la información de campo en laboratorio.
- E. Realizar comparaciones en base a la información obtenida y resultados de laboratorio.

#### 3.5.4.2. Cálculo de rendimiento

Esta etapa permitirá calcular el **rendimiento de producción del concreto** “in situ” el cual abarcará los procesos de: dosificación, mezclado, colocado y consolidación de las viviendas visitadas y permitirá realizar comparaciones con los rendimientos de la última edición [N° 12] de “Costos y presupuestos en edificación” de la Cámara Peruana de Construcción – CAPECO

Para el caso del concreto premezclado, esta etapa permitirá calcular el **rendimiento del proceso de colocación y consolidado del concreto**.

Para dicho fin (cálculo de rendimientos), se hará uso de las siguientes fórmulas que se utilizaron en la investigación “Estudio de la Calidad del Concreto en la Construcción de Viviendas y Pavimentos de Vías del Cono Norte” - Villanueva F., S. M. (2003).

### Fórmula de cálculo de rendimiento en m<sup>3</sup> por horas hombre

$$\text{Rendimiento h-h} = \frac{\text{Volumen de Concreto}}{\text{Duración X Hombres}} \quad (\text{m}^3/\text{H-H})$$

### Fórmula de cálculo de rendimiento en m<sup>3</sup> por Jornal

$$\text{Rendimiento} = \text{Rendimiento h-h X Hombres X 8horas} \quad (\text{m}^3/\text{jornal})$$

### Fórmula de cálculo de rendimiento en m<sup>3</sup> por hora

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Volumen de Concreto}}{\text{Tiempo}} \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

#### 3.5.4.3. Cálculo de la dosificación por m<sup>3</sup>

La dosificación por metro cúbico de concreto de las viviendas que usaron concreto convencional, fueron calculados de la siguiente manera. Dichos datos y cálculos están anexados en el **Anexo A2**.

#### 1°. Para una mejor comprensión, calcularemos la dosificación de componentes del concreto de la vivienda muestreada N° 03

Dato 1: Peso de hormigón usado por cada tanda (kg) = 259.92 kg

Dato 2: Cantidad de agua usado por cada tanda (kg) = 25.33 lt

Dato 3: Peso de cemento por cada tanda (kg) = 42.5 kg

Dato 4: Peso específico del concreto fresco (kg/m<sup>3</sup>) = 2354.31 kg/m<sup>3</sup>

Dato 5: Peso específico del hormigón (kg/m<sup>3</sup>) = 1675.17 kg/m<sup>3</sup>

Dato 6: cantidad de concreto (m<sup>3</sup>) = 7.55 m<sup>3</sup>

#### 2°. Paso: Peso de la colada (sumatoria de componentes) (kg)

Peso de la colada= 327.75 kg

**3°. Paso: Cálculo de rendimiento de una bolsa de cemento (m<sup>3</sup>)**

$$\text{Rendimiento c/bolsa} = \text{Peso de la colada/P.E. del concreto fresco}$$

$$\text{Rendimiento de una bolsa de cemento} = 0.139 \text{ m}^3$$

**4°. Paso: Cálculo del factor cemento (bls)**

$$\text{Factor cemento} = \text{Peso unitario del concreto/Peso de colada}$$

$$\text{Factor cemento} = 7.18 \text{ bolsas}$$

**5°. Paso: Cálculo del volumen de hormigón en c/tanda**

$$\text{Vol. de hormigón c/tanda} = \text{Peso de hormigón c. tanda/P.E. del hormigón}$$

$$\text{Hormigón} = 0.155 \text{ m}^3$$

**6°. Paso: Cálculo de la cantidad de hormigón por m<sup>3</sup>**

$$\text{Hormigón por m}^3 = \text{Peso de hormigón c. tanda} \times \text{factor cemento}$$

$$\text{Hormigón} = 1.115 \text{ m}^3$$

**7°. Paso: Cálculo de la cantidad agua por m<sup>3</sup> (litros)**

$$\text{Agua} = \text{Peso de agua c. tanda} \times \text{factor cemento}$$

$$\text{Agua} = 0.182 \text{ litros}$$

**8°. Paso: Para el cálculo del costo, la dosificación se multiplica por el c/u de cada componente.**

DOSIFICACIÓN POR m <sup>3</sup>		
CEMENTO	(BLS)	7.18
HORMIGÓN	(M3)	1.115
AGUA	(M3)	0.182

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

El llenado de los formatos con la información de campo, que consta de 4 hojas anexados en el **(Anexo A1)**, se realizó de forma personal en 24 puntos distintos del distrito de El Tambo de la provincia de Huancayo. Para mejor identificación, a continuación, se muestra en la **Tabla 13.** las direcciones domiciliarias

**Tabla 13: Cuadro de información general de las viviendas muestreadas**

N° DE VIVIENDA	DIRECCIÓN	TIPO DE VIVIENDA	TECHO DEL NIVEL	ÁREA DE LOSA (M2)
1	Jr. TRUJILLO N° 469	VIVIENDA COMERCIO	2	138.50
2	Jr. 02 DE MAYO N° 570	VIVIENDA COMERCIO	4	157.00
3	Jr. NEMESIO RAEZ Nro. 1308	VIVIENDA COMERCIO	1	67.00
4	Jr. CHICLAYO N° 200	VIVIENDA COMERCIO	3	200.00
5	Av. HUANACAVELICA N° 638	VIVIENDA COMERCIO	1	70.00
6	Av. CALLE REAL N°461	VIVIENDA UNIFAMILIAR	4	58.00
7	Jr. ALEJANDRO O. DEUSTUA Nro 490	VIVIENDA COMERCIO	1	118.75
8	Jr. ALEJANDRO O. DEUSTUA N° 550	VIVIENDA COMERCIO	1	98.78
9	PSJE. MENENDEZ N° 105	VIVIENDA UNIFAMILIAR	2	90.00
10	AV. 13 DE NOVIEMBRE N° 1226	VIVIENDA UNIFAMILIAR	4	94.00
11	Jr. LOBATO N° 471	VIVIENDA COMERCIO	4	245.00
12	Av. CALLE REAL N°461	VIVIENDA UNIFAMILIAR	1	75.20

<b>13</b>	Av. HUAYTAPALLANA S/N - CULLPA BAJO	VIVIENDA COMERCIO	1	117.28
<b>14</b>	PSJE. MAGAN N° 230	VIVIENDA BIFAMILIAR	4	145.80
<b>15</b>	Jr. TRUJILLO N° 1444	VIVIENDA UNIFAMILIAR	1	87.00
<b>16</b>	PSJE. GIRASOLES MZ "A" LT. 12 N° 162	VIVIENDA COMERCIO	3	77.20
<b>17</b>	INCHU	VIVIENDA COMERCIO	3	121.54
<b>18</b>	PSJE. LOS DIAMANTES N° 154	VIVIENDA COMERCIO	2	86.14
<b>19</b>	PSJE. MAGAN N° 230	VIVIENDA COMERCIO	3	117.50
<b>20</b>	Jr. TRUJILLO N° 444	VIVIENDA COMERCIO	1	80.00
<b>21</b>	Jr. TRUJILLO N° 2778	VIVIENDA COMERCIO	2	69.50
<b>22</b>	Jr. TACNA N° 1065	VIVIENDA COMERCIO	2	57.50
<b>23</b>	Jr. GRAU N° 817	VIVIENDA COMERCIO	1	62.40
<b>24</b>	PSJE. NUEVO N° 102	VIVIENDA UNIFAMILIAR	2	60.00

**Fuente: Elaboración propia**

## **4.2. RESULTADOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

El formato de recolección de datos que se adjunta en el anexo A1, están segmentados en los siguientes títulos principales.

- A. Datos específicos,
- B. Cantidades y dosificaciones
- C. Control de materiales
- D. Procesos constructivos, proceso de preparación y cuidado del concreto
- E. Aspecto legal

### **4.2.1. DATOS ESPECÍFICOS**

#### **4.2.1.1. Tipo de concreto, asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad, y existencia de planos**

La **Tabla 14** muestra los resultados de los registros: del tipo de concreto usado, si cuenta o no cuenta con la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional universitaria de la especialidad, y si la vivienda cuenta con planos de construcción en las viviendas muestreadas.

**Tabla 14: Características de viviendas muestreadas**

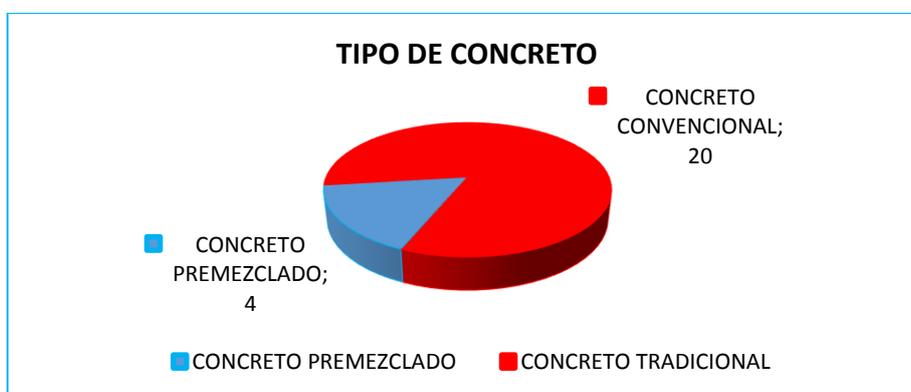
N° DE VIVIENDA	TIPO DE CONCRETO	ASESORÍA Y SUPERVISIÓN DE UNA PERSONA CON F.A.P.E	CUANTA CON PLANOS DE CONSTRUCCIÓN
1	CONVENCIONAL	NO	NO
2	CONVENCIONAL	SI	SI
3	CONVENCIONAL	NO	NO
4	<b>PREMEZCLADO</b>	SI (SOLO EN EL P. VACIADO)	NO
5	CONVENCIONAL	NO	NO
6	CONVENCIONAL	NO	NO
7	<b>PREMEZCLADO</b>	SI (SOLO EN EL P. VACIADO)	NO
8	CONVENCIONAL	NO	NO
9	CONVENCIONAL	NO	NO
10	CONVENCIONAL	NO	NO
11	CONVENCIONAL	NO	NO
12	CONVENCIONAL	NO	NO
13	CONVENCIONAL	NO	NO
14	CONVENCIONAL	NO	SI
15	CONVENCIONAL	NO	NO
16	CONVENCIONAL	NO	NO
17	CONVENCIONAL	NO	NO
18	CONVENCIONAL	NO	NO
19	CONVENCIONAL	NO	SI
20	CONVENCIONAL	NO	NO
21	CONVENCIONAL	NO	SI
22	<b>PREMEZCLADO</b>	SI (SOLO EN EL P. VACIADO)	NO
23	CONVENCIONAL	NO	SI
24	<b>PREMEZCLADO</b>	SI (SOLO EN EL P. VACIADO)	SI

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.1.1.1. Tipo de concreto

La **Figura 70** muestra los resultados del tipo de concreto usado en las viviendas visitadas.

**Figura 75: Tipo de concreto usado**



Fuente: Elaboración propia

Tal como muestra la **Figura 70**, la población Tambina cuando decide realizar el vaciado de los techos de sus viviendas (unifamiliares, bifamiliares y viviendas comercio), tienen la posibilidad y usan 02 tipos de concreto (Convencional y premezclado), siendo el concreto convencional el de mayor acogida por los usuarios; mientras que un menor porcentaje opta por el uso de concreto premezclado. Esto se da principalmente al desconocimiento del concreto premezclado y en muchos casos por la errónea idea de que tienen costos muy elevados en comparación del concreto convencional.

**Figura 76: Tipo de concreto usado en las obras visitadas**



**Fuente: Propia**

#### **4.2.1.1.2. Asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad**

En la **Figura 72**, se muestra de forma porcentual los resultados de la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad en la construcción de las viviendas muestreadas.

Figura 77: Asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad



Fuente: Elaboración propia

De las 24 viviendas muestreadas, solo una de ellas contó con la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad (bachiller en ingeniería civil), explicando en gran medida la obtención del mejor resultado (176.44kg/cm<sup>2</sup>) frente a sus similares. En esta vivienda se observó mejor control en cada uno de los procesos constructivos como en el proceso de preparación del concreto, por ejemplo, en el proceso de dosificación del agregado, el número promedio de lampeadas de hormigón por tanda no superó las 25 lampas. Las posibles causas de que el concreto no haya alcanzado la resistencia mínima normada, se intuye a que el propietario obvió recomendaciones del bachiller, como: obtener el certificado del diseño de mezcla y usar piedra chancada y arena gruesa, pero el propietario por abaratar costos, hizo caso omiso, usando el hormigón como agregado y no mando a sacar el certificado del diseño de mezcla.

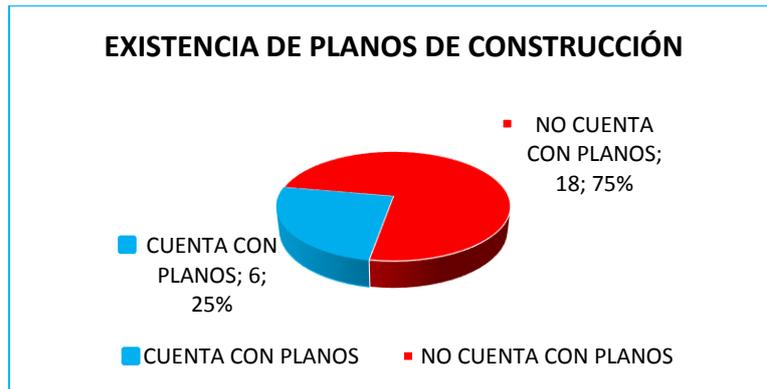
Cabe mencionar que las otras 04 asesorías de personas con formación académica profesional de la especialidad que se registra en la **Tabla 14**, las brindaron las empresas proveedoras de concreto premezclado, los cuales fueron momentáneos, para ser más exactos, solo

durante la colocación del concreto, mas no durante la construcción.

#### 4.2.1.1.3. Existencia de planos de construcción

La **Figura 73.** muestra los resultados de la existencia de planos de construcción usado en las viviendas visitadas.

**Figura 78: Existencia de planos de construcción**



**Fuente: Elaboración propia**

Como se observa en la **Figura 73.** de las 24 viviendas muestreadas, 18 no contaron con planos de construcción, debido principalmente a la poca y a veces nula importancia que le dan los propietarios, generalmente por el desconocimiento de la importancia de los planos de construcción, optando en confiar ciegamente en el maestro de obra, trayendo como consecuencia improvisaciones por parte del maestro de obra, imposibilidad de verificar el diseño de los elementos estructurales, al igual que de los procesos constructivos como por ejemplo: verificación de la colocación de aceros, de las instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, etc. entre otros.

Otro dato es que cuando la vivienda cuenta con la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad; la vivienda cuenta con planos de construcción, ya que el profesional exige los planos de construcción para brindar un servicio de manera eficiente.

Por otro lado, para las empresas proveedoras de concreto premezclado (GOVIL y PRUCIL) de Huancayo, la existencia de planos de construcción no es requisito indispensable para brindar sus servicios, pero si ponen énfasis en que el encofrado sea hermético, mediante recomendaciones al maestro de obra.

#### 4.2.1.2. Equipos y herramientas

##### 4.2.1.2.1. Equipos

La **Tabla 15** muestra los equipos que se usaron en las 24 viviendas muestreadas para la elaboración de concreto.

**Tabla 15: Equipos usados en las viviendas muestreadas para la elaboración del concreto**

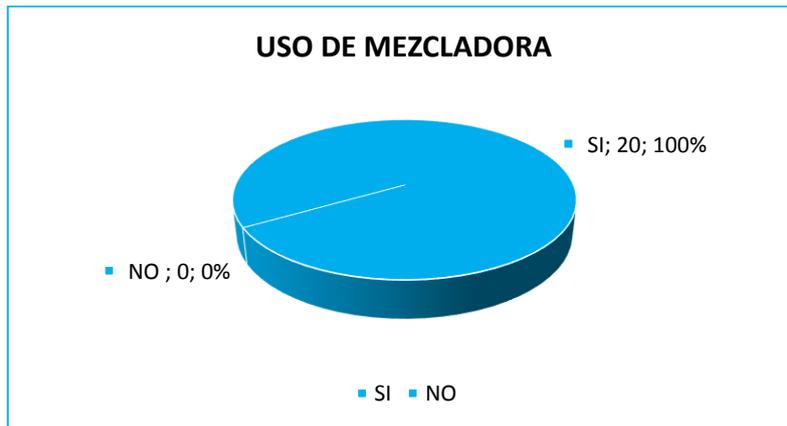
N° DE VIVIENDA	TIPO DE CONCRETO	EQUIPOS			
		MEZCLADORA	WINCHE	VIBRADOR	OTROS
1	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
2	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
3	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
4	<b>PREMEZCLADO</b>			NO	<b>CAMION MIXER</b>
5	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
6	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
7	<b>PREMEZCLADO</b>			<b>SI</b>	<b>CAMION MIXER</b>
8	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
9	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
10	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
11	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
12	CONVENCIONAL	SI	<b>NO</b>	NO	
13	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
14	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
15	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
16	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
17	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
18	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
19	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
20	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
21	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
22	<b>PREMEZCLADO</b>			NO	<b>CAMION MIXER</b>
23	CONVENCIONAL	SI	SI	NO	
24	<b>PREMEZCLADO</b>			SI	<b>CAMION MIXER</b>

Fuente: Elaboración propia

## A. Mezcladora

La **Figura 74** muestra de forma porcentual los resultados del uso de mezcladora para la elaboración del concreto en las viviendas muestreadas.

**Figura 79: Uso de mezcladora**



**Fuente: Elaboración propia**

De las 20 viviendas que usaron concreto convencional, todas usaron mezcladoras, lo que representa el 100%, y con esto un avance, ya que hubiera sido un retroceso encontrar concretos mezclados de forma manual en pleno siglo XXI. Las mezcladoras son de tipo trompo y tipo tolva (entre 7 y 9pies3), los cuales son alquiladas de propietarios (muchas veces informales) que no ofrecen ningún tipo de garantía. En su mayoría las mezcladoras son maniobradas por personas que desconocen la reparación y mantenimiento de estos equipos, tal como se evidenció en una de las viviendas, que cuando la mezcladora fallo técnicamente (en 04 oportunidades), el personal encargado tardó más de una hora en solucionarlo, trayendo como consecuencia que el proceso de vaciado se culmine fuera del tiempo de fraguado, ocasionando la formación de juntas frías, y con esto daños serios a la estructura.

## B. Winche

La **Figura 75** muestra de forma porcentual los resultados del uso de winche en la elaboración de concreto de las viviendas muestreadas.

**Figura 80: Uso de winche**



**Fuente: Elaboración propia**

De las 20 viviendas muestreadas que usaron concreto convencional, una vivienda no usó el equipo winche, por lo que se optó por transportarlo en baldes de aceite a través de una rampa de madera, lo que explica en gran medida la obtención de uno de los rendimientos más bajos entre sus similares, el cual fue de 5.06 m<sup>3</sup>/jornal.

Cuando se opta por el transporte manual (a través de lateros), existe un mayor riesgo de que se genere segregación en el concreto, debido a que la mezcla es vaciada y colocada de una altura superior a un metro; el cual es perjudicial para el concreto, ya que ocasiona la separación de sus componentes y por ende la creación de poros, cangrejeras, etc.

Otro de los problemas que se presenta ante la carencia del equipo winche es el aumento de desperdicio de concreto; generalmente en el momento de traspaso de la mezcla, de la mezcladora hacia los baldes de aceite.

**Figura 81: Gran cantidad de desperdicio en el traspaso de mezcla del trompo al balde de aceite**



**Fuente: Propia**

Los winches al igual que las mezcladoras usados en la construcción de viviendas del distrito de El Tambo, ***no cuentan con técnicos capacitados para la reparación de estos en caso que fallen***, ya que como en el caso de la mezcladora, en otra vivienda se evidenció la incapacidad de las personas responsables en solucionar este tipo de inconvenientes, y al no poder repararlo, el personal optó por transportar la mezcla en baldes de aceite con la finalidad de cumplir su trabajo, pero al no estar programado dicho modalidad (falta de rampa), el tiempo que demoró el proceso de vaciado fue excesivo (9 horas). Generando pérdida monetaria y serios problemas al concreto y por ende a la estructura.

**Figura 82: Personal no calificado tratando de solucionar la falla técnica del winche**



**Fuente: Propia**

**Figura 83: Personal optando por transportar la mezcla por medio de baldes**



Fuente: Propia

### C. Vibrador

La Figura 79 muestra de forma porcentual los resultados del uso del vibrador en la elaboración de concreto de las viviendas muestreadas.

**Figura 84: Uso de vibrador**



Fuente: Elaboración propia

Como se observa, no hay una cultura del uso de vibrador en el proceso de consolidación del concreto, puesto que de las 24 viviendas muestreadas, 22 viviendas (20 que usaron concreto convencional y 2 viviendas que usaron concreto premezclado) no usaron el equipo vibrador, debido principalmente a que el maestro de obra en algunos casos lo considera innecesario y en otros casos lo hace para aminorar costos, optando por la práctica del

“Chuceo” de forma inadecuada (desordenada y discontinua), sin el uso de instrumentos adecuados (varilla lisa de 5/8”), utilizando en su remplazo; carrizos, tubos de luz entre otros. **Demostrando así, que los procedimientos de consolidación del concreto en la construcción de viviendas del distrito de El Tambo, no son los adecuados.**

**Figura 85: Chuceo ejecutado con de tubo de luz (procedimiento inadecuado)**



**Fuente: Propia**

Como muestra la Tabla.15, las únicas dos viviendas que usaron el vibrador en el proceso de consolidación del concreto, fueron los de la empresa proveedora de concreto premezclado (GOVIL), la otra empresa (PRUCIL) no usó. **Lo que demuestra que optar por las empresas proveedoras de concreto premezclado no necesariamente garantizan un adecuado proceso de consolidación (uso de vibrador), a menos que el propietario y/o maestro de obra exija a la hora de firmar el contrato del servicio.**

#### **4.2.1.2.2. Herramientas y Otros**

En la **Tabla 16.** se muestra los resultados del uso de herramientas y otros, en la elaboración de concreto de las viviendas visitadas.

**Tabla 16:Resultado de las herramientas usadas en la construcción de las viviendas**

N° DE VIVIENDA	TIPO DE CONCRETO	HERRAMIENTAS	
		BUGUIS	LAMPA
1	CONVENCIONAL	INSUFICIENTE	SI
2	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
3	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
4	PREMEZCLADO		
5	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
6	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
7	PREMEZCLADO		
8	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
9	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
10	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
11	CONVENCIONAL	INSUFICIENTE	SI
12	CONVENCIONAL	NO	SI
13	CONVENCIONAL	INSUFICIENTE	SI
14	CONVENCIONAL	INSUFICIENTE	SI
15	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
16	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
17	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
18	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
19	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
20	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
21	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
22	PREMEZCLADO		SI
23	CONVENCIONAL	SUFICIENTE	SI
24	PREMEZCLADO		SI

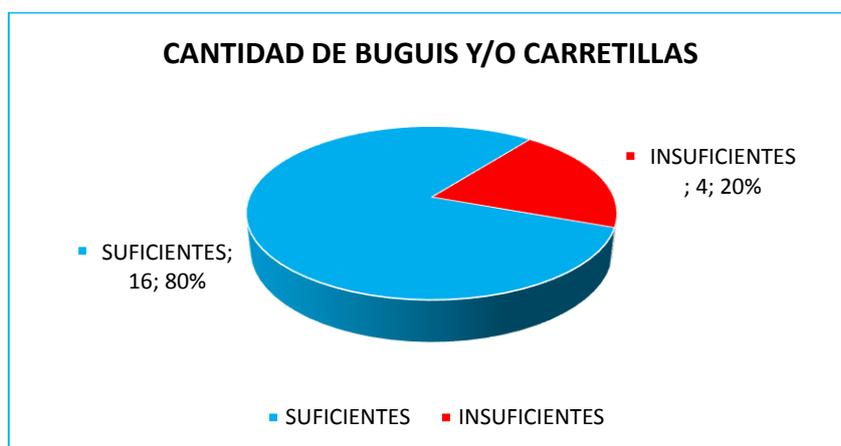
Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las herramientas, no hay mayor problema, puesto que se verificó que la mayoría de viviendas muestreadas cuentan con las herramientas requeridas y en buen estado, dichas herramientas por lo general son de propiedad de los trabajadores.

#### **A. Buguis y/o Carretilla**

La **Figura 81** muestra de forma porcentual los resultados de la cantidad de buguis y/o carretillas usados en la conducción y transporte de la mezcla de concreto.

**Figura 86: Cantidad de buguis y/o carretillas en el techo para transportar la mezcla**



**Fuente: Elaboración propia**

En la **Tabla 16** y en la **figura 81**, se puede apreciar que en 04 de las 20 viviendas muestreadas que usaron concreto convencional, la cantidad de buguis (ubicadas en el techo que recibían el concreto del winche) eran insuficiente, evidenciando que en viviendas con áreas de vaciado superior a 115 m<sup>2</sup> que contaban con 02 buguis, se genere tiempo perdido (a causa del recorrido que tenían que hacer los buguis), explicando de alguna manera los menores rendimientos del proceso de vaciado.

## **4.2.2. CANTIDADES Y DOSIFICACIONES**

### **4.2.2.1. Recurso humano**

El recurso humano generalmente está compuesto por: el constructor que es 01 maestro de obra; 02 "Operarios", encargados de maniobrar los equipos (mezcladora y winche), el que maniobra la mezcladora se encarga de dosificar el agua de mezclado, los operarios en realidad son personas con criterio empírico sin algún tipo de capacitación en esta rama; 01 oficial, encargado de indicar la ubicación de vaciado de la mezcla y del reglado junto al maestro de obra; 07 peones en promedio (01 se encarga de vaciar la bolsa de cemento a la mezcladora, en promedio 03 a 04 lamperos, 02 encargados de recibir y vaciar la mezcla de los baldes del winche con sus respectivas carretillas).

#### 4.2.2.2. Existencia del certificado de diseño de mezcla

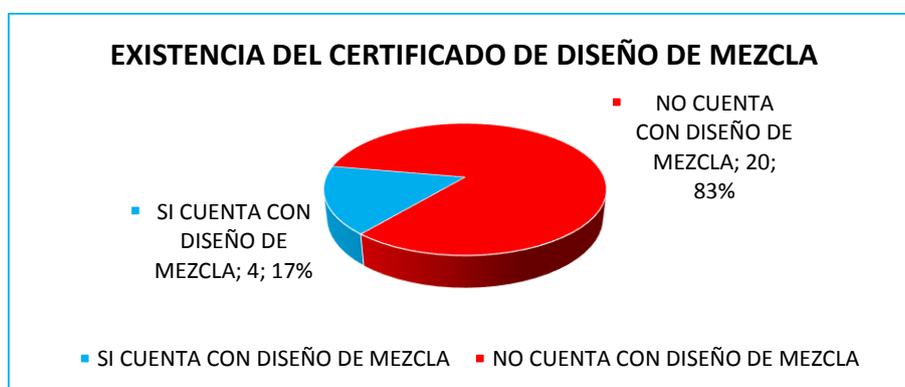
La Tabla 17 muestra los resultados del uso del certificado de diseño de mezcla en las viviendas muestreadas.

**Tabla 17 Resultados del uso del certificado del diseño de mezcla**

N° DE VIVIENDA	TIPO DE CONCRETO	EXISTENCIA DEL CERTIFICADO DE DISEÑO DE MEZCLA
1	CONVENCIONAL	NO
2	CONVENCIONAL	NO
3	CONVENCIONAL	NO
4	PREMEZCLADO	SÍ
5	CONVENCIONAL	NO
6	CONVENCIONAL	NO
7	PREMEZCLADO	SI
8	CONVENCIONAL	NO
9	CONVENCIONAL	NO
10	CONVENCIONAL	NO
11	CONVENCIONAL	NO
12	CONVENCIONAL	NO
13	CONVENCIONAL	NO
14	CONVENCIONAL	NO
15	CONVENCIONAL	NO
16	CONVENCIONAL	NO
17	CONVENCIONAL	NO
18	CONVENCIONAL	NO
19	CONVENCIONAL	NO
20	CONVENCIONAL	NO
21	CONVENCIONAL	NO
22	PREMEZCLADO	SI
23	CONVENCIONAL	NO
24	PREMEZCLADO	SI

Fuente: Elaboración propia

**Figura 87: Porcentaje de la existencia del certificado del diseño de mezcla**



Fuente: Elaboración propia

Tal como muestra la Figura 82, la carencia del certificado del diseño de mezcla en la construcción de viviendas del distrito de EL Tambo, es preocupante, ya que ninguna vivienda que opto por el uso del concreto convencional conto con este documento. En algunos casos los maestros de obra desconocen su uso y otros lo consideran innecesario, realizando el proceso de dosificación de forma empírica a través del número de lampeadas por cada bolsa de cemento (tanda), el cual no garantiza la dosificación requerida de los componentes del concreto para un f'c específico, lo que puede explicar en gran medida los resultados deficientes de la calidad del concreto hecho en obra, Las únicas viviendas que contaron con dicho documento, fueron las que optaron por usar el concreto premezclado.

#### 4.2.3. CONTROL DE LOS COMPONENTES DEL CONCRETO

La **Tabla 18** muestra los componentes que se usaron en la elaboración del concreto en las viviendas muestreadas

**Tabla 18: Componentes del concreto usado en la construcción de las viviendas muestreadas**

N° DE VIVIENDA	TIPO DE CONCRETO	CEMENTO	TIPO DE AGREGADO		AGUA	ADITIVO
			PIEDRA CHANCADA Y ARENA G.	HORMIGÓN		
1	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
2	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
3	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
4	<b>PREMEZCLADO</b>	ANDINO	<b>SI</b>		POTABLE	<b>SI</b>
5	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
6	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
7	<b>PREMEZCLADO</b>	ANDINO	<b>SI</b>		POTABLE	<b>SI</b>
8	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
9	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
10	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
11	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
12	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
13	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	<b>CANAL DE RIEGO</b>	NO
14	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
15	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO

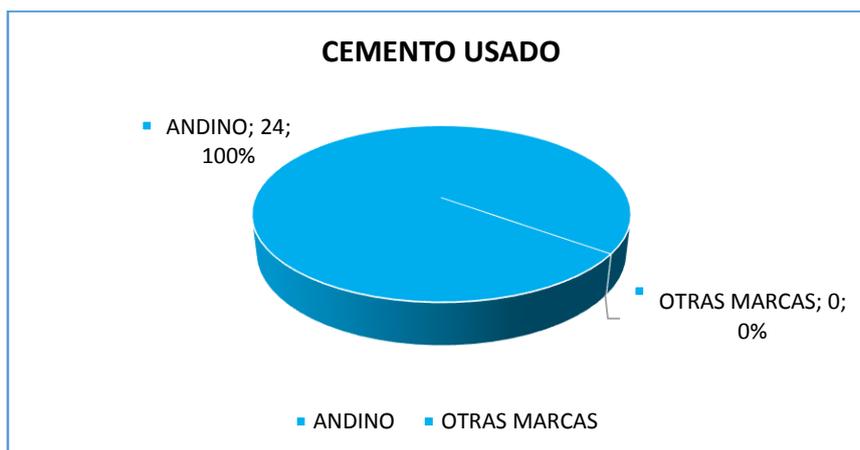
16	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
17	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
18	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
19	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
20	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
21	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
22	<b>PREMEZCLADO</b>	ANDINO	<b>SI</b>		POTABLE	<b>SI</b>
23	CONVENCIONAL	ANDINO	NO	SI	POTABLE	NO
24	<b>PREMEZCLADO</b>	ANDINO	<b>SI</b>		POTABLE	<b>SI</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3.1. Cemento

La Figura 83 muestra de forma porcentual los resultados del tipo y marca de cemento usado en la construcción de las viviendas muestreadas.

Figura 88: Cemento usado en la construcción de las viviendas muestreadas



Fuente: Elaboración propia

El cemento utilizado es cemento Portland tipo I (Andino), se adquieren por lo general el mismo día del vaciado y muy pocas veces un día anterior, la mayoría de estas se adquieren de ferreterías cercanas y tiendas de gran formato como MAESTRO y/o PROMART. Las deficiencias que se presentan en este ítem es principalmente el inadecuado lugar de depósito, ya que estas bolsas se depositan en la vía pública, obstaculizando el libre acceso de peatones y vehículos, causando incomodidad entre los vecinos y transeúntes. Por lo general las bolsas de cementos no son protegidas de la intemperie, mucho menos están sobre tarimas (lo

cual sería lo ideal), pero dado que el uso de estos es inmediato no existe mayor problema a la hora de usarlo para elaborar el concreto; el problema se produciría a posteriori cuando las bolsas de cemento sobrantes, al no tener una cultura de cuidado y protección del cemento por parte de los propietarios y del maestro de obra, estas se llegarían a malograr, perjudicando sus posteriores usos. El formato de datos incluye un renglón que anota este tipo de observaciones.

**Figura 89: Bolsas de cemento en contacto con el suelo**



Fuente: Propia

#### 4.2.3.2. Agregado

La Figura 85 muestra de forma porcentual los resultados del tipo de agregado que se usaron en la mezcla del concreto en las viviendas muestreadas.

**Figura 90: Tipo de agregado usado en la construcción de viviendas muestreadas**



Fuente: Elaboración propia

Durante la investigación no se realizaron pruebas del agregado para determinar el grado de aceptabilidad de los mismos. No obstante, se efectuaron una serie de observaciones de los aspectos más comunes y representativos en las obras visitadas.

Con respecto al concreto convencional elaborados “in situ”, el 100% de viviendas visitadas usan el hormigón, material que no es recomendable en la elaboración de concretos estructurales con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , como: vigas, losas, columnas, escaleras, etc., sino para concretos de baja calidad que no superen los  $f'c=100\text{kg/cm}^2$ , tal como menciona el **“Reglamento Nacional de Edificaciones”, en la Norma E.060 – Concreto Armado, capítulo 3, inciso 3.3.10.** debido básicamente a que la gradación del hormigón muy pocas veces cumple la NTP 400.037; el cual da a conocer la granulometría que deben cumplir los agregados. Lo que explica en gran medida los resultados deficientes de la calidad del concreto, donde se obtiene bajas resistencias.

En su mayoría los usuarios que usaron el concreto convencional desconocen la procedencia del material utilizado, sin embargo, se mencionan las canteras de: Orcotuna, Sicaya, San Jerónimo y Mantaro, los usuarios adquieren dicho material por intermedio del maestro de obra, ya que en la mayoría de casos es la persona quien recomienda dónde conseguirlo. El hormigón es acopiado en distintos puntos aledaños a las márgenes del río Mantaro del Valle del Mantaro, para después ser trasladados a sus respectivos lugares de distribución, localizados en la ciudad de Huancayo, en general son terrenos cercados, por ejemplo, el que está ubicado en el Jr. Lima, entre el Jr. San Martín y Jr. Carrión y otros cercanos, los cuales no tienen información de la calidad de los mismos, ya que **no cuentan con laboratorios que permitan realizar ensayos a los agregados.**

Los usuarios adquieren y depositan los agregados en la vía pública, obstaculizando el libre acceso de peatones y vehículos en general, causando incomodidad entre los vecinos y transeúntes. Estas vías en algunos casos están sin pavimentar, exponiéndolo a la tierra,

polvo, desechos orgánicos y sobrantes de construcción, lo que contamina y disminuye la calidad del agregado. Lo más crítico se da cuando el material no abastece a causa de un mal cálculo de metrado, el personal tiene la mala costumbre de juntar el agregado con la tierra, polvo y desechos orgánicos a través del barrido con escobas. El formato (Recolección de datos) incluye renglones que anota este tipo de observaciones.

Es preciso mencionar que las cuatro viviendas que utilizaron agregados como piedra chancada y arena gruesa, son las que optaron usar el concreto premezclado, a cargo de las empresas proveedoras “PRUCIL” y “GOVIL”.

**Figura 91: Mala práctica: Hormigón sobre la vía, expuesto a contaminarse.**



Fuente: Propia

**Figura 92: Mala práctica: Hormigón siendo combinado con el uso de escoba, con tierra y polvo**

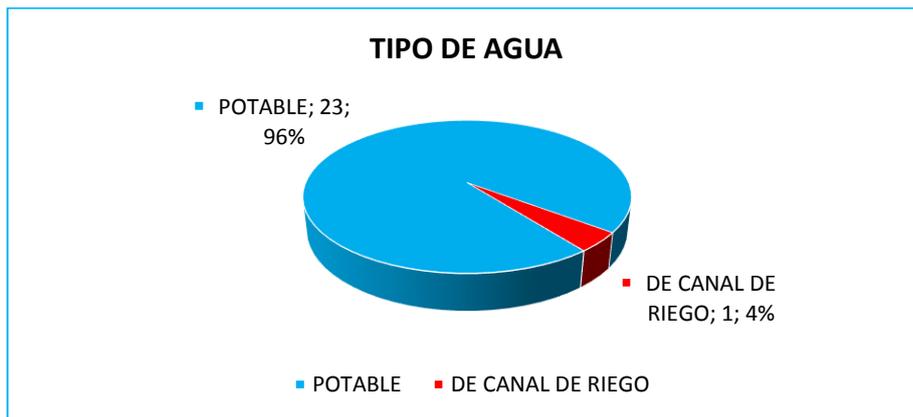


Fuente: Propia

### 4.2.3.3. Agua

La Figura 88 muestra de forma porcentual los resultados del tipo de agua usado en la elaboración del concreto de las viviendas muestreadas.

Figura 93: tipo de agua usado en la construcción de viviendas muestreadas



Fuente: Elaboración propia

El agua que es usada en la elaboración de concreto, en su mayoría es el agua potable, el cual está relativamente libres de sustancias químicas o materiales que puedan dañar el concreto. Este tipo de agua es usado siempre y cuando la vivienda cuenta con dicho servicio básico, ya que existe viviendas generalmente ubicados en zonas agrícolas donde algunos propietarios optando por el facilismo usan el agua al que mayor tiene accesibilidad, tal como se evidenció en una de las viviendas muestreadas donde hizo uso de agua del canal de riego, el cual presentó gran cantidad de impurezas y sólidos en suspensión, explicando en gran medida el resultado deficiente de la calidad del concreto de esta vivienda, el cual obtuvo una de las resistencias más bajas del concreto.

**Figura 94: Presencia de sólidos en suspensión en el agua de canal de riego**



**Fuente: Propia**

**Figura 95: Almacenamiento del agua de canal de riego en los timbos de plástico**

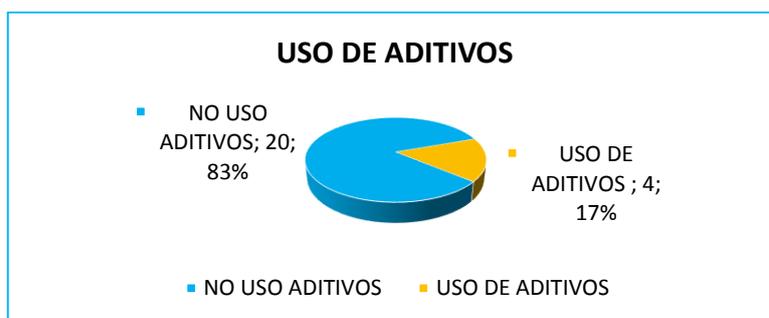


**Fuente: Propia**

#### **4.2.3.4. Aditivo**

La Figura 91 muestra de forma porcentual los resultados del uso de aditivos en la elaboración del concreto de las viviendas muestreadas.

**Figura 96: Uso de aditivos en la elaboración del concreto en las viviendas muestreadas**



**Fuente: Elaboración propia**

Con respecto al uso de aditivos, el 100% de las viviendas que usaron el concreto convencional, no tienen la cultura de usar aditivos, en su mayoría por: desconocimiento de su uso, la forma de preparación y sus beneficios.

Las viviendas que utilizaron aditivos (retardantes - plastificantes). en la elaboración del concreto, son las viviendas que optaron por usar el concreto premezclado.

#### **4.2.4. PROCESOS CONSTRUCTIVOS, PROCESOS DE PREPARACIÓN Y CUIDADO DEL CONCRETO**

En esta investigación se realizó una serie de observaciones de los aspectos más representativos de los procesos constructivos en las etapas de: prevaciado, vaciado y post-vaciado del concreto.

##### **4.2.4.1. Etapa prevaciado del concreto**

Esta etapa se caracteriza por realizar una serie de procedimientos y procesos constructivos con la finalidad de habilitar la etapa de vaciado.

###### **4.2.4.1.1. Encofrado**

El encofrado de las viviendas muestreadas en su mayoría viene a ser inadecuado, debido a que muy pocas veces se cumple en lograr la hermeticidad que se requiere, esto debido a que por lo general las maderas se encuentran en mal estado con presencia de rajaduras y alabeadas a causa del excesivo número de usos, generando gran cantidad de desperdicio de mortero; Otra de las deficiencias observadas en este ítem es que cuando se encofra tramos curvos, se tiende a utilizar materiales inadecuados como triplay de espesores entre 5mm y 10mm, los cuales son incapaces de soportar el empuje del concreto; otro similar es que muchas veces al

encofrar los elemento estructurales enmarcados no se respeta los recubrimiento mínimo del acero, generando la creación de cangrejas y por ende bajando aún más la calidad del concreto.

**Figura 97: Presencia de aberturas en las juntas de los frisos**



Fuente: Propia

**Figura 98: Presencia de aberturas en las juntas de madera entre el friso y el fondo de losa**



Fuente: Propia

**Figura 99: Mala práctica: uso de triplay con e= 10mm, sin una fijación adecuada**



Fuente: Propia

**Figura 100: Encofrado inadecuado en tramos de forma curvos sin respetar recubrimientos mínimos**



**Fuente: Propia**

**Figura 101: Maderas en mal estado, alabeadas con presencia de rajaduras**



**Fuente: Propia**

**Figura 102: Inadecuado encofrado; desperdicio de mortero a causa de la falta de hermeticidad**



**Fuente: Propia**

**Figura 103: Maderas en mal estado, alabeadas con presencia de rajaduras**



**Fuente: Propia**

**Figura 104: Mala práctica, uso de piedras para cuidar el recubrimiento mínimo**



**Fuente: Propia**

**Figura 105: Gran cantidad de desperdicio de mortero a causa de que el encofrado no es hermético**



**Fuente: Propia**

En las partes colindantes con las viviendas de los vecinos, se tiene la mala práctica de colocar tecnopor sin una fijación adecuada en la pared de la vivienda vecina (falta de fijación con clavos, pernos, etc.), ocasionando que, en el momento del colocado del concreto, estas se muevan y produzca pérdidas de la mezcla por desperdicio. Esta mala práctica ocasiona que no se cumpla con normas del Reglamento Nacional de Edificaciones: específicamente de la E.030 – Diseño Sismorresistente, inciso 5.3: “Separación de Edificios”, el cual menciona que **toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima “s” para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.**

**Figura 106: Mala práctica, colocado de tecnopor sin un tipo de fijación**



**Fuente: Propia**

**Figura 107: Tecnopor descolocado al momento de vaciar de la mezcla a causa de la falta de fijación**



**Fuente: Propia**

Por lo general no se realiza algún tipo de tratamiento a la madera que son usados en el encofrado (aplicación de un desmoldante u rociar la cara de la madera que estará en contacto con el concreto con aceite, petróleo, etc.) para evitar el pegado de la madera con el concreto, el cual trae como consecuencia imperfección en la apariencia del concreto endurecido. Pocas veces se acostumbra humedecer el encofrado de vigas y ladrillos de techos, para evitar que absorban agua del concreto.

Similar caso sucede en los trabajos de apuntalamiento, esto a causa de las prácticas empíricas inadecuadas que acostumbran realizar los maestros de obra, como el uso erróneo de ladrillos, piedras de forma irregular, entre otros, para que los pies derechos alcancen la altura requerida, generando un apuntalamiento inestable con un alto riesgo de ocasionar accidentes.

**Figura 108: Apuntalamiento inadecuado, uso de ladrillo mal colocado para alcanzar la altura**



**Fuente: Propia**

**Figura 109: El apuntalamiento inadecuado genero la inestabilidad del volado de la vivienda**



**Fuente: Propia**

Cabe mencionar que en esta actividad (trabajos de encofrado), no hay mucha diferencia cuando se opta por el uso del concreto premezclado o por el uso del concreto convencional, ya que, en ambos casos, estos trabajos son realizados por el maestro de obra y su personal, la única diferencia radicaría en la verificación de hermeticidad del encofrado por parte de los técnicos de la empresa proveedora de concreto premezclado antes del colocado del concreto.

#### **4.2.4.1.2. Ejecución de las instalaciones**

Con respecto a los trabajos de instalaciones eléctrica, sanitario, etc., por lo general se llegan a realizar de manera apresurada, ya que se acostumbra a culminar el mismo día de vaciado. En la mayoría de viviendas no se puede verificar las instalaciones: eléctricas, de agua y de desagüe, debido a que no cuentan con sus planos de construcción.

Cabe mencionar que la realización de estas actividades, no varía cuando se opta por el uso del concreto premezclado o concreto convencional, ya que, en ambos

casos, estos trabajos son realizados por el maestro de obra y su personal.

#### **4.2.4.1.3. Proceso de dosificación y mezclado del concreto**

##### **Con respecto al concreto convencional**

El hormigón es dosificado mediante un número variado de lampeadas por cada bolsa de cemento (por tanda), el cual no garantiza la cantidad exacta de material a dosificar, en algunos casos se llegó a observar hasta 49 lampeadas por tanda, esta mala práctica se da principalmente debido a tres factores: la falta del uso del certificado de diseños de mezcla, factor importantísimo que indica la cantidad exacta de cada uno de los componentes del concreto a dosificar para obtener un concreto con  $f'c$  específico; la falta del uso de moldes que garantizan la cantidad exacta a dosificar; la falta de control por parte de una persona con formación académica profesional de la especialidad, ya que en algunos casos el maestro de obra al estar ocupado, descuida el control de la cantidad del hormigón a dosificar, el cual es aprovechado por el personal, aumentando el número de lampeadas con el fin de culminar su trabajo lo más rápido posible.

Similar práctica se observa en la dosificación del agua, ya que a falta del certificado del diseño de mezcla que indica la cantidad exacta a dosificar y a falta de un control adecuado, el maquinista encargado de la dosificación del agua lo realiza sin medida alguna, buscando al tanteo un punto de trabajabilidad de la mezcla.

Con respecto al **proceso de mezclado** se observa que la mezcla de los primeros baldes (del winche o de aceite) de cada tanda, no cumple con el tiempo mínimo de

mezclado, ya a que una vez insertado los componentes del concreto a la mezcladora, este se vacía de forma inmediata a los recipientes (los baldes del winche o baldes de aceite).

#### **Con respecto al concreto premezclado**

En el caso del concreto premezclado el proceso de dosificación y mezclado es lo contrario ya que cuentan con sus certificados de diseños de mezcla; usan agregados recomendados (piedra chancada y arena gruesa), y el proceso de dosificación y mezclado se realiza en planta con los equipos adecuados.

#### **4.2.4.1.4. Proceso de conducción y transporte del concreto**

##### **Con respecto al concreto convencional:**

El proceso de conducción y transporte del concreto, se realiza de forma mecanizada (uso de winche), y en algunos casos de forma manual (uso de baldes de aceite y/o carretilla mediante rampas de madera).

Cuando el transporte y la conducción se realiza de forma mecanizada (uso del winche), por lo general no se genera mayor desperdicio, ya que el balde de los winche tiene una sección de ingreso adecuada, que hace que la mezcla ingrese sin mucho problema. La mezcla de concreto al subir al techo mediante los winche, estos son recepcionados en carretillas para ser transportados y colocados en los elementos estructurales correspondientes, en este traslado por lo general se produce la ruptura tanto de las tuberías de luz como de los bloques de techo, a causa de que no se acostumbra colocar tablas de madera que eviten dichos inconvenientes y mejoren el rendimiento de este proceso.

**Figura 110: Bloquetas rotas a causa de la falta de tablas por donde pasan los buguis**



**Fuente: Propia**

Cuando el transporte y la conducción es de forma manual la situación es diferente, debido: a que se produce gran cantidad de desperdicio, en el momento de traspaso de mezcla, del tambor de la mezcladora a los baldes de aceite, a causa de que la sección del ingreso del balde es pequeña; y al bajo rendimiento, debido al mayor tiempo que dura este proceso, ya que la mezcla es transportada en pequeños volúmenes, el cual está en función al peso que puede cargar el personal.

**Figura 111: Mayor desperdicio en el momento de traspaso de mezcla a los baldes**



**Fuente: Propia**

#### **Con respecto al concreto premezclado:**

En el caso del concreto premezclado en comparación del concreto convencional es diferente, debido a que el concreto es transportado a obra mediante camiones mixer. El tiempo de traslado del concreto es variable, ya que está en función de la distancia de la planta, a las viviendas.

#### **4.2.4.1.5. Etapas de vaciado del concreto**

##### **A. Proceso de colocado**

###### **Con respecto al concreto convencional:**

El proceso de colocación por lo general se desarrolla de forma desordenada con discontinuidad de tramos. El concreto es colocado en dos etapas: primero las vigas, viguetas (hasta el nivel de los bloques de techo); luego del descanso de media jornada (que dura entre 30min a 90min) se vacía la losa (específicamente los 5cm del espesor restante). En este proceso se visualiza las consecuencias de falta de hermeticidad del encofrado, ya que se aprecia la pérdida del mortero.

###### **Con respecto al concreto premezclado:**

En el caso del concreto premezclado el colocado se realiza de forma directa del camión mixer hacia las zonas de vaciado (vigas, viguetas, losas), a través del uso de una bomba que impulsa al concreto de un nivel a otro. Este proceso se realiza de forma ordenada y continua en una sola etapa sin ningún tipo de descanso de media jornada. Lo cual explica en gran medida, la obtención de los mejores rendimientos en el proceso de vaciado del concreto.

##### **B. Proceso de consolidación**

###### **Con respecto al concreto convencional:**

Con respecto al proceso de consolidación, se observa que en ningún caso se utilizan los equipos vibradores, optando por la práctica del "Chuceo" de forma inadecuada (desordenado y discontinuo), sin el uso de instrumentos adecuados (varilla lisa de 5/8" y martillo de goma), utilizando en su remplazo objetos como: carrizos, tubos de luz, palos de escoba, entre otros. El cual ocurre en gran medida a causa de que el maestro de obra no le da la importancia debida a este proceso; en la mayoría

de los casos cree irrelevante y en otros casos lo hace para aminorar los costos.

**Con respecto al concreto premezclado:**

Para el caso del concreto premezclado, se puede mencionar que el optar por este tipo de concreto, no necesariamente garantiza el adecuado proceso de consolidación, ya que una de las empresas (PRUCIL) no acostumbra a brindar el equipo vibrador, dejando dicha responsabilidad a cargo del maestro de obra. Mientras que la otra empresa (GOVIL) acostumbra a incluir en su servicio el uso del equipo vibrador.

**4.2.4.2. Etapas Pos vaciado del concreto**

**4.2.4.2.1. Proceso de curado**

**Con respecto al concreto convencional:**

Este proceso es realizado por los propietarios de forma inadecuada, el cual se realiza esporádicamente mediante el “regado” (rociado de agua, con manguera por menos de una hora para todo el día), por un tiempo mucho menor a lo recomendado (entre 3 a 4 días en promedio), generando que el concreto no se encuentre a la humedad y T° adecuada, ocasionando un secado prematuro, el cual trae como consecuencia la formación de fisuras. atentando contra la calidad del concreto.

**Con respecto al concreto premezclado:**

El optar por este tipo de concreto, no necesariamente garantiza el adecuado proceso de curado, ya que existen empresas (GOVIL), que si incluyen en su servicio curadores químicos, mientras que existen otras empresas (PRUCIL), que no brindan este servicio, dejando dicha responsabilidad a cargo del propietario y/o maestro de obra.

## 4.2.5. ASPECTO LEGAL

### 4.2.5.1. Licencia de edificación

Con respecto al aspecto legal, la Tabla 21 muestra los resultados de la existencia de licencias de edificación de cada una de las viviendas visitadas.

**Tabla 18: Resultados de licencias de construcción de cada una de las viviendas visitadas.**

N° DE VIVIENDA	TIPO DE CONCRETO	LICENCIA DE EDIFICACIÓN
1	CONVENCIONAL	NO
2	CONVENCIONAL	SÍ
3	CONVENCIONAL	NO
4	PREMEZCLADO	SÍ
5	CONVENCIONAL	NO
6	CONVENCIONAL	NO
7	PREMEZCLADO	NO
8	CONVENCIONAL	NO
9	CONVENCIONAL	NO
10	CONVENCIONAL	NO
11	CONVENCIONAL	NO
12	CONVENCIONAL	NO
13	CONVENCIONAL	NO
14	CONVENCIONAL	SÍ
15	CONVENCIONAL	NO
16	CONVENCIONAL	NO
17	CONVENCIONAL	NO
18	CONVENCIONAL	NO
19	CONVENCIONAL	NO
20	CONVENCIONAL	NO
21	CONVENCIONAL	NO
22	PREMEZCLADO	NO
23	CONVENCIONAL	NO
24	PREMEZCLADO	NO

Fuente: Elaboración propia

**Figura 112: Porcentaje del uso de licencias de edificación en las viviendas visitadas**



Fuente: Elaboración propia

Tal como muestra la Figura 112, el número de viviendas del distrito de El Tambo que cuenta con la licencia de edificación es preocupante, ya que 21 de las 24 viviendas muestreadas no contaron con este documento legal, lo que representa el 88%, dando como resultado una alta tasa de informalidad, debido principalmente: a la poca importancia que le da el propietario a este aspecto legal, ya que más le interesa materializar la construcción, mediante la compra de materiales y concretizar el contrato con el maestro de obra; considerándole un trámite engorroso que necesita mucho tiempo. Otra de las causas de este alto porcentaje es la falta de una orientación eficiente por parte de los órganos encargados (Municipalidad Distrital de El Tambo), a los usuarios para obtener este documento.

#### **4.3. RESULTADOS DE ENSAYO EN LABORATORIO**

##### **4.3.1. RESISTENCIA DEL CONCRETO - ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

En las 24 viviendas visitadas se tomaron muestras de concreto fresco, 02 probetas en cada obra (*en conformidad a lo establecido en el capítulo III, inciso 3.5.2.3.3 del RNE*), Además, esta investigación en su afán de brindar alternativas de solución, adiciona 02 testigos a las 24 muestras, los cuales fueron elaborados con la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad y dosificados con las proporciones establecidas en la “**Tabla de dosificación y equivalencias de UNACEM**” (**Anexo A10**), haciendo un total de 50 testigos, los cuales fueron roturados a los 28 días de edad, en el laboratorio de concreto de la “Universidad Continental”, con la finalidad de determinar la resistencia a la compresión del concreto, siguiendo lo establecido en la Norma ASTM C-39 (*validado en el Anexo A3*). Cabe mencionar que los testigos de las 20 primeras viviendas fueron curados por un tiempo menor a lo normado, puesto que en obra por lo general los propietarios curan el concreto de forma deficiente y por un tiempo menor a lo recomendado. Los testigos de las viviendas del 21 al 24 tuvieron otro tratamiento, el cual consistió en dejar en el techo de las viviendas a fin de obtener valores más cercanos a la realidad.

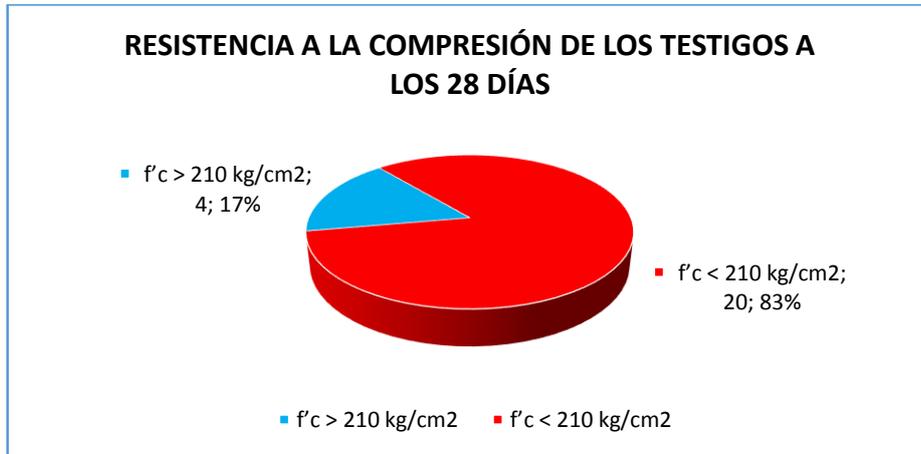
La **Tabla 19** muestra los resultados del registró de las resistencias de los 50 testigos roturados a los 28 días y del promedio de las dos probetas cilíndricas, según la norma del “Reglamento Nacional de Edificaciones” (Norma E.060 – Concreto Armado, en el capítulo V, inciso 5.1.6, el cual menciona “**se considera como un ensayo al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de una misma muestra de concreto**”), es considerado como un ensayo de resistencia.

**Tabla 19: Registró de las resistencias a los 28 días de cada testigo**

N° DE VIVIENDA	TIPO DE CONCRETO	f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) a los 28 Días			
		ESPÉCIMEN N° 01	ESPÉCIMEN N° 02	RESISTENCIA PROMEDIO	% en f(210kg/cm <sup>2</sup> )
1	CONVENCIONAL	100.25	104.41	102.33	42.41%
2	CONVENCIONAL	179.41	173.48	176.44	84.02%
3	CONVENCIONAL	123.35	119.17	121.26	57.74%
4	PREMEZCLADO	234.79	228.13	231.46	110.22%
5	CONVENCIONAL	110.02	113.24	111.63	53.16%
6	CONVENCIONAL	106.91	110.24	108.57	51.70%
7	PREMEZCLADO	224.15	215.32	219.73	104.64%
8	CONVENCIONAL	138.32	133.47	135.90	64.72%
9	CONVENCIONAL	107.51	103.86	105.69	45.34%
10	CONVENCIONAL	102.31	105.83	104.07	46.32%
11	CONVENCIONAL	115.98	109.25	112.61	53.63%
12	CONVENCIONAL	116.76	121.37	119.06	56.70%
13	CONVENCIONAL	118.35	114.74	116.55	55.50%
14	CONVENCIONAL	147.24	141.11	144.17	68.66%
15	CONVENCIONAL	105.30	100.99	103.14	45.77%
16	CONVENCIONAL	114.01	108.25	111.13	52.92%
17	CONVENCIONAL	112.25	118.45	115.35	54.93%
18	CONVENCIONAL	112.32	116.67	114.49	54.29%
19	CONVENCIONAL	136.22	126.31	131.26	62.75%
20	CONVENCIONAL	121.54	119.89	120.71	57.49%
21	CONVENCIONAL	183.12	171.67	177.39	52.23%
22	PREMEZCLADO	263.08	267.27	265.17	126.27%
23	CONVENCIONAL	163.82	163.54	163.68	77.94%
24	PREMEZCLADO	385.99	384.74	385.37	183.51%
25	CON ASPCFP	239.59	277.17	258.38	123.04%
<b>Resistencia Promedio a la compresión f'c(kg/cm<sup>2</sup>)</b>				<b>154.22</b>	<b>73.44%</b>
<b>Resistencia Promedio de concreto convencional "in situ"</b>				<b>124.77</b>	<b>59.42%</b>
<b>Resistencia Promedio de concreto premezclado</b>				<b>275.43</b>	<b>131.16%</b>

Fuente: Elaboración propia

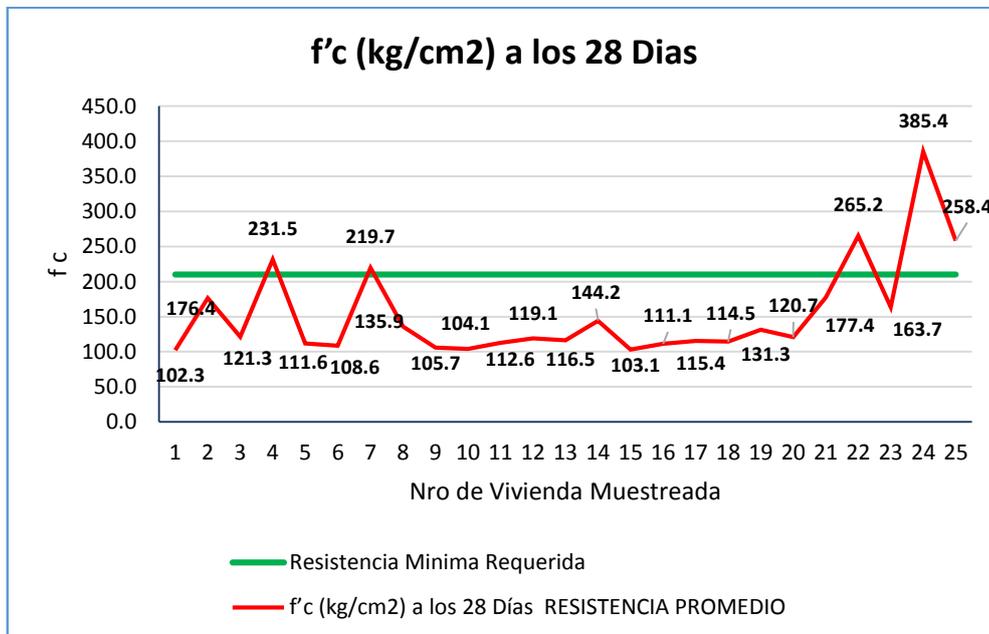
Figura 113: Resistencia de los testigos de concreto con respecto a los estándares mínimos exigidos por el RNE ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ).



Fuente: Elaboración propia

Tal como muestra la **Figura 113**, el **83% de testigos de concreto de las viviendas visitadas no cumplen con los estándares mínimos exigidos por el RNE ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )**. Los únicos concretos que **superaron la exigencia del RNE ( $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ )**, fueron las viviendas que optaron por usar concretos premezclados.

Figura 114: Resistencia del concreto c/ respeto a lo mínimo requerido  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia

Tal como muestra la Tabla 19 y la Figura 114 **las resistencias de los concretos convencionales elaborados “in situ”**, se encuentran entre  $102.33 \text{ kg/cm}^2$  y  $177.39 \text{ kg/cm}^2$ , con **una resistencia promedio de  $f'c=154.22 \text{ kg/cm}^2$** , mientras que **las resistencias de los concretos premezclados** se encuentran entre  $219.73 \text{ kg/cm}^2$  y  $385.37 \text{ kg/cm}^2$ , con **una resistencia promedio de  $f'c=275.43 \text{ kg/cm}^2$** . Asimismo, los 02 últimos testigos que fueron **elaborados con la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad y dosificados** con las proporciones enmarcadas en la “**TABLA DE DOSIFICACIÓN Y EQUIVALENCIAS DE UNACEM (Anexo A10)**”, obtuvieron **una resistencia promedio de  $f'c=258.38 \text{ kg/cm}^2$ , cumpliendo así con los estándares mínimos exigidos por el RNE ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )**.

Los pobladores y “maestro de obra” en su mayoría desconocen el significado de resistencia a la compresión ( $f'c$ ), por lo tanto, no esperan un valor específico de las dosificaciones realizadas “in situ”, los propietarios confiados en la labor del maestro tienen la seguridad de que la dosificación es la correcta y resultará un buen concreto, lo cual esta investigación muestra que dejar todo en manos del maestro de obra, no garantiza la obtención de un concreto que cumpla con los estándares mínimos exigidos por el RNE ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ).

#### **4.4. RENDIMIENTO**

En este ítem se da a conocer los resultados del rendimiento de los dos tipos de concreto (convencional y premezclado) de forma independiente, debido a que ambos tipos de concreto presentan grandes variaciones en el proceso de producción y colocación del concreto. Estos cálculos se obtuvieron utilizando las fórmulas presentadas en el **capítulo 3 (inciso 3.5.4.2) de esta investigación**.

##### **4.4.1. CONCRETO CONVENCIONAL**

La **Tabla 20** muestra los rendimientos del proceso de producción del concreto convencional elaborado “in situ” (dosificación, mezclado, transporte colocado y consolidado) en  $\text{m}^3$  por horas hombre ( $\text{m}^3/\text{h-h}$ ).

**Tabla 20: Rendimiento del proceso de fabricación de concreto “in situ” en (m<sup>3</sup>/h-h)**

N° DE VIVIENDA	TECHO DEL	ÁREA DE LOSA (M2)	VOL. DE CONCRETO (m <sup>3</sup> )	CANTIDAD DE HOMBRES	DURACIÓN (hh:min)	RENDIMIENTO (m <sup>3</sup> /H-H)
1	2do Piso	138.50	15.06	10	4:40	<b>0.323</b>
2	4to Piso	157.00	16.91	11	5:55	<b>0.260</b>
3	1er piso	67.00	7.55	10	3:25	<b>0.221</b>
5	1er piso	70.00	8.41	11	3:15	<b>0.235</b>
6	4to Piso	58.00	7.25	12	2:40	<b>0.227</b>
8	1er piso	98.78	11.55	10	4:00	<b>0.289</b>
9	2do Piso	90.00	10.32	12	4:15	<b>0.202</b>
10	4to Piso	94.00	9.86	12	4:10	<b>0.197</b>
11	4to Piso	245.00	26.89	12	7:50	<b>0.286</b>
12	1er piso	75.20	8.38	11	6:40	<b>0.114</b>
13	1er piso	117.28	13.46	11	6:55	<b>0.177</b>
14	4to Piso	145.80	16.65	12	4:55	<b>0.282</b>
15	1er piso	87.00	9.90	10	4:10	<b>0.238</b>
16	3er Piso	77.20	8.13	11	4:10	<b>0.177</b>
17	4to Piso	121.54	12.57	11	4:30	<b>0.254</b>
18	2do Piso	86.14	9.88	11	3:45	<b>0.240</b>
19	3er Piso	117.50	13.57	11	4:30	<b>0.274</b>
20	1er piso	80.00	9.11	10	14:25	<b>0.063</b>
21	2do Piso	69.52	8.78	9	3:45	<b>0.260</b>
23	1er piso	62.40	10.34	9	3:50	<b>0.300</b>
<b>Rendimiento Promedio (m<sup>3</sup>/h-h)</b>						<b>0.231</b>

Fuente: Elaboración propia

El **rendimiento promedio** obtenido de la producción del concreto convencional elaborado “in situ” (dosificación, mezclado, transportado, colocado y consolidado) es igual **0.231 m<sup>3</sup>/H-H**.

Ejemplo 1:

Si se utilizan 11 hombres se tendrá

$$0.225 \text{ m}^3/\text{h-h} \times 11 \text{ hombres} = 2.475 \text{ m}^3/\text{Hora} * 8 \text{ Horas} = 19.8 \text{ m}^3 / \text{Jornal}$$

Siguiendo el mismo procedimiento del **Ejemplo 1**, a continuación, **la Tabla 21** muestra el rendimiento de producción del concreto convencional elaborados “in situ” en m<sup>3</sup> por jornal (m<sup>3</sup>/Jornal).

**Tabla 21: Rendimiento del proceso de fabricación de concreto “in situ” (m<sup>3</sup>/Jornal)**

N° DE VIVIENDA	TECHO DEL	ÁREA DE LOSA (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN CONCRETO (m <sup>3</sup> )	CANTIDAD DE HOMBRES	RENDIMIENTO (m <sup>3</sup> /H-H)	RENDIMIENTO (m <sup>3</sup> /Jornal)
1	2do Piso	138.50	15.06	10	0.323	25.82
2	4to Piso	157.00	16.91	11	0.260	22.86
3	1er piso	67.00	7.55	10	0.221	17.68
5	1er piso	70.00	8.41	11	0.235	20.70
6	4to Piso	58.00	7.25	12	0.227	21.75
8	1er piso	98.78	11.55	10	0.289	23.10
9	2do Piso	90.00	10.32	12	0.202	19.43
10	4to Piso	94.00	9.86	12	0.197	18.93
11	4to Piso	245.00	26.89	12	0.286	27.46
12	1er piso	75.20	8.38	11	0.114	10.06
13	1er piso	117.28	13.46	11	0.177	15.57
14	4to Piso	145.80	16.65	12	0.282	27.09
15	1er piso	87.00	9.90	10	0.238	19.01
16	3er Piso	77.20	8.13	11	0.177	15.61
17	4to Piso	121.54	12.57	11	0.254	22.35
18	2do Piso	86.14	9.88	11	0.240	21.08
19	3er Piso	117.50	13.57	11	0.274	24.12
20	1er piso	80.00	9.11	10	0.063	5.06
21	2do piso	69.52	8.78	9	0.260	18.73
23	1er piso	62.40	10.34	9	0.300	21.58
<b>Rendimiento Promedio (m<sup>3</sup>/Jornal)</b>						<b>19.899</b>
<b>Rendimiento Promedio con el uso de winche (m<sup>3</sup>/Jornal)</b>						<b>20.417</b>
<b>Rendimiento promedio con el uso de lateros (m<sup>3</sup>/Jornal)</b>						<b>10.060</b>

Fuente: Elaboración propia

El rendimiento promedio por jornal obtenido en la producción del concreto convencional elaborado “in situ” (dosificación, mezclado, transportado, colocado y consolidado) **es 19.899 m<sup>3</sup>/jornal**, rendimiento mínimamente por debajo de lo normal, en comparación con lo especificado en la última edición [N° 12] de “Costos y Presupuestos en Edificación” de la Cámara Peruana de Construcción – CAPECO (hoja N° 57), el cual indica que el **rendimiento de preparado y vaciado es 25 m<sup>3</sup>/día** con las siguiente especificación: preparación con mezcladora de 9-11pies<sup>3</sup>, vibrador + 03 operarios + 02 oficiales + 11 peones. La causa principal de este rendimiento mínimamente bajo son las interrupciones que se suscita en el vaciado, ya sea por contratiempos con los equipos o por descansos del personal de media jornada.

El rendimiento promedio cuando se usa el winche es mejor (**20.42 m<sup>3</sup>/jornal**), que si no fuera por los descansos del personal de medio tiempo (entre 30min y 90min), y a las fallas técnicas de los equipos (mezcladora y winche), este rendimiento seria el óptimo.

Tal como muestra la **Tabla 21**, uno de los rendimientos más bajos que se obtuvo es **10 m<sup>3</sup>/jornal**, en la vivienda N° 12, el cual optó por el transporte del de forma manual, con los popularmente llamados “lateros” a través de una rampa de madera.

**Figura 115: Transporte de concreto de forma manual (“lateros”)**



**Fuente: Propia**

El rendimiento más crítico que se obtuvo es **5.06 m<sup>3</sup>/jornal**, en la vivienda N°20, que a causa de una falla técnica del winche, se optó por el transporte de la mezcla del concreto de forma manual (“lateros”), pero al no estar planificado dicho modo de trabajo (falta de rampa de madera), este resultado ser más complicado, durando más tiempo de lo previsto.

Generalmente no se tiene un horario de vaciado, depende de varios factores: como la culminación de los trabajos de encofrado e instalaciones eléctricas y sanitaria, así como la llegada de los equipos (mezcladora y winche), entre otros.

#### **4.4.2. CONCRETO PREMEZCLADO**

La **Tabla 22** muestra el rendimiento del proceso de colocación del concreto premezclado.

**Tabla 22: Rendimiento del proceso de colocación del concreto premezclado en (m<sup>3</sup>/h) y (m<sup>3</sup>/jornal)**

N° DE VIVIENDA	ÁREA DE LOSA (M2)	VOLUMEN CONCRETO (m <sup>3</sup> )	DURACIÓN DE PROCESO DE COLOCACION	RENDIMIENTO (m <sup>3</sup> /Horal)	RENDIMIENTO (m <sup>3</sup> /dia)
4	142.50	20.74	1:35	<b>13.10</b>	<b>104.79</b>
7	118.75	13.67	1:05	<b>14.91</b>	<b>119.30</b>
22	57.50	10.77	1:20	<b>8.08</b>	<b>64.62</b>
24	60.00	9.98	1:00	<b>9.98</b>	<b>79.84</b>
<b>Rendimiento Promedio</b>				<b>11.517</b>	<b>92.14</b>

Fuente: Elaboración propia

Tal como muestra la **Tabla 22**, el rendimiento promedio del proceso de colocación del concreto premezclado de las viviendas muestreadas es **11.52 m<sup>3</sup>/hora** y **92.14 m<sup>3</sup>/jornal**, resultando estar dentro del rango en comparación con lo especificado en la última edición [N° 12] de “**Costos y Presupuestos en Edificación**” de la Cámara Peruana de Construcción – **CAPECO** (hoja N° 69), el cual indica que el **rendimiento de vaciado de concreto premezclado es 100 m<sup>3</sup>/día**.

#### 4.5. CONCLUSIÓN DE LAS HIPOTESIS ESPECÍFICAS EN FUNCIÓN A LOS RESULTADOS OBTENIDOS

4.5.1. El uso del certificado del diseño de mezcla influye en la calidad del concreto, en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín.

**Tabla 23: Análisis de la Hipótesis Específica N° 01**

	USO DE CERTIFICADO DE DISEÑO DE MEZCLA	f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) a LOS 28 DÍAS	CUMPLEN CON LOS ESTÁNDARES MÍNIMOS EXIGIDOS POR EL RNE
CONCRETO CONVENCIONAL	NO	177.39 kg/cm <sup>2</sup>	NO
	NO	163.68 kg/cm <sup>2</sup>	NO
CONCRETO PREMEZCLADO	SI	265.17 kg/cm <sup>2</sup>	SI
	SI	385.37 kg/cm <sup>2</sup>	SI
CONCRETO CON ASPCPAPE	USO DE TABLA DE DOSIFICACIONES - UNACEM	258.38 kg/cm <sup>2</sup>	SI

Fuente: Elaboración propia

Tal como evidencia la Tabla 23 y en función a lo observado en esta investigación, se puede concluir que uno de los factores con mayor incidencia en la calidad final del concreto de las viviendas muestreadas es el uso del certificado de diseño de mezcla, el cual permite a los usuarios conocer las dosis precisas de los componentes del concreto para obtener un concreto con  $f'c$  específico. Esta investigación da a conocer que en algunos casos los maestros de obra desconocen su uso y otros lo consideran innecesario, realizando el proceso de dosificación del concreto convencional de forma empírica, a través del número de lampeadas por cada bolsa de cemento (tanda), sin el uso de moldes que puedan cuantificar la cantidad de agregado que se dosifica para obtener un concreto con  $f'c$  específico. Similar práctica inadecuada se observa en la dosificación del agua, ya que a falta del certificado del diseño de mezcla que indica la cantidad de agua a dosificar, el maquinista encargado de dosificar el agua lo realiza sin medida alguna, buscando al tanteo un punto de trabajabilidad de la mezcla, lo que puede explicar en gran medida los resultados deficientes de la calidad del concreto hecho en obra, Las únicas viviendas que contaron con dicho documento, fueron las que optaron por usar el concreto premezclado, los cuales en función a los resultados obtenidos, cumplen con los estándares mínimos exigidos por el RNE.

Asimismo, esta investigación permite conocer los resultados de las probetas dosificadas con lo establecido en la **“Tabla de dosificación y equivalencias de UNACEM” (Anexo A10)**, los cuales evidenciaron resultados positivos, obteniendo una resistencia promedio de  $f'c=258.38 \text{ kg/cm}^2$ , cumpliendo con los estándares mínimos exigidos por el RNE, permitiendo ser una alternativa de solución a la carencia del certificado de diseño de mezcla en la construcción de viviendas.

#### **4.5.2. El uso de equipos adecuados influye en la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de El Tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín.**

En función a la investigación realizada y a los resultados obtenidos se puede concluir que otro de los factores incidentes en la calidad final del concreto son los equipos, para el caso de la mezcladora, del 100% de viviendas estudiadas,

todas usaron mezcladoras, lo que representa un avance, ya que hubiera sido un retroceso encontrar concretos mezclados de forma manual, este equipo tiene gran incidencia en la calidad final del concreto, ya que garantiza una mezcla homogénea, a esto se suma que evita la pérdida de agua, el cual tiene vital importancia en la resistencia del concreto.

Con respecto al uso del equipo winche, se puede mencionar que gran porcentaje de las viviendas estudiadas tiende a usar este equipo como medio de transporte del concreto, mientras que un menor porcentaje aún hace uso de transporte manual (en baldes de aceite a través de una rampa de madera), El uso de este equipo influye en la calidad final del concreto, cuando no se usa este equipo y se opta por el transporte manual, existe una mayor probabilidad de que se genere segregación en el concreto, debido a que la mezcla es soltada desde una altura superior a un metro; ocasionando la separación de sus componentes, provocando que la mezcla de concreto presente una distribución de sus partículas no uniforme y por ende la creación de poros, cangrejeras, etc., los cuales son perjudiciales para el concreto.

Otro de los equipos que tiene mayor incidencia en la calidad del concreto es el uso de vibrador en el proceso de consolidación del concreto. Este proceso es muy importante ya que, debido al proceso de mezclado, transporte y colocación del concreto, se atrapa aire en forma de vacíos o poros, estos vacíos disminuyen la densidad del concreto haciendo que este sea más permeable, poco resistente y menos durable, es por ello que el vibrado tiene como objetivo lograr que las burbujas de aire asciendan dentro de la masa del concreto fresco y de este modo salgan al exterior, eliminándose en el exterior. En función a la investigación realizada, se encontró que no hay una cultura de uso de este equipo, en su mayoría el maestro de obra lo considera innecesario y en otros casos lo hace para aminorar costos, optando por la práctica del “chuceo” de forma inadecuada (desordenada y discontinua), sin el uso de instrumentos adecuados (varilla lisa de 5/8”), utilizando en su remplazo; carrizos, tubos de luz entre otros. **Demostrando que los procedimientos de consolidación del concreto, no son los adecuados.** Esta deficiencia suscitada en el proceso de consolidación se observa también cuando se opta por el uso de concreto premezclado, ya que existen empresas de concreto premezclado que no consideran el uso de este equipo vibrador

dentro de su servicio, mientras otras empresas si, esto se detalla en el ítem 4.2.1.2.1. de esta investigación.

En su mayoría estos equipos (winche y mezcladora), son maniobradas por personas que desconocen la reparación y mantenimiento, tal como se evidenció, que cuando fallan técnicamente, el personal encargado genera pérdida de tiempo, incluso horas en tratar de solucionar dicha falla, trayendo como consecuencia que el proceso de vaciado se culmine fuera del tiempo de fraguado, ocasionando la formación de juntas frías, y con esto daños serios a la estructura.

**4.5.3. La asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad influye en la calidad del concreto en la construcción de viviendas en el distrito de el tambo, de la provincia de Huancayo, región Junín.**

**Tabla 24: Justificación de la Hipótesis Específica N° 03**

	ASESORÍA Y SUPERVISION DE UNA PERSONA CON FORMACIÓN ACADEMICA PROFESIONAL DE LA E.	f'c (kg/cm2) a LOS 28 DÍAS	CUMPLEN CON LOS ESTÁNDARES MÍNIMOS EXIGIDOS POR EL RNE
CONCRETO CONVENCIONAL	NO	177.39 kg/cm2	NO
	NO	163.68 kg/cm2	NO
CONCRETO PREMEZCLADO	SI	265.17 kg/cm2	SI
	SI	385.37 kg/cm2	SI
CONCRETO CON LA ASPCFAPE	SI	258.38 kg/cm2	SI

**Fuente: Elaboración propia**

Tal como evidencia la Tabla 24 y en función a lo observado en esta investigación, se puede concluir que uno de los factores con mayor incidencia en la calidad final del concreto; es la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad, que permite un mejor y adecuado control en cada uno de los procesos constructivos, influenciando positivamente en la calidad del concreto, tal como muestra la Tabla 24, donde se obtiene una resistencia promedio de 258.38 kg/cm<sup>2</sup>; resistencia por encima de los estándares mínimos exigidos por el RNE.

#### 4.6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN FUNCIÓN A LA ASESORÍA Y SUPERVISIÓN DE UNA PERSONA CON FORMACIÓN ACADÉMICA PROFESIONAL DE LA ESPECIALIDAD

##### 4.6.1. ANÁLISIS TÉCNICO

Esta investigación muestra que la *asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad*, mejora sustancialmente la calidad del concreto, debido a que existe un mejor y adecuado control en cada uno de los procesos constructivos y procesos de preparación del concreto. Esto es evidenciado en la **Tabla 25**.

**Tabla 25: Resultados de las probetas sometidas a los ensayos de compresión (f'c)**

N° DE VIVIENDA	TIPO DE CONCRETO	PRECENCIA DE PROFESIONAL	f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) a los 28 Días			
			ESPÉCIMEN N° 01	ESPÉCIMEN N° 02	RESISTENCIA PROMEDIO	% en f(210kg/cm <sup>2</sup> )
1	TRADICIONAL	NO	100.25	104.41	102.33	48.73%
2	TRADICIONAL	SI	179.41	173.48	176.44	84.02%
3	TRADICIONAL	NO	123.35	119.17	121.26	57.74%
4	PREMEZCLADO	NO	234.79	228.13	231.46	110.22%
5	TRADICIONAL	NO	110.02	113.24	111.63	53.16%
6	TRADICIONAL	NO	106.91	110.24	108.57	51.70%
7	PREMEZCLADO	NO	224.15	215.32	219.73	104.63%
8	TRADICIONAL	NO	138.32	133.47	135.90	64.71%
9	TRADICIONAL	NO	107.51	103.86	105.69	50.33%
10	TRADICIONAL	NO	102.31	105.83	104.07	49.56%
11	TRADICIONAL	NO	115.98	109.25	112.61	53.62%
12	TRADICIONAL	NO	116.76	121.37	119.06	56.70%
13	TRADICIONAL	NO	118.35	114.74	116.55	55.50%
14	TRADICIONAL	NO	147.24	141.11	144.17	68.65%
15	TRADICIONAL	NO	105.30	100.99	103.14	49.12%
16	TRADICIONAL	NO	114.01	108.25	111.13	52.92%
17	TRADICIONAL	NO	112.25	118.45	115.35	54.93%
18	TRADICIONAL	NO	112.32	116.67	114.49	54.52%
19	TRADICIONAL	NO	136.22	126.31	131.26	62.51%
20	TRADICIONAL	NO	121.54	119.89	120.71	57.48%
21	TRADICIONAL	NO	183.12	171.67	177.39	84.47%
22	PREMEZCLADO	NO	263.08	267.27	265.17	126.27%
23	TRADICIONAL	NO	163.82	163.54	163.68	77.94%
24	PREMEZCLADO	NO	385.99	384.74	385.37	183.51%
25	CON ASPCFPU	SI	239.59	277.17	258.38	123.04%

Fuente: Elaboración propia

Tal como evidencia la Tabla 25, el cual destaca los resultados de las probetas sometidas a los ensayos de compresión ( $f_c$ ) con la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad. Para el caso de la muestra N° 02, se puede apreciar que viene a ser la resistencia más alta (176.44 kg/cm<sup>2</sup>) frente a sus similares (concreto convencional), la resistencia del concreto no alcanzó la resistencia mínima exigida por el RNE, siendo las posibles causas el uso del hormigón (agregado) y la carencia del certificado del diseño de mezcla, que, pese a que el profesional recomendó contar con el certificado de diseño de mezcla y el uso de piedra chancada y arena gruesa, el propietario por abaratar los costos optó por obviar dichas recomendaciones, pese a ello la resistencia del concreto es mayor en comparación con sus similares. En el caso de la muestra N° 25, debido a que se elaboró con la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad (bachiller en Ingeniería Civil), se observó un mejor control en cada uno de los procesos de preparación del concreto, a esto se suma que se usaron los agregados recomendados por el RNE (piedra chancada y arena gruesa), los cuales fueron dosificados en función a la **“TABLA DE DOSIFICACIÓN Y EQUIVALENCIAS DE UNACEM” (Anexo A10)**, obteniendo una resistencia promedio de 258.38 kg/cm<sup>2</sup>, resistencia mayor a la mínima exigida por el RNE.

#### **4.6.2. ANÁLISIS NORMATIVO**

Actualmente no existe una norma o ley que exija a la población Tambina contar con la ***asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad*** en la construcción de las viviendas. La Municipalidad Distrital de el Tambo, mediante el Área de Fiscalización Urbana de la Sub Gerencia de Catastro, Control Urbano y Rural y el Área de Licencias de Edificación, están más enfocados en el tema de obtención y regularización de las **“Licencias de Edificación”**, mas no así del cumplimiento de las normas en los procesos constructivos, el cual podría ser garantizado con la ***asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad***.

La Municipalidad Distrital de el Tambo, mediante el Área de Fiscalización Urbana de la Sub Gerencia de Catastro, Control Urbano y Rural, en la actualidad impone sanciones de 1 UIT (4,150.00 nuevos soles), si se construye una vivienda sin contar con licencia de edificación, y 10% del valor de la construcción en caso de que el proyecto ya se haya construido.

#### **4.6.3. ANÁLISIS ECONÓMICO**

Cuantificar de forma generalizada el valor monetario de los beneficios que conlleva la asesoría de un profesional calificado es casi imposible, debido a la gran variabilidad y complejidad de cada proyecto, pero lo que sí se puede hacer, es un cuadro comparativo de los beneficios de contar con la **asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad**, y mediante ello poder hacer una comparación económica.

#### 4.6.3.1. Cuadro Comparativo de beneficios de la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad

**Tabla 26: Cuadro comparativo de beneficios de la asesoría de una persona con formación académica profesional de la especialidad.**

IMPLICA	BENEFICIO	EVITARÁ	ECONÓMICAMENTE
<b>Existencia de planos de construcción</b>	Asegura una adecuada planificación y programación de obra.	Evitará contratiempos e improvisaciones, ya que los requerimientos tanto de los materiales como del personal idóneo, se realizará de forma oportuna	Evitará mayores gastos por el exceso del tiempo de ejecución, ya que se controlará cada una de las actividades constructivas, con el fin de que la ejecución de la vivienda se culmine en el tiempo programado.
			Evitará pagos innecesarios por el exceso de personal en obra.
	Asegura la calidad de la construcción, controlando cada uno de los procesos constructivos ejecutados en el proyecto, mediante la verificación de los planos en obra.	Evitará que se construyan viviendas mal dimensionadas y/o sobredimensionadas	Permitirá verificar que el diseño de la vivienda este dentro de los parámetros de las normativas vigentes, evitando así sanciones y/o multas.
			Evitará pagos innecesarios a causa de elementos estructurales sobredimensionados.
	Permitirá realizar requerimientos de los materiales e insumos cuasi exactos	Evitará la adquisición de materiales de construcción e insumos en exceso	Evitará gastos innecesarios por la compra de materiales de construcción en exceso.
			Evitará pagos innecesarios por la compra de materiales repetitivamente a causa de un mal metrado como: gastos de pasajes, fletes y otros.
<b>Existencia del certificado del diseño de mezcla</b>	Asegura una dosificación exacta de cada uno de los componentes del concreto para obtener un f'c específico	Evitará una dosificación empírica que no garantiza que el concreto cumpla con los requerimientos mínimos normados	Evitará gastos innecesarios a causa del uso excesivo del cemento
<b>Control de equipos</b>	Asegura el requerimiento de equipos (vibrador, winche, mezcladora, etc.) en óptimas condiciones	Evitará la falta de algún equipo que tenga por finalidad mejorar las condiciones de trabajo y permita cumplir con las especificaciones técnicas en cada una de las partidas ejecutadas, como por ejemplo el uso del vibrador	Evitará gastos innecesarios a causa de imprevistos suscitados por la falla de algún equipo, ya que se verificará el estado y la operación de cada uno de estos.
			Se recomendará el uso del winche, ya que mejora el rendimiento y por ende ahorro de tiempo.

<p><b>Control de materiales</b></p>	<p>Asegura el uso de materiales de construcción que permitan cumplir con normas estándares</p>	<p>Evitará la compra de materiales de construcción en mal estado o tengan dudosa procedencia estado o tengan dudosa procedencia</p>	<p>En términos monetarios, se evitará estafas y/o ser sorprendidos con la compra de materiales de construcción de mala calidad que no cumplan con estándares mínimos de calidad</p>
<p><b>Control en cada uno de los procesos constructivos, y procesos de preparación y cuidado del concreto</b></p>	<p>Asegura el cumplimiento de las especificaciones técnicas en cada uno de los procedimientos constructivos realizados en la <b>etapa prevaciado.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones, etc.</li> <li>• Encofrado</li> <li>• Mezclado de concreto</li> <li>• Transporte del concreto</li> </ul>	<p>Evitará errores constructivos mediante un control adecuado de los trabajos realizados en las partidas antecesoras al vaciado del concreto como: las <b>instalaciones sanitarias y eléctricas, correcto colocado del acero, etc.</b></p>	<p>Evitará gastos innecesarios debido a correcciones de errores constructivos.</p>
		<p>Evitará <b>encofrados</b> inadecuados que carezcan de hermeticidad</p>	<p>Evitará gastos innecesarios a causa de mayores desperdicios, ya que el encofrado será hermético y disminuirá al mínimo el % de desperdicio.</p>
		<p>En el <b>proceso de mezclado</b> se respetará la dosificación de los componentes del concreto en función al certificado de diseño de mezcla</p>	<p>Evitará gastos innecesarios, evitando dosificar más cemento de lo requerido.</p>
		<p>Evitará la segregación de la mezcla del concreto, ya que se controlará un adecuado proceso de <b>transporte del concreto.</b></p>	<p>Evitará gastos innecesarios a causa de la dilatación del tiempo en el proceso de transporte del concreto, ya que se recomendara procedimientos que logren optimizar el rendimiento de este proceso</p>
	<p>Asegura el cumplimiento de las especificaciones técnicas en cada uno de los procesos constructivos de preparación del concreto en la <b>etapa de vaciado.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaciado del concreto</li> <li>• Consolidación del concreto</li> </ul>	<p>Evitará errores constructivos mediante un control adecuado en el <b>proceso de vaciado</b></p>	<p>Evitará gastos innecesarios a causa de correcciones de un inadecuado proceso de vaciado, y de esta manera asegurar la calidad del concreto</p>
		<p>Evitará errores constructivos mediante un control adecuado en el <b>proceso de consolidación</b> usando el equipo vibrador o un adecuado procedimiento de "chuseo"</p>	<p>Evitará gastos innecesarios a causa de correcciones de un inadecuado proceso de consolidación del concreto, a través de un adecuado control y de esta manera asegurar la calidad del concreto</p>

	Asegura el cumplimiento de las especificaciones técnicas en el proceso de cuidado del concreto en la <b>etapa posvaciado</b> . <ul style="list-style-type: none"> <li>• Curado del concreto</li> </ul>	Evitará pasar por desapercibido el cuidado del concreto, enfatizando la importancia del <b>curado</b> para así evitar la formación de fisuras y por ende bajar la calidad del mismo	Evitará gastos innecesarios asegurando la calidad del concreto haciendo un énfasis en la importancia del curado del concreto
<b>Evaluación de personal calificado</b>	Asegura la evaluación constante del rendimiento del personal	Evitará que el proyecto se culmine fuera del tiempo programado debido a un control adecuado del rendimiento del personal	Evitará gastos innecesarios, debido a que no habrá exceso de personal, además se evitara ser sorprendidos por parte del personal a través de constantes evaluaciones del rendimiento de personal.
<b>Licencia de edificación</b>	Asegura el asesoramiento en los trámites para la obtención de la licencia de edificación	Evitará el incumplimiento de contar con este documento legal	Evitará gastos innecesarios, mediante el pago de multas a la municipalidad distrital del El Tambo
<b>Calidad del concreto premezclado</b>	Asegura la calidad del concreto	Evitará estafas y/o ser sorprendidos por parte de la empresa proveedora de concreto premezclado mediante la realización y verificación de cada uno de los ensayos como: ensayo a la compresión, entre otros.	Evitará el pago por mayores volúmenes de concreto (ya que se calculara la cantidad exacta de concreto a utilizar), también se lograra verificar que la calidad del concreto sea la solicitada.

Fuente: Elaboración propia

En función al cuadro comparativo de la **Tabla 26**, se puede concluir que los beneficios de contar con la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad, sino también económicos.

## CONCLUSIONES

1. De los ensayos de resistencia a la compresión a los testigos de las **24 viviendas muestreadas, se obtuvo una resistencia promedio de 149.88Kg/cm<sup>2</sup>**. El 83% no cumplen con los estándares mínimos exigidos por el RNE.
  - **De las 20 las viviendas muestreadas que optaron por el uso del concreto convencional, el 100% NO CUMPLEN con los estándares mínimos exigidos por el RNE.** De los ensayos de resistencia a la compresión a los testigos, se obtuvo una resistencia promedio de 124.77kg/cm<sup>2</sup>, con resistencias que varían entre 177.39 kg/cm<sup>2</sup> la más alta y 102.33 kg/cm<sup>2</sup> la más baja.
  - **De las 04 viviendas muestreadas que optaron por el uso del concreto premezclado, el 100% CUMPLEN con los estándares mínimos exigidos por el RNE.** De los ensayos de resistencia a la compresión a los testigos, se obtuvo una resistencia promedio de 275.43 kg/cm<sup>2</sup>.
2. Uno de los factores con mayor incidencia en la calidad final del concreto, es la **carencia del certificado de diseño de mezcla**, optando por dosificar de manera empírica en función a “tandas”.
  - **La dosificación del hormigón** (agregado), se realiza a través del número de lampeadas por cada bolsa de cemento (“tanda”), sin el uso de moldes que puedan cuantificar la cantidad de agregado que se dosifica para obtener un concreto con f’c específico.
  - Con respecto a la **dosificación del agua**, a falta del certificado del diseño de mezcla que indica la cantidad de agua a dosificar, el maquinista encargado de dosificar el agua, acostumbra agregar agua a la mezcla sin medida alguna, buscando al tanteo un punto de trabajabilidad.
3. **En lo que respecta al uso de equipos, es importante mencionar lo siguiente:**
  - **El 100% de las viviendas muestreadas** del distrito de El Tambo, **usaron mezcladora** para el proceso de mezclado, este equipo tiene gran incidencia en la calidad final del concreto, ya que garantiza una mezcla homogénea y evita la pérdida de agua, el cual tiene vital importancia en la resistencia del concreto.

- **El 95% de las viviendas muestreadas hicieron uso del equipo winche**, disminuyendo el riesgo que se produzca segregación, ya que cuando se opta por el transporte manual (“lateros”), existe mayor riesgo de generarse segregación en el concreto, debido a que la mezcla es soltada desde una altura superior a un metro; ocasionando la separación de sus componentes, provocando que la mezcla de concreto presente una distribución de sus partículas no uniforme y por ende la creación de poros, cangrejas, etc. Asimismo, el uso de este equipo beneficia el rendimiento del proceso de vaciado, obteniendo un rendimiento promedio de 20.42 m<sup>3</sup>/Jornal, mientras que las viviendas que optaron por transportar el concreto de forma manual (“lateros”), obtuvieron un rendimiento de 10.06 m<sup>3</sup>/jornal.
  - Otro factor que afecta la calidad final del concreto es la mala compactación que se realiza en la etapa de consolidación del concreto. **A falta del equipo vibrador en obra**, los encargados de la construcción (maestros de obra), optan por el “chuceo”, ejecutado de forma desordenada y discontinua, improvisando con elementos inapropiados como: carrizos, tubos de luz, entre otros, y no de los instrumentos adecuados (varilla de acero liso y martillo de goma), generando que el aire que queda atrapado en forma de vacíos o poros en el proceso de mezclado, transporte y colocación del concreto, se queden en la masa, disminuyendo la densidad del concreto, ocasionando que este sea más permeable, poco resistente y menos durable. Cabe mencionar que el optar por el uso de concreto premezclado, no necesariamente garantiza el adecuado proceso de consolidación, ya que se evidenció que existen empresas como “PRUCIL”, que no usan el equipo vibrador, dejando dicha responsabilidad a cargo del maestro de obra, mientras que otras empresas como “GOVIL”, si lo incluyen en sus servicios.
4. Existe un gran porcentaje de construcciones (95.8% de las viviendas muestreadas), que se ejecutan **sin la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad**, A falta del profesional, la ejecución está a cargo de operarios no calificados y de maestros de obra con reducida y a veces nula formación académica en materia de construcción, los mismos que no controlan adecuadamente cada uno de los procesos constructivos, ocasionando que se trasgredan normas de construcción, los cuales influyen negativamente en la calidad final del concreto, tal como se evidencia en las tablas 24 y 25 respectivamente.

5. Otro de los factores que incide en la calidad final del concreto, es el **mal curado**, los cuales son realizados por los propietarios de forma inadecuada; el mismo que, lo realizan esporádicamente mediante el “regado” (rociado con manguera, por menos de una hora para todo el día), por un tiempo mucho menor a lo recomendado (entre 3 a 4 días en promedio), generando que el concreto no se encuentre a la humedad y T° adecuada, ocasionando un secado prematuro, el cual trae como consecuencia la formación de fisuras.

## LIMITACIONES

1. Una de las principales limitaciones para realizar esta investigación, fue la falta de colaboración por parte de los propietarios, en muchos casos se negaron a: brindar información, extraer muestras del concreto en estado fresco, tomar fotos y/o filmar videos, debido a que existe recelo y desconfianza en poder ser parte del Área de Fiscalización de La Municipalidad Distrital de El Tambo.
2. Otra de las limitaciones por parte de las empresas proveedoras de concreto premezclado (PRUCIL Y GOVIL), fue la falta de accesibilidad a los documentos sustentatorios del monto que se pagó, pese a este inconveniente, esta información se pudo obtener por parte de algunos propietarios, mientras que otros se negaron rotundamente.
3. Otra de las limitaciones por parte de las empresas de concreto premezclado para acceder a sus respectivas plantas de elaboración de concreto, fue la prohibición de tomar fotos y/o filmar, condición que se debió cumplir para permitirnos acceder a dichas plantas.

## RECOMENDACIONES

En esta investigación se identificó el uso de dos tipos de concreto (Convencional y premezclado), motivo por el cual las recomendaciones se mencionan en el siguiente orden: **recomendaciones generales, recomendaciones del concreto convencional y recomendaciones del concreto premezclado**

### RECOMENDACIONES GENERALES

1. **A la población en general**, antes de construir sus viviendas (sin importar el tipo de concreto que va usar), **se recomienda contar con la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad**, con la finalidad de garantizar la construcción de una vivienda segura, mediante el control adecuado en cada uno de los procesos constructivos. A esto se suma que los beneficios no solo son técnicos, sino también económicos, tal como lo detalla el “Cuadro comparativo de beneficios de la asesoría de una persona con formación académica profesional de la especialidad” (**Anexo A8**).
2. **A la Municipalidad Distrital de El Tambo**, se recomienda reglamentar la incorporación de “**La asesoría de una persona con formación académica profesional de la especialidad**”, en el TUPA (Texto Único de Procedimientos Administrativos), como requisito para la obtención de licencia de edificación, es decir que ambos requisitos deben de cumplirse para evitar que el propietario sea multado. Para este propósito, los montos de las multas no deben incrementarse, manteniendo lo que establece el TUPA, con la finalidad de estar al alcance de todos los niveles socioeconómicos de la población Tambina.
3. **A los propietarios**, se recomienda disponer con los “**planos de construcción**”, con la finalidad de evitar improvisaciones, guiar el desarrollo en cada una de las etapas de construcción de la vivienda, verificar las dimensiones, ubicación y el diseño con precisión de cada uno de los elementos estructurales y no estructurales, entre otros beneficios descritos en la **Tabla 4.16**.

4. **A los propietarios**, antes de construir sus viviendas, **se recomienda optar por la formalidad, obteniendo su “Licencia de Edificación”**, con la finalidad de disponer con la documentación requerida e indispensable para la construcción de una vivienda como: planos de construcción entre otros, evitando así realizar pagos innecesarios como multas de 1 UIT o 10% del VC (valor de la construcción).
5. **A los encargados de la construcción (Ingenieros, Arquitectos y/o Maestros de Obra)**, **se recomienda, encofrar herméticamente**, con la finalidad de evitar la pérdida de pasta de cemento, lo cual es muy importante para el concreto, esto se logrará cerrando de manera correcta las aberturas y evitando el uso de maderas en mal estado (alabeadas, rajadas, etc.). Asimismo, se recomienda, encofrar respetando el recubrimiento mínimo del acero, con la finalidad de evitar la creación de cangrejas.
6. **A los propietarios, se recomienda ejecutar adecuadamente el proceso de curado del concreto**, manteniéndolo permanente húmedo (como mínimo durante los 7 primeros días), permitiendo que el concreto mantenga un adecuado contenido de humedad y temperatura, evitando así que el concreto pueda fisurarse. Para ello puede utilizar el método “ARROCERAS” (Anexo A9), el cual consiste en colocar arena fina en los bordes,
7. **A la Municipalidad Distrital de El Tambo, se recomienda reglamentar y exigir que toda empresa proveedora de agregados, cuenten con laboratorios de ensayos de agregados**, con la finalidad de conocer la calidad de los agregados que ofertan al consumidor.
8. **A la Municipalidad Distrital de El Tambo, se recomienda poner mayor énfasis en el área de fiscalización**, evitando así la propagación de construcciones de viviendas de manera informal y sensibilizar a la población de manera eficaz sobre la importancia de disponer con la documentación requerida e indispensable para la construcción de una vivienda como: planos de construcción entre otros. Asimismo, se recomienda trabajar coordinadamente con los propietarios y establecer días de visitas durante la construcción de las viviendas por parte del área de fiscalización (prioritariamente en los días de vaciado de los elementos estructurales), a fin de corroborar que lo ejecutado en obra coincida con los planos de construcción y verificar si se está respetando las normas estándares establecidos en el RNE.

9. **A los organismos responsables (Municipalidad Distrital de El Tambo, Gobiernos Regional de Junín, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Colegio de Ingenieros y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento), se recomienda difundir los resultados, conclusiones y recomendaciones de esta investigación, mediante programas de difusión masiva** que tenga como objetivo concientizar a la población en general sobre la importancia de cumplir con las exigencias establecidas en el RNE, evitar continuar con la construcción de viviendas mediante la modalidad de la autoconstrucción, y así evitar consecuencias fatales ante la presencia de fenómenos naturales como terremotos, ya que el Perú se encuentra en una zona de gran actividad sísmica.

## **CONCRETO CONVENCIONAL**

1. **Al propietario y a los encargados de construir, se recomienda disponer con el certificado del diseño de mezcla**, en caso de no contar con este, optar por el uso de las proporciones especificadas en la **“TABLA DE DOSIFICACIÓN Y EQUIVALENCIAS DE UNACEM” (Anexo A10)**, el cual, tal como se evidencia en la Tabla 23, si se cumple tal cual, mejorara sustancialmente la calidad del concreto.
2. **Al propietario y a los encargados de construir, se recomienda usar el “PROTOCOLO PARA LA PREPARACIÓN Y CUIDADO DEL CONCRETO” adjuntado en el Anexo A9**, el cual es una guía que permite al usuario hacer un seguimiento adecuado de cada uno de los procedimientos constructivos para obtener un concreto de calidad.
3. **Al propietario y a los encargados de construir, se recomienda usar piedra chancada y arena gruesa** (agregados recomendados para la preparación de concreto de elementos estructurales como losas, columnas, vigas, etc. que requieren concretos con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ), y no el agregado hormigón; el cual es recomendable para concretos de baja calidad que no superen los  $f'c=100\text{kg/cm}^2$ , debido básicamente a que su gradación muy pocas veces cumple la NTP 400.037. Asimismo, se recomienda usar moldes para cuantificar la cantidad exacta del agregado.

4. **A los propietarios y a los encargados de construir, se recomienda verificar que el agregado que se adquiere esté libre de impurezas** como: tierra, barro y/o grasas que puedan bajar la calidad del agregado y por ende del concreto. Asimismo, se recomienda depositarlo sobre lonas evitando que el agregado se contamine. Y se exige abandonar la mala práctica de juntar los agregados con tierra, polvo y desechos, mediante el uso de escobas.
5. **A los encargados de la construcción, para los trabajos de consolidado del concreto, se recomienda el uso del vibrador** (el cual tiene como función eliminar las burbujas de aire en la mezcla al momento de su colocación, reduciendo la cantidad de vacíos, logrando de esta forma, una mejor calidad de concreto), penetrando verticalmente en la masa de concreto. El vibrado debe terminar cuando ya no aparezcan burbujas de aire en la superficie del concreto. Hay que tener en cuenta que un excesivo tiempo de vibrado puede hacer que la piedra se separe del resto de la mezcla.
6. **A los encargados de la construcción** en caso que no se cuente con el vibrador, **se recomienda encargar a una persona de forma permanente** (hasta la culminación del vaciado) **para realizar el “chuceo”**; el cual deberá realizarse de manera ordenada y continua, con una barra lisa de acero de 1/2” o 5/8” (con uno de sus extremos de forma semiesférica), golpeando suavemente con un martillo de goma las paredes del encofrado.
7. **A los propietarios y a los encargados de construir, se recomienda el uso del equipo winche**, ya que cuando se opta por el transporte manual (“lateros”), existe mayor riesgo de generarse segregación en el concreto, debido a que la mezcla es soltada desde una altura superior a un metro; ocasionando la separación de sus componentes, provocando que la mezcla de concreto presente una distribución de sus partículas no uniforme y por ende la creación de poros, cangrejeras, etc. Asimismo, se recomienda que los equipos (mezcladora y/o winche), sean alquilados en centros que ofrezcan garantías, donde dispongan con operarios capacitados para dar solución a fallas técnicas.
8. **A los propietarios**, si existe bolsas de cemento sobrantes, **se recomienda protegerlos para que conserve sus propiedades**. Para ello, se debe cubrirlo evitando que no esté expuesto a la humedad y aislarlo del suelo colocándolo sobre tarimas de madera. La altura máxima que se debe alcanzar al apilar el cemento es de 10 bolsas, para evitar que las bolsas inferiores se compriman y

endurezcan. El tiempo máximo de almacenamiento recomendable en la obra es de un mes. Antes de usarse, se debe verificar que no se hayan formado grumos. Si los hubiera, el cemento se podrá usar, siempre y cuando puedan deshacerse fácilmente comprimiéndolos con la yema de los dedos.

## **CONCRETO PREMEZCLADO**

- 1. A los propietarios y población en general** que opte por el uso de este tipo de concreto, **se recomienda contar con la asesoría y supervisión de una persona con formación académica profesional de la especialidad**, con la finalidad de verificar y dar conformidad a la calidad del mismo, mediante la elaboración de ensayos normados. Asimismo, permitirá hacer un seguimiento a cada uno de los procesos constructivos y evitará que los propietarios puedan ser sorprendidos con aumento del volumen del concreto, entre otros.
- 2. A la empresa proveedora de concreto premezclado, se recomienda realizar los ensayos de calidad** (ensayo de resistencia a la compresión) en presencia del propietario, con el fin de garantizar los resultados. Asimismo, se recomienda repartir a los usuarios boletines y/o protocolos con información que permita ser una guía para controlar cada uno de los procesos constructivos y cuidar de manera adecuada la calidad del concreto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto C, F. (2009). "Tecnología del Concreto (Teoría y Problemas)". 2da. Ed, San Marcos – Lima, Perú.
- Araya R., M. (1998) "Control de calidad del concreto estructural y de mortero de pega en viviendas" Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica. ". Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, San José – Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Civil
- Arroyo A., J. (2012). "Manual del investigador"
- Blanco B, A. (1990). "Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado". Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Nacional – Lima, Perú
- CAPECO (2014). "Costos y presupuesto en edificaciones". Edición 12. CAPECO. Lima Perú
- Corporación Aceros Arequipa S.A. (2010). "Manual del buen constructor". Lima - Perú
- Oseda G., D. (2008). "Metodología de la Investigación". Ed. Pirámide. Huancayo - Perú. pág. 34.
- Ibañez W. (2010). "Costos y Tiempos en Carreteras". Ed, MACRO. Lima Perú
- [Investigación realizado en convenio entre ICCYC y CFIA. Guanacaste – Costa Rica. Convenio entre el instituto costarricense del cemento y del concreto y colegio federado de ingenieros y de arquitectos.
- Instituto costarricense del cemento y del concreto y colegio federado de ingenieros y de arquitectos (2005). "Calidad del concreto en el Área Metropolitana de Costa Rica" [Investigación realizado en convenio entre ICCYC y CFIA] Área Metropolitana – Costa Rica. Convenio entre el instituto costarricense del cemento y del concreto y colegio federado de ingenieros y de arquitectos.
- Instituto costarricense del cemento y del concreto y colegio federado de ingenieros y de arquitectos (2006). "Calidad del concreto en la zona norte de Guanacaste".
- Instituto costarricense del cemento y del concreto y colegio federado de ingenieros y de arquitectos, (2007). "Calidad del concreto en la zona del Pacifico Central". Investigación realizada en convenio entre ICCYC y CFIA. Cantón de Garabito – Costa Rica. Convenio entre el instituto costarricense del cemento y del concreto y colegio federado de ingenieros y de arquitectos.
- Laura, H, S. (2006). "Diseño de Mezcla de Concreto". Puno - Perú
- Oré T, J. (2014). "Manual de Preparación, Colocación y Cuidado del concreto". Ed. CARTOLAN EDITORES SRL, Lima – Perú.
- Ottazzi P, G. (2009). "Apuntes del Curso Concreto Armado I". 10ma. Ed. Departamento de Ingeniería – Lima, Perú
- Pasquel C, E. (1998). "Tópicos de Tecnología del Concreto". 2da. Ed, Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Nacional – Lima, Perú

- [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil] Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Programa Académico de Ingeniería Civil
- Villanueva F., S. M. (2003). "Estudio de la calidad de concreto en la construcción de viviendas y pavimentos de vías del cono norte de lima: uso del concreto premezclado", (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Programa Académico de Ingeniería Civil
- Patiño M., C. (2009). "Estudio de la viabilidad en el uso de concreto celular para viviendas unifamiliares en la ciudad de Tacna", (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Tacna – Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Ingeniería.
- Garay P., L. E. y Quispe C., C. E. (2016). "Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de vivienda en lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango)", (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Lima – Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, Programa Académico de Ingeniería Civil

## **NORMAS**

- Norma ASTM C-31: Elaboración y curado en obra de especímenes de hormigón para pruebas de compresión
- Norma ASTM C-39 Determinación del esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos de concreto
- Norma ASTM C-136 Método de ensayo normalizado para la determinación granulométrica de agregados finos y gruesos
- Norma ASTM C-138 Peso unitario, rendimiento, y contenido de aire del hormigón fresco. Método gravimétrico.
- Norma ASTM C-143 Asentamiento en el concreto fresco
- Norma ASTM C-150 Especificación normalizada para cemento Portland
- Norma ASTM C-469 El estándar método de prueba para el módulo estático de elasticidad y proporción de cemento armado de Poisson en la compresión
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016), Macro. Lima. Perú.

## **PAGINA WEB**

Autoconstrucción

<https://es.wikipedia.org/wiki/Autoconstrucci%C3%B3n>

columna

<http://es.slideshare.net/deibyrequenamarclo/columnas-y-tipos-de-columnas>

Encargado de la construcción

<http://www.educaweb.com/profesion/encargado-construccion-345/>

Equipos y maquinarias

<https://prezi.com/axl2cetu4qwh/maquinaria-y-equipos-de-construccion/>

Historia del cemento

<http://jyramosa.blogspot.pe>

Información de concreto

<http://es.slideshare.net/yonerchavezburgos/yoner-chavez>

Mezcladora

<http://civilgeeks.com/2011/09/26/consideraciones-en-el-mezclado-del-concreto/>

Muestra

<https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/muestreo-por-conveniencia>

Planeamiento, programación y control de obra

<https://es.scribd.com/presentation/157061447/Planeamiento-Programacion-y-Control-de-Obra-Dr-Juan-Rios-Segura>

Propiedades principales del concreto

<http://civilgeeks.com/2011/12/11/propiedades-principales-del-concreto/>

Recurso humano

<http://definicion.mx/recursos-humanos/>

<http://www.definicionabc.com/economia/recursos-humanos.php>

Técnico en construcción

<http://capeco.edu.pe/web/global.php?pag=122>

Tecnología del concreto

[http://es.slideshare.net/Consultora\\_KECSAC/modulo-iv-tecnologa-del-concreto](http://es.slideshare.net/Consultora_KECSAC/modulo-iv-tecnologa-del-concreto)

Tecnología del concreto

<https://es.scribd.com/doc/316673449/122693316-vocabulario-concreto>

Tecnología de los materiales para la construcción

<http://es.slideshare.net/OlenkaFasanandoLam/cono-deabrams-y-asetamiento-de-porbeta>

Tipos de aditivos para concreto

<http://civilgeeks.com/2011/12/11/tipos-de-aditivos-para-concreto/>

Usos y Recomendaciones Cementos – Lección 5

<http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/>

Vibrador

[http://gruasyequipos.com/images/stories/fichas\\_tecnica\\_productos\\_web/vibradores%20de%20concreto/Spanish\\_Conc\\_Vibrators\\_brochure\\_low\\_res\\_0112\\_DataId\\_57545\\_Version\\_1.pdf](http://gruasyequipos.com/images/stories/fichas_tecnica_productos_web/vibradores%20de%20concreto/Spanish_Conc_Vibrators_brochure_low_res_0112_DataId_57545_Version_1.pdf)

Winche

<https://es.scribd.com/doc/142177967/Analisis-y-diseno-de-un-Winche-1>

## **ANEXOS**

## **ANEXO A1: RECOLECCIÓN DE DATOS DE LAS VIVIENDAS MUESTREADAS**

## ANEXO A2: CÁLCULO DE LA DOSIFICACIÓN POR M<sup>3</sup>

## **ANEXO A3: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESITENCIA A LA COMPRESION**

## **ANEXO A4: PANEL FOTOGRÁFICO**

**ANEXO A5: DOCUMENTOS SUSTENTATORIOS DEL N° DE LICENCIAS EMITIDAS  
POR LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE EL TAMBO**

**ANEXO A6: DOCUMENTOS SUSTENTATORIOS EMITIDOS POR LAS EMPRESAS  
PROVEEDORAS DE CONCRETO PREMEZCLADO**

## **ANEXO A7: PASOS A SEGUIR PARA OBTENER LA LICENCIA DE EDIFICACIÓN**

**ANEXO A8: CUADRO COMPARATIVO DE BENEFICIOS DE LA ASESORÍA DE UNA PERSONA CON FORMACIÓN ACADÉMICA PROFESIONAL DE LA ESPECIALIDAD**

## **ANEXO A9: PROTOCOLO PARA LA PREPARACIÓN Y CUIDADO DEL CONCRETO**

**ANEXO A10: TABLA DE DOSIFICACIÓN Y EQUIVALENCIAS DE UNACEM**