

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE
 $F'c = 280 \text{Kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS
NOCIFERA) CON UNA PROPORCIÓN DE 0.5%, 1.0% Y 1.5%.**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

BERAÚN CORONEL ENRIQUE GABRIEL

ASESOR:

ING. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS

JAÉN - PERÚ – 2017

COPYRIGHT © 2017 by
ENRIQUE GABRIEL BERAÚN CORONEL
Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Cajamarca, en especial a la Facultad de Ingeniería por la formación académica.

Agradezco de una manera especial a mi asesor de tesis al Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas, por su aliento, sus inestimables aportaciones, por su calidad humana, trabajo y humildad.

Un agradecimiento especial al Laboratorio “GEOCONVIAL”, por permitirme realizar los ensayos de diseño del mezcla y a su vez realizar los ensayos de las probetas. Al Gerente Mg. Ing. Luis Rafael Quiroz Chihuán le doy las gracias por su apoyo desinteresado.

Agradezco al Laboratorio “OIKOSLAB.SAC”, por permitirme realizar los ensayos químicos de la fibra vegetal (cocos nocifera). Al Gerente Ing. Jorge Antonio Delgado Soto le doy las gracias por su apoyo incondicional.

¡Gracias a Todos!

DEDICATORIA

A DELIA MI MADRE, por darme la vida, su inmenso amor, que ha sabido formarme con buenos hábitos y sentimientos, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles de mi vida.

A JOSÉ RAÚL MI PADRE, quien con su ejemplo supo inculcarme valor, verdad, justicia, perseverancia, por amarme, por creer siempre en mí y ser el icono de mí ser.

A mis hermanos; Luis, Stefanni, José y Pedro quienes siempre están a mi lado acompañándome en cada paso, logros, triunfos, alegrías y tristezas, demostrándome que unidos somos uno.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	III
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE GRÁFICOS	X
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.3. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.4. HIPÓTESIS GENERAL.....	2
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.6. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.6.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.6.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.7. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.8. DELIMITACIONES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.8.1. DELIMITACIONES.....	3
1.8.2. LIMITACIONES.....	4
1.9. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	4
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES A NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	5
2.1.2. ANTECEDENTES REGIONALES A NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	6
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES A NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	7
2.2. BASES TEÓRICAS.....	7
2.2.1. CONCRETO Y SUS PROPIEDADES.....	7
2.2.2. CEMENTO.....	12
2.2.3. AGREGADOS.....	15
2.2.4. AGUA.....	27
2.2.5. FIBRAS.....	29
2.2.6. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	38
3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.1.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	44

3.1.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45
3.2.	CANTERA DE ESTUDIO.....	46
3.2.1.	ELECCIÓN DE LA CANTERA PARA EL PRESENTE TRABAJO.....	46
3.2.2.	UBICACIÓN.....	46
3.3.	MATERIALES DE ENSAYO.....	48
3.3.1.	MATERIALES DE EXPERIMENTALES.....	48
3.3.2.	EQUIPO EXPERIMENTAL.....	48
3.4.	ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO.....	49
3.5.	FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA).....	61
3.5.1.	RECOLECCIÓN.....	61
3.5.2.	DETERMINACIÓN DEL LARGO DE LA FIBRA DE COCO.....	63
3.6.	CARACTERÍSTICA DEL CEMENTO.....	63
4.	CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	64
4.1.	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS.....	64
4.1.1.	FORMA.....	64
4.1.2.	TEXTURA.....	64
4.2.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SECO POR TAMIZADO (NTP 400.012).....	64
4.2.1.	AGREGADO FINO.....	64
4.2.2.	AGREGADO GRUESO.....	67
4.3.	MÓDULO DE FINURA.....	70
4.3.1.	AGREGADO FINO.....	70
4.3.2.	AGREGADO GRUESO.....	70
4.3.3.	TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO (NTP 400.011).....	70
4.4.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (NTP 400.021 Y NTP 400.022).....	70
4.5.	PESO UNITARIO (N.T.P. 400.017) Y CONTENIDO DE HUMEDAD (N.T.P. 339.185).....	71
4.5.1.	AGREGADO FINO.....	71
4.5.2.	AGREGADO GRUESO.....	72
4.6.	RESISTENCIA A LA ABRASIÓN (NTP 400.019 Y NTP 400.020).....	73
4.7.	LONGITUD DE LA FIBRA VEGETAL PARA EL DISEÑO DE CONCRETO.....	73
4.8.	PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO.....	73
4.8.1.	ANÁLISIS DE LA TRABAJABILIDAD DE LA MEZCLA DE CONCRETO.....	73
4.8.2.	ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO.....	75
4.9.	PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO.....	76
4.9.1.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS.....	76
4.9.2.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS.....	79
4.9.3.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS.....	82
4.9.4.	EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS.....	85
4.9.5.	RESUMEN DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN.....	88
4.9.6.	RESISTENCIA A COMPRESIÓN EFECTO PORCENTUAL DE LA FIBRA.....	88
4.10.	ANÁLISIS DEL TIPO DE FALLA DEL ESPECÍMEN.....	89

4.11. INCIDENCIA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA del cemento sobre LA FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA) EN EL CONCRETO	91
4.11.1. DURABILIDAD DE LA FIBRA VEGETAL EN EL CONCRETO	91
5. CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
5.1. CONCLUSIONES.....	93
5.2. RECOMENDACIONES	94
6. CAPITULO VI. REFERENCIAS.....	95
6.1. LIBROS.	95
6.2. TESIS.	95
6.3. NORMAS Y REGLAMENTO.	96
7. CAPITULO VII. ANEXOS	98
7.1. ANEXO I: PROCESAMIENTO DE FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA)	99
7.2. OBTENCIÓN DE LA FIBRA	99
7.3. ANEXO II. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA) UTILIZADO EN LAS MEZCLAS.....	102
7.4. ANEXO III: TABLAS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.....	103
7.5. ANEXO IV: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PACASMAYO TIPO ICo.....	105
7.6. ANEXO V: DISEÑO DE MEZCLA	106
a) Diseño de mezcla - concreto patrón ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$)	106
b) Diseño de mezcla - concreto patrón + 0.5% de fibra vegetal (cocos nocifera) ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$).....	110
c) Diseño de mezcla - concreto patrón + 1.0% de fibra vegetal (cocos nocifera) ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$).....	115
d) Diseño de mezcla - concreto patrón + 1.5% de fibra vegetal (cocos nocifera) ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$).....	120
e) Diseños de mezcla – adición de fibra vegetal (cocos nocifera)	124
7.7. ANEXO VI: CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DONDE SE HA REALIZADO LOS ENSAYOS.	126
7.8. ANEXO VII: ELABORACIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO	136
7.9. ANEXO VIII: PANEL FOTOGRÁFICO	138

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 COMPONENTES QUÍMICOS DEL CEMENTO (PASQUEL, E., 1998)..	13
TABLA N° 2 PORCENTAJES DE ÓXIDOS EN EL CEMENTO (PASQUEL, E., 1998).....	13
TABLA N° 3 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO (NTP 400.037, 2013)	17
TABLA N° 4 REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.037, 2013)	18
TABLA N° 5 CARGA ABRASIVA (NTP 400.019, 2002)	26
TABLA N° 6 GRADACIONES DE MUESTRAS DE ENSAYO (NTP 400.019, 2002)	27
TABLA N° 7 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS PRINCIPALES CONSTITUYENTES DE LA FIBRA DE COCO PORCENTAJE EN MASA Y DENSIDAD.	36
TABLA N° 8 PROPIEDADES MECÁNICAS Y ABSORCIÓN HASTA CONDICIÓN DE SATURACIÓN DE LAS FIBRAS DE COCO.	36
TABLA N° 9 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO – ENSAYO N° 01	64
TABLA N° 10 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO – ENSAYO N° 02	65
TABLA N° 11 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO – ENSAYO N° 03	66
TABLA N° 12 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO – ENSAYO N° 01	67
TABLA N° 13 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO – ENSAYO N° 02	68
TABLA N° 14 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO – ENSAYO N° 03	69
TABLA N° 15 PESO ESPECÍFICAS Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS.	70
TABLA N° 16 RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS.	70
TABLA N° 17 PESO ESPECÍFICAS Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS	71
TABLA N° 18 RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS GRUESOS.	71
TABLA N° 19 PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO.....	71
TABLA N° 20 PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO	71
TABLA N° 21 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO	72
TABLA N° 22 PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO	72
TABLA N° 23 PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO	72
TABLA N° 24 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO	72
TABLA N° 25 RESISTENCIA A LA ABRASIÓN DEL AGREGADO GRUESO.....	73
TABLA N° 26 LONGITUD DE LA FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA)	73
TABLA N° 27 VARIACIÓN PORCENTUAL DEL ASENTAMIENTO DE LAS DIFERENTES ADICIONES CON FIBRA VEGETAL RESPECTO AL PATRÓN.....	73
TABLA N° 28 ENSAYO DE COMPRESIÓN C-0, 7DÍAS.....	76

TABLA N° 29 ENSAYO DE COMPRESIÓN CPFV-0.5, 7DÍAS.....	77
TABLA N° 30 ENSAYO DE COMPRESIÓN CPFV-1.0, 7DÍAS.....	77
TABLA N° 31 ENSAYO DE COMPRESIÓN CPFV-1.5, 7DÍAS.....	78
TABLA N° 32 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 7DÍAS.....	78
TABLA N° 33 ENSAYO DE COMPRESIÓN C-0, 14DÍAS.....	79
TABLA N° 34 ENSAYO DE COMPRESIÓN CPFV-0.5, 14DÍAS.....	80
TABLA N° 35 ENSAYO DE COMPRESIÓN CPFV-1.0, 14DÍAS.....	80
TABLA N° 36 ENSAYO DE COMPRESIÓN CPFV-1.5, 14DÍAS.....	81
TABLA N° 37 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 14DÍAS.....	81
TABLA N° 38 ENSAYO DE COMPRESIÓN C-0, 28DÍAS.....	82
TABLA N° 39 ENSAYO DE COMPRESIÓN CPFV-0.5, 28DÍAS.....	83
TABLA N° 40 ENSAYO DE COMPRESIÓN CPFV-1.0, 28DÍAS.....	83
TABLA N° 41 ENSAYO DE COMPRESIÓN CPFV-1.5, 28DÍAS.....	84
TABLA N° 42 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 28DÍAS.....	84
TABLA N° 43 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN C-0	85
TABLA N° 44 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CPFV-0.5	86
TABLA N° 45 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CPFV-1.0	86
TABLA N° 46 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CPFV-1.5	87
TABLA N° 47 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO DE LAS PROBETAS	88
TABLA N° 48 VARIACIÓN PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS CON RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN.....	88
TABLA N° 49 TIPOS Y PORCENTAJE DE FALLAS TÍPICAS REGISTRADAS EN EL ENSAYO A COMPRESIÓN.....	89
TABLA N° 50 OBTENCIÓN DE LA FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA)	99
TABLA N° 51 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO.....	103
TABLA N° 52 ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS TIPOS DE ESTRUCTURAS.....	103
TABLA N° 53 ASENTAMIENTO POR EL TIPO DE CONSISTENCIA DEL CONCRETO.....	103
TABLA N° 54 CANTIDADES APROXIMADAS DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES VALORES DE ASENTAMIENTO Y TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO.	103
TABLA N° 55 CONTENIDO DE AIRE PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO.	104
TABLA N° 56 RELACIÓN AGUA / CEMENTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO.....	104
TABLA N° 57 MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS “MC”.....	104
TABLA N° 58 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	106
TABLA N° 59 CANTIDADES DE MATERIALES POR 1 M ³ , CON ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA) (F'C = 280 KG/CM ²)	124

TABLA N° 60 PROPORCIÓN EN PESO PARA 1M ³ , CON ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA) (F'C = 280 KG/CM ²).....	125
TABLA N° 61 CANTIDADES DE MATERIALES POR TANDA DE 0.02 M ³ , CON ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA) (F'C = 280 KG/CM ²)	125
TABLA N° 62 CANTIDADES DE MATERIALES POR TANDA DE 0.30 M ³ , CON ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA) (F'C = 280 KG/CM ²) PARA LA ELABORACIÓN DE 120 PROBETAS DE CONCRETO	125
TABLA N° 63 ELABORACIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO	136

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 SECUENCIA DE LA PRUEBA DE ASENTAMIENTO.....	9
FIGURA N° 2 ESTRUCTURA DEL FRUTO COCO, DUARTE ET AL. 2012.....	31
FIGURA N° 3 MÁQUINA DESCORTICADORA.....	32
FIGURA N° 4 MÁQUINA SEPARADORA.....	33
FIGURA N° 5 MÁQUINA QUEBRADORA DE CÁSCARA.....	33
FIGURA N° 6 MÁQUINA TRITURADORA DE CÁSCARA.....	34
FIGURA N° 7 MÁQUINA DESFIBRADORA.....	34
FIGURA N° 8 MÁQUINA CRIBADORA.....	34
FIGURA N° 9 MÁQUINA LIMPIADORA.....	35
FIGURA N° 10 MÁQUINA DESCORTEZADORA.....	35
FIGURA N° 11 MAPA DE LA UBICACIÓN DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN LABORATORIO “GEOCONVIAL”.....	42
FIGURA N° 12 UBICACIÓN SATELITAL DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN, LABORATORIO “GEOCONVIAL”.....	42
FIGURA N° 13 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL LABORATORIO “GEOCONVIAL”.....	43
FIGURA N° 14 MAPA DE LA UBICACIÓN DE LA “CANTERA OLANO” DONDE SE OBTUVO LOS AGREGADOS.....	46
FIGURA N° 15 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA “CANTERA OLANO” DONDE SE OBTUVO LOS AGREGADOS.....	47
FIGURA N° 16 “CANTERA OLANO” DONDE SE OBTUVO LOS AGREGADOS.....	48
FIGURA N° 17 CUARTEO Y OBTENCIÓN DE LA MUESTRA.....	49
FIGURA N° 18 MAQUINA TAMIZADORA.....	50
FIGURA N° 19 PESANDO LAS MUESTRAS RETENIDAS EN CADA TAMIZ.....	50
FIGURA N° 20 LLENADO DE DATOS EN EL FORMATO DE GRANULOMETRÍA.....	51
FIGURA N° 21 ESTUFA LA MUESTRA A UNA T° 110°C ±5°C.....	53
FIGURA N° 22 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA HASTA LLEGAR P.S.S.S.....	53
FIGURA N° 23 AGREGADO FINO SUPERFICIALMENTE SECA.....	54
FIGURA N° 24 PESO DEL PICNÓMETRO + PESO DE LA MUESTRA + AGUA.....	54
FIGURA N° 25 PESO DE MUESTRA SUMERGIDA.....	56
FIGURA N° 26 SECADO EN EL HORNO.....	56
FIGURA N° 27 ENRASADO DE MUESTRA.....	59
FIGURA N° 28 MÁQUINA DE LOS ÁNGELES PARA EL ENSAYO DE ABRASIÓN.....	61
FIGURA N° 29 RECOLECCIÓN DE LA FIBRA DE COCO.....	61
FIGURA N° 30 UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA OBTENCIÓN DE LA FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA).....	62
FIGURA N° 31 MEDICIÓN DE LA LONGITUD DE LA FIBRA COCOS NOCIFERA.....	63
FIGURA N° 32 ESQUEMA DE LOS PATRONES DE TIPOS DE FALLAS.....	90
FIGURA N° 33 DESCOMPOSICIÓN DE LA FIBRA DE VEGETAL (COCOS NOCIFERA) EN EL CONCRETO.....	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1 CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO – ENSAYO N° 01	65
GRÁFICO N° 2 CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO – ENSAYO N° 02	66
GRÁFICO N° 3 CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO – ENSAYO N° 03	67
GRÁFICO N° 4 CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO – ENSAYO N° 01	68
GRÁFICO N° 5 CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO – ENSAYO N° 02	69
GRÁFICO N° 6 TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO FRESCO DE LOS DISTINTOS PORCENTAJES DE ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA).....	74
GRÁFICO N° 7 VARIACIÓN PORCENTUAL DEL ASENTAMIENTO POR INFLUENCIA DE LA FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA) CON RESPECTO AL PATRÓN.	74
GRÁFICO N° 8 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – 7 DÍAS.....	78
GRÁFICO N° 9 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – 14 DÍAS.....	81
GRÁFICO N° 10 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – 28 DÍAS.....	84
GRÁFICO N° 11 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN C-0.....	85
GRÁFICO N° 12 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CPFV-0.5.....	86
GRÁFICO N° 13 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CPFV-1.0.....	87
GRÁFICO N° 14 EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CPFV-1.5.....	87
GRÁFICO N° 15 RESUMEN DE LA EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.	88
GRÁFICO N° 16 VARIACIÓN PORCENTUAL DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA A LOS 7, 14 Y 28 DÍAS CON RESPECTO AL CONCRETO PATRÓN.....	89
GRÁFICO N° 17 REPRESENTACIÓN DE LOS TIPOS DE FALLAS TÍPICAS REGISTRADAS EN EL ENSAYO A COMPRESIÓN.....	90

RESUMEN

En este proyecto de investigación se demostró que una de las soluciones más eficientes para la disminución de la contaminación del medio ambiente es el reciclaje, esto en los últimos años ha venido evolucionando. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo estudiar la influencia de la incorporación en distintos porcentajes de fibra vegetal (cocos nocifera) con respecto a la cantidad de cemento requerido por m^3 , determinando su resistencia a la compresión del concreto y su uso en el ámbito constructivo. Los materiales empleados son de la zona de Jaén, se han realizado ensayos comparativos entre un concreto patrón, que no contenía adiciones y concretos con adiciones de fibra vegetal (cocos nocifera) al 0.5%, 1.0% y 1.5%, los porcentajes es en peso respecto al cemento. El concreto fue diseñado para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Las propiedades del concreto que se estudiaron fueron la trabajabilidad, peso unitario del concreto fresco, la resistencia a la compresión. En lo que se refiere a los resultados, en el concreto en estado fresco se determinó que, en el caso de la adición de fibra vegetal (cocos nocifera), la trabajabilidad disminuye con respecto al concreto patrón, cumpliéndose que a adicionándole 1.5% de fibra vegetal (cocos nocifera) disminuye la trabajabilidad del concreto con una variación de 12.45% respecto al concreto sin adiciones.

La resistencia a compresión de las probetas curadas a los 28 días, con adiciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra vegetal (cocos nocifera) con respecto a la cantidad de cemento para $1m^3$ y de longitud promedio de 15 cm, alcanzo una resistencia promedio a compresión de $f'c = 304.31 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 292.44 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 274.31 \text{ kg/cm}^2$. Observándose que a mayor porcentaje de adición de fibra (vegetal cocos nocifera), la resistencia promedio a compresión tiende a disminuir llegando a una variación de 17.83 % con la mayor adición de fibra vegetal con respecto al concreto sin adición.

PALABRAS CLAVES: Concreto, fibra vegetal (cocos nocifera), resistencia a la compresión, diseño de mezcla, asentamiento.

ABSTRACT

In this research project it was shown that one of the most efficient solutions for the reduction of environmental pollution is recycling, this in recent years has been evolving. The objective of this research is to study the influence of the incorporation of different amounts of vegetal fiber (nocifera cocci) with respect to the quantity of cement required by m³, determining its resistance to the compression of the concrete and its use in the construction field . The materials used are from the Jaén area, comparative tests have been carried out between a standard concrete, which did not contain additions and additives with additions of 0.5%, 1.0% and 1.5% vegetal fiber (coccus nocifera), the percentages are by weight With respect to cement. The concrete was designed for $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$. The properties of the concrete that were studied were the workability, unit weight of the fresh concrete, the resistance to the compression. Regarding the results, in the concrete in fresh state it was determined that, in the case of the addition of vegetal fiber (nociferous coccus), the workability decreases with respect to the standard concrete, being fulfilled that adding to it 1.5% of fiber (Nociferous coccus) decreases the workability of the concrete with a variation of 12.45% with respect to concrete without additions.

The compressive strength of the specimens cured at 28 days, with additions of 0.5%, 1.0% and 1.5% of plant fiber (nociferous coccus) with respect to the amount of cement for 1m³ and an average length of 15 cm, reached a The average resistance to compression of $f'c = 304.31 \text{ kg / cm}^2$, $f'c = 292.44 \text{ kg / cm}^2$ and $f'c = 274.31 \text{ kg / cm}^2$. Note that the higher percentage of fiber addition (nocicoccus), the average resistance to Compression tends to decrease by reaching a variation of 17.83% with the greatest addition of vegetable fiber to the concrete without addition.

KEY WORDS: Concrete, plant fiber (nociferous coccus), compressive strength, mixing design, settling.

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

El concreto reforzado con fibras naturales está siendo utilizado en varios países como material de construcción. Su importancia radica en reducir los costos de construcción y ahorrar la energía consumida en la producción de otros tipos de fibras

Investigaciones realizadas en Ecuador, Colombia y Nicaragua, dan cuenta del empleo de la fibra vegetal (cocos nucifera), como material natural para la mejora de la resistencia del concreto.

Uno de los trabajos de investigación realizó pruebas de mezclas con fibras de coco tamaño corto y largo al 2,5% de concentración, sin tratamiento, la resistencia a compresión fue de 39,5 y 37 MPa respectivamente, para las de 5% de concentración fue de 36,5 y 37 MPa y por último, para las de 10% de concentración fue de 27,5 y 30,5 MPa respectivamente. (Licda. Belén María Paricaguán Morales). Otro trabajo de investigación en el que además se empleó fibras de coco, la resistencia a la compresión más elevada se obtuvo con los compuestos reforzados con volumen de fibra 1.5%, siendo superior para la longitud 2 cm (Sandra Liliana Quintero García y Luis Octavio González Salcedo).

Basado en las experiencias previas, en este caso específico se trata de conocer el comportamiento respecto a la resistencia a la compresión del concreto cuando se adiciona fibra vegetal (cocos nucifera) en las proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Por un lado se busca incrementar la resistencia del concreto y por otro lado, se busca usar la fibra vegetal (cocos nucifera) como material reciclado en la elaboración del concreto.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Como consecuencia de los argumentos presentados y que anteceden a estas líneas, el problema de la investigación queda planteado de la siguiente manera:

¿Cuál es la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nucifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%.en peso del cemento?

1.3. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4. HIPÓTESIS GENERAL.

La resistencia a la compresión de un concreto de $f'c= 280\text{kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%. aumenta en un 15% con los métodos convencionales de diseños de mezclas.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.6. OBJETIVO GENERAL.

Determinar la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%.

1.6.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar las propiedades físico – mecánicas de los agregados de la Cantera Olano.
- Elaborar, acondicionar y ensayar probetas estándar tanto con el concreto normal y con el concreto elaborado con fibra vegetal (cocos nocifera).
- Determinar los esfuerzos de la resistencia a la compresión del concreto con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con proporciones variables de 0.5%, 1.0% y 1.5%.
- Comparar los resultados obtenidos del concreto estándar de $f'c= 280\text{kg/cm}^2$ con el concreto de adicción de fibra vegetal (cocos nocifera).

1.6.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Se realiza esta investigación para determinar el aumento de la resistencia a la compresión del concreto con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con proporciones variables de 0.5%, 1.0% y 1.5% y compararlo con un concreto estándar de $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

La tesis que se va a realizar según su problema y justificación planteándonos la hipótesis generará una investigación viva para estudiantes, docentes, investigadores a nivel nacional e internacional.

El propósito de esta tesis es realizar una comparación entre estos dos concretos, la estándar y la otra con adición de fibra vegetal (cocos nocifera), y

así resolver mi inquietud y mi desafío de mis conocimientos obtenidos en todos mis años de estudio en mi alma mater la Universidad Nacional de Cajamarca.

1.7. ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.

El alcance de esta investigación corresponde a un ámbito local y regional donde se aprovecharán los agregados de la Cantera Olano para poder diseñar e investigar un concreto con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con proporciones variables de 0.5%, 1.0% y 1.5%, para luego recomendar y concluir en las ventajas y desventajas de este concreto, comparándolo con el estándar de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Para lo cual se brindaran conceptos teóricos de los concretos a investigar, se determinarán las características físicas y mecánicas de los agregados, se realizará el diseño de mezclas, lo cual representa una fase experimental en laboratorio teniendo en cuenta las teorías y métodos del concreto convencional para luego fabricar probetas que serán sometidas a pruebas mecánicas en laboratorio de resistencia de materiales para finalmente presentar y discutir los resultados de manera simplificada de tal manera que sea de fácil entendimiento y puedan ser utilizados en futuras investigaciones.

1.8. DELIMITACIONES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.8.1. DELIMITACIONES.

1.8.1.1. ESPACIAL.

El trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones del Laboratorio "GEOCONVIAL". Por consiguiente se trató de mantener condiciones reales durante la realización de los ensayos.

1.8.1.2. TEMPORAL.

La investigación se llevó a cabo en el periodo comprendido entre los meses de Septiembre de 2016 y Noviembre de 2016.

1.8.1.3. CIENTÍFICA.

El proyecto de investigación se enmarcado en el área de la Ingeniería Civil, específicamente en el área de la Tecnología de los Materiales, y se realizó apoyándose en los postulados teóricos de investigadores, así como de normas tanto peruanas como extranjeras (NTP, ASTM Y ACI), con el objetivo de analizar el comportamiento mecánico del concreto al adicionarle diferentes porcentajes

de fibra vegetal (cocos nucifera) como refuerzo (0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra vegetal (cocos nucifera) con respecto al volumen del cemento), específicamente la trabajabilidad, el peso unitario del concreto en estado fresco, la resistencia a la compresión.

La presente investigación se realizó utilizando agregados extraídos de la “Cantera Olano” del Distrito de Jaén, con cemento Pacasmayo Tipo Ico, fibra vegetal (cocos nucifera) y agua potable de la E.P.S. Marañón del Distrito de Jaén, todos los materiales son de uso comercial en Jaén por lo que la investigación está circunscrita en nuestra Localidad.

1.8.2. LIMITACIONES.

La investigación siguiente no considera limitaciones por ser de naturaleza experimental, y su aplicación está basada en las consideraciones mencionadas y tomadas en cuenta durante su desarrollo.

1.9. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

- **De tipo aplicativa:**

Porque utilizó los conocimientos obtenidos en las diferentes investigaciones para llegar al objetivo.

- **De tipo proyectiva:**

Porque está orientada a elaborar una propuesta dirigida a solucionar un problema existente.

- **De tipo experimental:**

Debido a la naturaleza de los datos e información a analizar, puesto que manipularemos las variables para llegar a los objetivos trazados.

- **Investigación tecnológica:** Porque valiéndonos de la metodología científica y aplicando los resultados de investigaciones anteriores en otros países, se desea diseñar una mezcla de concreto con adición de fibra vegetal (cocos nocifera).

- **Estudio descriptivo:** Porque tomando en cuenta que el diseño óptimo de un concreto con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) requiere especificar propiedades, características, relación y comparación entre variables (causa - efecto) a fin de obtener el diseño óptimo y mejorar sus propiedades físico mecánicas para su aplicación en pavimentos rígidos y otros fines estructurales, en la ciudad de Jaén.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En este apartado se establecieron un conjunto de aspectos teóricos y conceptuales que permitieron soportar la variable de estudio; “Resistencia Mecánica del Concreto”. Entre éstos aspectos se encuentran los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y la definición de términos básicos.

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.

Para el desarrollo de la presente investigación, ha sido necesario realizar una profunda revisión de investigaciones previas relacionadas con el tema, específicamente en concreto con y sin adición de fibras, como antecedentes relevantes en cuanto al tipo de investigación, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, la metodología empleada para las mediciones, las conclusiones y los autores con los cuales se construyeron sus bases teóricas.

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES A NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

- **2006 Colombia:** Sandra Liliana Quintero García y Luis Octavio González Salcedo, elaboraron una investigación titulada “Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto”, concluyen que las más bajas deformaciones se obtuvieron en mezclas con longitud de fibra 5 cm, siendo inferior para un volumen de adición de 1.5%. La resistencia a la compresión más elevada se obtuvo con los compuestos reforzados con volumen de fibra 1.5%, siendo superior para la longitud 2 cm. La única mezcla que presentó resistencia a la tracción indirecta mayor que el concreto fue la que contenía fibra de 5 cm, en un volumen de 0.5%. La adición de fibra afectó positivamente la resistencia a la flexión; el mayor valor de resistencia a la flexión lo presentó el concreto de V0.5% y L5 cm.
- **2007 Colombia:** Osorio J., Varón F. y Herrera J., en su investigación sobre el “Comportamiento Mecánico del Concreto Reforzado con Fibras de Bagazo de Caña de Azúcar”. Revista Dyna, concluyen que: las fibras del bagazo de caña utilizada en la elaboración del concreto reforzado a compresión, le imparte propiedades mecánicas importantes al compuesto, principalmente las adiciones con fibra entre 0.5 y 2.5 % en relación al peso total del agregado grueso, y cuyas fibras con longitudes entre 15 y 25 mm son retenidas en el tamiz N° 06, las cuales alcanzan resistencia a compresión a los 14 días de

fraguado entre 8.6 y 16.88 MPa, estando por encima de las probetas sin adición de fibras.

- **2015 Nicaragua:** Licda. Belén María Paricaguán Morales, realizó una investigación denominada “Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción”, concluyen que para mezclas con fibras de coco tamaño corto y largo al 2,5% de concentración, sin tratamiento, la resistencia a compresión fue de 39,5 y 37 MPa respectivamente, para las de 5% de concentración fue de 36,5 y 37 MPa y por último, para las de 10% de concentración fue de 27,5 y 30,5 MPa respectivamente. Para las fibras tratadas químicamente e impregnadas con PMMA y tamaño aleatorio (≤ 4) los valores de resistencia, para 2,5; 5 y 10 % en concentración fue de 38,5; 37,5 y 35,5 respectivamente.
- **2015 Ecuador:** Rojas Torres Angel Modesto, investigó acerca de la temática denominada “Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión”, concluye que el reforzamiento del concreto mediante fibras, mejora la tenacidad de la matriz, evitando las fisuras en el concreto.

2.1.2. ANTECEDENTES REGIONALES A NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

- **2015 Cajamarca:** M. Ing. Héctor Pérez Loayza, realizó una reciente investigación titulada “Diseño y Obtención de Concretos Fibroreforzados” en la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), determinando que el concreto reforzado con fibra vegetal (cabuya) aumenta en un 15% por ciento su resistencia a la flexión. Concluye que al adicionar una fibra natural se potencia el desempeño del concreto ante una carga y una fisuración controlada, pues se genera una resistencia residual para que la estructura no colapse súbitamente, pues estos materiales la hacen más elástica y de mayor soporte al fracturamiento total.
- **2015 Cajamarca:** Bach. Jhony Eduardo Chávez Ravines, en su titualda investigación “Resistencia a la compresión de un concreto con adición de limaduras de hierro fundido”, se determinó la variación de la resistencia a la compresión del concreto al añadir tres porcentajes (4%, 6% y 8%) de

limaduras de hierro fundido, la cual alcanza su máximo incremento con la adición del 4% de limaduras, y disminuye de manera uniforme para los valores del 6% y 8% respectivamente, siendo siempre mayor a la resistencia alcanzada por el concreto patrón (sin limaduras).

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES A NIVEL DE INVESTIGACIÓN

En nuestra localidad aún no se ha investigado sobre este tema. Se logra observar que no existen contenidos relacionados.

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. CONCRETO Y SUS PROPIEDADES.

2.2.1.1. Definición del concreto

El concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado.(II Congreso Internacional de la CONSTRUCCIÓN Y EXPOCON (2004), pág.8)

Define al concreto como una mezcla íntima y homogénea de áridos finos, áridos gruesos, un aglomerante y agua en las debidas proporciones para que fragüe y endurezca. En el momento de su mezclado, pueden añadirse otros productos o materiales para mejorar alguna de sus características determinadas; por ende, existen diferentes tipos de concretos como lo son el ordinario, en masa, armado, pretensado, mixto, ciclópeo, ligero, entre otros. (Méndez, (2012), pág.25)

El concreto es un material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. (Pasquel Carbajal, (1998), pág.13)

Las proporciones de los componentes del concreto son:

- Aire : 1% a 3%
- Cemento : 7% a 15%
- Agua : 15% a 22%
- Agregados : 60% a 75%

El concreto convencional debe cumplir con los requisitos de trabajabilidad, consistencia, resistencia, durabilidad y economía. Estas características no son independientes entre sí, sino están estrechamente ligadas, dependen fundamentalmente de la relación agua-cemento, de la calidad de los agregados, de sus proporciones y de la forma como se efectúa su preparación, colocación y curado. (Hernández, (2011), pág. 32)

2.2.1.2. Propiedades del concreto fresco

a) Trabajabilidad

La trabajabilidad como la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, y depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, por ello un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones, podría no serlo si dichas condiciones cambian. (Pasquel Carbajal, (1998), pág.131)

II Congreso Internacional de la CONSTRUCCIÓN Y EXPOCON (2004),). Define a la trabajabilidad como a la facilidad con la cual una cantidad determinada de materiales puede ser mezclada para formar el concreto, que está determinada, entre otros factores, por las características, granulometría, y proporción de los agregados fino y grueso, por cuanto dichos factores regulan la cantidad de agua necesaria para producir un concreto trabajable. (Congreso Internacional de la construcción y EXPOCON (II, 2004, Perú), pág.205)

Abanto Castillo, (2009). La trabajabilidad es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones.

No existe prueba alguna hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad, generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia. (Abanto Castillo, (2009), pág. 47)

b) Consistencia

Define la consistencia como una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma; entendiéndose por ello que cuanto

más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación. (Rivva L.(2015), pág. 40)

Es la capacidad que tiene el concreto fresco para fluir, es decir la capacidad de adquirir la forma de los encofrados que lo contiene. Para medir la consistencia se lleva a cabo la prueba de "Asentamiento "(Slump). (Gomez Jurado, J. (1997) pág.100)

Prueba del revenimiento.

La prueba estándar de revenimiento o Slump (NTP 339.035) utiliza un molde troncocónico, cuyo volumen es de aproximadamente 6 litros. La prueba consiste en llenar el molde en 3 capas con concreto, cada capa consolidada por 25 golpes con una varilla de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud y de punta hemisférica; y retirar el molde verticalmente a fin de permitir que la masa de concreto se asiente, siendo la magnitud de este asentamiento la medida de la consistencia de la mezcla.

- Esta prueba es de carácter práctico, y se usa frecuentemente tanto en el laboratorio como en el campo gracias a su simplicidad. Su empleo es aceptado para medir la trabajabilidad del concreto fresco y consiste en consolidar una muestra representativa del mismo en un molde metálico tronco cónico de 12" de altura, con 8" de diámetro en la base y 4" en la parte superior. (Gomez Jurado, J. (1997) pág.103)

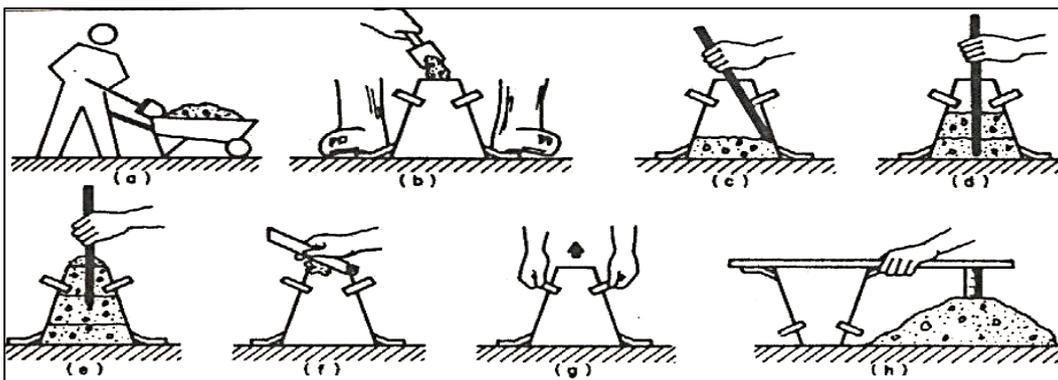


Figura N° 1 Secuencia de la prueba de asentamiento.

2.2.1.3. Propiedades del concreto endurecido

- a) **Elasticidad.** Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente. El concreto no es un material totalmente elástico, ya que no tiene un comportamiento lineal en ningún tramo de su diagrama

carga vs deformación en compresión, sin embargo, 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. (Pasquel Carbajal, (1998), pág.142)

Los módulos de elasticidad normales oscilan entre 250.000 a 350,000 kg/cm², y están en relación directa con la resistencia en compresión del concreto, y 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. (Pasquel Carbajal, (1998), pág.143)

b) Resistencia. Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso. La afectan además los mismos factores que influyen en las características de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que completan la estructura del concreto. (Pasquel Carbajal, (1998), pág.143)

c) Extensibilidad. Depende de la elasticidad y del flujo plástico, constituido por las deformaciones que tiene el concreto bajo carga constante en el tiempo. El flujo plástico tiene la particularidad de ser parcialmente recuperables, estando relacionado también con la contracción, pese que ser dos fenómenos nominalmente independientes. (Pasquel Carbajal, (1998), pág.145)

2.2.1.4. Resistencia a la compresión del concreto

El II Congreso Internacional de la construcción y EXPOCXON (ICG, 2004) sostiene que la resistencia a la compresión es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse. La resistencia a la compresión se utiliza como índice de la calidad del concreto.

Así mismo Neville, A. y Brooks, J. (1998) señalan que la resistencia del concreto es comúnmente considerada como la característica más valiosa aunque en muchos casos con otras, como la durabilidad, impermeabilidad y estabilidad de volumen, las que pueden ser importantes. Sin embargo, la resistencia suele dar un panorama general de la calidad del concreto, por estar directamente relacionada con la estructura de la pasta de cemento.

2.2.1.5. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto (NTP 339.034)

Rivera, G. (1992), describe el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión del concreto:

- Se emplean moldes cilíndricos de 15 cm de diámetro por 30 cm de longitud. Para cada edad se deben ensayar como mínimo 2 cilindros y trabajar con el valor promedio.
- Los cilindros se llenan con hormigón en capas de igual volumen aproximadamente, el número de capas depende del método de compactación escogido, así:
 - Varillado: 3 capas
 - Vibrado: 2 capas
- En el método apisonado cada capa debe compactarse con 25 golpes, los cuales deben distribuirse uniformemente en toda la sección transversal del molde. La capa del fondo debe compactarse en toda su profundidad, al compactar las capas superior e intermedia la varilla debe penetrar aproximadamente 25 mm en la capa inmediatamente inferior. Si al retirar la varilla quedan huecos en el cilindro, éstos deben cerrarse golpeando suavemente en las paredes del molde.
- Las muestras cilíndricas se desencofran y se sumergen en agua (curado) hasta el día del ensayo a compresión.
- El ensayo a compresión consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados, a una velocidad normalizada mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por la

división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el área de la sección recta de la probeta. Se expresa en kg/cm².

$$f'c = \frac{P}{A} \quad \dots(1)$$

Donde:

f'c = Resistencia a la compresión de la probeta en kg/cm²

P = Carga de rotura (kg)

A = Área de la sección transversal en (cm²)

2.2.2. CEMENTO.

El II Congreso Internacional de la construcción y EXPOCXON (ICG, 2004) define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad, por adición de una cantidad conveniente de agua, de formar una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. Quedan excluidas de esta definición las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

El cemento es el elemento básico de la industria de la construcción, en la que se utiliza como aglomerante en forma de mortero y como componente principal del concreto. Asimismo su uso en la industria está muy diversificado, ya que se utiliza en elementos prefabricados, pavimentos, tubos, presforzados, fibrocemento, entre otros. Existen los cementos naturales que son los que se obtienen a partir de rocas que contienen cal y arcilla, y los cementos artificiales, fabricados con piedra caliza, arcilla y yeso como materias primas. Estos últimos son los de mayor interés económico porque constituyen prácticamente la totalidad de los que se utilizan en la industria. El más importante de los cementos artificiales es el cemento Pórtland (Irving,(2010) ,pág.15).

2.2.2.1. CEMENTO PORTLAND (ASTM C 150).

Propiamente el cemento hidráulico es aquel que se obtiene de la cocción de materiales calcáreos y arcilla, a una temperatura de 1400-1500 °C, el cual al ser mezclado y amasado con agua, fragua con este último y tiene la propiedad de endurecerse hasta tomar una consistencia pétreo sólida. De esta manera, la resistencia del cemento es el resultado del proceso de hidratación de sus componentes (Irving,(2010) ,pág.16).

Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfatos de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda. (NTP. 334.009-2013)

Tabla N° 1 Componentes químicos del cemento (Pasquel, E., 1998)

	Componente químico	Procedencia usual
95%	Óxido de Calcio (CaO)	Rocas calizas
	Óxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, mineral de hierro, pirita
5%	Óxidos de Magnesio, Sodio	
	Potasio, Titanio, Azufre	Minerales varios
	Fósforo y Manganeseo	

Los porcentajes típicos en que intervienen en el cemento Portland los óxidos mencionados son:

Tabla N° 2 Porcentajes de Óxidos en el cemento (Pasquel, E., 1998)

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

2.2.2.2. PROPIEDADES FÍSICAS DEL CEMENTO PORTLAND

a) Superficie específica o fineza del cemento (NTP 334.002, ASTM C 150)

En el II Congreso Internacional de la construcción y EXPOCON (ICG, 2004) se indica que la fineza de un cemento es función del grado de molienda del mismo y se expresa por su superficie específica, la cual es definida como el área superficial total, expresada en centímetros cuadrados, de todas las partículas contenidas en un gramo de cemento. Se asume que todas las partículas tienen un perfil esférico. La superficie específica del cemento está comprendida entre los valores de 2500 a 4500 cm²/g.

b) **Peso específico (NTP 334.005, ASTM C 150)**

El II Congreso Internacional de la construcción y EXPOCON (ICG, 2004) establece que el peso específico del cemento corresponde al material al estado compacto. Su valor suele variar, para los cementos portland normales, entre 3.0 y 3.2 gr/cm³. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{Absoluto}}} \quad \dots(2)$$

El cemento portland se divide en cinco categorías normadas por las especificaciones del ASTM, de normas APRA el Cemento Portland (C150), y las Normas Técnicas Peruanas [NTP 334.009-2013], cada categoría posee características físicas y químicas específicas (Flavio, 2009).

- **Cemento tipo I:** De uso general en la construcción, cuando en las mismas no se especifican la utilización de los otros 4 tipos de cemento. Se emplea en obras que no requieren propiedades especiales. El cemento portland Tipo I se fabrica mediante la molienda conjunta de clínker Tipo I y yeso, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado. Sus aplicaciones más importantes son:
 - ✓ Obras de concreto y concreto armado en general.
 - ✓ Estructuras que requieran un rápido desencofrado.
 - ✓ Concreto en clima frío.
 - ✓ Productos prefabricados, pavimentos y cimentaciones.
- **Cemento tipo II:** Se utiliza en obras de concreto en general y cuando se espera un ataque moderado de los sulfatos o cuando se requiere un calor de hidratación moderado, para lograr este tipo de características se regulan la cantidad máxima de silicato tricálcico (C₃S) y aluminato tricálcico (C₃A), este cemento alcanza una resistencia similar al cemento Tipo I pero requiere más tiempo de fraguado.
- **Cemento tipo III:** Este desarrolla una alta resistencia en un tiempo menor, en 7 días tiene la misma resistencia que un concreto tipo I o II en 28 días. Para lograr este rápido fraguado se aumentan las cantidades de silicato tricálcico (C₃S) y aluminato tricálcico (C₃A). Este cemento desprende grandes cantidades de calor por lo que no es recomendado para chorreas masivas.

- **Cemento tipo IV:** Este es un cemento de secado lento por lo que no genera gran cantidad de calor de hidratación siendo ideal para chorreas masivas que no requieran una alta resistencia inicial, para lograr esto se regulan las cantidades de silicato tricálcico (C_3S) y aluminato tricálcico (C_3A), ya que estos son los elementos que se encargan de fraguado inicial por lo que liberan la mayor cantidad de calor de hidratación.
- **Cemento tipo V:** Este es un cemento con gran resistencia al ataque de sulfatos, por lo que es muy utilizado en estructuras hidráulicas expuestas a aguas con gran concentración de álcalis o estructuras expuestas a agua de mar. Para lograr esto se reduce la cantidad de aluminato tricálcico (C_3A) ya que este es el componente más vulnerable a los sulfatos.

2.2.3. AGREGADOS.

La Norma Técnica Peruana NTP 400.011(2013) o la norma ASTM C-33, define al agregado como un conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por esta Norma.

Se definen como materiales que constituyen entre el 60 y el 80% del volumen total del concreto y se usan con un medio cementante como la lechada, para formar mortero o concreto. Los agregados de calidad deben cumplir ciertas reglas para darles un uso óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta al cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables.

Debido a esto, tienen gran influencia tanto en el costo económico como en las propiedades del concreto, fresco o endurecido. Las propiedades físicas que podrían ser afectadas incluyen el peso unitario, la trabajabilidad, el módulo de elasticidad, resistencia, contracción, flujo, comportamiento térmico y durabilidad. Dentro de los agregados se encuentran dos clasificaciones: agregado gruesos (grava) y agregado finos (arena) (Méndez, 2012).

2.2.3.1. AGREGADO FINO:

Se define como agregado fino al proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.51 mm (N° 3/8") y queda retenido en el tamiz 0.074 mm (N° 200); además de cumplir con los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33.

El contenido de agregado fino normalmente oscila entre 35% al 45% por masa o volumen total del agregado, según sea el diseño. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes. El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera y no debe tener más de 5% de material más fino que la malla N°200 (Méndez, 2012).

Rivva, E. (2015) señala que el agregado fino debe cumplir con los siguientes requisitos:

- El agregado fino puede consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente.
- El agregado fino deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales, u otras sustancias dañinas.
- La granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N° 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N°50, y N°100 de la serie Tyler.
- El agregado no deberá retener más del 45% en dos tamices consecutivos cualesquiera.
- El módulo de fineza del agregado fino se mantendrá dentro del límite de ± 0.2 del valor asumido para la selección de las proporciones del concreto; siendo recomendable que el valor asumido esté entre 2.30 y 3.10.
- El porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado fino no deberá exceder de los siguientes límites:
 - Lentas de arcilla y partículas desmenuzables.....3%
 - Material más fino que la malla N° 200:
 - a) Concretos sujetos a abrasión.....3%
 - b) Otros concretos.....5%
 - Carbón:

- a) Cuando la apariencia superficial es importante.....0.5%
 - b) Otros concretos.....1%
- Es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites:

Tabla N° 3 Granulometría del agregado fino (NTP 400.037, 2013)

TAMIZ	PORCENTAJE DE PESO (MASA) QUE PASA			
	LÍMITES TOTALES	*C	M	F
9.50 mm (3/8")	100	100	100	100
4.75 mm (N° 4)	89 – 100	95 – 100	89 – 100	89 – 100
2.36 mm (N° 8)	65 – 100	80 – 100	65 – 100	80 – 100
1.18 mm (N° 16)	45 – 100	50 – 85	45 – 100	70 – 100
0.60 mm (N° 30)	25 – 100	25 – 60	25 – 80	55 – 100
0.30 mm (N° 50)	5 – 70	10 – 30	5 – 48	5 – 70
0.15 mm (N° 100)	0 – 12	2 – 10	0 – 12*	0 – 12

*Incrementar a 15% para agregado fino triturado, excepto cuando se use para pavimentos.

2.2.3.2. AGREGADO GRUESO:

Se define como las partículas de grava o piedra partida de origen natural o artificial, que es retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) y cumple los límites establecidos en la norma NTP 400.037 o la norma ASTM C 33. El tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la economía. El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del mismo.

El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa, químicamente estables y deberán estar libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas, no debe tener más de 1% de material más fino que la malla N°200.

La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.

La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½" y no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼" (Méndez, 2012).

Tabla N° 4 Requisitos granulométricos del agregado grueso (NTP 400.037, 2013)

HUSO	TAMAÑO NOMINAL	MÁXIMO	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS														
			100	90	75	63	50	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18	300	
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	μm
			4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16	N° 50	
1	90 mm	a 3 1/2" a 1 1/2"	100	90	a	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 15	—	—	—	—	—	—
	37.5 mm			100													
2	63 mm	a 2 1/2" a 1 1/2"	—	—	100	90	a	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—	—
	37.5 mm					100											
3	50 mm	a 2" a 1"	—	—	—	100	90	a	35 a 70	0 a 15	—	0 a 15	—	—	—	—	—
	25.0 mm						100										
357	50 mm	a 2" a N° 4	—	—	—	100	95	a	—	35 a 70	—	10 a 30	—	0 a 5	—	—	—
	4.75 mm						100										
4	37.5 mm	a 1 1/2" a 1/4"	—	—	—	—	—	100	90	a	20 a 55	0 a 5	—	0 a 5	—	—	—
	19.0 mm								100								
467	37.5 mm	a 1 1/2" a N° 4	—	—	—	—	—	100	95	a	—	35 a 70	—	10 a 30	0 a 5	—	—
	4.75 mm								100								
5	25 mm	a 1" a 1/2"	—	—	—	—	—	—	100	90	a	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—
	12.5 mm									100							
56	25 mm	a 9.5 1" a 3/8"	—	—	—	—	—	—	100	90	a	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—
	mm									100							
57	25 mm	a 1" a N° 4	—	—	—	—	—	—	100	95	a	—	25 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—
	4.75 mm									100							
6	19 mm	a 9.5 3/4" a 3/8"	—	—	—	—	—	—	—	100	90	a	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—
	mm										100						
67	19 mm	a 3/4" a N° 4	—	—	—	—	—	—	—	100	90	a	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—
	4.75 mm										100						
7	12.5 mm	a 1/2" a N° 4	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90	a	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—
	4.75 mm											100					
8	9.5 mm	a 3/8" a N° 8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85	a	10 a 30	0 a 10	0 a 5
	2.36 mm												100				
89	9.5 mm	a 3/8" a N° 16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90	a	25 a 55	5 a 30	0 a 10
	1.18 mm												100				0 a 5
9	4.75 mm	a N° 4 a N° 16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85	a	10 a 40	0 a 10
	1.18 mm													100			0 a 5

Nota: se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida

Respecto al agregado grueso, Rivva, E. (2015) señala que éste deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa. Además indica que es recomendable tener en consideración lo siguiente:

- a) La granulometría seleccionada deberá ser de preferencia continua.
- b) La granulometría seleccionada deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto, con una adecuada trabajabilidad y consistencia en función de las condiciones de colocación de la mezcla.
- c) La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½" y no más del 60% del agregado que pasa la malla de ¼".

Así mismo el porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado grueso no deberá exceder de los siguientes límites:

- Arcilla.....0.25%
- Partículas deleznable.....5.00%
- Material más fino que la malla N° 200.....1.00%
- Carbón y lignito:
 - a) Cuando la apariencia superficial es importante.....0.50%
 - b) Otros concretos.....1.00%

2.2.3.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

2.2.3.3.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 400.012, ASTM C 136)

Pasquel, E. (1998) explica el método para determinar la granulometría de los agregados, el cual consiste en tamizar las partículas por una serie de mallas de aberturas conocidas y pesar los materiales retenidos refiriéndolos en % con respecto al peso total. Este proceso es denominado análisis granulométrico, que es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.

2.2.3.3.2. MÓDULO DE FINURA (NTP 334.045, ASTM C 136)

Se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie Standard hasta el Tamiz No 100 y esta cantidad se divide entre 100. El sustento matemático del Módulo de Fineza reside en que es

proporcional al promedio logarítmico del tamaño de partículas de una cierta distribución granulométrica (Pasquel, E., 1998).

Para el agregado fino:

$$M.F = \frac{\sum \% \text{Ret. acum. tamices (N}^\circ 4, \text{N}^\circ 8, \text{N}^\circ 16, \text{N}^\circ 30, \text{N}^\circ 50, \text{N}^\circ 100)}{100} \quad \dots(3)$$

Para el agregado grueso:

$$M.G = \frac{\sum \% \text{Ret. acum. tamices (3/4", 3/8", N}^\circ 4, \text{N}^\circ 16, \text{N}^\circ 30, \text{N}^\circ 50, \text{N}^\circ 100)}{100} \quad \dots(4)$$

2.2.3.3.3. Peso específico y absorción (NTP 400.021, ASTM C 127)

Pasquel, E. (1998) se centra en los conceptos de saturación para una partícula ideal de agregado, partiendo de la condición seca hasta cuando tiene humedad superficial. A continuación se define el peso específico de los agregados de acuerdo a sus condiciones de saturación.

a) Peso específico

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las Normas ASTM C-127 y C-128 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio.

b) Peso específico nominal o aparente

Es la relación de la masa en el aire de un volumen unitario del material, a la masa en el aire (de igual densidad) de un volumen igual de agua destilada libre de gas, a una temperatura especificada. Cuando el material es un sólido, se considera el volumen de la porción impermeable.

Para el agregado fino:

$$P.e.a. = \frac{W_o}{(V-V_a) - (500-W_o)} \quad \dots(5)$$

Donde:

- P.e.a. : Peso específico aparente
- W_o : Peso en el aire de la muestra secada al horno a 105°C
- V : Volumen del frasco
- V_a : Volumen de agua añadida

Para el agregado grueso:

$$P.e.a. = \frac{A}{A-C} \quad \dots(6)$$

Donde:

P.e.a. : Peso específico aparente.

A : Peso en el aire de la muestra secada al horno a 105°C.

C : Peso en el agua de la muestra saturada.

c) **Peso específico de masa**

Viene a ser la relación entre la masa en el aire de un volumen unitario del material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material), a la masa en el aire (de igual densidad) de un volumen igual de agua destilada, libre de gas y a una temperatura especificada.

Para el agregado fino:

$$Pe = \frac{W_o}{V-V_a} \quad \dots(7)$$

Donde:

Pe : Peso específico de masa.

W_o : Peso en el aire de la muestra secada al horno a 105°C.

V : Volumen del frasco.

V_a : Volumen de agua añadida.

Para el agregado grueso:

$$Pe = \frac{A}{B-C} \quad \dots(8)$$

Donde:

Pe : Peso específico de masa.

A : Peso en el aire de la muestra secada al horno a 105°C.

B : Peso en el aire de la muestra saturada de superficie seca.

C : Peso en el agua de la muestra saturada.

d) **Peso específico de masa saturada superficialmente seca**

Tiene la misma definición que el peso específico de masa, con la salvedad de que la masa incluye el agua en los poros permeables.

Para el agregado fino:

$$P.e.s.s.s. = \frac{500}{V - V_a} \quad \dots(9)$$

Donde:

P.e.s.s.s.: Peso específico de masa saturada superficialmente seca

V : Volumen del frasco

V_a : Volumen de agua añadida

Para el agregado grueso:

$$P.e.s.s.s. = \frac{B}{B - C} \quad \dots(10)$$

Donde:

P.e.s.s.s. : Peso específico de masa saturada superficialmente
seca.

B : Peso en el aire de la muestra saturada superficialmente.
Seca.

C : Peso en el agua de la muestra saturada.

e) Absorción

Pasquel, E. (1998) define la absorción como la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas. El fenómeno se produce por capilaridad, sin embargo no se llenan totalmente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado.

Para el agregado fino:

$$Ab. = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100 \quad \dots(11)$$

Donde:

Ab. : Porcentaje de absorción.

W_o : Peso en el aire de la muestra secada al horno a 105°C.

Para el agregado grueso:

$$Ab. = \frac{B - A}{A} \times 100 \quad \dots(12)$$

Donde:

Ab. : Porcentaje de absorción.

A : Peso en el aire de la muestra secada al horno a 105°C.

B : Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

2.2.3.3.4. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 400.010, ASTM C 70)

Pasquel, E. (1998) señala que es la cantidad de agua superficial retenida en un momento determinado por las partículas de agregado. Es una característica importante pues contribuye a incrementar el agua de mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento de las mezclas, para que se cumplan las hipótesis asumidas.

Los agregados generalmente se encuentran húmedos y varían con el tiempo. A continuación se describen los distintos estados del agregado.

- a) **Agregado seco.** No existe humedad alguna en el agregado. Se lo consigue mediante un secado prolongado en una estufa a una temperatura de $105 \pm 5^\circ\text{C}$.
- b) **Agregado seco al aire.** Cuando existe algo de humedad en el interior del árido. Es característica, en los agregados que se han dejado secar al medio ambiente. Al igual que en el estado anterior, el contenido de humedad es menor que el porcentaje de absorción.
- c) **Agregado saturado y superficialmente seco.** Estado en el cual, todos los poros del agregado se encuentran llenos de agua. Condición ideal de un agregado, en la cual no absorbe ni cede agua.
- d) **Agregado húmedo.** En este estado existe una película de agua que rodea el agregado, llamada agua libre, que viene a ser la cantidad de agua en exceso. Respecto al estado saturado superficialmente seco. El contenido de humedad es mayor que el porcentaje de absorción.

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$W\% = \frac{A-B}{B} \times 100 \quad \dots(13)$$

Donde:

W% : Porcentaje de humedad

A : Peso de la muestra húmeda

B : Peso de la muestra seca

2.2.3.3.5.PESO UNITARIO (NTP 400.017, ASTM C 29)

Pasquel, E. (1998) define el peso unitario como el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas, está influenciado por la manera en que se acomodan estas, lo que lo convierte en un parámetro hasta cierto punto relativo.

La Norma Técnica Peruana NTP 400.017 (2011) establece los procedimientos para determinar el peso unitario:

a) Peso unitario seco suelto. Llenar el recipiente con una pala o cucharón, descargando el agregado de una altura que no exceda 50 mm encima del borde superior del mismo. Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío con exactitud de 0.05 kg.

b) Peso unitario seco compactado. Existen dos procedimientos para determinar el peso unitario compactado. El método de apisonado, para agregado cuyo tamaño máximo no sea mayor de 5 cm y el método de percusión, para agregado cuyo tamaño máximo está comprendido entre 5 cm y 10 cm.

b.1) Método de apisonado. El agregado se coloca en un recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente hasta colmarlo. Cada una de las capas se empareja con la mano y se apisona dicha muestra con la barra compactadora mediante 25 golpes, distribuidos uniformemente en cada capa. Una vez colmado el recipiente se enrasa la superficie usando la varilla como regla y se determina el peso neto del agregado en Kg; para finalmente obtener el peso unitario seco compactado del agregado, al multiplicar dicho peso por el factor (F).

$$F = \frac{1000 \text{ kg/m}^3}{W_a (16.7^\circ\text{C})} \quad \dots(14)$$

Donde:

F : Factor "F" para calibración del recipiente

W_a : Peso del agua para llenar el recipiente a 16.7°C.

b.2) Método de vibrado. El agregado se coloca en un recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente hasta colmarlo. Al terminar de colocar cada capa, se coloca el recipiente sobre una base firme y se inclina hasta que el borde opuesto al punto de apoyo diste unos 5 cm de la base. Luego se suelta, con lo que se produce un golpe seco y se repite la operación inclinando el recipiente por el borde opuesto. Estos golpes alternados se ejecutan 25 veces de cada lado, de modo que el número total es de 50 para cada capa y 150 para todo el conjunto. Al término, se enrasa la superficie del agregado con una regla o con la mano, de modo que las partes salientes se compensen con las depresiones en relación al plano de enrase; para finalmente obtener el peso unitario seco compactado.

2.2.3.3.6. PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ N° 200 (NTP 400.018, ASTM C 117)

De acuerdo a lo señalado por Pasquel, E. (1998), esta propiedad tiene trascendencia en la adherencia entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia. Por otro lado, las mezclas requieren una mayor cantidad de agua, por lo que se acostumbra limitarlos entre el 3% al 5%, aunque valores superiores hasta del orden del 7% no necesariamente causarán un efecto pernicioso notable que no pueda contrarrestarse mejorando el diseño de mezclas, bajando la relación agua/cemento y/o optimizando granulometría.

Se determina usando la siguiente expresión:

$$A = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100 \quad \dots(15)$$

Donde:

A : Porcentaje de material más fino que pasa el tamiz N° 200

P1 : Peso seco de la muestra original

P2 : Peso seco de la muestra después del lavado

2.2.3.3.7. Resistencia a la abrasión (NTP 400.019, ASTM C 131)

Oposición que presentan los agregados sometidos a fuerzas de impacto y al desgaste por abrasión y frotamiento, ya sea de carácter mecánico o hidráulico. Se mide en función inversa al incremento de material fino, y cuando la pérdida de peso se expresa en porcentaje de la muestra original se le denomina porcentaje de desgaste.

Existen diferentes métodos para medir los efectos de la abrasión, pero actualmente el más usado es el de la Prueba de Los Ángeles, por la rapidez con que se efectúa y porque se puede aplicar a cualquier tipo de agregado.

Se determina usando la siguiente expresión:

$$De = \frac{W_o - W_f}{W_o} \times 100 \quad \dots(16)$$

Donde:

De : Porcentaje de desgaste

Wo : Peso original de la muestra

Wf : Peso final de la muestra

Para el cálculo de la resistencia a la abrasión, se escogerá una de las 4 gradaciones (A, B, C, D); establecidas en la Norma Técnica Peruana NTP 400.019; y dependiendo del tipo de gradación se procederá al ensayo con un número determinado de esferas. Las esferas para el ensayo deberán ser de hierro fundido, con un diámetro de 48 mm y entre 390 y 445 g de masa.

Tabla N° 5 Carga abrasiva (NTP 400.019, 2002)

GRADACIÓN	NÚMERO DE MASAS DE LAS ESFERAS	DE MASAS DE LAS ESFERAS (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	08	3330 ± 25
D	06	2500 ± 15

Tabla N° 6 Gradaciones de muestras de ensayo (NTP 400.019, 2002)

TAMAÑO DE TAMICES (ABERTURAS GRADADAS)		PESO DE LOS TAMAÑOS INDICADOS (g)			
PASA	RETENIDO	A	B	C	D
37.50 mm (1 ½")	25.40 mm (1")	1250±25	-----	-----	-----
25.40 mm (1")	19.00 mm (¾")	1250±25	-----	-----	-----
19.00 mm (¾")	12.70 mm (½")	1250±10	2500±10	-----	-----
12.70 mm (½")	9.51 mm (3/8")	1250±10	2500±10	-----	-----
9.51 mm (3/8")	6.35 mm (¼")	-----	-----	2500±10	-----
6.35 mm (¼")	4.76 mm (N° 4)	-----	-----	2500±10	-----
4.76 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	-----	-----	-----	5000±10

2.2.4. AGUA.

El agua es un elemento fundamental en la preparación del concreto, cumple con dos funciones vitales en el desarrollo de la mezcla, como agua de mezclado y como agua de curado. Para la primera, casi cualquier agua natural potable, sin tener un sabor u olor notable, puede servir para el mezclado, pues el agua cuando funciona como un ingrediente en la fabricación de la mezcla ocupa entre 10% - 25% de cada m³ producido. Se debe evitar que esté contaminada de sulfatos pues estos son agresivos al cemento. Si no se tiene cuidado en eliminar las impurezas excesivas contenidas en el agua de mezcla, estas pueden afectar no sólo el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto y la constancia de volumen, sino que a su vez pueden producir eflorescencia o corrosión del refuerzo (Méndez, 2012).

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP 339.088 y ser, de preferencia, potable. (Rivva, E. (2015)).

Máximo

- Cloruros.....300ppm
- Sulfatos.....300ppm
- Sales de magnesio.....150ppm
- Sales solubles totales.....1500ppm
- pH.....mayor de 7
- Sólidos en suspensión.....1500ppm
- Materia orgánica.....10ppm

2.2.4.1. AGUA DE MEZCLADO.

Es el agua que reacciona con el cemento, produciendo su hidratación, asimismo, actúa como un lubricante, contribuyendo a la trabajabilidad de la mezcla de concreto.

El agua de mezclado asegura el espacio necesario en la pasta, para el desarrollo de los productos de hidratación. La hidratación completa del cemento requiere del 22 - 25%, del agua de mezclado.

Las impurezas del agua pueden presentarse disueltas o en forma de suspensión y pueden ser: carbonatos o bicarbonatos, cloruros, sulfatos, sales de hierro, sales inorgánicas, ácidos, materia orgánica, aceites, o sedimentos y pueden interferir en la hidratación del cemento, producir modificaciones del tiempo de fraguado, reducir la resistencia mecánica, causar manchas en la superficie del concreto y aumentar el riesgo de corrosión de las armaduras de acero componentes del concreto armado (Méndez, 2012).

2.2.4.2. AGUA DE CURADO.

El agua de curado no debe contener sustancias agresivas para el concreto endurecido o las armaduras, ya que durante las primeras edades el concreto es sumamente permeable; no emplear agua con elevados contenidos de cloruros en caso de estructuras armadas, evitar sustancias que puedan provocar decoloraciones o manchas superficiales y mantener reducida la diferencia de temperatura entre el agua de curado y el concreto para evitar la aparición de fisuras (Méndez, 2012).

2.2.4.3. Relación agua: material cementante.

De ella dependen la resistencia y la durabilidad, así como los coeficientes de retracción y de fluencia. También determina la estructura interna de la pasta de cemento endurecida (Méndez, 2012).

$$R= a/c \quad \dots(17)$$

R: Relación agua/ material cementante.

a: masa de agua del concreto fresco.

c: masa del material cementante del concreto fresco.

Cuanto más baja es la relación **a/c** tanto más favorables son las propiedades de la pasta de cemento endurecida, si en cambio esta relación es mayor, habrá mayor cantidad de poros capilares en la pasta de cemento, logrando el incrementando de la permeabilidad y reduciendo la resistencia.

Según Enrique Pasquel C. (2011), afirma que:

- Para **a/c** > 0.42 sobra agua de hidratación y todo el cemento se hidrata.
- Para **a/c** = 0.42 no sobra agua de hidratación.
- Para **a/c** < 0.42 queda cemento sin hidratar.

2.2.5. FIBRAS.

Las fibras, en el sentido más amplio, son los filamentos de cuerpo plástico, flexible y resistente. Asimismo, poseen una gran finura con un cuerpo macroscópicamente homogéneo y una relación largo-ancho bastante alta con una pequeña sección transversal. Entre los usos más comunes es la fabricación de hilos y tejidos.

Para poder clasificar a un elemento como fibra, depende más de su forma y geometría que cualquier otra propiedad. Una definición común requiere que la longitud de la fibra sea por lo menos 100 veces su diámetro, y será mejor mientras más alta sea esta relación ($\text{Longitud} / \text{Diámetro} \geq 100$). Las fibras artificiales se pueden fabricar con cualquier relación largo - diámetro deseado. Entre las fibras naturales se encuentran longitudes de 1000 a 3000 veces el diámetro (Irving, 2010).

2.2.5.1. FIBRAS NATURALES.

Las fibras naturales son aquellas que se encuentran, como su nombre indica, en la naturaleza y se pueden clasificar en tres grupos de acuerdo a su origen dentro de la misma. Se puede mencionar que las más prominentes a este grupo son el algodón y la lana (Irving, 2010).

2.2.5.2. FIBRA VEGETAL

Son aquellas fibras procedentes de las plantas y sus derivados, lo cuales, de acuerdo a su procedencia se tiene (Irving, 2010):

Fibra vegetal (Cocos nocifera):

Es una fibra multicelular que tiene como principales componentes la celulosa y el leño lo que la convierte en una fibra con buena rigidez y dureza, es resistente al ataque de bacterias y al agua, esta se obtiene de la estopa del coco.

“En 2006 Norberto Emmanuel Nava Valladares, egresado del Instituto Politécnico Nacional, desarrolló la patente de un chaleco antibalas fabricado con fibra de coco, este funcionó perfectamente. Así que en cuanto a resistencia constructiva, es un material confiable.

La cáscara del fruto del coco también llamada estopa o bonote da una fibra muy importante que puede ser utilizada tanto en la industria como en la construcción. Es una fibra multicelular con un alto grado de rigidez y dureza debido a sus dos componentes, la celulosa y el leño; entre sus principales características se pueden mencionar las siguientes: la baja conductividad al calor, la resistencia al impacto, a las bacterias y al agua, también la durabilidad y resiliencia hacen de la fibra de coco el material indicado para trabajos de aislamiento térmico y acústico. Cada coco puede generar 125 gramos de fibras y con la extracción de esas fibras de la cáscara, se producen además unos 250 gramos de polvo de coco.

El fruto es una drupa fibrosa con cáscara lisa llamada exocarpo que puede variar de verde a un café rojizo o aún hasta un tono marfil. La cubierta denominada mesocarpo en cocoteros jóvenes es blanca y firme. El mesocarpo en un fruto maduro constituye una masa fibrosa de donde se obtiene el bonote el cual es una especie de fibra.

Dentro de esta masa fibrosa se encuentra una concha dura o hueso que es el endocarpo que encierra la semilla. La semilla está formada por la almendra o carne blanca que es el endospermo sólido, cubierta con una delgada capa de color café adherido firmemente de cerca de 12 mm de grosor llamada testa. Tal como se aprecia en la Figura N° 2. En la cavidad central contiene el agua que es el endospermo líquido. Presenta además un embrión embebido en el endospermo sólido en la porción basal de la

semilla. El rendimiento generalmente se estima en términos del número de frutos producidos por palma (Duarte Et Al.2012)

Figura N° 2 Estructura del fruto coco, Duarte Et Al. 2012

A. Obtención de la fibra de coco



Para la obtención de la fibra de coco, se utiliza el método de enriado.

➤ **Proceso de enriado**

Se entiende por enriado el proceso de desintegración de las materias orgánicas (proteínas, azúcares, almidones, pectinas, hemicelulosa y a veces la celulosa) de las plantas en partículas más pequeñas y solubles, mediante la acción de enzimas o fermentos específicos de ciertos microorganismos.

Dantas et al. (2005), nos indica que hay tres métodos para la obtención de la fibra método convencional, mecánico y moderno.

- **Método convencional:** Enriado de rocío, consiste en enterrar la cascara de coco por un periodo de 2- 3 meses remojando el terreno, hasta que se destruyan los tejidos blandos. Enriado en agua, la fibra se coloca en tanques de agua durante seis meses o en estanques de sal o depósitos que requieren de 10 a 12 meses de la digestión anaeróbica para aflojar las fibras.

- **Método mecánico:** La obtención de la fibra y de sustrato se realizan de manera simultánea, de tal manera que el sustrato es considerado subproducto del desprendimiento de la fibra de estopa de coco. Tipos de maquinaria empleadas para la extracción de la fibra de coco.
1. **MAQUINA DESCORTICADORA**, cuyo sistema consiste en un contenedor de 4 hojas planas de acero, con extremos dentados, movidas mediante un eje y soportado en una base de block con cojinetes que soportan los extremos. Se alimenta por la parte lateral la estopa, que es desgarrada separando la fibra del coco por las hojas dentadas y expulsada por la parte superior por efecto de la fuerza centrífuga. Según el tamaño de la partícula, la fibra se expulsa a menor distancia y el polvo a mayor distancia. La imagen y dibujo técnico de la Máquina Descorticadora se muestran a continuación.

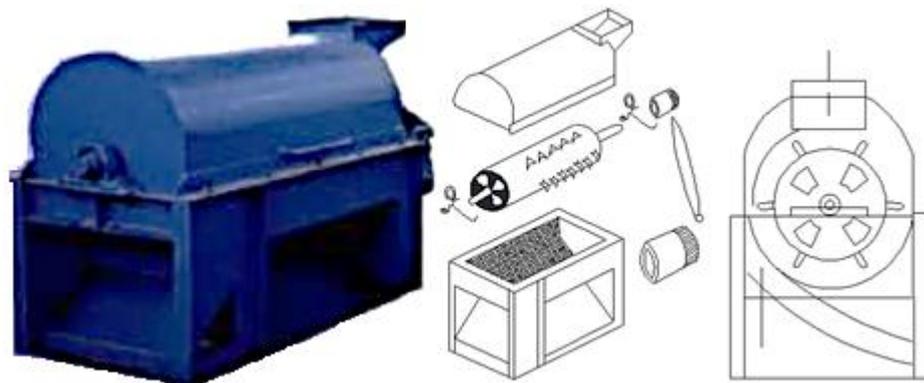


Figura N° 3 Máquina Descorticadora

La fibra obtenida pasa por una máquina separadora, que consiste en 4 hojas planas de acero, con extremos dentados, movidas mediante un eje y soportado en una base de block con cojinetes que soportan los extremos. Se alimenta por la parte lateral la estopa, que es desgarrada, separando la fibra del coco por las hojas dentadas y expulsada por la parte superior por efecto de la fuerza centrífuga. Según el tamaño de la partícula, la fibra se expulsa y el polvo queda a corta distancia.

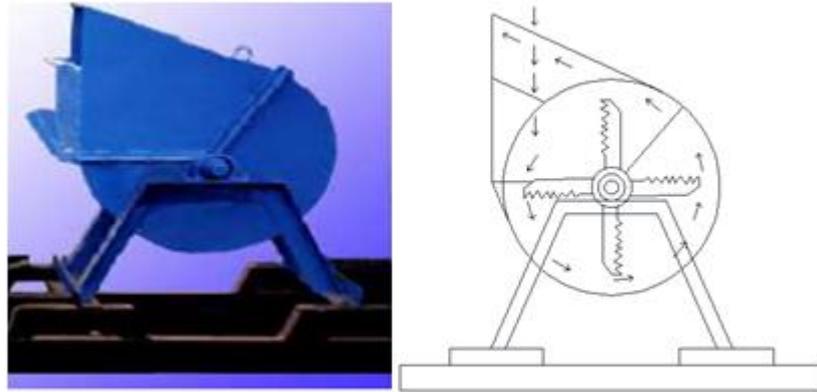


Figura N° 4 Máquina Separadora

- 2. MAQUINAS PARA TRITURAR FIBRAS (COIR MACHINES):** Quebradora de cáscara. Máquina quebradora de cáscara Rompe cáscaras abiertas, por lo que en usos posteriores esta es más fácil de empapar. La dureza de las cáscaras es reducida y será más fácil de usar en otros procesos. En este proceso la fibra será dañada en cierto grado.



Figura N° 5 Máquina quebradora de cáscara

- 3. TRITURADORA DE CÁSCARA** La trituradora machaca y perfora las cáscaras para empaparlas más fácil. Debido a este proceso la dureza de las cáscaras es reducida siendo más fácil su transformación posterior. La fibra no será dañada en este proceso. Se puede obtener cerda o fibra larga y corta por separado; si es necesario también se puede obtener la fibra mezclada



Poder	10 H.P. - 9600 RPM
Altura	1420 mm.
Longitud	1840 mm.
Anchura	1100 mm.
Capacidad	40000 cáscaras/8 horas

Figura N° 6 Máquina Trituradora de cáscara

4. MÁQUINA DESFIBRADORA (16 barras de agujas peinadoras por tambor)



Poder	7.5 H.P.- 1440 RPM - 1NO. 5 HP - 1440 RPM - 1NO. 2 HP - 1440 RPM - 1NO
Altura	2175 mm.
Longitud	2300 mm.
Anchura	1525 mm.
Capacidad	8000 cáscaras/8 horas

Figura N° 7 Máquina Desfibradora

5. MÁQUINA CRIBADORA

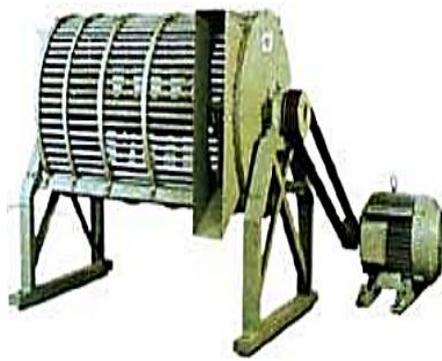
El cribador separa la fibra corta y el corazón.



Poder	1 H.P. - 1440 RPM
Altura	3060 mm.
Longitud	3725 mm.
Anchura	2000 mm
Capacidad	2000 kgs. / 8 hrs.

Figura N° 8 Máquina Cribadora

6. MÁQUINA LIMPIADORA (BATIDORA) 6' X 3': El limpiador elimina la médula restante que se pega con la fibra. En este proceso, la fibra se ablanda. Éste es el proceso final de limpiar la fibra.



Poder 1.5 H.P. - 1440 RPM
Altura 1500 mm.
Longitud 3000 mm B320 incluyendo tamaño del Motor.

Anchura 1600 mm
Capacidad 1000 kgs. / 8 hrs.

Figura N° 9 Máquina Limpiadora

7. MÁQUINA DESCORTEZADORA CON GOLPEADOR (DECORTICATOR WITH BEATER)

Las cáscaras exprimidas se limpian aquí en cierto grado y se envían automáticamente al limpiador (batidor). El batidor limpia la fibra otra vez para dar la fibra mezclada de mediana calidad. El batidor está provisto con un motor de 25HP y un decorticator con motor de 50HP. Se proporciona un compartimiento de limpieza en el lado inferior para la fácil salida de la médula/corazón y de esta forma obtener fibra de la calidad con bajo costo de energía.

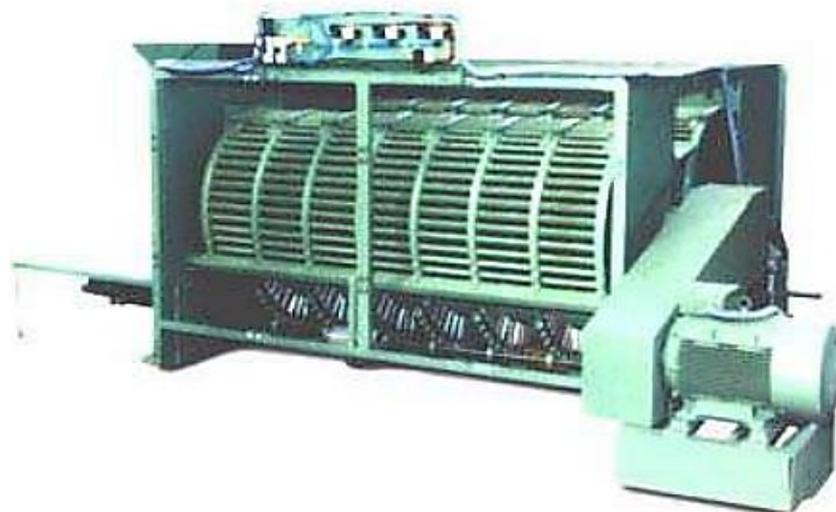


Figura N° 10 Máquina Descortezadora

- **Método moderno:** El cual hace uso de la biotecnología, a través de las aproximaciones específicas de enzimas microbianas,

reduciéndose el tiempo de cinco a tres días; mantiene una alta calidad de la fibra.

B. Características químicas y propiedades mecánicas

➤ Características químicas:

Entre las fibras vegetales, la fibra de coco tiene una de las más altas concentraciones de lignina, tal como lo reporta que (Bismark et al., 2001) lo que la hace más fuerte tal como se aprecia en la Tabla N° 7.

Tabla N° 7 Composición química de los principales constituyentes de la fibra de coco porcentaje en masa y densidad.

% Celulosa	% Lignina	% Hemicelulosa	Densidad, (kg/m3)	Referencia
35-60	20-48	15-28	1117-1165	(Agopyan, 2005)
68,9	32,2	16,8	1100-1300	(Asasutjarit et al.,2007)
36-43	41-45	0,15-0,25	-	(Bismark et al., 2001)
43	45	0,3	1150	(Bledzki et al., 1996)
36-43	20-45	0,15-0,20	1200	(Dos Santos, 2006)
53	40,8	-	1177	(Silva, 2002)
32-43	40-45	-	1150	(Silva et al., 2000)

Fuente: Licda. Belén María Paricaguán Morales

➤ Propiedades mecánicas:

La fibra de coco, está constituida de fibras de celulosa, con lignina y hemicelulosa como materiales cementantes. Esta presenta un amplio rango en sus propiedades físicas y químicas que dependen de la localidad en la cual fueron cultivadas, el clima, los métodos de extracción, entre otros (Silva et al., 2000; Martins et al., 2013). En la Tabla N° 8 se muestran los principales componentes de dicha fibra, y sus propiedades mecánicas.

Tabla N° 8 Propiedades mecánicas y absorción hasta condición de saturación de las fibras de coco.

Resistencia a la Tracción (MPa)	Módulo de Young (GPa)	Elasticidad (%)	Ángulo de microfibrillas (θ)	Absorción (%)	Referencia
107	2.8	37.7	-	93.8-161	(Agopyan,2005)
131-175	4.0-6.0	15-40	41-45	-	(Bismark et al., 2001)
140	5	15	45	-	(Bledzki et al.,1996)
175	4.0-6.0	15-40	-	-	(Dos Santos,2006)
95-118	2.8	21.9-51.4	30-49	-	(Silva, 2002)
131-175	4.0-6.0	15-40	39-40	-	(Silva et al.,2000)
108.3-251.9	2.5-4.5	13.7-41	-	85-135	(Toledo,2000)

Fuente: Licda. Belén María Paricaguán Morales

C. Ventajas

- No electrostática
- Inodora
- Resistente a la humedad
- No atacable por roedores o termitas
- Libre de patógenos y semillas viables.
- Imputrescible, no produce hongos
- Reducción de los ruidos de percusión
- Reducción de ruidos aéreos.

D. Usos.

La estopa del coco (las fibras del mesocarpio) se usa para hacer colchones, cuerdas, alfombras, brochas, bolsas, productos artesanales y en algunos países se usa para la confección de asientos de carros. Las fibras más largas se utilizan para hacer cepillos y escobas.

El procesamiento de la estopa produce el polvo de estopa, el cual se usa en muchas regiones como material de empaque, en la manufactura de tableros de partículas y como material aislante.

Como fertilizante se ha observado que la incorporación de polvo de estopa a la mezcla de tierra usada en viveros induce un desarrollo radical más acelerado en comparación al uso de otras formas de materia orgánica y ese efecto se puede atribuir a la liberación de compuestos fenólicos del polvo de estopa.

En esta investigación utilizare la fibra natural (cocos nucifera) para mejorar la calidad del concreto en cuanto a sus propiedades físico-mecánicas (resistencia a la compresión).

2.2.5.3. RECOMENDACIONES PARA LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS EN CONCRETOS VACIADOS O VERTIDOS EN SITIO

El Concreto Fibroreforzado no es más que el mismo conglomerado con un componente adicional que son las fibras, las cuales a nivel de la producción de la mezcla deben ser consideradas como un árido más, por lo que no es necesario modificar los componentes al incluir éstas dentro del diseño de mezcla. Las consideraciones iniciales para lograr la resistencia mecánica especificada a

compresión y módulo de rotura no se ven afectadas. Existen sugerencias fundamentales para controlar la incorporación de las fibras dentro de un diseño de mezcla, que obedecen a una selección adecuada del elemento, para evitar problemas como segregación, exudación, aglomeramiento y garantizar así una distribución uniforme. Las reglas básicas que son válidas para cualquier configuración de concreto según su aplicación: (MACCAFERRI, pág.62)

- La longitud de la fibra seleccionada deberá ser equivalente al doble de la dimensión máxima de diámetros de agregado presente en la mezcla.

$$2\phi_{agregado} \leq L_{fibra}$$

$\phi_{agregado}$ = Diámetro del Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso.

L_{fibra} = Longitud de Fibra

- Mayor longitud de las fibras, mejor resistencia a esfuerzos de tracción.
- Menor sección de fibra, mayor número de fibras/kg.

2.2.6. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- **Agregado:** [NTP 400.011-2008, Revisada el 2013]. Conjunto de partículas de origen natural o artificial, también llama áridos que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la NTP 400.011.
- **Agregado bien graduado:** [NTP 400.011-2008, Revisada el 2013]. Agregado cuya distribución de tamaños de partículas produce una densidad máxima, es decir minimiza los vacíos.
- **Agregado fino:** [NTP 400.011-2008, Revisada el 2013]. Agregado extraído de rocas o piedras proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8 pulg.) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037.
- **Agregado grueso:** [NTP 400.011-2008, Revisada el 2013]. Agregado grueso retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4) que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037, proveniente de la disgregación natural o artificial de roca.

- **Agregado que pasa:** [NTP 400.011-2008, Revisada el 2013]. Por un tamiz determinado, expresado generalmente en peso o porcentaje siempre que no retenga más del 5 % en masa (peso) del material tamizado.
- **Agregado retenido:** [NTP 400.011-2008, Revisada el 2013]. Un agregado es retenido por un tamiz cuando este no deja pasar más de un 5% en masa (peso) del material tamizado.
- **Arena gradada** [NTP 400.011, 2013]. Denominación de la arena normalizada gradada predominantemente entre los tamices de 600 μm (N° 30) y de 150 μm (N°100).
- **Compactación:** [NTP 339.047-2006]. Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de una mezcla de mortero o de hormigón (concreto) fresco.
- **Concreto patrón o control:** En la presente investigación y en las investigaciones citadas, se refiere al concreto elaborado únicamente con materiales convencionales (cemento, agregados y agua) y no contiene ningún aditivo o material de adición.
- **Curado:** [NTP 339.047-2006]. Proceso que consiste en controlar las condiciones ambientales (especialmente temperatura y humedad) durante el fraguado y/o endurecimiento del cemento, mortero u hormigón (concreto).
- **Curva granulométrica:** [NTP 400.011-2008, Revisada el 2013]. Representación gráfica de la granulometría y proporciona una visión objetiva de la distribución de tamaños del agregado. Se obtiene llevando en abscisas los logaritmos de las aberturas de los tamices y en las ordenadas los porcentajes que pasan o sus complementos a 100, que son los retenidos acumulados.
- **Dosificación:** [NTP 339.047-2006]. Proceso de medición, por peso o por volumen, de los ingredientes y su introducción en la mezcladora para una cantidad de concreto, mortero, grout o revoque.
- **Durabilidad:** [NTP 339.047-2006]. Capacidad del concreto, mortero, grout o revoque de cemento Portland de resistir a la acción de la

intemperie y otras condiciones de servicio, tales como ataque químico, congelación-deshielo y abrasión.

- **Ensayo de asentamiento: [NTP 339.047-2006].** Medida de la consistencia del mortero u hormigón (concreto) fresco expresada por el descenso de una masa plástica representativa de la pasión, al quedar libre del soporte metálico en que fue moldeado.
- **Fibra vegetal (cocos nocifera):** Es una fibra multicelular que tiene como principales componentes la celulosa y el leño lo que la convierte en una fibra con buena rigidez y dureza, es resistente al ataque de bacterias y al agua, esta se obtiene de la estopa del coco.
- **Fraguado: [NTP 339.047-2006].** Condición alcanzada por una pasta, mortero u hormigón (concreto) de cemento cuando ha perdido plasticidad a un grado convencional, generalmente medido en términos de resistencia a la penetración; fraguado inicial se refiere a la primera rigidez; fraguado final se refiere a la adquisición de una rigidez significativa.
- **Granulometría: [NTP 400.011-2008, 2013].** Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado. La NTP 400.012 establece el procedimiento para su distribución mediante el tamizado, obteniéndose la masa de las fracciones del agregado retenidas en cada uno de los tamices. Eventualmente se calcula la masa retenida y/o que pasa, también los porcentajes parciales y acumulados.
- **Módulo de finura (MF): [NTP 400.011-2008, 2013].** Factor que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie especificada y dividido por 100.
- **NTP (NTP):** Norma Técnica Peruana.
- **Probeta (testigo):** Cilindro de hormigón de 15cm (6") de diámetro y 30 cm (12") de altura, curado bajo condiciones controladas (Rivera, G., 1992).
- **Relación agua-cemento (a/c): [NTP 339.047-2006].** Relación entre la masa de agua y la masa de cemento en el concreto.

- **Resistencia a la abrasión:** Se define como la resistencia que ofrece el material bajo condiciones de desgaste.
- **Resistencia a compresión:** Resistencia máxima que una probeta de concreto o mortero puede resistir cuando es cargada axialmente en compresión en una máquina de ensayo a una velocidad especificada.
- **Sangrado (exudación): [NTP 339.047-2006].** Flujo del agua de la mezcla del concreto fresco, a la superficie causado por el asentamiento de los materiales sólidos de la mezcla.
- **Saturado superficialmente seco (SSD): [NTP 400.022-2013].** En relación a partículas del agregado, es la condición en la que los poros permeables de las partículas del agregado están llenos de agua hasta el punto en el que han alcanzado, por inmersión en agua, durante el periodo de tiempo determinado, pero sin contener agua libre en la superficie de las partículas.
- **Secado al horno (OD): [NTP 400.022-2013].** En relación a las partículas del agregado. Es la condición en la que los agregados se han secado por calentamiento en un horno a $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ durante un tiempo suficiente para alcanzar una masa constante.
- **Segregación: [NTP 339.047-2006].** Separación de los componentes del concreto fresco (agregados y morteros), resultando en una mezcla sin uniformidad.
- **Tamaño máximo del agregado: [NTP 400.011-2008, 2013].** Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.
- **Tamaño nominal máximo del agregado: [NTP 400.011-2008, 2013].** Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.
- **Trabajabilidad: [NTP 339.047-2006].** Es la propiedad del concreto, mortero, grout o revoque frescos, que determina sus características de trabajo, es decir, la facilidad para su mezclado, colocación, moldeo y acabado.

3. CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación se realizó en Jaén, Cajamarca, específicamente en el Laboratorio de la Empresa “GEOCONVIAL” Jaén, ubicada en la Calle Juan Porcel N° 108.

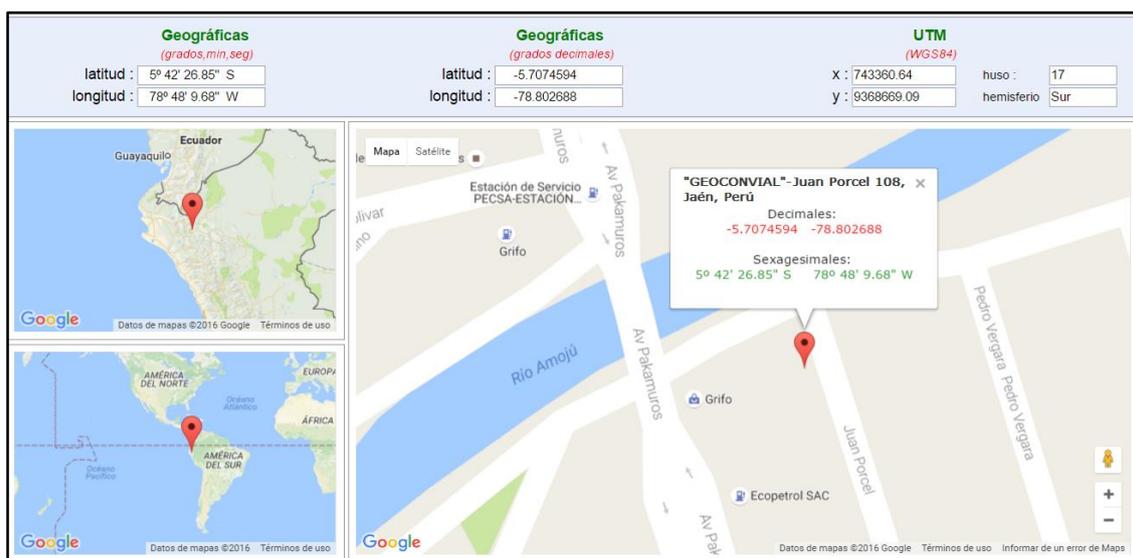


Figura N° 11 Mapa de la ubicación donde se realizó la investigación Laboratorio “GEOCONVIAL”.

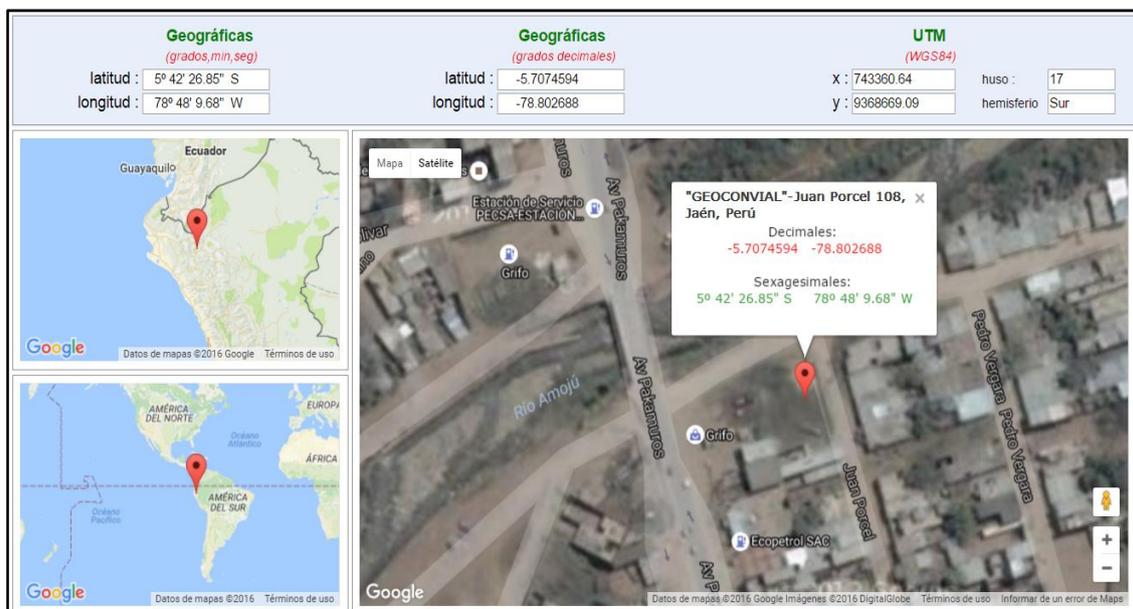


Figura N° 12 Ubicación Satelital donde se realizó la investigación, Laboratorio “GEOCONVIAL”.

Fuente: <http://www.mundivideo.com/coordenadas.htm>.

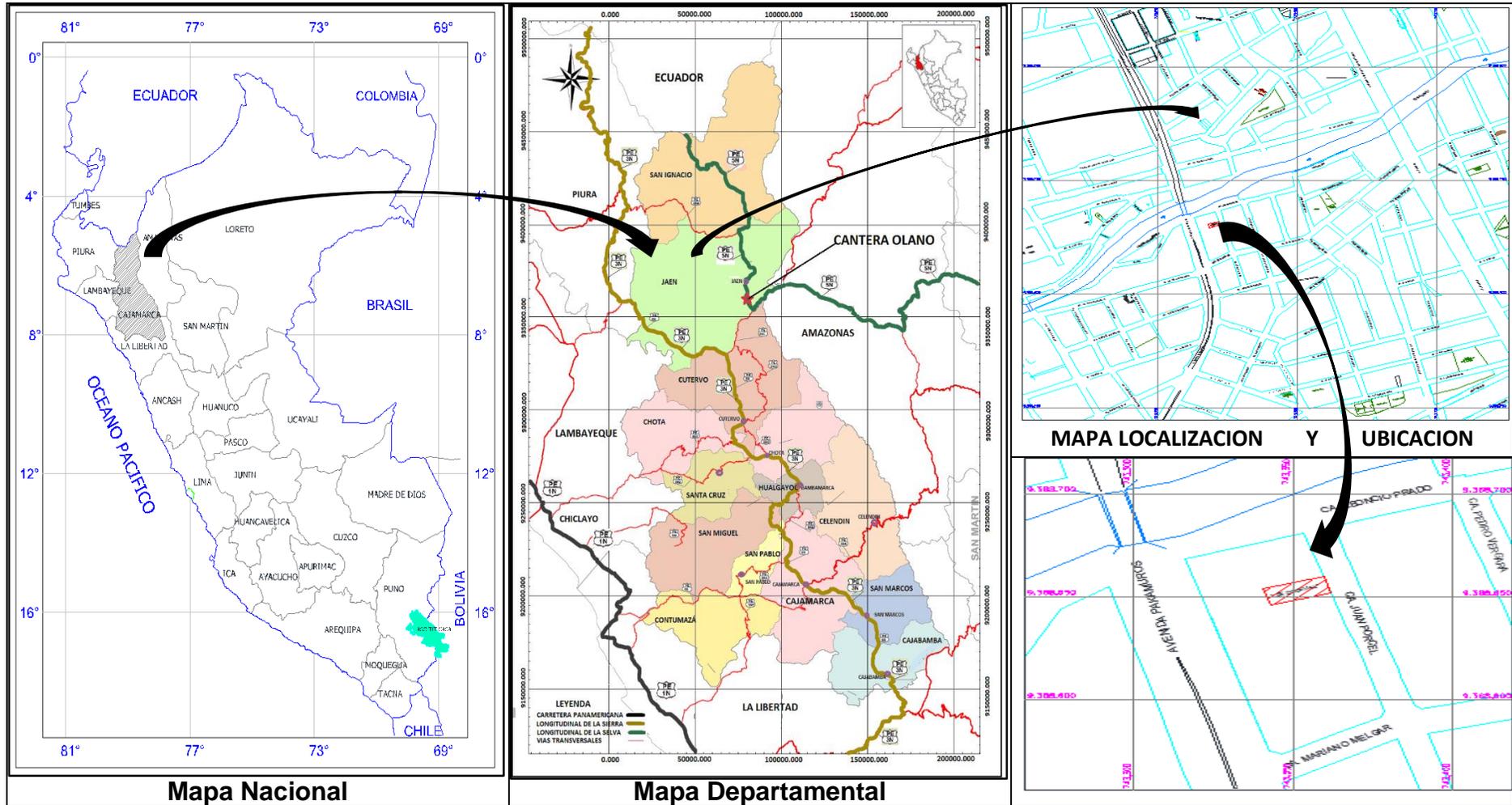


Figura N° 13 Ubicación y Localización del laboratorio "GEOCONVIAL".

3.1.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

En el presente proyecto de investigación se estudió y analizó la resistencia a la compresión, de especímenes de concreto normal y con adición de fibra vegetal (cocos nucifera), así como la trabajabilidad y peso unitario del concreto, recolectando datos a través del tiempo en periodos especificados. Todo esto relacionándose con la normativa vigente en el país y otras características precisas que definen la elaboración de la propuesta.

Así mismo el presente proyecto de investigación obedece a un diseño básico del tipo experimental y con diseño específico del tipo muestras separadas. Por lo tanto, el esquema del diseño experimental queda modelado de la siguiente manera:

Variable	Niveles	Tratamientos	Código
Fibra vegetal (cocos nucifera)	0.5%	Concreto con 0.5% de FV	CRFV - 0.5
	1.0%	Concreto con 1.0% de FV	CRFV – 1.0
	1.5%	Concreto con 1.5% de FV	CRFV – 1.5
Concreto patrón	0%	Concreto con 0% de FV	CP-0

Dónde:

CP - 0 = Concreto Patrón.

CRFV – 0.5 = Concreto reforzado con Fibra Vegetal (cocos nucifera) 0.5%.

CRFV – 1.0 = Concreto reforzado con Fibra Vegetal (cocos nucifera) 1.0%.

CRFV – 1.5 = Concreto reforzado con Fibra Vegetal (cocos nucifera) 1.5%.

Para esta investigación se procedió a elaborar probetas cilíndricas y prismáticas de concreto, con incorporación y sin incorporación de fibra vegetal, dicha incorporación fue de 0.50%,1.00% y 1.50% del peso del cemento por kilogramo, para ser evaluada a los 7, 14 y 28 días con una resistencia de diseño promedio del concreto normal de 280 Kg/cm² a los 28 días.

3.1.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.1.3.1. POBLACIÓN.

Especímenes de concreto cilíndricos normales, reforzados con fibra vegetal (cocos nucifera) en tres proporciones: 0.5%, 1.0% y 1.5% en peso del cemento por kilogramo y un concreto patrón sin adición de fibra vegetal (cocos nucifera).

3.1.3.2. MUESTRA.

Estuvo constituido por 120 especímenes de concreto, en probetas cilíndricas, con y sin de fibra vegetal (cocos nucifera), distribuidos de la siguiente manera:

Se elaboró un total de 120 especímenes cilíndricos de concreto con medidas estándar para pruebas a COMPRESIÓN, los cuales se repartieron de la siguiente manera:

- 30 probetas de concreto sin de adición de fibra vegetal (cocos nucifera), los cuales fueron probados; 10 a los 07 días, 10 a los 14 días y 10 a los 28 días.
- 30 especímenes con 0.50% de adición de fibra vegetal (cocos nucifera), los cuales fueron probados; 10 a los 07 días, 10 a los 14 días y 10 a los 28 días.
- 30 especímenes con 1.00% de adición de fibra vegetal (cocos nucifera), los cuales fueron probados; 10 a los 07 días, 10 a los 14 días y 10 a los 28 días.
- 30 especímenes con 1.50% de adición de fibra vegetal (cocos nucifera), los cuales fueron probados; 10 a los 07 días, 10 a los 14 días y 10 a los 28 días.

Para la elección del número de muestras se tomó como como referencia lo estipulado en la norma NTE E.060 que está basado en la norma ASTM C-192 “Práctica normalizada para preparación y curado de especímenes de concreto para ensayo en laboratorio” en donde indica que; para un análisis no estadístico deben moldearse mínimo tres o más especímenes para cada edad de ensayo (07, 14 y 28 días).

Eligiendo por la naturaleza de nuestro estudio, un total de 120 especímenes de concreto ensayados a diferentes edades y adiciones de fibra de fibra vegetal (cocos nucifera), para los ensayos a compresión, superando de esta manera el número de probetas mínima estipulada por norma, para tener una mejor garantía de los resultados obtenidos.

3.2. CANTERA DE ESTUDIO.

3.2.1. ELECCIÓN DE LA CANTERA PARA EL PRESENTE TRABAJO.

Teniendo en cuenta a las normas NTP, ASTM y el consejo del asesor (debido a la amplia experiencia que él tiene sobre el tema), el material utilizado para la elaboración de los especímenes del presente trabajo de investigación fueron de origen pluvial, tanto el agregado fino (arena) como el agregado grueso (piedra chancada); provinieron de la “Cantera Olano” cuya extracción de los agregados son del Río Chamaya.

3.2.2. UBICACIÓN.

La “Cantera Olano” está ubicada en el pueblo de Mochenta, ubicado en el distrito Jaén, provincia de Jaén y departamento de Cajamarca. Geográficamente en las coordenadas UTM según Datum WGS-84; **ESTE: 746307.98** y **NORTE: 9358062.49**, a una altitud de **698 m.s.n.m.**

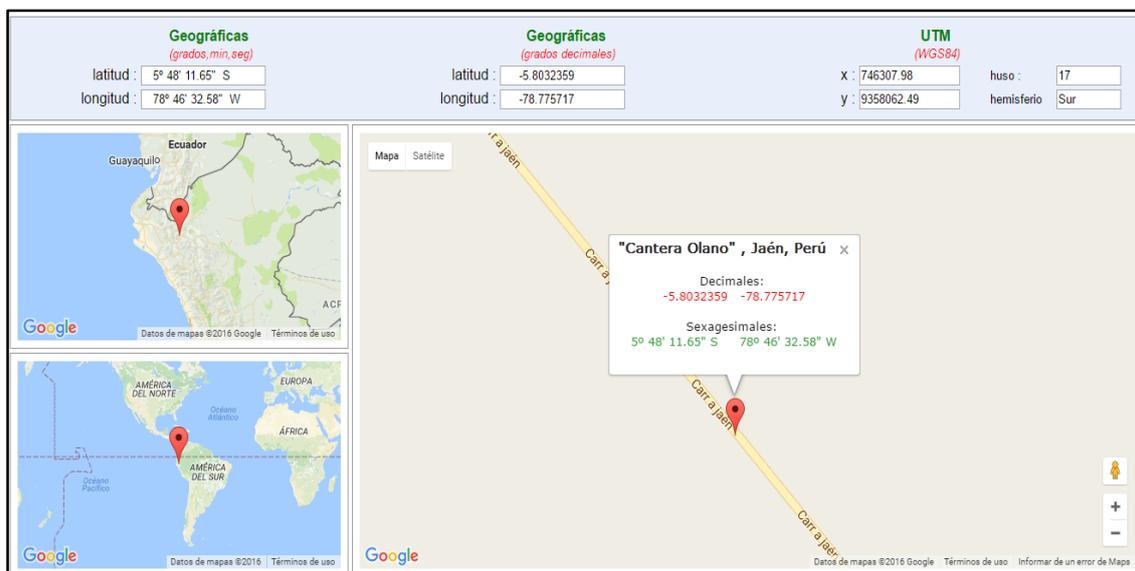


Figura N° 14 Mapa de la ubicación de la “Cantera Olano” donde se obtuvo los agregados.

Fuente: <http://www.mundivideo.com/coordenadas.htm>.

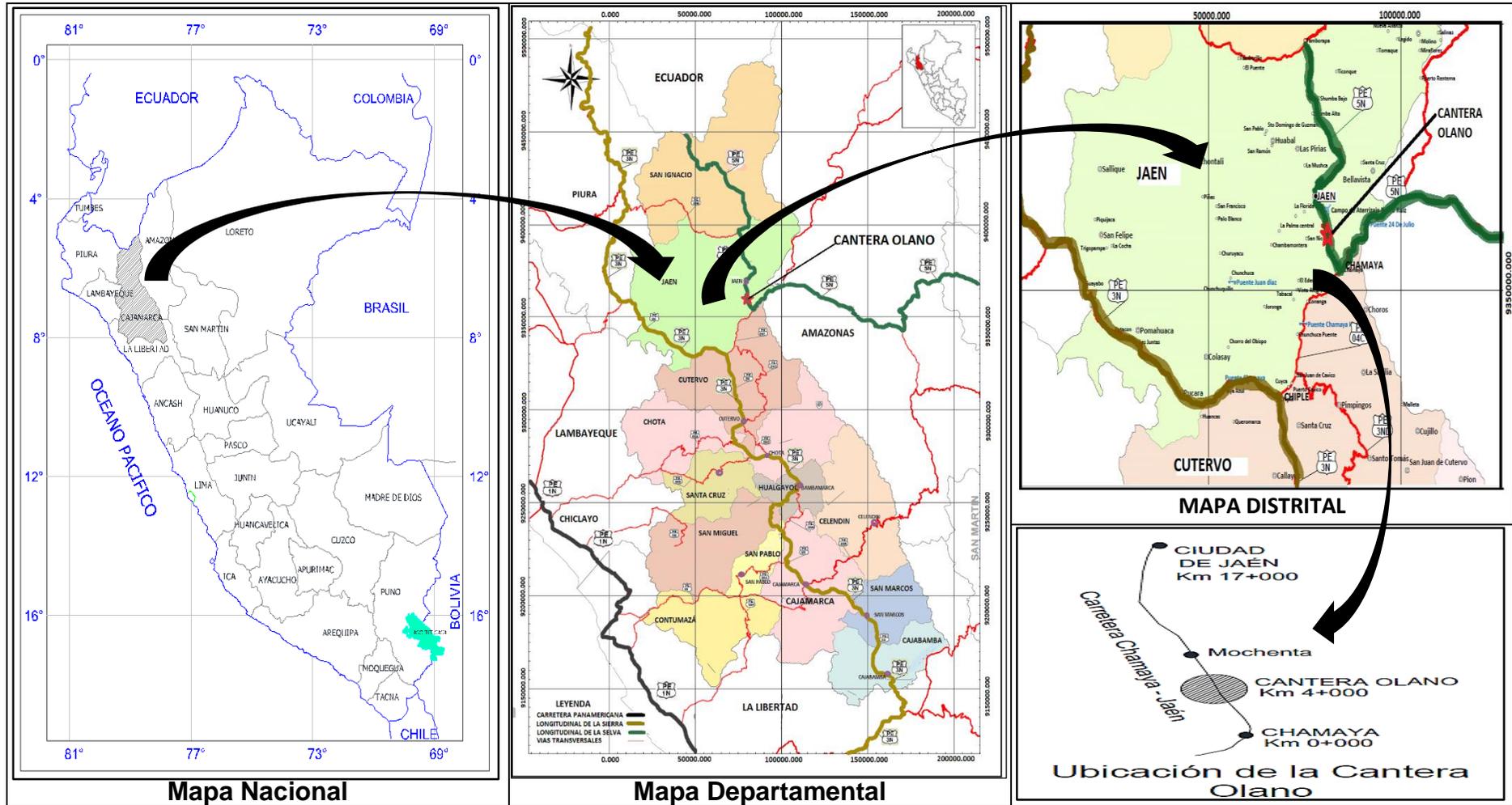


Figura N° 15 Ubicación y Localización de la “Cantera Olano” donde se obtuvo los agregados.



Figura N° 16 “Cantera Olano” donde se obtuvo los agregados.

3.3. MATERIALES DE ENSAYO

3.3.1. MATERIALES DE EXPERIMENTALES

- Cemento Pacasmayo Tipo ICO
- Agua potable
- Agregado fino del río Chamaya de la Cantera Olano
- Agregado grueso del río Chamaya de la Cantera Olano
- Fibra vegetal (cocos nucifera).

3.3.2. EQUIPO EXPERIMENTAL

- Tamices para la selección del agregado.
- Balanza electrónica, probeta graduada.
- Estufa de laboratorio.
- Cono de Abrams, varilla de fierro de 60 cm de largo y 5/8” de diámetro, semi-redondeado en un extremo.
- Máquina de los Ángeles para el ensayo a la abrasión.
- Cerretilla Buggy.
- Máquina de ensayo de compresión.

3.4. ENSAYOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO

A. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO, GRUESO Y GLOBAL SEGÚN LA NTP 400.012 – 2013 Y ASTM C 136.

Equipos

- Balanzas: Electrónicas con aproximación 0,1gramos.
- Tamices: 3/4", 1/2", 3/8", N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y el fondo.
- Badilejo para el cuarteo.
- Horno: Capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ° C.

Muestreo

Se tomó la muestra de agregado de acuerdo a la NTP 400.010 y se redujo la cantidad necesaria. En la Figura N° 17 se aprecia la reducción de la muestra a tamaño de prueba usando el procedimiento de cuarteo.



Figura N° 17 Cuarteo y obtención de la muestra

Para realizar los ensayos se escogió aproximadamente 500 g para el agregado fino y 6 Kg de agregado grueso para el análisis de las muestras.

Procedimiento del ensayo.

- a) Se secó la muestra hasta que su masa sea constante a una temperatura de 110 °C \pm 5°C.
- b) Se colocaron los tamices en orden decreciente de tamaño.
- c) El tamizado se puede realizar a mano o en una maquina adecuada. En el ensayo se realizó con una maquina tamizadora

con agitación constante durante un tiempo de 15min tal como se muestra en la Figura N° 18. No se puede inducir con la mano el paso de una partícula a través del tamiz.

- d) Después de tamizar se toma el material retenido en cada tamiz como se muestra en la y se va pesando, luego se procede a llenar los cuadros de la ficha. Como se detalla en la Figura N° 19.
- e) Finalmente se determinó y registró la masa retenida en cada tamiz en gramos.
- f) Cada de estos pesos retenidos se va expresando en porcentajes.
- g) Se determina el porcentaje retenido acumulado y el porcentaje que pasa.



Figura N° 18 Maquina tamizadora.



Figura N° 19 Pesando las muestras retenidas en cada tamiz

Cálculos

- a) Se realizó una tabla con cinco columnas, en la primera se escribió los números de los tamices en orden decreciente. Y se procedió con la anotación de los resultados. Como se detalla en la Figura N° 20

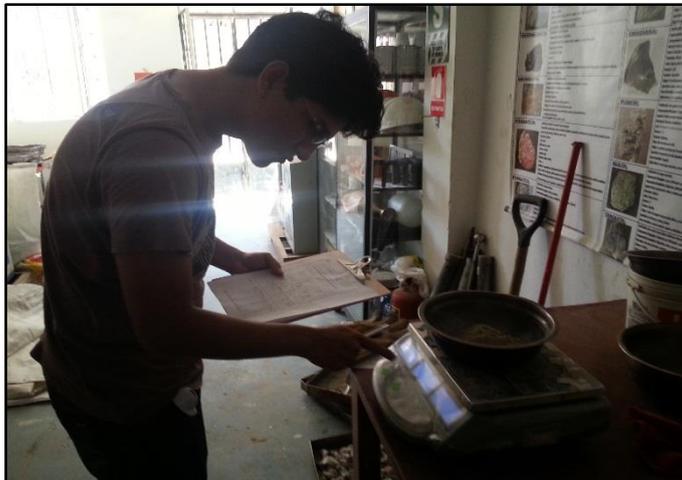


Figura N° 20 Llenado de datos en el formato de granulometría.

- b) En la segunda columna se anotaron las masas retenidas en los respectivos tamices.
- c) En la tercera columna se anotaron los porcentajes del material retenido en cada malla, respecto a la masa total de la muestra, mediante la fórmula 18.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{W_T}{\sum W_T} \times 100 \quad \dots(18)$$

Donde:

% Retenido = Porcentaje retenido en la malla N respecto a la masa original, en %.

W_T = Masa del material retenido en la malla N, en gramos.

$\sum W_T$ = Suma de las masas retenidas de la columna 2, en gramos.

- d) En la cuarta columna se anotaron los porcentajes retenidos acumulados de la siguiente manera:

% Retenido Acumulado = % Retenido en la malla N + % Retenido Acumulado en la malla anterior

- e) En la columna cinco se anotaron los porcentajes que pasa de la siguiente manera:

$$\% \text{ Que pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado en la malla N}$$

- f) El módulo de fineza de la arena se calculó dividiendo la sumatoria de los % retenidos acumulados de la cuarta columna, de los tamices N°100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8 y N° 4 entre 100.

B. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO. (NTP 400.022; 2013, ASTM C 128).

- Peso Específico de Masa.
- Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seca.
- Peso Específico Nominal Aparente
- Absorción.

Resumen del Método.

Esta NTP se aplica para determinar el peso específico seco, el peso específico húmedo saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de agregado fino, a fin de usar estos valores tanto en el cálculo y corrección de diseños de mezclas, como el control de uniformidad de sus características físicas

Materiales.

- Balanza: Sensible a 0.1% del peso medio y con capacidad de 1000 g. o más.
- Frasco: Frasco volumétrico de 500cm³ de capacidad, calibrado hasta 0.1 cm³ a 20°C.
- Molde Cónico: Metálico de 40 mm ± 3 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm ± 3 mm de diámetro en la parte inferior, y 75 mm ± 3mm de altura.
- Barra Compactadora de metal: de 340g ± 15g de peso con un extremo de superficie plano circular de 25 mm ± 3mm de diámetro.
- Horno: Una estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de 110°C ± 5°C.

Procedimiento del ensayo.

- a) Se coloca aproximadamente 1000g del agregado fino, obtenido por método del cuarteo y secado a peso constante a una temperatura $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

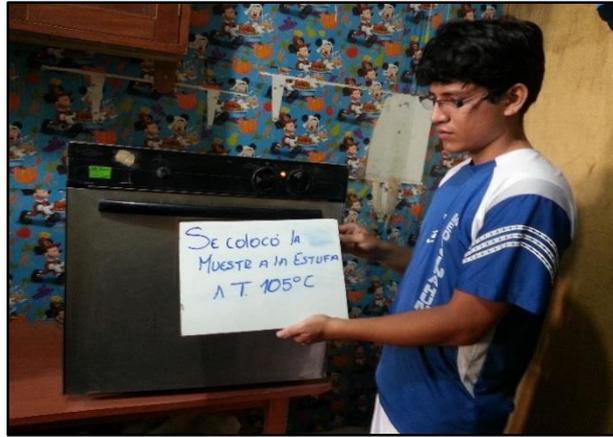


Figura N° 21 Estufa la muestra a una $T^{\circ} 110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

- b) Se cubica la muestra con agua y se deja reposar durante 24 horas.
c) Se extiende sobre la superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y se remueve con frecuencia, para garantizar un secado uniforme. Como se detalla en la Figura N° 22



Figura N° 22 Preparación de la muestra hasta llegar P.S.S.S.

- d) Se continúa esta operación hasta que los granos de agregado no se adhiera marcadamente entre sí.
e) Luego se coloca en el molde cónico, se golpea la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se levanta el molde verticalmente. Si existe humedad libre, el cono de agregado fino mantendrá su forma. Se sigue con el secado, revolviendo constantemente y se prueba a intervalos frecuentes hasta que el

como se derrumbe al quitar el molde.

- f) Esto significa que el agregado fino ha alcanzado una condición de superficie seca. Ver Figura N° 23.



Figura N° 23 Agregado Fino superficialmente seca.

Procedimiento de ensayo.

- a) Se introduce de inmediato en el frasco una muestra de 500g del material preparado, se llena de agua para alcanzar aproximadamente la marca de 500cm³ a una temperatura de 23°C ± 2°C.
- b) Después de una hora se llena con agua hasta los 500cm³ y se determina el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0.1g. ver
- c)
- d) Figura N° 24.
- e) Se saca el agregado fino del frasco, se seca a peso constante a una temperatura de 110°C ± 5°C, se enfría a temperatura ambiente en un secador durante ½ hora a 1 ½ y se pesa.



Figura N° 24 Peso del picnómetro + peso de la muestra + agua

Expresión de resultados.

- Peso específico de masa (Pem).

$$Pem = \frac{K}{L + N - M} \quad \dots(19)$$

- Absorción (Ab).

$$Ab = \frac{N - K}{K} \times 100 \quad \dots(20)$$

Dónde:

K=Peso de la muestra secada al horno, en gramos.

L=Peso del picnómetro y agua al ras, en gramos.

M=Peso del picnómetro, muestra y agua al ras en gramos.

N=Peso de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.

C. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO SEGÚN LA NTP 400.021-2002 Y ASTM C 127.

Equipo

- Balanza: Sensible a 0,1 g y con capacidad de 5000 gramos y Equipada con un dispositivo capaz de suspender la muestra en la cesta con malla de alambre.
- Cesta con malla de alambre: Con abertura de tamiz N° 6.
- Depósito de agua: Para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza.
- Horno: De tamaño apropiado capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 °C.
- Una franela

Procedimiento

- a) Se colocó aproximadamente 3 a 4 Kg de material en un depósito. Seguidamente se sumergió el agregado en agua a temperatura ambiente por un lapso de 24 h.
- b) Después de transcurrido el tiempo de reposo, se decantó el depósito y se escurrió el agua, quedando el material húmedo y saturado. Luego se sacó la muestra del agua y se hizo rodar sobre

una franela, hasta hacer desaparecer toda la película de agua visible de la superficie del agregado.

- c) Se obtuvo el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca y con una aproximación de 0,1 g.
- d) Después de pesar, se colocó de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determinó su peso en agua (a una temperatura de 23°C), densidad 1 g/cm³. Mientras se sumergía se sacudió la malla para remover todo el aire atrapado. Figura N° 25



Figura N° 25 Peso de muestra sumergida

- e) Finalmente se secó la muestra hasta peso constante, a una temperatura de 110°C y se dejó enfriar hasta la temperatura ambiente, durante 1 h, hasta que la temperatura era cómoda al tacto (aproximadamente 50°C) y luego se pesó.



Figura N° 26 Secado en el horno

Cálculos

- Peso específico de masa (Pem)

$$Pem = \frac{A}{B - C} \quad \dots(21)$$

- Absorción (Ab)

$$Ab.(%) = \frac{B - A}{A} \times 100 \quad \dots(22)$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire en gramos.

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire en gramos.

C = Peso en el agua de la muestra saturada en gramos.

D. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO NTP 339.185 - 2002 Y ASTM C 566

Equipos

- Balanza con sensibilidad de 0.1 gramos.
- Recipiente adecuado para colocar la muestra.
- Estufa capaz de mantener una temperatura de 110 °C.

Procedimiento

- a) Se colocó la muestra húmeda a ensayar en un depósito y se determinó dicho peso (peso del recipiente + muestra húmeda).
- b) Se colocó el recipiente con la muestra a una estufa y se secó durante 24 horas a una temperatura de 110°C.
- c) Luego se pesó el recipiente con la muestra seca (peso del recipiente + muestra seca) y se determinó la cantidad del agua evaporada y peso de la muestra seca.

H = (peso del recipiente + muestra húmeda) - (peso del recipiente + muestra seca)

MS = (peso del recipiente + muestra seca) - (Peso del recipiente)

Cálculos

$$\%W = \frac{H}{MS} \times 100 \quad \dots(23)$$

Donde:

H= Peso del agua evaporada o contenido de agua

MS = Peso de la muestra seca

%W= porcentaje de humedad

E. MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR PESOS VOLUMÉTRICOS SECOS, SUELTOS Y COMPACTADOS SEGÚN LA NTP 400.017 – 2011 Y ASTM C 29.

Equipos

- Balanza: Con aproximación de 1gramo.
- Barra Compactadora: Recta, de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Recipiente de Medida: Cilíndricos metálicos con precisión en sus medidas interiores y de volumen conocido.
- Cuchara de Mano: Para verter el agregado en el molde.

Procedimiento para peso compactado

- a) Se tomó el agregado y se cuarteó para obtener una muestra representativa.
- b) Se llenó la tercera parte del recipiente de medida y se niveló la superficie con la mano.
- c) Se apisonó la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llenó hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compactó con 25 golpes como antes.
- d) Finalmente, se llenó la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se eliminó utilizando una regla metálica. Como se detalla en la Figura N° 27.



Figura N° 27 Enrasado de muestra

- e) Al compactar la primera capa, se procuró que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se empleó la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.
- f) Se determinó el peso del recipiente más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registraron los pesos con una aproximación 1 gramo.

Determinación del Peso Suelto

- a) El recipiente de medida se llenó con una cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 2" por encima de la parte superior del recipiente. El agregado sobrante se eliminó y luego se niveló la superficie usando la barra lisa.
- b) Luego se determinó el peso del recipiente de medida más su contenido y también el peso del recipiente solo y se registraron los pesos con una aproximación de 1g.

Cálculos

El peso unitario compactado o suelto, se calcula como sigue:

$$M = \frac{(G - T)}{V} \quad \dots(24)$$

Donde:

M = Peso Unitario del agregado en g/cm³.

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en g.

T = Peso del recipiente de medida en g.

V = Volumen de la medida en cm³.

F. ABRASIÓN POR LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES (ASTM C-131).

Materiales y Equipos

- Máquina de los Ángeles.
- Balanza con sensibilidad a 1g.

Procedimiento.

Se coloca la muestra de ensayo y la carga abrasiva en la máquina de los Ángeles y se gira a una velocidad de 30 a 33 r.p.m durante 500 revoluciones. La máquina estará accionada y equilibrada de manera tal, que mantenga una velocidad periférica sustancialmente uniforme, puesto que de lo contrario puede arrojar resultados diferentes. Cumplido el número de revoluciones prescritas se descarga el material y se hace una separación preliminar de la muestra en un tamiz cuya abertura sea mayor que el tamiz N°12. Luego se cierra la porción más fina en el tamiz N° 12, para evitar que el porcentaje de desgaste resulte aproximadamente un 0,2% menor que el valor real, y luego se saca a temperatura de 105° a 110 °C hasta un peso sustancialmente constante y se pesa con aproximación de 1 g.

El porcentaje de desgaste (De) está dado por la diferencia entre el peso original (Wo) y el peso final (Wf), expresado como porcentaje del primero.

$$De = \frac{W_o - W_f}{W_o} \times 100 \quad \dots(25)$$

Dónde:

Wo = peso original de la muestra (g)

Wf= peso final de la muestra (g)

De= porcentaje de desgaste (%).



Figura N° 28 Máquina de los Ángeles para el ensayo de Abrasión.

3.5. FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA).

3.5.1. RECOLECCIÓN

Para la recolección de ésta desperdicio orgánico se obtuvieron de los comerciantes de productos de coco “LOUIS DREYFUS PERU”, ubicado en Carretera Jaén- Chamaya km 2.5 ubicado en el sector Fila Alta- Jaén, como se indica en . Luego se pasó la malla de $\frac{3}{4}$, para separar de finos.



Figura N° 29 Recolección de la fibra de coco

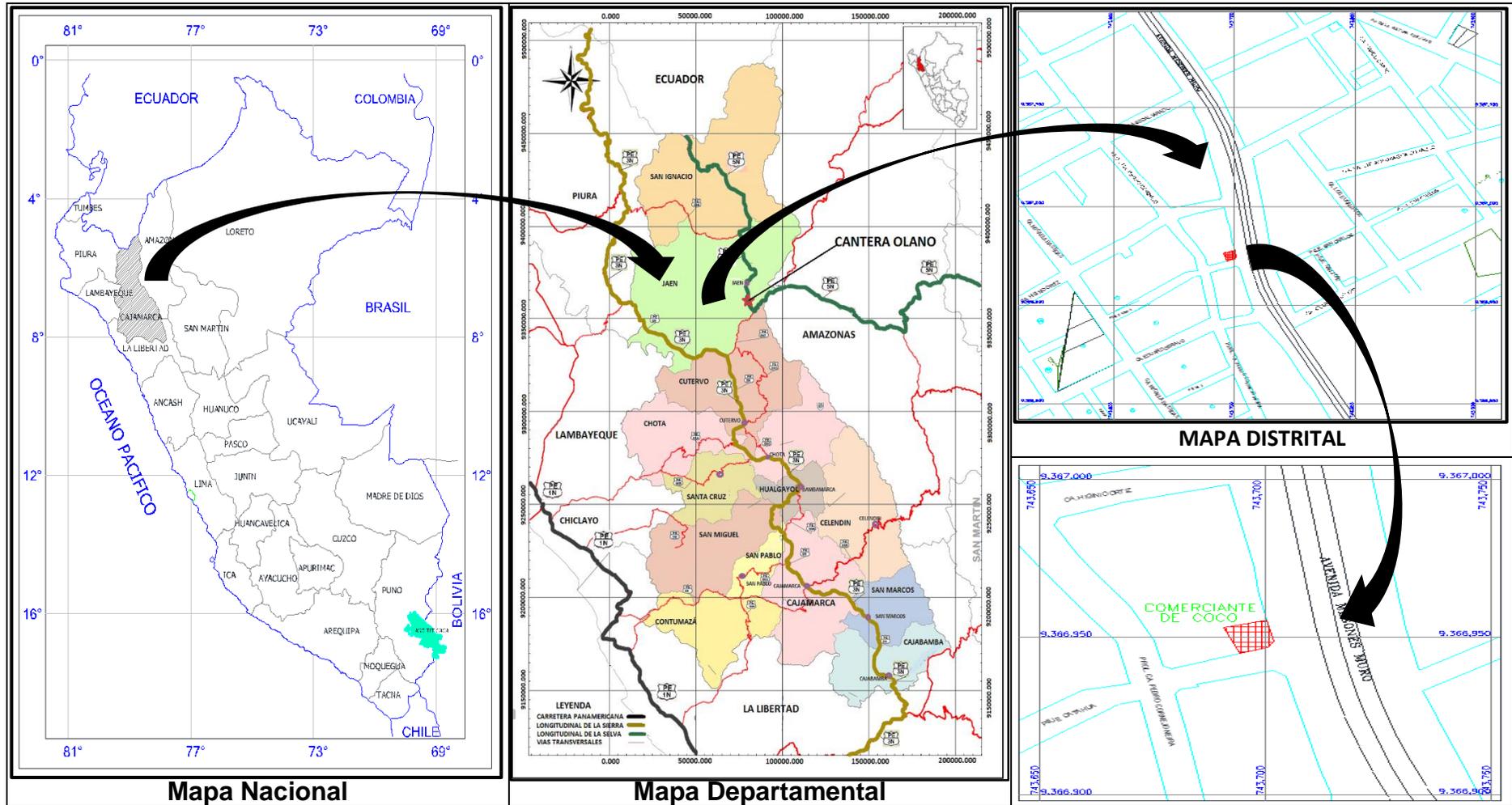


Figura N° 30 Ubicación y Localización de la obtención de la fibra vegetal (cocos nocifera).

3.5.2. DETERMINACIÓN DEL LARGO DE LA FIBRA DE COCO

La longitud promedio de la fibra vegetal (cocos nocifera) es aproximadamente 15cm de largo, como se indica en la Figura N° 31.



Figura N° 31 Medición de la longitud de la fibra cocos nocifera

3.5.2.1. TRATAMIENTO DE LA FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA)

Para el tratamiento de la fibra vegetal (cocos nocifera), se utilizó de manera similar el empleo de la Cal Hidratada para Tratamiento de Agua según la **NTP 311.327**. Para la investigación se empleó cal para el tratamiento de la fibra vegetal empleando una dosificación de 10 gr. de cal para 1 lt. de agua potable por 48 horas, al cabo de este tiempo se enjuaga repetidas veces con agua. Esta operación sirve para proteger contra el ataque microbiológico, además protege debido a la alta alcalinidad del concreto y mejora la adherencia ya que confiere cierta aspereza. El tratamiento de la fibra se puede observar en la pág. 99 al 101.

3.6. CARACTERÍSTICA DEL CEMENTO.

El cemento que se empleó para elaborar las dosificaciones de estudio, fue Cemento Pacasmayo Tipo ICo de Cementos Pacasmayo S.A.A. destinado para uso general en la construcción, para emplearse en obras que no requieran propiedades especiales. Que cumple con los requisitos de las normas técnicas NTP 334.009 y ASTM C 150.

En el ANEXO III se presenta la ficha técnica del Cemento Pacasmayo Tipo ICo de Cementos Pacasmayo S.A.A.

4. CAPITULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

4.1.1. FORMA

a) Agregado fino (Río Chamaya – Mochenta – Jaén)

El agregado empleado presenta partículas de forma angular, con pocas impurezas.

b) Agregado grueso (Río Chamaya – Mochenta – Jaén)

El material de esta cantera presenta granos de tamaño heterogéneo y de forma angular.

4.1.2. TEXTURA

a) Agregado fino (Río Chamaya – Mochenta – Jaén)

Presenta superficie áspera.

b) Agregado grueso (Río Chamaya – Mochenta – Jaén)

Presenta superficie lisa.

4.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN SECO POR TAMIZADO (NTP 400.012)

4.2.1. AGREGADO FINO

Tabla N° 9 Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Ensayo N° 01

ENSAYO N° 01		PESO DE LA MUESTRA = 500 gr			
TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
N°	ABERTURA (mm)				
3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0
2 ½"	63.00	0.0	0.00	0.0	100.00
2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.00
1 ½"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.00
1"	25.40	0.0	0.00	0.0	100.00
¾"	19.00	0.0	0.00	0.0	100.00
½"	12.50	0.0	0.00	0.0	100.00
⅜"	9.50	0.0	0.00	0.0	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.0	100.00
N° 4	4.75	18.61	3.72	3.7	96.28
N° 8	2.36	65.65	13.13	16.9	83.15
N° 16	1.18	116.37	23.27	40.1	59.87
N° 30	0.60	58.81	11.76	51.9	48.11
N° 50	0.30	105.46	21.09	73.0	27.02
N° 100	0.15	87.72	17.54	90.5	9.48
N° 200	0.075	25.68	5.14	95.7	4.34
CAZOLETA	----	21.70	4.34	100.0	0.00
TOTAL		500.00			

Módulo de Fineza= 2.76

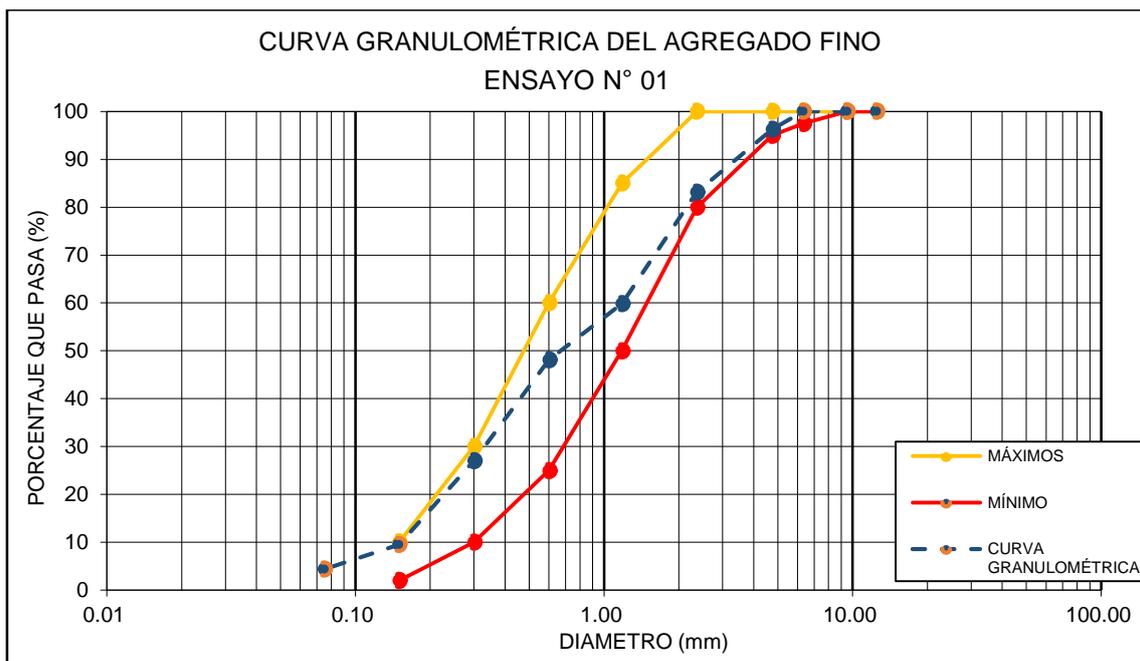


Gráfico N° 1 Curva Granulométrica del Agregado Fino – Ensayo N° 01

Tabla N° 10 Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Ensayo N° 02

ENSAYO N° 02		PESO DE LA MUESTRA =			550 gr
N°	TAMIZ ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO PARCIAL (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0
2 ½"	63.00	0.0	0.00	0.0	100.00
2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.00
1 ½"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.00
1"	25.40	0.0	0.00	0.0	100.00
¾"	19.00	0.0	0.00	0.0	100.00
½"	12.50	0.0	0.00	0.0	100.00
⅜"	9.50	0.0	0.00	0.0	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.0	100.00
N° 4	4.75	23.15	4.21	4.2	95.79
N° 8	2.36	73.61	13.38	17.6	82.41
N° 16	1.18	126.42	22.99	40.6	59.42
N° 30	0.60	65.71	11.95	52.5	47.47
N° 50	0.30	110.32	20.06	72.6	27.42
N° 100	0.15	90.04	16.37	89.0	11.05
N° 200	0.075	33.77	6.14	95.1	4.91
CAZOLETA	----	26.98	4.91	100.0	0.00
TOTAL		550.00			

Módulo de Fineza= 2.76

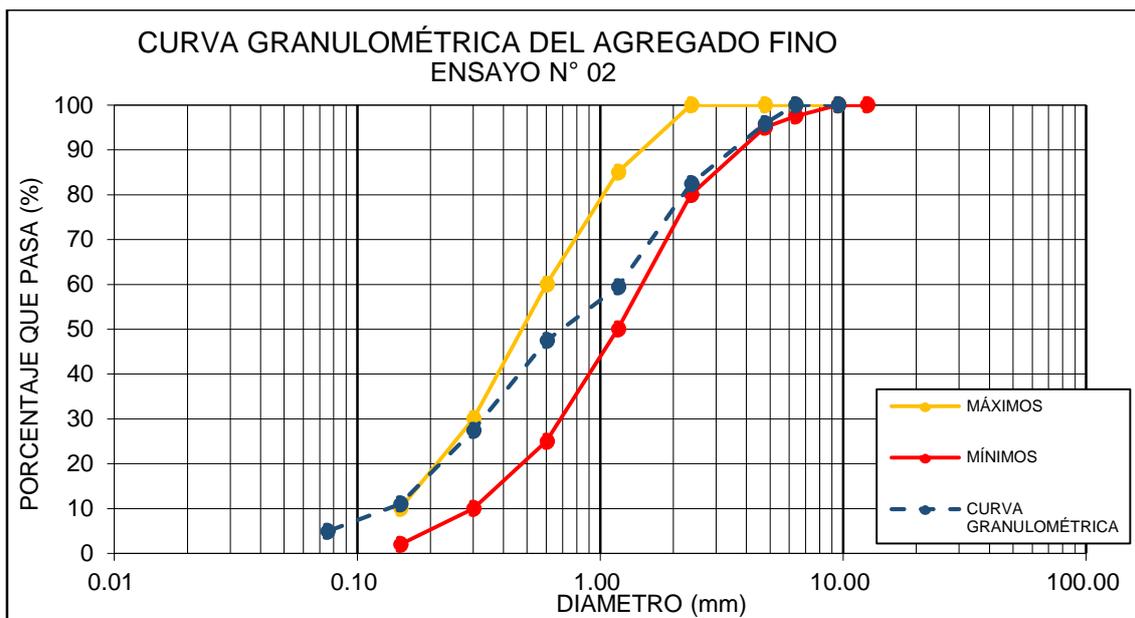


Gráfico N° 2 Curva Granulométrica del Agregado Fino – Ensayo N° 02

Tabla N° 11 Análisis Granulométrico del Agregado Fino – Ensayo N° 03

ENSAYO N° 03		PESO DE LA MUESTRA = 500 gr			
TAMIZ		PESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE	PORCENTAJE
N°	ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	QUE PASA (%)
3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0
2 ½"	63.00	0.0	0.00	0.0	100.00
2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.00
1 ½"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.00
1"	25.40	0.0	0.00	0.0	100.00
¾"	19.00	0.0	0.00	0.0	100.00
½"	12.50	0.0	0.00	0.0	100.00
⅜"	9.50	0.0	0.00	0.0	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.0	100.00
N° 4	4.75	19.93	3.99	4.0	96.01
N° 8	2.36	64.68	12.94	16.9	83.08
N° 16	1.18	115.37	23.07	40.0	60.00
N° 30	0.60	59.91	11.98	52.0	48.02
N° 50	0.30	104.18	20.84	72.8	27.19
N° 100	0.15	86.82	17.36	90.2	9.82
N° 200	0.075	24.44	4.89	95.1	4.93
CAZOLETA	----	24.67	4.93	100.0	0.00
TOTAL		500.00			

Módulo de Fineza=	2.76
--------------------------	-------------

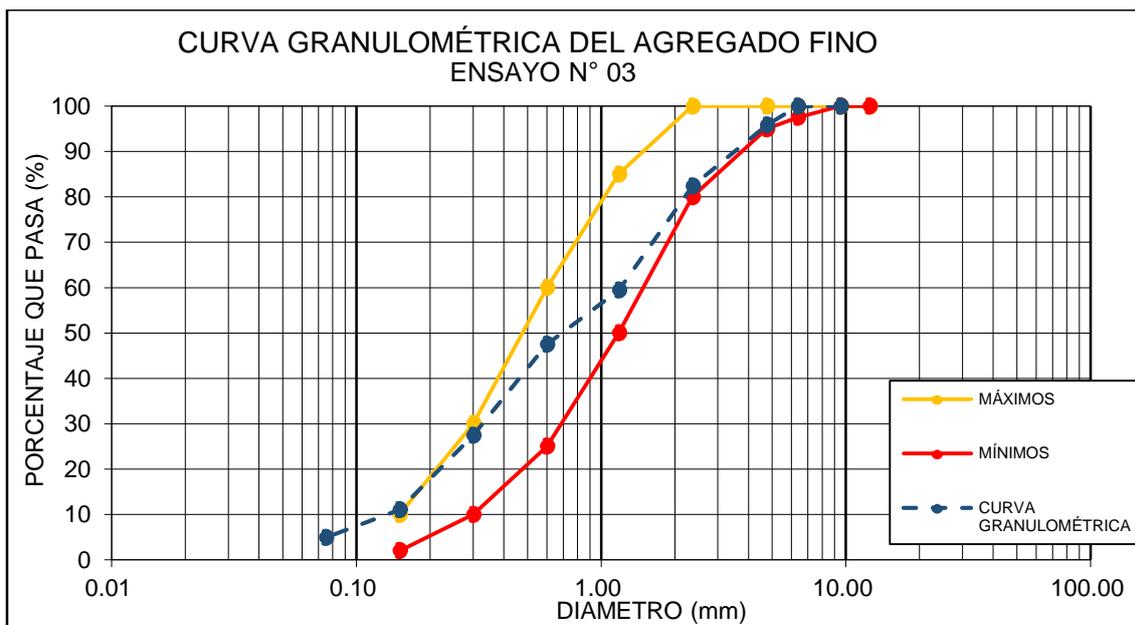


Gráfico N° 3 Curva Granulométrica del Agregado Fino – Ensayo N° 03

4.2.2. AGREGADO GRUESO

Tabla N° 12 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Ensayo N° 01

ENSAYO N° 01		PESO DE LA MUESTRA =			6000 gr
TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
N°	ABERTURA (mm)	(gr)	(%)	(%)	(%)
3"	75.00	0.00	0.00	0.0	100.0
2 ½"	63.00	0.00	0.00	0.0	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.0	100.00
1 ½"	37.50	0.00	0.00	0.0	100.00
1"	25.40	1285.00	21.42	21.4	78.58
¾"	19.00	3910.00	65.17	86.6	13.42
½"	12.50	767.00	12.78	99.4	0.63
⅜"	9.50	33.40	0.56	99.9	0.08
N° 4	4.75	0.00	0.00	99.9	0.08
N° 8	2.36	0.00	0.00	99.9	0.08
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.9	0.08
N° 30	0.60	0.00	0.00	99.9	0.08
N° 50	0.30	0.00	0.00	99.9	0.08
N° 100	0.15	0.00	0.00	99.9	0.08
N° 200	0.075	0.00	0.00	99.9	0.08
CAZOLETA	----	4.60	0.08	100.0	0.00
TOTAL		6000.00			
Módulo granulométrico=		7.86			

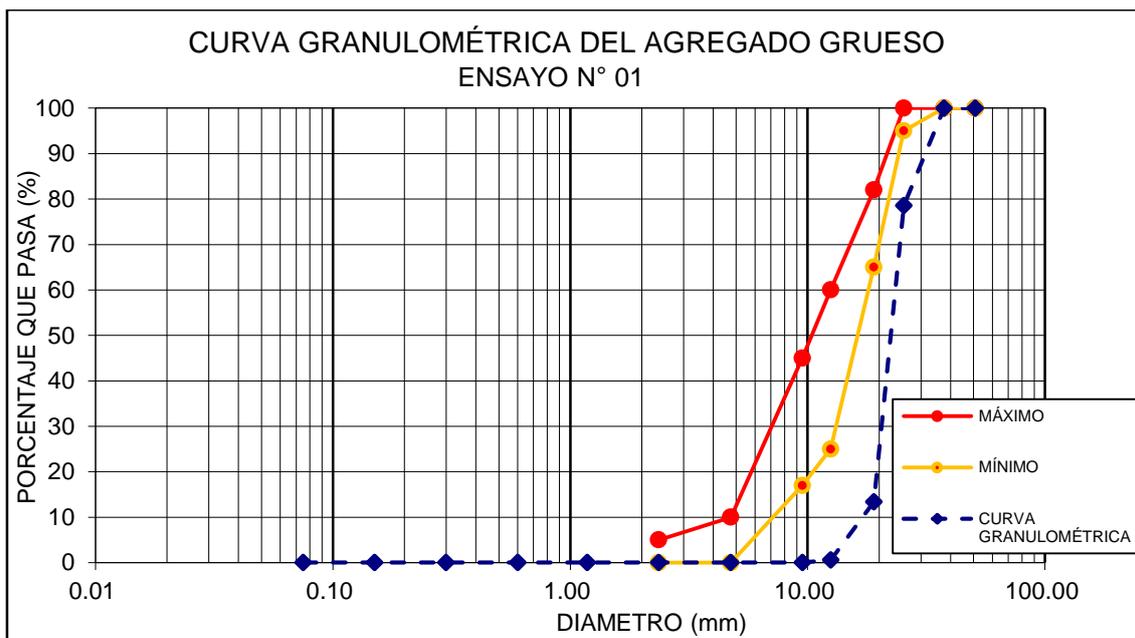


Gráfico N° 4 Curva Granulométrica del Agregado Grueso – Ensayo N° 01

Tabla N° 13 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Ensayo N° 02

ENSAYO N° 02		PESO DE LA MUESTRA =			6500 gr
TAMIZ		PESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE	PORCENTAJE
N°	ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	QUE PASA (%)
3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0
2 ½"	63.00	0.0	0.00	0.0	100.00
2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.00
1 ½"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.00
1"	25.40	1315.0	20.23	20.2	79.77
¾"	19.00	4353.0	66.97	87.2	12.80
½"	12.50	788.0	12.12	99.3	0.68
⅜"	9.50	37.2	0.57	99.9	0.10
N° 4	4.75	0.0	0.00	99.9	0.10
N° 8	2.36	0.0	0.00	99.9	0.10
N° 16	1.18	0.0	0.00	99.9	0.10
N° 30	0.60	0.0	0.00	99.9	0.10
N° 50	0.30	0.0	0.00	99.9	0.10
N° 100	0.15	0.0	0.00	99.9	0.10
N° 200	0.075	0.0	0.00	99.9	0.10
CAZOLETA	----	6.80	0.10	100.0	0.00
TOTAL		6500			

Módulo granulométrico=	7.86
------------------------	------

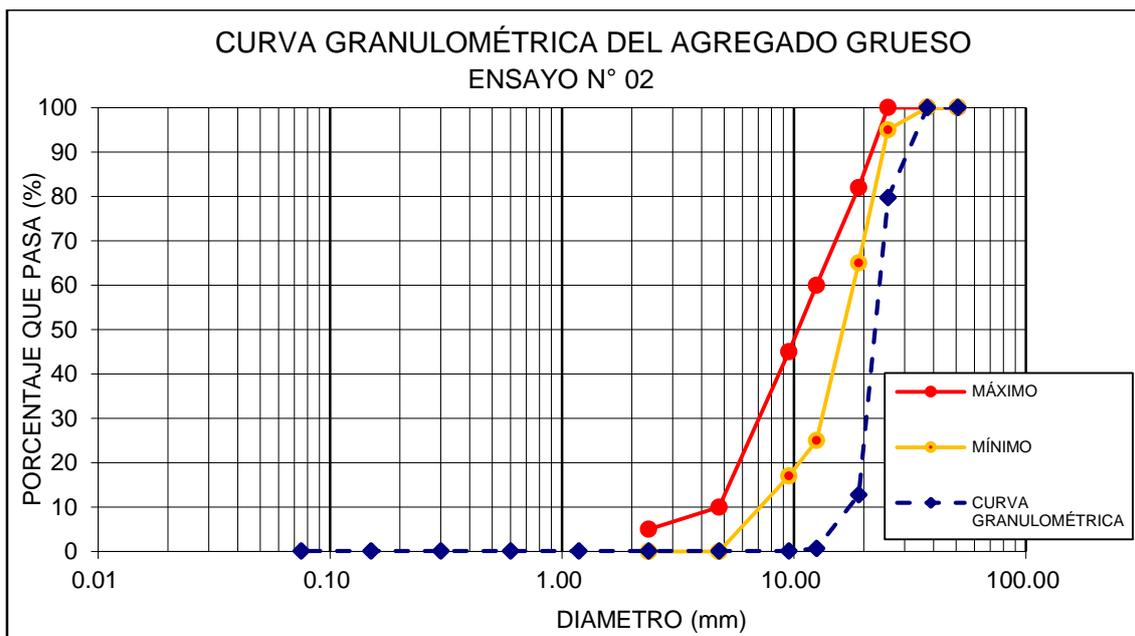


Gráfico N° 5 Curva Granulométrica del Agregado Grueso – Ensayo N° 02

Tabla N° 14 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso – Ensayo N° 03

ENSAYO N° 03		PESO DE LA MUESTRA =			6200 gr
TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
N°	ABERTURA (mm)				
3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0
2 ½"	63.00	0.0	0.00	0.0	100.00
2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.00
1 ½"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.00
1"	25.40	1273.0	20.53	20.5	79.47
¾"	19.00	4085.0	65.89	86.4	13.58
½"	12.50	802.0	12.94	99.4	0.65
⅜"	9.50	33.4	0.54	99.9	0.11
N° 4	4.75	0.0	0.00	99.9	0.11
N° 8	2.36	0.0	0.00	99.9	0.11
N° 16	1.18	0.0	0.00	99.9	0.11
N° 30	0.60	0.0	0.00	99.9	0.11
N° 50	0.30	0.0	0.00	99.9	0.11
N° 100	0.15	0.0	0.00	99.9	0.11
N° 200	0.075	0.0	0.00	99.9	0.11
CAZOLETA	----	6.56	0.11	100.0	0.00
TOTAL		6200			

Módulo granulométrico= 7.86

4.3. MÓDULO DE FINURA

4.3.1. AGREGADO FINO

Promedio M.F. = 2.76

4.3.2. AGREGADO GRUESO

Promedio M.G. = 7.86

4.3.3. TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO (NTP 400.011)

- Tamaño máximo = 1" (25.4 mm)
- Tamaño máximo nominal = ¾" (19 mm)

4.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (NTP 400.021 Y NTP 400.022)

Agregado fino

Tabla N° 15 Peso Específicas y Absorción de Agregados Finos.

ITEM	ENSAYO		
	N° 01	N° 02	N° 03
1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua (gr)	1230.6	1228.5	1228.0
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco (gr)	924.4	921.5	920.4
3.- Peso del agua (gr)	306.2	306.9	307.6
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco (gr)	657.3	657.8	658.4
5.- Peso del frasco (gr)	175.0	175.0	175.0
6.- Peso de la arena secada al horno (gr)	482.3	482.8	483.4
7.- Volumen del frasco (cm ³)	500.0	500.0	500.0

Tabla N° 16 Resultados del Peso Específico y Absorción de los Agregados Finos.

ITEM	ENSAYO			PROMEDIO
	N° 01	N° 02	N° 03	
1.- Peso específico de masa (gr/cm ³)	2.49	2.50	2.51	2.501
2.- Peso específico de masa saturado superficialmente seco (gr/cm ³)	2.58	2.59	2.60	2.590
3.- Peso específico aparente (gr/cm ³)	2.74	2.75	2.75	2.745
4.- Porcentaje de absorción %	3.67	3.56	3.43	3.553

Tabla N° 17 Peso Específicas y Absorción de Agregados Gruesos

ITEM	ENSAYO		
	N° 01	N° 02	N° 03
1.- Peso de la muestra secada al horno (gr)	5001.0	5003.0	5005.0
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	5035.0	5038.0	5040.0
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla (gr)	3052.0	3069.0	3061.0
4.- Peso de la canastilla (gr)	0.0	0.0	0.0
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua (gr)	3052.0	3069.0	3061.0

Tabla N° 18 Resultados del Peso Específico y Absorción de los Agregados Gruesos.

ITEM	ENSAYO			PROMEDIO
	N° 01	N° 02	N° 03	
1.- Peso específico de masa (gr/cm ³)	2.52	2.54	2.53	2.53
2.- Peso específico de masa saturado superficialmente seco (P.S.S.S) (gr/cm ³)	2.54	2.56	2.55	2.55
3.- Peso específico aparente (gr/cm ³)	2.57	2.59	2.57	2.58
4.- Porcentaje de absorción %	0.68	0.70	0.70	0.69

4.5. PESO UNITARIO (N.T.P. 400.017) Y CONTENIDO DE HUMEDAD (N.T.P. 339.185)

4.5.1. AGREGADO FINO

Tabla N° 19 Peso unitario Suelto del Agregado Fino

ITEM	ENSAYO		
	N° 01	N° 02	N° 03
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	29150.0	28905.0	28750.0
2.- Peso del recipiente (gr.)	6680.0	6680.0	6680.0
3.- Peso de muestra (gr.)	22470.0	22225.0	22070.0
4.- Constante ó Volumen (cm ³)	14000.0	14000.0	14000.0
5.- Peso unitario suelto húmedo (kg./m ³)	1605.0	1588.0	1576.0
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio) (kg./m ³)	1589.67		

Tabla N° 20 Peso Unitario Compactado del Agregado Fino

ITEM	ENSAYO		
	N° 01	N° 02	N° 03
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	29750.00	29738.00	29743.00
2.- Peso del recipiente (gr.)	6680.0	6680.0	6680.0
3.- Peso de muestra (gr.)	23070.0	23058.0	23063.0
4.- Constante ó Volumen (m ³)	14000.0	14000.0	14000.0
5.- Peso unitario suelto seco (kg./m ³)	1648.0	1647.0	1647.0
6.- Peso unitario seco compactado (Promedio) (kg./m ³)	1647.33		

Tabla N° 21 Contenido de Humedad del Agregado Fino

ITEM	ENSAYO		
	N° 01	N° 02	N° 03
1.- Peso de muestra húmeda (gr.)	673	750	668
2.- Peso de muestra seca (gr.)	637.53	708.53	632.73
3.- Peso de recipiente (gr.)	0.0	0.0	0.0
4.- Contenido de humedad (%)	5.56	5.85	5.57
5.- Contenido de humedad (promedio) (%)	5.66		

4.5.2. AGREGADO GRUESO

Tabla N° 22 Peso unitario Suelto del Agregado Grueso

ITEM	ENSAYO		
	N° 01	N° 02	N° 03
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	26100	25650	25600
2.- Peso del recipiente (gr.)	6600	6600	6600
3.- Peso de muestra (gr.)	19500	19050	19000
4.- Constante ó Volumen (cm ³)	14000	14000	14000
5.- Peso unitario suelto (kg./m ³)	1393	1361	1357
6.- Peso unitario suelto (Promedio) (kg./m³)	1370.33		

Tabla N° 23 Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso

ITEM	ENSAYO		
	N° 01	N° 02	N° 03
.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	27500	27550	27650
.- Peso del recipiente (gr.)	6600	6600	6600
.- Peso de muestra (gr.)	20900	20950	21050
.- Constante ó Volumen (cm ³)	14000	14000	14000
.- Peso unitario suelto húmedo (kg./m ³)	1493	1496	1504
.- Peso unitario compactado (Promedio) (kg./m³)	1497.67		

Tabla N° 24 Contenido de Humedad del Agregado Grueso

ITEM	ENSAYO		
	N° 01	N° 02	N° 03
.- Peso de muestra húmeda (gr.)	7000	7003	7004
.- Peso de muestra seca (gr.)	6984	6986	6988
.- Peso de recipiente (gr.)	0.0	0.0	0.0
.- Contenido de humedad (%)	0.23	0.24	0.23
.- Contenido de humedad (promedio) (%)	0.23		

4.6. RESISTENCIA A LA ABRASIÓN (NTP 400.019 Y NTP 400.020)

Tabla N° 25 Resistencia a la abrasión del agregado grueso

TAMICES		N° DE ENSAYOS		
ABERTURA	RETENIDO EN	N° 01	N° 02	N° 03
1 1/2"	1"	1255.00	1253.00	1254.00
1"	3/4"	1255.00	1253.00	1254.00
3/4"	1/2"	1250.00	1251.00	1249.00
1/2"	3/8"	1250.00	1251.00	1250.00
TOTAL		5010.00	5008.00	5007.00
Numero de esferas		8.00		
Peso original de la Muestra (gr.)		5010.00	5008.00	5007.00
Peso final de la Muestra (gr.)		4021.00	3897.00	3963.00
Peso del desgaste del agregado		989.00	1111.00	1044.00
% DE ABRASIÓN		19.74%	22.18%	20.85%
% PROMEDIO DE ABRASIÓN		20.93%		

4.7. LONGITUD DE LA FIBRA VEGETAL PARA EL DISEÑO DE CONCRETO

Tabla N° 26 Longitud de la fibra vegetal (cocos nocifera)

MUESTRA	LONGITUD (cm)	LONGITUD PROMEDIO (cm)
M1	15.40	15.0
M2	17.90	
M3	17.10	
M4	15.10	
M5	13.80	
M6	13.70	
M7	12.60	
M8	14.40	
M9	13.50	
M10	16.50	

4.8. PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO.

4.8.1. ANÁLISIS DE LA TRABAJABILIDAD DE LA MEZCLA DE CONCRETO

Tabla N° 27 Variación porcentual del asentamiento de las diferentes adiciones con fibra vegetal respecto al patrón.

% DE ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA)	ASENTAMIENTO (cm.)	VARIACIÓN DEL ASENT. CON RESPECTO AL PATRÓN.
PATRÓN	9.9	0.00%
0.5%	9.5	4.61%
1.0%	9.1	7.95%
1.5%	8.7	12.45%

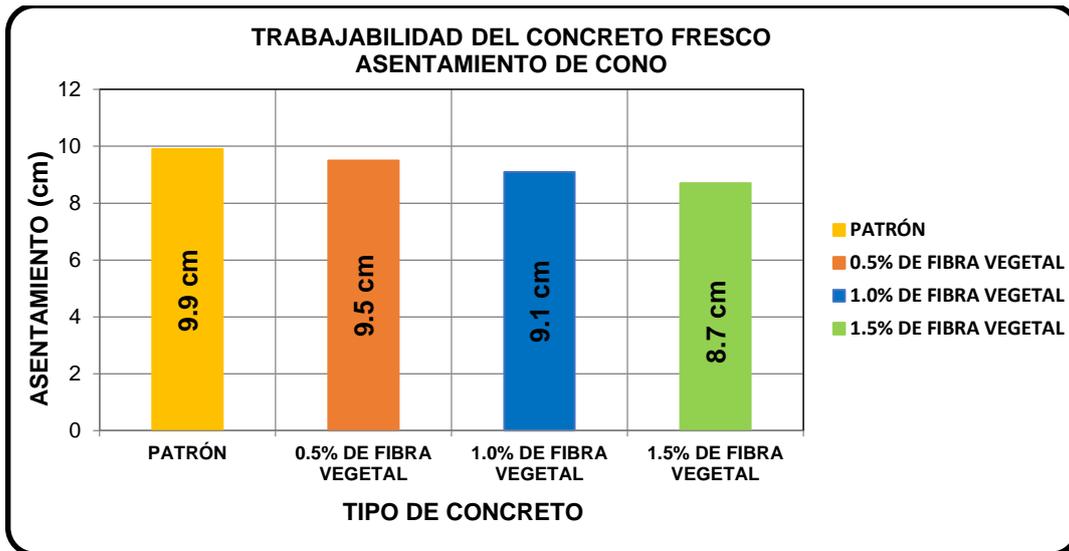


Gráfico N° 6 Trabajabilidad del concreto fresco de los distintos porcentajes de adición de fibra vegetal (cocos nocifera).

A medida que aumenta la cantidad de adiciones a la mezcla de concreto, el asentamiento es menor. Se observa, entonces, una proporcionalidad inversa entre la cantidad adicionada y el asentamiento. Es decir, a mayor porcentaje de adición, menor será el asentamiento de cono.

Se observa que el mayor asentamiento correspondió al concreto patrón con 9.9 cm, mientras que la menor alcanzó los 8.7 cm, es decir, 1.2 cm de diferencia respecto del mayor asentamiento. Este último valor correspondió al concreto con 1.5% de fibra vegetal (cocos nocifera), como se indica en la **Tabla N° 27**.

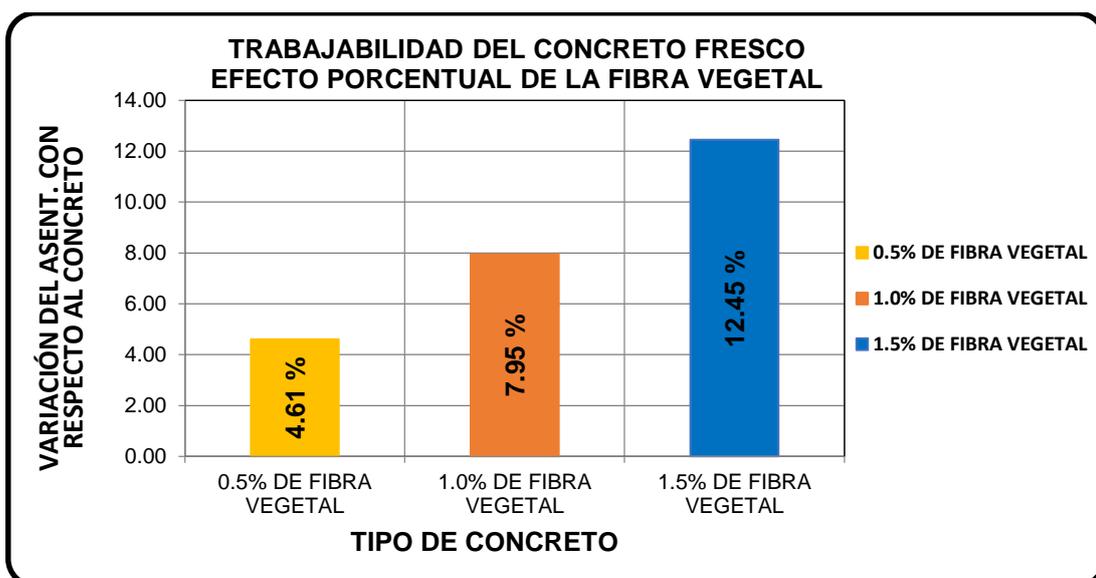


Gráfico N° 7 Variación porcentual del asentamiento por influencia de la fibra vegetal (cocos nocifera) con respecto al patrón.

El menor porcentaje de variación entre un concreto con fibra y el concreto patrón lo obtuvo el concreto que contiene 0.50% de fibra vegetal. Esta variación con respecto al concreto patrón alcanzó al 4.61%, tal como puede ser apreciado en el **Gráfico N° 7** . Por su parte la máxima variación con respecto al concreto patrón correspondió al concreto que contiene 1.50% de fibra vegetal (cocos nocifera). Dicha variación correspondió al 12.45%. El concreto con 1.00% de fibra vegetal (cocos nocifera) ocupó el valor intermedio, obteniendo variaciones de 7.95%.

Con la observación y manipulación del concreto durante los ensayos de asentamiento se observó que a pesar de obtener una consistencia dentro del rango plástico (3 a 4 pulg.), según el diseño de concreto, la trabajabilidad de las mezclas de concreto fue disminuyendo conforme se incrementó el porcentaje de fibra.

4.8.2. ANÁLISIS DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO.

a. Peso unitario del Concreto Patrón (CP – 0)

Peso total: 19.65 kg

Peso molde: 3.460 kg

Volumen del molde ($\varnothing=0.213\text{m}$, $h=0.217\text{m}$) : 0.0071 m³

Asentamiento: 3" - 4"

Peso unitario: 2286.72 kg/m³

b. Peso unitario del concreto con 0.50% de fibra vegetal (cocos nocifera) (CPFV – 0.5)

Peso total: 19.080 kg

Peso molde: 3.460 kg

Volumen del molde ($\varnothing=0.213\text{m}$, $h=0.217\text{m}$) : 0.0071 m³

Asentamiento: 3" - 4"

Peso unitario: 2209.04 kg/m³

c. Peso unitario del concreto con 1.00% de fibra vegetal (cocos nocifera) (CPFV – 1.0)

Peso total: 19.07kg

Peso molde: 3.460 kg

Volumen del molde ($\varnothing=0.213\text{m}$, $h=0.217\text{m}$) : 0.0071 m³

Asentamiento: 3" - 4"

Peso unitario: 2204.80 kg/m³

d. Peso unitario del concreto con 1.50% de fibra vegetal (cocos nocifera) (CPFV – 1.5)

Peso total: 19.04kg

Peso molde: 3.460 kg

Volumen del molde ($\varnothing=0.213\text{m}$, $h=0.217\text{m}$) : 0.0071 m³

Asentamiento: 3" - 4"

Peso unitario: 2200.56 kg/m³

4.9. PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO.

4.9.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 7 DÍAS

Se probaron los especímenes cilíndricos de concreto en la edad de 7 días, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla N° 28 Ensayo de compresión C-0, 7días

% ADICIÓN DE FIBRA
VEGETAL (COCOS NUCIFERA): 0%
CÓDIGO DE LA MUESTRA: CP-0
EDAD DE LAS PROBETAS: 7 días

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO A.S.T.M. C 39											
PROBETA N°	Edad (días)	CODIGO	Carga Rotura KN.	Factor de conversión	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje f'c	Tipo de Fractura
1	7	CP-0-1	372.17	101.97	37950.17	280	15.00	214.75	217.60	76.70	5 - superior
2	7	CP-0-2	370.03	101.97	37731.96	280	15.00	213.52		76.26	5 - superior
3	7	CP-0-3	380.62	101.97	38811.82	280	15.00	219.63		78.44	6
4	7	CP-0-4	384.37	101.97	39194.21	280	15.00	221.79		79.21	6
5	7	CP-0-5	371.87	101.97	37919.58	280	15.00	214.58		76.64	5 - superior
6	7	CP-0-6	381.11	101.97	38861.79	280	15.00	219.91		78.54	6
7	7	CP-0-7	372.56	101.97	37989.94	280	15.00	214.98		76.78	5 - superior
8	7	CP-0-8	385.23	101.97	39281.90	280	15.00	222.29		79.39	6
9	7	CP-0-9	373.08	101.97	38042.97	280	15.00	215.28		76.89	5 - superior
10	7	CP-0-10	379.93	101.97	38741.46	280	15.00	219.23		78.30	5 - superior

Tabla N° 29 Ensayo de compresión CPFV-0.5, 7días

% ADICIÓN DE FIBRA

VEGETAL (COCOS NUCIFERA): 0.5%

CÓDIGO DE LA MUESTRA: CPFV-0.5

EDAD DE LAS PROBETAS: 7 días

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS											
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO											
A.S.T.M. C 39											
PROBETA	Edad (días)	CODIGO	Carga Rotura Kg.	Factor de conversión	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje f'c	Tipo de Fractura
N °											
1	7	CPFV-0.5-1	368.92	101.97	37618.77	280	15.00	212.88	206.91	76.03	6
2	7	CPFV-0.5-2	347.14	101.97	35397.87	280	15.00	200.31		71.54	2
3	7	CPFV-0.5-3	367.75	101.97	37499.47	280	15.00	212.20		75.79	6
4	7	CPFV-0.5-4	348.79	101.97	35566.12	280	15.00	201.26		71.88	2
5	7	CPFV-0.5-5	362.68	101.97	36982.48	280	15.00	209.28		74.74	2
6	7	CPFV-0.5-6	346.82	101.97	35365.24	280	15.00	200.13		71.47	2
7	7	CPFV-0.5-7	361.63	101.97	36875.41	280	15.00	208.67		74.53	2
8	7	CPFV-0.5-8	366.22	101.97	37343.45	280	15.00	211.32		75.47	6
9	7	CPFV-0.5-9	348.36	101.97	35522.27	280	15.00	201.01		71.79	2
10	7	CPFV-0.5-10	367.38	101.97	37461.74	280	15.00	211.99		75.71	6

Tabla N° 30 Ensayo de compresión CPFV-1.0, 7días

% ADICIÓN DE FIBRA

VEGETAL (COCOS NUCIFERA): 1.0%

CÓDIGO DE LA MUESTRA: CPFV-1.0

EDAD DE LAS PROBETAS: 7 días

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS											
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO											
A.S.T.M. C 39											
PROBETA	Edad (días)	CODIGO	Carga Rotura Kg.	Factor de conversión	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje f'c	Tipo de Fractura
N °											
1	7	CPFV-1.0-1	357.92	101.97	36497.10	280	15.00	206.53	200.90	73.76	2
2	7	CPFV-1.0-2	339.14	101.97	34582.11	280	15.00	195.69		69.89	2
3	7	CPFV-1.0-3	355.75	101.97	36275.83	280	15.00	205.28		73.31	6
4	7	CPFV-1.0-4	340.79	101.97	34750.36	280	15.00	196.65		70.23	2
5	7	CPFV-1.0-5	351.68	101.97	35860.81	280	15.00	202.93		72.48	2
6	7	CPFV-1.0-6	338.82	101.97	34549.48	280	15.00	195.51		69.82	2
7	7	CPFV-1.0-7	350.63	101.97	35753.74	280	15.00	202.32		72.26	2
8	7	CPFV-1.0-8	355.22	101.97	36221.78	280	15.00	204.97		73.20	6
9	7	CPFV-1.0-9	337.36	101.97	34400.60	280	15.00	194.67		69.52	2
10	7	CPFV-1.0-10	354.38	101.97	36136.13	280	15.00	204.49		73.03	6

Tabla N° 31 Ensayo de compresión CPFV-1.5, 7días

% ADICIÓN DE FIBRA
 VEGETAL (COCOS NUCIFERA): 1.5%
 CÓDIGO DE LA MUESTRA: CPFV-1.5
 EDAD DE LAS PROBETAS: 7 días

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO A.S.T.M. C 39											
PROBETA N°	Edad (días)	CODIGO	Carga Rotura Kg.	Factor de conversión	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje f'c	Tipo de Fractura
1	7	CPFV-1.5-1	325.57	101.97	33198.37	280	15.00	187.86	194.85	67.09	2
2	7	CPFV-1.5-2	347.31	101.97	35415.20	280	15.00	200.41		71.57	6
3	7	CPFV-1.5-3	340.05	101.97	34674.90	280	15.00	196.22		70.08	2
4	7	CPFV-1.5-4	327.22	101.97	33366.62	280	15.00	188.82		67.43	2
5	7	CPFV-1.5-5	341.10	101.97	34781.97	280	15.00	196.83		70.29	2
6	7	CPFV-1.5-6	330.23	101.97	33673.55	280	15.00	190.55		68.05	2
7	7	CPFV-1.5-7	346.18	101.97	35299.97	280	15.00	199.76		71.34	2
8	7	CPFV-1.5-8	344.63	101.97	35141.92	280	15.00	198.86		71.02	6
9	7	CPFV-1.5-9	328.72	101.97	33519.58	280	15.00	189.68		67.74	2
10	7	CPFV-1.5-10	345.82	101.97	35263.27	280	15.00	199.55		71.27	6

Tabla N° 32 Resistencia a la compresión - 7días

CÓDIGO DE MEZCLA	% ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA)	EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	RESISTENCIA BASE (kg/cm ²)	% RESISTENCIA ADQUIRIDA
CP-0	0.00	7.00	217.60	280.00	77.71
CPFV-0.5	0.50	7.00	206.91	280.00	73.89
CPFV-1.0	1.00	7.00	200.90	280.00	71.75
CPFV-1.5	1.50	7.00	194.85	280.00	69.59

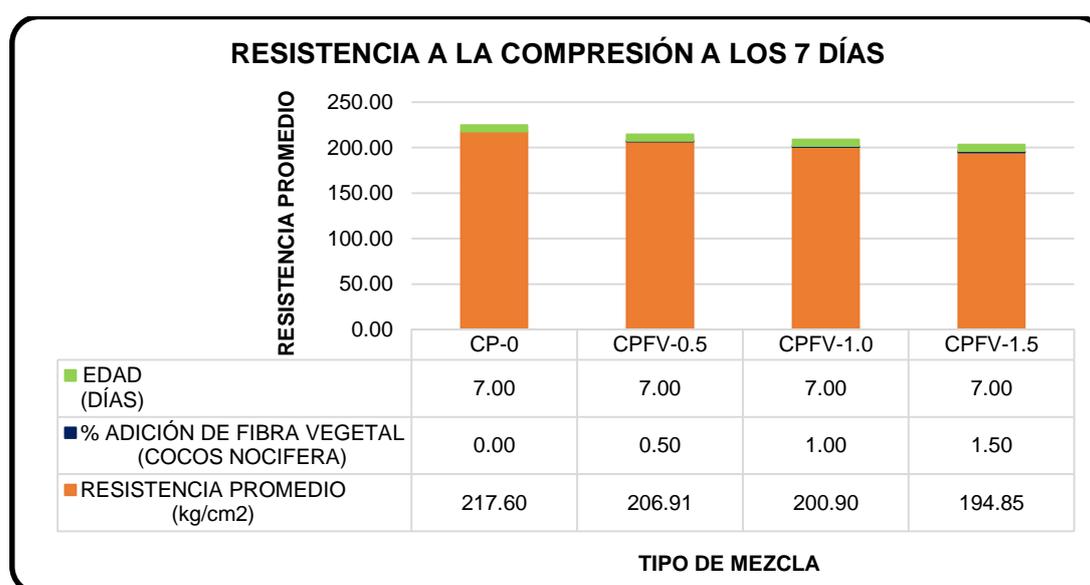


Gráfico N° 8 Resistencia a la compresión – 7 días.

En el **Gráfico N° 8** con respecto a los ensayos a compresión realizados a los 7 días de edad se observa que:

- Las variaciones de dimensiones de los especímenes de concreto se encuentran dentro de los rangos permisibles.
- La resistencia a la compresión de los especímenes con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) al 0.5%, 1.0% y 1.5% han superado el 70% de la resistencia base ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).
- Se observa que hay una disminución de la resistencia para los especímenes elaborados con 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra vegetal (cocos nocifera), respecto a los especímenes de concreto patrón que se elaboraron sin adición de dicho material.

4.9.2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS

Se probaron los especímenes cilíndricos de concreto en la edad de 14 días, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla N° 33 Ensayo de compresión C-0, 14días

% ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS): 0%
 CÓDIGO DE LA MUESTRA: CP-0
 EDAD DE LAS PROBETAS: 14 días

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO A.S.T.M. C 39											
PROBETA	Edad (días)	CODIGO	Carga Rotura KN.	Factor de conversión	Carga Rotura Kg.	$f'c$ kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje $f'c$	Tipo de Fractura
N°											
1	14	CP-0-1	493.51	101.97	50323.21	280	15.00	284.77	277.14	101.70	5 - superior
2	14	CP-0-2	467.86	101.97	47707.68	280	15.00	269.97		96.42	5 - superior
3	14	CP-0-3	498.92	101.97	50874.87	280	15.00	287.89		102.82	6
4	14	CP-0-4	462.36	101.97	47146.92	280	15.00	266.80		95.28	5 - superior
5	14	CP-0-5	485.18	101.97	49473.87	280	15.00	279.96		99.99	6
6	14	CP-0-6	502.47	101.97	51236.94	280	15.00	289.94		103.55	5 - superior
7	14	CP-0-7	469.87	101.97	47912.71	280	15.00	271.13		96.83	5 - superior
8	14	CP-0-8	492.54	101.97	50224.37	280	15.00	284.21		101.50	6
9	14	CP-0-9	462.99	101.97	47211.16	280	15.00	267.16		95.41	5 - superior
10	14	CP-0-10	467.24	101.97	47644.53	280	15.00	269.61		96.29	5 - superior

Tabla N° 34 Ensayo de compresión CPFV-0.5, 14días

% ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS) 0.5%
 CÓDIGO DE LA MUESTRA: CPFV-0.5
 EDAD DE LAS PROBETAS: 14 días

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO A.S.T.M. C 39											
PROBETA	Edad (días)	CODIGO	Carga Rotura KN.	Factor de conversión	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje f'c	Tipo de Fractura
N°											
1	14	CPFV-0.5-1	458.36	101.97	46738.97	280	15.00	264.49	269.69	94.46	2
2	14	CPFV-0.5-2	477.38	101.97	48678.44	280	15.00	275.46		98.38	6
3	14	CPFV-0.5-3	458.79	101.97	46782.82	280	15.00	264.74		94.55	2
4	14	CPFV-0.5-4	457.14	101.97	46614.57	280	15.00	263.78		94.21	2
5	14	CPFV-0.5-5	478.92	101.97	48835.47	280	15.00	276.35		98.70	6
6	14	CPFV-0.5-6	467.68	101.97	47689.33	280	15.00	269.87		96.38	2
7	14	CPFV-0.5-7	476.22	101.97	48560.15	280	15.00	274.79		98.14	6
8	14	CPFV-0.5-8	456.82	101.97	46581.94	280	15.00	263.60		94.14	2
9	14	CPFV-0.5-9	464.63	101.97	47378.32	280	15.00	268.11		95.75	2
10	14	CPFV-0.5-10	477.75	101.97	48716.17	280	15.00	275.68		98.46	6

Tabla N° 35 Ensayo de compresión CPFV-1.0, 14días

% ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS) 1.0%
 CÓDIGO DE LA MUESTRA: CPFV-1.0
 EDAD DE LAS PROBETAS: 14 días

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO A.S.T.M. C 39											
PROBETA	Edad (días)	CODIGO	Carga Rotura KN.	Factor de conversión	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje f'c	Tipo de Fractura
N°											
1	14	CPFV-1.0-1	449.14	101.97	45798.81	280	15.00	259.17	263.92	92.56	2
2	14	CPFV-1.0-2	462.38	101.97	47148.89	280	15.00	266.81		95.29	6
3	14	CPFV-1.0-3	467.92	101.97	47713.80	280	15.00	270.00		96.43	6
4	14	CPFV-1.0-4	460.63	101.97	46970.44	280	15.00	265.80		94.93	2
5	14	CPFV-1.0-5	450.79	101.97	45967.06	280	15.00	260.12		92.90	2
6	14	CPFV-1.0-6	465.75	101.97	47492.53	280	15.00	268.75		95.98	6
7	14	CPFV-1.0-7	447.36	101.97	45617.30	280	15.00	258.14		92.19	2
8	14	CPFV-1.0-8	455.68	101.97	46465.69	280	15.00	262.94		93.91	2
9	14	CPFV-1.0-9	465.22	101.97	47438.48	280	15.00	268.45		95.87	6
10	14	CPFV-1.0-10	448.82	101.97	45766.18	280	15.00	258.98		92.49	2

Tabla N° 36 Ensayo de compresión CPFV-1.5, 14días

% ADICION DE FIBRA VEGETAL (COCOS) 1.5%
 CÓDIGO DE LA MUESTRA: CPFV-1.5
 EDAD DE LAS PROBETAS: 14 días

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS
 METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 A.S.T.M. C 39

PROBETA N°	Edad (días)	CODIGO	Carga Rotura KN.	Factor de conversión	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje f'c	Tipo de Fractura
1	14	CPFV-1.5-1	450.05	101.97	45891.60	280	15.00	259.69	257.46	92.75	6
2	14	CPFV-1.5-2	437.22	101.97	44583.32	280	15.00	252.29		90.10	2
3	14	CPFV-1.5-3	433.57	101.97	44211.13	280	15.00	250.18		89.35	2
4	14	CPFV-1.5-4	453.31	101.97	46224.02	280	15.00	261.57		93.42	6
5	14	CPFV-1.5-5	456.18	101.97	46516.67	280	15.00	263.23		94.01	6
6	14	CPFV-1.5-6	454.63	101.97	46358.62	280	15.00	262.34		93.69	6
7	14	CPFV-1.5-7	455.82	101.97	46479.97	280	15.00	263.02		93.94	2
8	14	CPFV-1.5-8	432.72	101.97	44124.46	280	15.00	249.69		89.18	2
9	14	CPFV-1.5-9	448.10	101.97	45692.76	280	15.00	258.57		92.35	2
10	14	CPFV-1.5-10	440.23	101.97	44890.25	280	15.00	254.03		90.72	2

Tabla N° 37 Resistencia a la compresión - 14días

CÓDIGO DE MEZCLA	% ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA)	EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	RESISTENCIA BASE (kg/cm ²)	% RESISTENCIA ADQUIRIDA
CP-0	0.00	14.00	277.14	280.00	98.98
CPFV-0.5	0.50	14.00	269.69	280.00	96.32
CPFV-1.0	1.00	14.00	263.92	280.00	94.26
CPFV-1.5	1.50	14.00	257.46	280.00	91.95

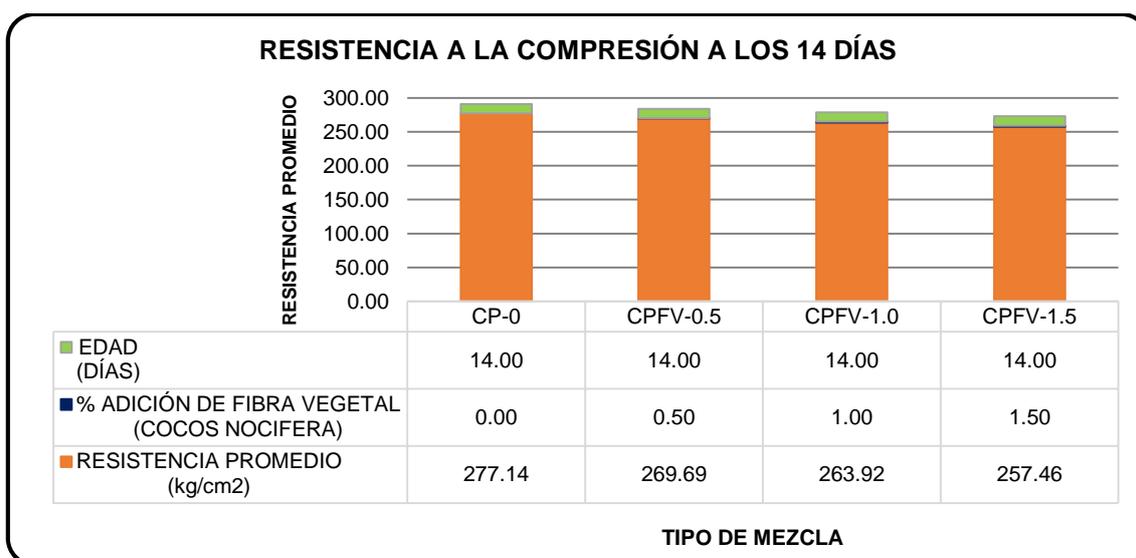


Gráfico N° 9 Resistencia a la compresión – 14 días.

En el Gráfico N° 9 con respecto a los ensayos a compresión realizados a los 14 días de edad se observa que:

- Las variaciones de dimensiones de los especímenes de concreto se encuentran dentro de los rangos permisibles.
- La resistencia a la compresión de los especímenes con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) al 0.5%, 1.0% y 1.5% han superado el 80% de la resistencia base ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).
- Se observa que hay una disminución de la resistencia para los especímenes elaborados con 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra vegetal (cocos nocifera), respecto a los especímenes de concreto patrón que se elaboraron sin adición de dicho material.

4.9.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS

Se probaron los especímenes cilíndricos de concreto en la edad de 28 días, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla N° 38 Ensayo de compresión C-0, 28días

% ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NUCIFERA): 0%

CÓDIGO DE LA MUESTRA: CP-0

EDAD DE LAS PROBETAS: 28 días

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO A.S.T.M. C 39											
PROBETA N°	Edad (días)	CODIGO	Carga Rotura KN.	Factor de conversión	Carga Rotura Kg.	$f'c$ kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje $f'c$	Tipo de Fractura
1	28	CP-0-1	595.33	101.97	60705.80	280	15.00	343.52	333.83	122.69	5 - superior
2	28	CP-0-2	560.66	101.97	57170.50	280	15.00	323.52		115.54	5 - superior
3	28	CP-0-3	604.12	101.97	61602.12	280	15.00	348.60		124.50	5 - superior
4	28	CP-0-4	563.15	101.97	57424.41	280	15.00	324.95		116.06	5 - superior
5	28	CP-0-5	599.33	101.97	61113.68	280	15.00	345.83		123.51	6
6	28	CP-0-6	563.26	101.97	57435.62	280	15.00	325.02		116.08	6
7	28	CP-0-7	569.94	101.97	58116.78	280	15.00	328.87		117.45	5 - superior
8	28	CP-0-8	578.33	101.97	58972.31	280	15.00	333.71		119.18	5 - superior
9	28	CP-0-9	578.73	101.97	59013.10	280	15.00	333.95		119.27	6
10	28	CP-0-10	572.53	101.97	58380.88	280	15.00	330.37		117.99	5 - superior

Tabla N° 39 Ensayo de compresión CPFV-0.5, 28días

% ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NUCIFERA): 0.5%
 CÓDIGO DE LA MUESTRA: CPFV-0.5
 EDAD DE LAS PROBETAS: 28 días

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO A.S.T.M. C 39											
PROBETA	Edad (días)	CODIGO	Carga Rotura KN.	Factor de conversión	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje f'c	Tipo de Fractura
N °											
1	28	CPFV-0.5-1	541.22	101.97	55188.20	280	15.00	312.30	304.31	111.54	2
2	28	CPFV-0.5-2	519.44	101.97	52967.30	280	15.00	299.73		107.05	3
3	28	CPFV-0.5-3	540.05	101.97	55068.90	280	15.00	311.63		111.29	2
4	28	CPFV-0.5-4	511.09	101.97	52115.85	280	15.00	294.91		105.33	2
5	28	CPFV-0.5-5	524.98	101.97	53532.21	280	15.00	302.93		108.19	3
6	28	CPFV-0.5-6	517.12	101.97	52730.73	280	15.00	298.39		106.57	2
7	28	CPFV-0.5-7	543.93	101.97	55464.54	280	15.00	313.86		112.09	2
8	28	CPFV-0.5-8	528.52	101.97	53893.18	280	15.00	304.97		108.92	3
9	28	CPFV-0.5-9	517.66	101.97	52785.79	280	15.00	298.71		106.68	2
10	28	CPFV-0.5-10	529.68	101.97	54011.47	280	15.00	305.64		109.16	2

Tabla N° 40 Ensayo de compresión CPFV-1.0, 28días

% ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NUCIFERA): 1.0%
 CÓDIGO DE LA MUESTRA: CPFV-1.0
 EDAD DE LAS PROBETAS: 28 días

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO A.S.T.M. C 39											
PROBETA	Edad (días)	CODIGO	Carga Rotura KN.	Factor de conversión	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje f'c	Tipo de Fractura
N °											
1	28	CPFV-1.0-1	517.45	101.97	52764.38	280	15.00	298.58	292.44	106.64	2
2	28	CPFV-1.0-2	491.67	101.97	50135.59	280	15.00	283.71		101.32	2
3	28	CPFV-1.0-3	518.28	101.97	52849.01	280	15.00	299.06		106.81	3
4	28	CPFV-1.0-4	493.32	101.97	50303.84	280	15.00	284.66		101.66	2
5	28	CPFV-1.0-5	508.21	101.97	51822.17	280	15.00	293.25		104.73	2
6	28	CPFV-1.0-6	496.35	101.97	50612.81	280	15.00	286.41		102.29	3
7	28	CPFV-1.0-7	521.16	101.97	53142.69	280	15.00	300.73		107.40	2
8	28	CPFV-1.0-8	513.75	101.97	52387.09	280	15.00	296.45		105.87	2
9	28	CPFV-1.0-9	490.89	101.97	50056.05	280	15.00	283.26		101.16	2
10	28	CPFV-1.0-10	516.91	101.97	52709.31	280	15.00	298.27		106.53	3

Tabla N° 41 Ensayo de compresión CPFV-1.5, 28días

% ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NUCIFERA): 1.5%
 CÓDIGO DE LA MUESTRA: CPFV-1.5
 EDAD DE LAS PROBETAS: 28 días

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO A.S.T.M. C 39											
PROBETA N°	Edad (días)	CODIGO	Carga Rotura KN.	Factor de conversión	Carga Rotura Kg.	f'c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje f'c	Tipo de Fractura
1	28	CPFV-1.5-1	464.07	101.97	47321.22	280	15.00	267.78	274.31	95.64	2
2	28	CPFV-1.5-2	485.81	101.97	49538.05	280	15.00	280.33		100.12	2
3	28	CPFV-1.5-3	472.55	101.97	48185.92	280	15.00	272.68		97.38	3
4	28	CPFV-1.5-4	466.72	101.97	47591.44	280	15.00	269.31		96.18	2
5	28	CPFV-1.5-5	481.65	101.97	49113.85	280	15.00	277.93		99.26	2
6	28	CPFV-1.5-6	469.73	101.97	47898.37	280	15.00	271.05		96.80	3
7	28	CPFV-1.5-7	486.68	101.97	49626.76	280	15.00	280.83		100.30	2
8	28	CPFV-1.5-8	471.32	101.97	48060.50	280	15.00	271.97		97.13	3
9	28	CPFV-1.5-9	468.22	101.97	47744.39	280	15.00	270.18		96.49	2
10	28	CPFV-1.5-10	487.13	101.97	49672.65	280	15.00	281.09		100.39	2

Tabla N° 42 Resistencia a la compresión - 28días

CÓDIGO DE MEZCLA	% ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NUCIFERA)	EDAD (DÍAS)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)	RESISTENCIA BASE (kg/cm ²)	% RESISTENCIA ADQUIRIDA
CP-0	0.00	28.00	333.83	280.00	119.23
CPFV-0.5	0.50	28.00	304.31	280.00	108.68
CPFV-1.0	1.00	28.00	292.44	280.00	104.44
CPFV-1.5	1.50	28.00	274.31	280.00	97.97

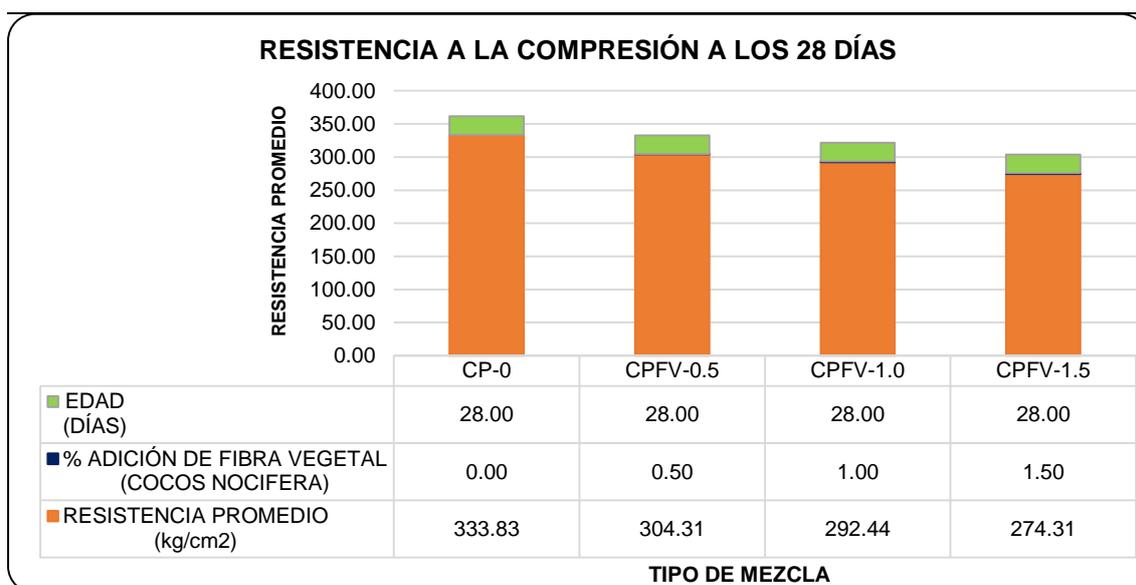


Gráfico N° 10 Resistencia a la compresión – 28 días.

En el Gráfico N° 10 con respecto a los ensayos a compresión realizados a los 14 días de edad se observa que:

- Las variaciones de dimensiones de los especímenes de concreto se encuentran dentro de los rangos permisibles.
- La resistencia a la compresión de los especímenes con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) al 0.5%, 1.0% han superado el 100% de la resistencia base ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).
- La resistencia a la compresión de los especímenes con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) al 1.5% no ha superado el 100% de la resistencia base ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).

4.9.4. EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LAS PROBETAS

Tabla N° 43 Resistencia a la compresión C-0

PROBETA N°	CÓDIGO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CP-0 (kg/cm ²)		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
1	CP-0-1	214.75	284.77	343.52
2	CP-0-2	213.52	269.97	323.52
3	CP-0-3	219.63	287.89	348.60
4	CP-0-4	221.79	266.80	324.95
5	CP-0-5	214.58	279.96	345.83
6	CP-0-6	219.91	289.94	325.02
7	CP-0-7	214.98	271.13	328.87
8	CP-0-8	222.29	284.21	333.71
9	CP-0-9	215.28	267.16	333.95
10	CP-0-10	219.23	269.61	330.37
PROMEDIO:		217.60	277.14	333.83
MÍNIMO:		213.52	266.80	323.52
MÁXIMO:		222.29	289.94	348.60
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:				9.16

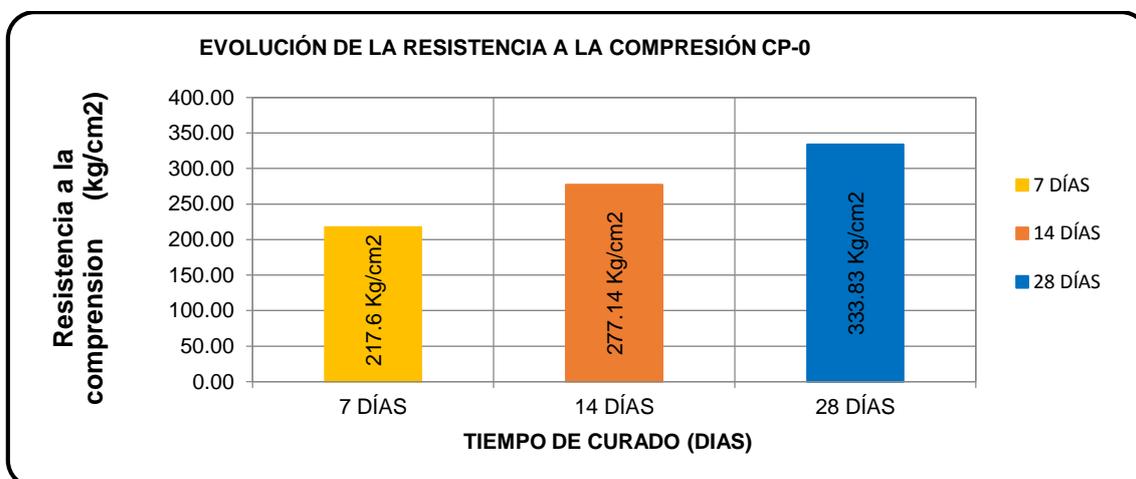


Gráfico N° 11 Evolución de la resistencia a la compresión C-0.

Tabla N° 44 Resistencia a la compresión CPFV-0.5

PROBETA N°	CÓDIGO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CPFV-0.5 (kg/cm ²)		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
1	CPFV-0.5-1	212.88	264.49	312.30
2	CPFV-0.5-2	200.31	275.46	299.73
3	CPFV-0.5-3	212.20	264.74	311.63
4	CPFV-0.5-4	201.26	263.78	294.91
5	CPFV-0.5-5	209.28	276.35	302.93
6	CPFV-0.5-6	200.13	269.87	298.39
7	CPFV-0.5-7	208.67	274.79	313.86
8	CPFV-0.5-8	211.32	263.60	304.97
9	CPFV-0.5-9	201.01	268.11	298.71
10	CPFV-0.5-10	211.99	275.68	305.64
PROMEDIO:		206.91	269.69	304.31
MÍNIMO:		200.13	263.60	294.91
MÁXIMO:		212.88	276.35	313.86
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:		6.57		

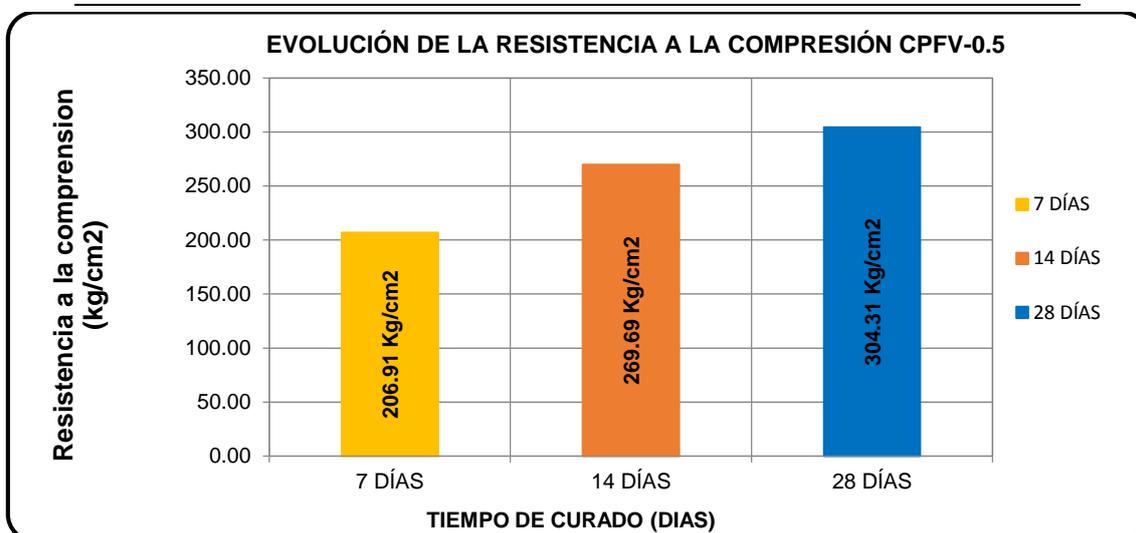


Gráfico N° 12 Evolución de la resistencia a la compresión CPFV-0.5.

Tabla N° 45 Resistencia a la compresión CPFV-1.0

PROBETA N°	CÓDIGO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CPFV-1.0 (kg/cm ²)		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
1	CPFV-1.0-1	206.53	259.17	298.58
2	CPFV-1.0-2	195.69	266.81	283.71
3	CPFV-1.0-3	205.28	270.00	299.06
4	CPFV-1.0-4	196.65	265.80	284.66
5	CPFV-1.0-5	202.93	260.12	293.25
6	CPFV-1.0-6	195.51	268.75	286.41
7	CPFV-1.0-7	202.32	258.14	300.73
8	CPFV-1.0-8	204.97	262.94	296.45
9	CPFV-1.0-9	194.67	268.45	283.26
10	CPFV-1.0-10	204.49	258.98	298.27
PROMEDIO:		200.90	263.92	292.44
MÍNIMO:		194.67	258.14	283.26
MÁXIMO:		206.53	270.00	300.73
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:		7.14		

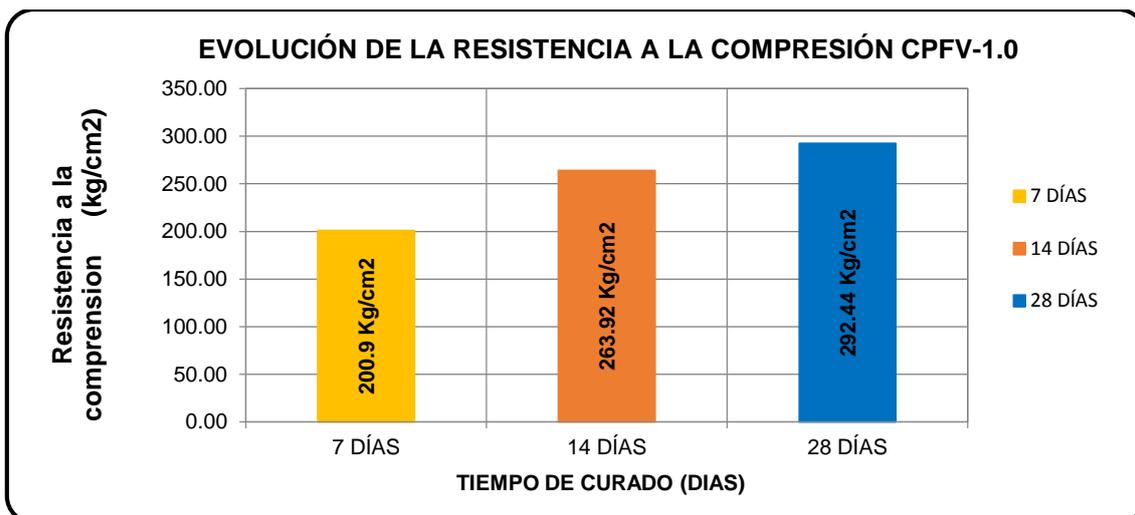


Gráfico N° 13 Evolución de la resistencia a la compresión CPFV-1.0.

Tabla N° 46 Resistencia a la compresión CPFV-1.5

PROBETA N°	CÓDIGO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CPFV-1.5 (kg/cm ²)		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
1	CPFV-1.5-1	187.86	259.69	267.78
2	CPFV-1.5-2	200.41	252.29	280.33
3	CPFV-1.5-3	196.22	250.18	272.68
4	CPFV-1.5-4	188.82	261.57	269.31
5	CPFV-1.5-5	196.83	263.23	277.93
6	CPFV-1.5-6	190.55	262.34	271.05
7	CPFV-1.5-7	199.76	263.02	280.83
8	CPFV-1.5-8	198.86	249.69	271.97
9	CPFV-1.5-9	189.68	258.57	270.18
10	CPFV-1.5-10	199.55	254.03	281.09
PROMEDIO:		194.85	257.46	274.31
MÍNIMO:		187.86	249.69	267.78
MÁXIMO:		200.41	263.23	281.09
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:				5.18

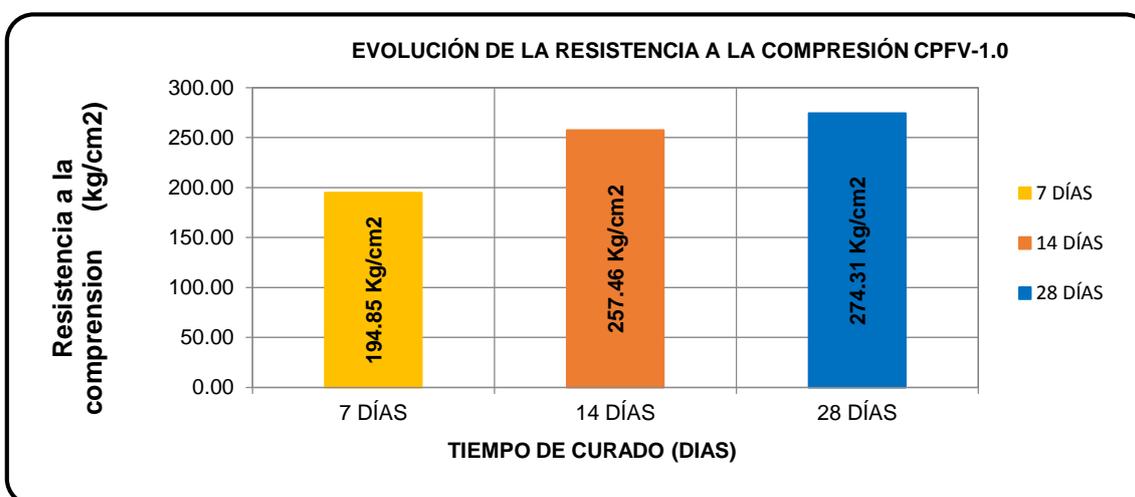


Gráfico N° 14 Evolución de la resistencia a la compresión CPFV-1.5.

4.9.5. RESUMEN DE LOS ENSAYOS A COMPRESIÓN

Tabla N° 47 Resistencia a la compresión promedio de las probetas

ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NUCIFERA) (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
0%	217.60	277.14	333.83
0.5%	206.91	269.69	304.31
1.0%	200.90	263.92	292.44
1.5%	194.85	257.46	274.31

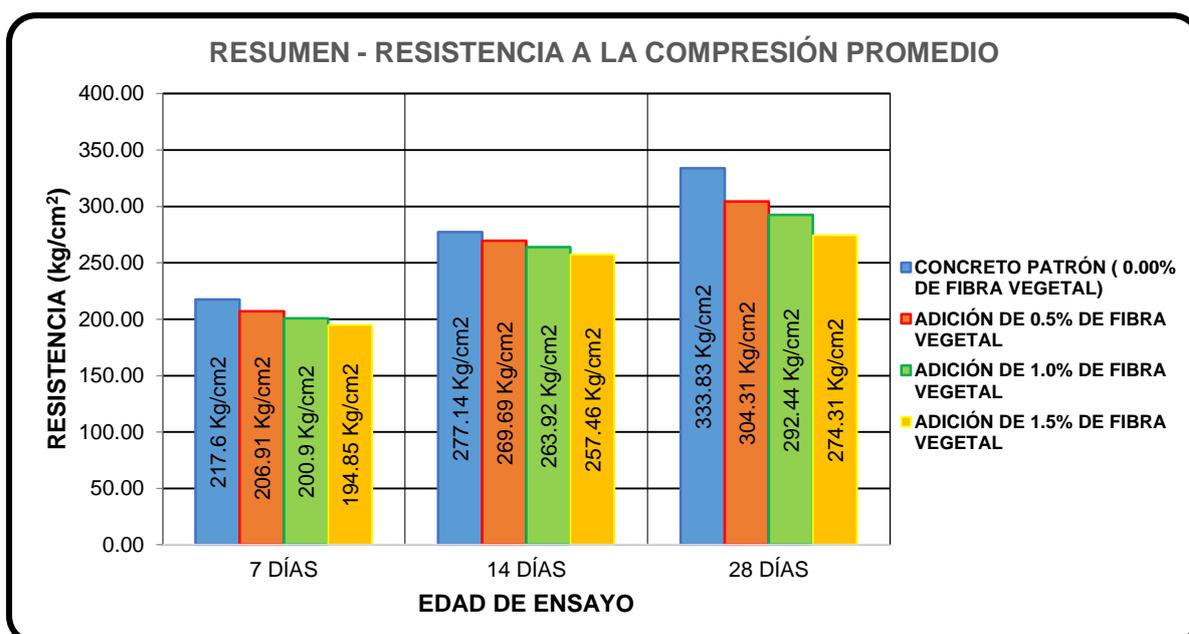


Gráfico N° 15 Resumen de la evolución de la resistencia a la compresión.

4.9.6. RESISTENCIA A COMPRESIÓN EFECTO PORCENTUAL DE LA FIBRA

Tabla N° 48 Variación porcentual de la Resistencia a Compresión de los diferentes porcentajes de fibra a los 7, 14 y 28 días con respecto al Concreto Patrón.

ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCOS NUCIFERA) (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
0%	0.00%	0.00%	0.00%
0.5%	4.91%	2.69%	8.84%
1.0%	7.67%	4.77%	12.40%
1.5%	10.45%	7.10%	17.83%

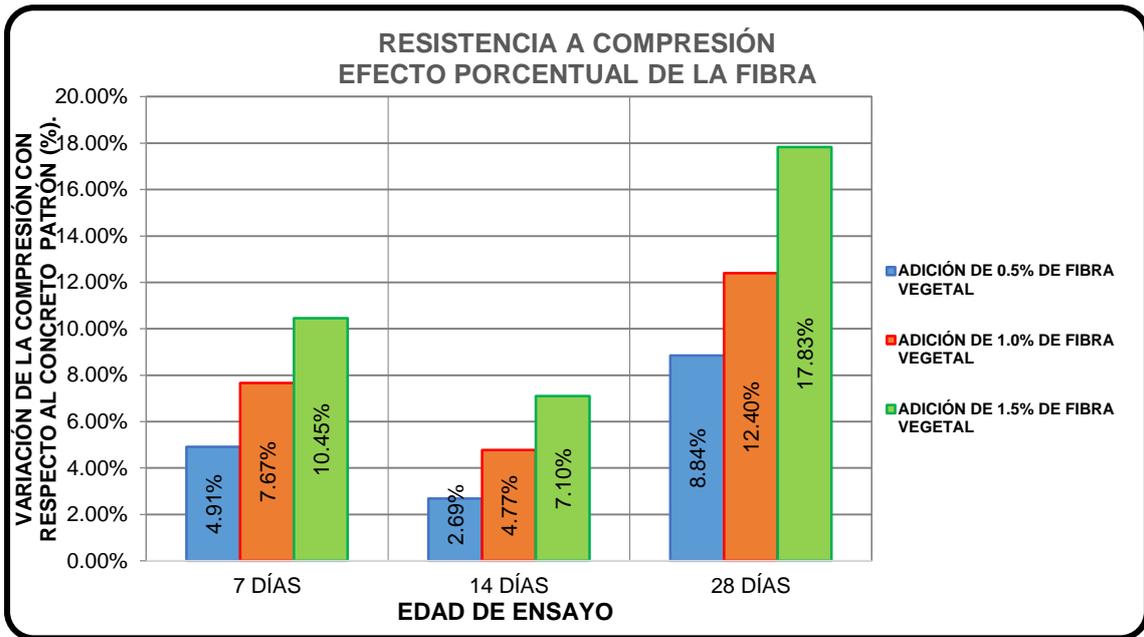


Gráfico N° 16 Variación porcentual de la Resistencia a Compresión de los diferentes porcentajes de fibra a los 7, 14 y 28 días con respecto al Concreto Patrón.

4.10. ANÁLISIS DEL TIPO DE FALLA DEL ESPECÍMEN.

En el ensayo a la compresión se observaron y registraron diferentes tipos de fallas típicas definidas en la **NTP 339.034**. El análisis se ha realizado para todos los porcentajes de adiciones a las tres edades de ensayo (07, 14 y 28 días) para los especímenes ensayados a compresión, los resultados son los mostrados en la Tabla N° 49.

Tabla N° 49 Tipos y porcentaje de fallas típicas registradas en el ensayo a compresión.

TIPO DE FALLA	CANTIDAD	PORCENTAJE
tipo 1	0.00	0.00%
tipo 2	59.00	49.17%
tipo 3	9.00	7.50%
tipo 4	0.00	0.00%
tipo 5	20.00	16.67%
tipo 6	32.00	26.67%
TOTAL	120.00	100.00%

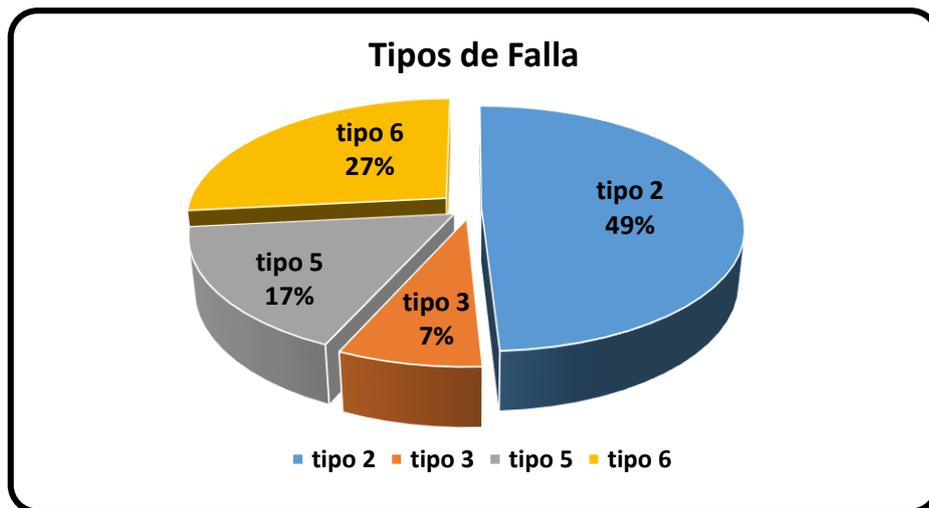


Gráfico N° 17 Representación de los tipos de fallas típicas registradas en el ensayo a compresión.

El tipo de falla más común registrado, fue el tipo 2 con un porcentaje del 49.17%, en el cuál la fractura se da tipo cónica con fisuras verticales a través de los de la probeta. Los tipos de falla 6 y 5 resultaron porcentajes de 26.67% y 16.67% respectivamente, para el tipo de falla 3 se obtuvo un 7.50 %.

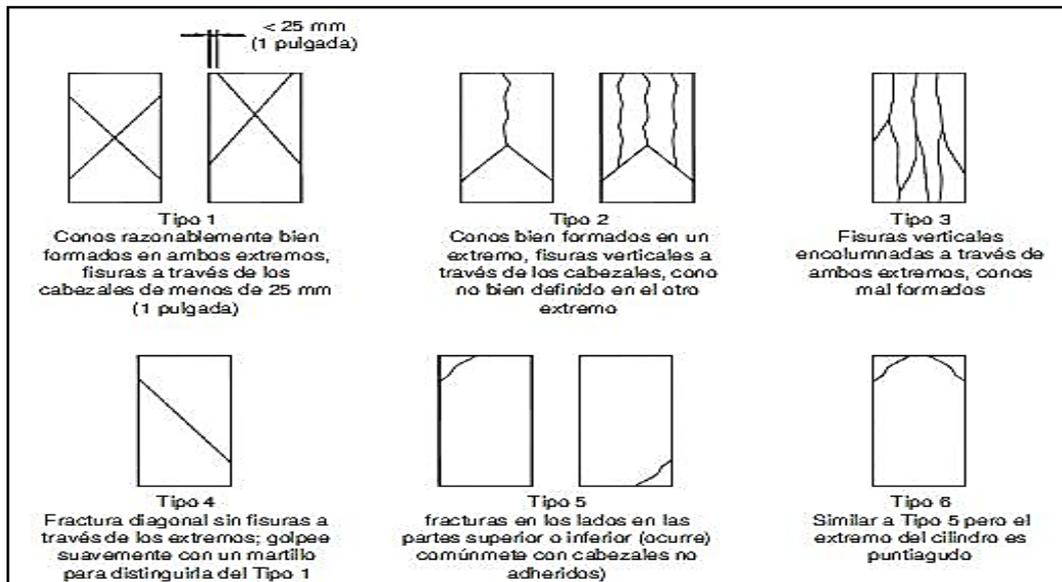


Figura N° 32 Esquema de los patrones de tipos de Fallas.

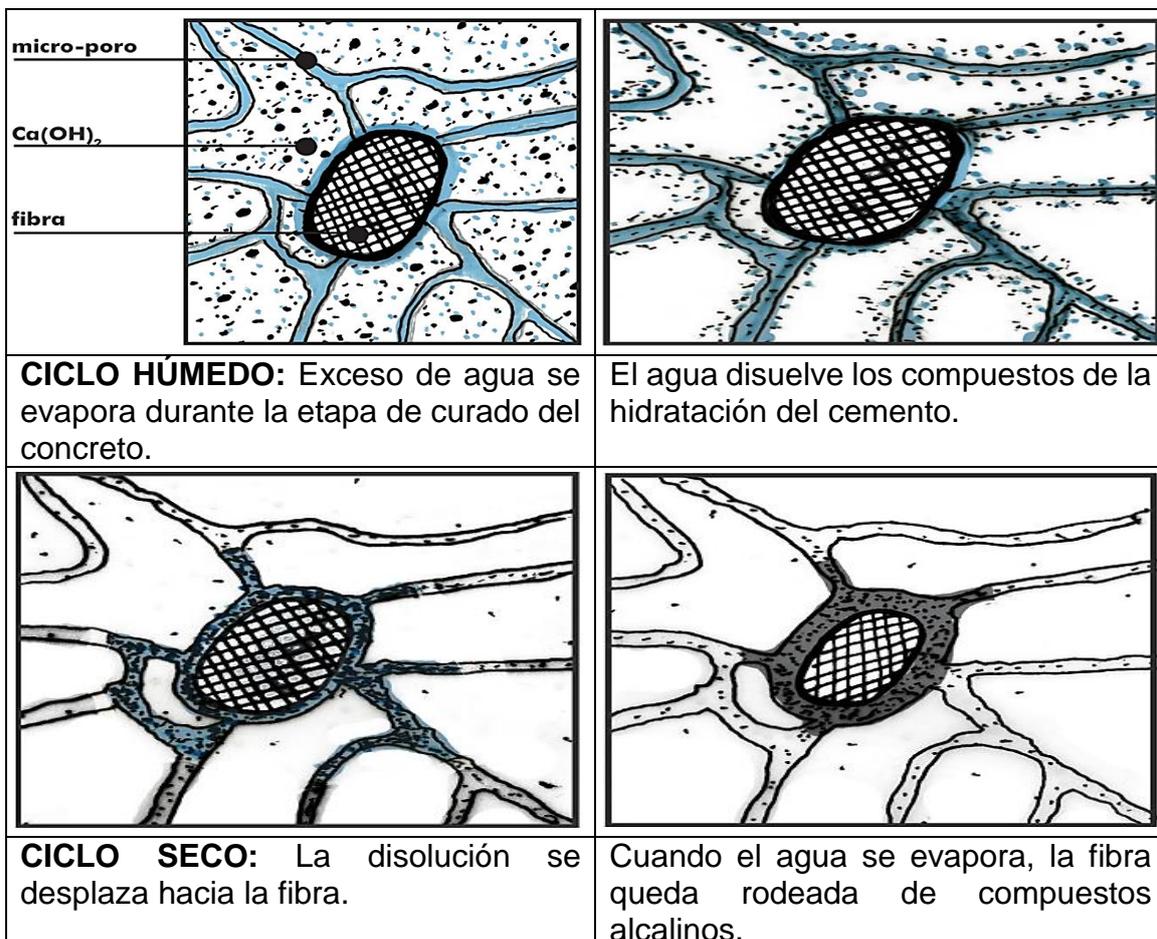
Fuente: Norma **NTP 339.034 - 2013.**

4.11. INCIDENCIA DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEMENTO SOBRE LA FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA) EN EL CONCRETO

No obstante, existe un punto en contra, la durabilidad de la fibra vegetal (cocos nocifera) dentro del concreto. Como se sabe que los compuestos que contienen cemento (concreto), tienen un pH elevado, es decir son altamente alcalinos, y las fibras vegetales se descomponen con mayor rapidez en este medio.

4.11.1. DURABILIDAD DE LA FIBRA VEGETAL EN EL CONCRETO

El mayor problema químico se da por la alcalinidad de las reacciones químicas del cemento con el agua para la formación de la pasta. Todos los compuestos químicos que contiene el cemento como base, tienen un pH elevado, es decir, son altamente alcalinos (aproximadamente 12,4pH). La alcalinidad de la pasta, deteriora la fibra a un grado tan elevado que llega incluso a anularla por completo. Por el contrario, cuando un compuesto pasa por el proceso de carbonatación, las fibras se mantienen intactas conservando sus cualidades.



- ✓ **CICLO SECO:** La sección transversal de la fibra disminuye, a consecuencia de la pérdida de agua. Esto causa una falta de adherencia entre la fibra-concreto, y es aquí cuando empiezan a aparecer unos espacios vacíos” o “huecos” en la interfaz.
- ✓ **CICLO HUMEDO:** Los compuestos formados por hidratación del cemento (como el hidróxido de calcio) se disuelven en el agua formando una disolución. Las fibras vegetales absorben la disolución.
- ✓ **SEGUNDO CICLO SECO:** En primer lugar se evapora el agua del compuesto y posteriormente el agua contenida en la fibra. Por tanto, la disolución se desplaza hacia las fibras, depositando el hidróxido de calcio sobre la superficie de las fibras.
- ✓ **CICLO SIGUIENTES:** Este proceso se repite una y otra vez produciendo liberación de hidróxido de calcio sobre las fibras vegetales. Este ataque causa la densificación de la superficie de las fibras con productos altamente alcalinos, generando la disminución de su resistencia mecánica.

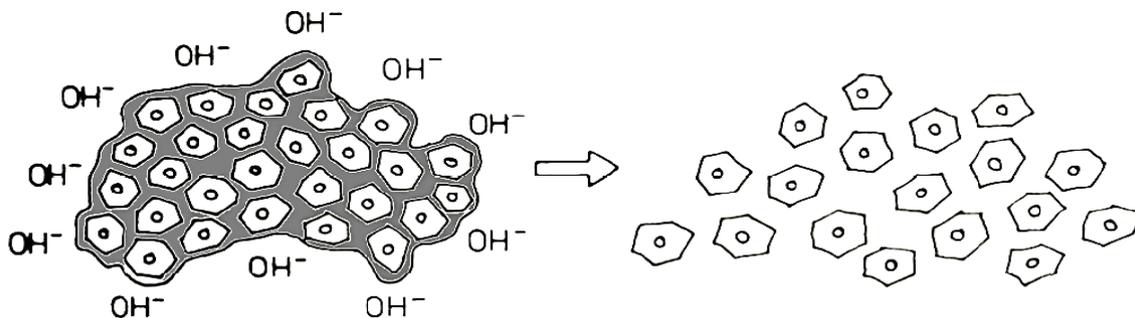


Figura N° 33 Descomposición de la fibra de vegetal (cocos nocifera) en el concreto.

Como se menciona en la Estructura de la Fibra Vegetal, está formada por cadenas de celulosa y lignina. Cuando la fibra es sumergida en una solución alcalina (con contenido de OH^-), los iones de OH^- se incorporan a la celulosa y forma un ácido isosacarínico, mientras que cuando la fibra se seca, la celulosa vuelve a su estado original. Sin embargo, cuando la solución alcalina contiene también iones de Ca^{2+} , estos se unen a los extremos del compuesto ácido, rompiendo las cadenas de celulosa cuando la fibra se seca. Es por esta razón que el Hidróxido de Calcio afecta en especial a las fibras vegetales.

5. CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ En este proyecto de investigación se demostró que una de las soluciones más eficientes para la disminución de la contaminación del medio ambiente es el reciclaje. Para la presente investigación se comprobó que uno de estos es la utilización de la corteza de fibra de coco, esta fibra se la recicla y se le da uso en construcción mejorando las propiedades del concreto.

1. Agregados.

- ✓ Según la Norma NTP 334.045 para que el agregado sea óptimo el módulo de finura tiene que estar entre los límites de 2.3 a 3.1. Por el cual el módulo de finura del agregado fino de la "Cantera Olano" se obtuvo 2.76 estando en los límites establecidos por la Norma Técnica Peruana.

2. Trabajabilidad.

- ✓ La capacidad de absorción que tiene la fibra vegetal (cocos nocifera), hace disminuir 1 pulg. de asentamiento por cada adición de 0,5% del peso del cemento de fibra vegetal (cocos nocifera) para una tanda de 1m³.
- ✓ Se observó que la trabajabilidad disminuye de 9.5 cm a 8.7 cm para las adiciones de fibra vegetal (cocos nocifera) mínimas y máximas respectivamente, representando una disminución porcentual con respecto al concreto patrón de 4.61% y 12.45%, deduciéndose entonces que a mayores porcentajes de adición de fibra que las usadas en esta investigación, la reducción de trabajabilidad será aún mayor.

3. Resistencia a la Compresión.

- ✓ La resistencia a compresión de las probetas curadas a los 28 días, con adiciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra vegetal (cocos nocifera) y de longitud promedio de 15 cm, alcanzo una resistencia promedio a compresión de $f'c = 304.31 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 292.44 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 274.31 \text{ kg/cm}^2$. Observándose que a mayor porcentaje de adición de fibra (vegetal cocos nocifera), la resistencia a compresión tiende a disminuir llegando hasta un 17.83 % con la mayor adición de fibra vegetal.

4. Tipo de Fallas típicas.

- ✓ En el ensayo de resistencia a la compresión bajo la Norma NTP 339.034, el tipo de falla que más se observó, fue el tipo 2 con un porcentaje del 49.17%, en el cuál la fractura se da tipo cónica con fisuras verticales a través de los de la probeta. Los tipos de falla 6 y 5 resultaron porcentajes de 26.67% y 16.67% respectivamente, para el tipo de falla 3 se obtuvo un 7.50 %.

5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Debido a la gran cantidad de desechos de fibra vegetal (cocos nocifera) que se producen diariamente, y la explotación de materiales no renovables es necesario tomar conciencia e implementar o proponer alternativas útiles para reducir la contaminación del medio ambiente, empleándolos en la construcción.
- ✓ Para la elaboración de los ensayos se recomienda tomar en cuenta los procedimientos adecuados realizados en la página 49 al 61, para la obtención correcta de los resultados de las propiedades físico – mecánica de los agregados.
- ✓ Para emplear el uso fibra vegetal (cocos nocifera) se recomienda que tenga una longitud uniforme de 15cm. y luego realizar un tratamiento químico para reducir la absorción de agua en la mezcla, y emplear sustancias disolubles en compuesto alcalinos para aumentar la durabilidad de la fibra vegetal.
- ✓ Para la reducción pH del concreto que es altamente alcalino, se recomienda emplear el uso de materiales puzolánicos, como escorias de altos hornos, cenizas volantes o humos de sílice para aumentar la durabilidad de la fibra vegetal (cocos nocifera) dentro del concreto.
- ✓ Se recomienda su uso para obras de concreto que no requieran propiedades especiales de ningún tipo:
 - Obras hidráulicas.
 - Concreto en clima cálido.
 - Pavimentos y Sardineles.
- ✓ Se recomienda investigar la adición de fibra vegetal (cocos nocifera) a diferentes porcentajes no mayores al 5% con respecto al peso del

cemento o a la cantidad de materiales que intervienen en el concreto sin considerar el agua de mezclado, para obtener una mejor distribución uniforme de la fibra vegetal en el concreto y evitar que se formen vacíos por la aglomeración de las fibras.

- ✓ Este proyecto de investigación es el principio para la realización de otras tesis, profundizando su estudio para estructuras sometidas a flexión y a tracción.

6. CAPITULO VI. REFERENCIAS

6.1. LIBROS.

- ABANTO CASTILLO, FLAVIO. 2009. Tecnología del concreto (Teoría y problemas). (2^{da} edición) Lima - Perú.
- PASQUEL CARVAJAL, ENRIQUE. 2000. Control de Calidad del Concreto. Capitulo Peruano ACI. Lima - Perú.
- RIVVA LÓPEZ, ENRIQUE. 2007. Tecnología del Concreto. Diseño de mezclas. Lima - Perú.
- RIVVA LÓPEZ, ENRIQUE. 2000. La Naturaleza del Concreto y Materiales. Capítulo Peruano ACI. Lima – Perú.
- RIVVA LÓPEZ, ENRIQUE. 2015. Diseño de Mezclas. Lima - Perú.

6.2. TESIS.

- BILLY JOSEALBERTO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ. 2011. “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión en mezclas de concreto elaboradas con materiales de reciclaje: plástico y llantas”. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, pág.33.
- Licda. BELÉN MARÍA PARICAGUÁN. 2015. “Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción”, Universidad de Carabobo, Nicaragua, pág.197.

- LUISANA ESPINOZA; EDGAR MÉNDEZ. 2012. “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de bloques de concreto tipo c con y sin la adición de fibra sintética”, Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo – Venezuela, pág. 25.
- QUINTERO GARCÍA, SANDRA LILIANA; GONZÁLEZ SALCEDO, LUIS OCTAVIO. 2006. “Uso de fibra de estopa de coco para mejorar las propiedades mecánicas del concreto” Quintero García, Sandra Liliana; González Salcedo, Luis Octavio, Universidad del Norte Barranquilla, Colombia, pág. 149.
- ROJAS TORRES ANGEL MODESTO. 2015. “Adición de la fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión”, Universidad Técnica de Ambato, Ambato - Ecuador, pág.79.
- Duarte, S., Queiroz, S., Sanches, A., Vicentini, R., y Dedini, G. (2012). "Ethnobotany of Natural Fibres-Bactris setosa (tucum) in a Traditional Rural Community". Poland: Fibres & Textiles in Eastern Europe (2): 18-20.

6.3. NORMAS Y REGLAMENTO.

- NORMA ACI 116. 1990. Terminología para Cemento y Concreto.
- NORMA ACI. 211.1. 1990. Proporcionamiento de mezclas.
- NTP 334.009 - 2013. CEMENTOS. Cementos Portland. 5^{ta}. Ed. 2013.
- NTP 339.034 - 2008 (revisada 2013). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. 3^{ra}. Ed. 2013.
- NTP 339.046 – 2008 (revisada 2013). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). 2^{da}. Ed. 2013.
- NTP 339.047 - 2006. HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados. 2^{da}. Ed. 2006.
- NTP 339.088 – 2006. HORMIGÓN. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. 2^{da}. Ed. 2006.

- NTP 339.183 - 2013. HORMIGÓN. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. 2^{da}. Ed. 2013.
- NTP 339.185 - 2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable del agregado por secado. 2^{da}. Ed. 2013.
- NTP 400.010 – 2011. AGREGADOS. Extracción y preparación de muestras. 3^{ra}. Ed. 2011.
- NTP 400.011 – 2008 (revisada el 2013). AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). 2^{da}. Ed. 2013.
- NTP 400.012 – 2013. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3^{ra}. Ed. 2013.
- NTP 400.017 – 2011. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados. 3^{ra}. Ed. 2011.
- NTP 400.018 - 2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (N° 200). 3^{ra}. Ed. 2013.
- NTP 400.019 – 2002. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores para abrasión e impacto en la máquina de los ángeles. 2^{da}. Ed. 2002.
- NTP 400.021 – 2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3^{ra}. Ed. 2013.
- NTP 400.022 – 2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3^{ra}. Ed. 2013.
- NTP 400.037 - 2002. AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto). 2^{da}. Ed. 2002.

7. CAPITULO VII. ANEXOS

7.1. ANEXO I: PROCESAMIENTO DE FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA)

7.2. OBTENCIÓN DE LA FIBRA

Para la obtención de la fibra de coco, se utilizó el método de enriado.

Tabla N° 50 Obtención de la Fibra Vegetal (cocos nocifera)

Elaborado por:	Bach. Enrique Gabriel Beraún Coronel	
Aprobado por:	Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas	
	1.-Recolección de corteza del coco para posterior obtener la fibra.	Corteza de coco.
	2.-Se remojó la corteza durante 3 días para así facilitar la extracción de las fibras.	Remojar la corteza de coco
	3.- Trituración de las cortezas de coco manualmente.	Trituración de la fibra de coco.
	4.- Se procede a secar la fibra de coco.	Secado de la fibra de coco.



5.- Se procede al tratamiento con cal, este procedimiento consiste en sumergir la fibra en una lechada de cal (10 gr de cal por cada litro de agua) durante un periodo de 48 horas.

Cantidad de agua



6.- 10 gr de cal por cada litro de agua. Para eliminar bacterias, hongos y las impurezas.

Cantidad de cal



7.- Se coloca la fibra seca al barril con la lechada de cal dejando allí durante 48 horas.

Vaciado de la fibra de coco





8.- Se enjuaga repetidas veces con abundante agua, el tratamiento con solución de cal, limpia la fibra de impurezas provenientes del fruto durante su pelado (aceite, agua, pulpa, etc.) Durante su confinamiento (mugre, polvo) y del ataque microbiológico por parte hongos y levaduras, este tratamiento protege la fibra del deterioro debido a la alta alcalinidad de la pasta de cemento y mejora la adherencia.

Enjuague de la fibra de coco



9.- Nuevamente se procede a secar la fibra en ambiente durante 2horas y 30 minutos.

Secado de la fibra.



10.- Se realiza manualmente la extracción de la fibra de coco a diferentes longitudes.

longitud de la fibra de coco

7.3. ANEXO II. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA FIBRA VEGETAL (COCOS NOCIFERA) UTILIZADO EN LAS MEZCLAS.



ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO
DE SUELOS Y AGUAS

OIKOSLAB
SGE

CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 1189-2016

Tesista : Enrique Gabriel Beraún Coronel
 Dirección : Las Amapolas 314 -Jaén Cajamarca
 Fecha de recepción : 09/09/2016
 Proyecto de Tesis : Resistencia a la compresión de un concreto de
 $F_c = 280 \text{Kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal
 (Cocos Nocifera) con una proporción de 0.5%,
 1% y 1.5%

I. - Datos de la muestra

Tipo de Muestra: : Fibra vegetal de Cocos Nocifera (Ceniza)
 Fecha y Hora de muestreo : 08/09/2016 15:50 p.m.
 Distrito : Bellavista
 Provincia : Jaén
 Departamento : Cajamarca

II.- Resultados

Análisis Químico	Muestra
Conductividad (mS/cm) en una relación de 1ml de muestra/2.5 ml de agua	118.80
Fierro (%Fierro)	0.0006
Potencial de Iones Hidrógeno (pH)	10.45
Óxido de Calcio (%CaO) soluble en agua	0.030
Óxido de Magnesio	0.005
Sulfatos (% SO_4^{2-}) soluble en agua	3.80
Óxido de Silicio (% SiO_2) Respecto a la fibra	0.05




Jorge A. Delgado Soto
ING. RESPONSABLE
CIP. 56757



Pasaje San Pedro 113 - Morro Solar
Jaén - Cajamarca
Cel. 970911920 RPM: #897500 / #975609564

7.4. ANEXO III: TABLAS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.

Tabla N° 51 Resistencia a la compresión promedio

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN REQUERIDA CUANDO NO HAY DATOS DISPONIBLES PARA ESTABLECER UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LA MUESTRA	
Resistencia especificada a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
$f_c < 21$	$f_{cr} = f_c + 7,0$
$21 \leq f_c \leq 35$	$f_{cr} = f_c + 8,5$
$f_c > 21$	$f_{cr} = 1,1 f_c + 5,0$

Fuente: Diseño de mezclas – Riva Lopez.

Tabla N° 52 Asentamientos recomendados para varios tipos de estructuras.

TIPO DE ESTRUCTURA	ASENTAMIENTOS EN PULGADAS	
	Máximo *	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzado.	3	1
Cimentaciones simples, cajas y sub-estructuras de muro.	3	1
Vigas y muros armados.	4	1
Columnas de edificios.	4	1
Losas y pavimentos.	3	1
Concreto ciclópeo.	2	1

* El asentamiento puede incrementarse en 1" si se emplea un método de consolidación diferente a la vibración.

Fuente: Diseño de mezclas – Riva Lopez.

Tabla N° 53 Asentamiento por el tipo de Consistencia del Concreto.

Consistencia del Concreto	Asentamiento	Trabajabilidad
Seca	0" a 2"	Poca
Plástica	3" a 4"	O.K.
Húmeda	$\geq 5"$	Poco

Fuente: Diseño de mezclas – Riva Lopez.

Tabla N° 54 Cantidades aproximadas de agua de mezclado y contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaño nominal máximo del agregado.

TIPO DE CONCRETO	ASENTAMIENTO	CONSISTENCIA INDICADA AGUA EN L/M3 DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADA							
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO	0" - 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
	3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
	> 5"	243	228	216	202	190	178	160	-
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO	0" - 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
	3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
	> 5"	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: Diseño de mezclas – Riva Lopez.

Tabla N° 55 Contenido de aire para los Tamaños Nominales Máximos del Agregado Grueso.

TIPO DE CONCRETO	ASENTAMIENTO	AIRE EN % DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADA							
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO	Contenido de Aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO	Contenido total de Aire (%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Fuente: Diseño de mezclas – Riva Lopez.

Tabla N° 56 Relación Agua / Cemento y resistencia del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg / cm ²) f'cr	RELACIÓN AGUA / CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
	450	0.38
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Diseño de mezclas – Riva Lopez.

Tabla N° 57 Módulo de finura de la combinación de agregados "mc".

TAMAÑO DEL AGREGADO GRUESO (MÁXIMO)	MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS, EL CUAL DA LAS MEJORES DE TRABAJABILIDAD PARA LOS CONTENIDOS DE CEMENTO EN SACO / M3 INDICADOS.			
	6.00	7.00	8.00	9.00
	3 / 8 "	3.96	4.04	4.11
1 / 2 "	4.46	4.54	4.61	4.89
3 / 4 "	4.96	5.04	5.11	5.19
1 "	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2 "	5.56	5.64	5.71	5.79
2 "	5.86	5.94	6.01	6.09
3 "	6.16	6.24	6.31	6.38

NOTA: Estos valores están referidos al agregado grueso, adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35 %. Los valores deben incrementarse o disminuirse en 0.1 por cada 5 % de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos.

Fuente: Diseño de mezclas – Riva Lopez.

7.5. ANEXO IV: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PACASMAYO TIPO ICO



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 686 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 8000



SGC-REG-06-G0002
Versión 01

CEMENTO EXTRAFORTE

Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

Conforme a la NTP 334.090

Pacasmayo, 20 de Julio del 2016

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.090
---------------------	--	-------	--------------------------

MgO	%	2.2	Máximo 6.0
SO3	%	2.4	Máximo 4.0

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.090
---------------------	--	-------	--------------------------

Contenido de Aire	%	4	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.07	Máximo 0.80
Superficie Especifica	cm ² /g	5640	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	4.2	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	3.05	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	23.4 (239)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	29.6 (302)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (Kg/cm ²)	36.7 (374)	Mínimo 25.0 (Mínimo 255)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	134	Mínimo 45
Fraguado Final	min	290	Máximo 420

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-06-2016 al 30-06-2016
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Junio 2016

Ing. Ivanoff V. Rojas Tello

Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por : Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

7.6. ANEXO V: DISEÑO DE MEZCLA

a) Diseño de mezcla - concreto patrón ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

- **Características de los agregados**

Tabla N° 58 Características físicas de los agregados

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
MÓDULO DE FINURA (M.F.) (M.G.)	2.76	7.86
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.5 g/cm ³	2.53 g/cm ³
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	2.59 g/cm ³	2.55 g/cm ³
PESO ESPECÍFICO NOMINAL O APARENTE	2.74 g/cm ³	2.58 g/cm ³
ABSORCIÓN	3.55 %	0.69 %
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.48 %	0.09 %
PESO UNITARIO SECO SUELTO	1589.67 kg/m ³	1370.33 kg/m ³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	1647.33 kg/m ³	1497.67 kg/m ³
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	-	20.93 %
% QUE PASA EL TAMIZ N° 200	4.93 %	0.08 %
PERFIL	-	ANGULAR
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	1"

- **Características del cemento:**

- Cemento Portland Tipo Ico de Pacasmayo
- Peso específico: 3.05 gr/cm³

- **Características de la fibra vegetal (cocos nocifera)**

- Peso específico masa: 1.14 gr/cm³
- Contenido de Humedad: 0.01 %
- Absorción : 150%

a. Diseño de mezcla - concreto patrón ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

- **Resistencia de diseño:** $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra (Ver **Tabla N° 51**)

$$f'cr = f'c + 85$$

$$f'cr = 365 \text{ Kg/cm}^2$$

- **Elección del asentamiento (Ver **Tabla N° 52**):**

Asentamiento = 3" a 4" (consistencia plástica)

- **Tamaño máximo nominal: 1"**
- **Estimación del agua de mezclado (Ver Tabla N° 54): 193 lt/m³**
- **Aire atrapado (Ver Tabla N° 55): 1.5%**
- **Relación agua – cemento (Ver Tabla N° 56):**

Interpolando

$$a/c = 0.45$$

- **Factor cemento:**

$$c = \frac{193}{0.445}$$

$$c = 433.7 \text{ Kg/m}^3$$

$$c = 10.20 \text{ bol/m}^3$$

- **Volumen absoluto de la pasta:**

Cemento	: 433.7/(3.05 x 1000)	:	0.1421993m ³
---------	-----------------------	---	-------------------------

Agua	: 193/(1 x 1000)	:	0.193 m ³
------	------------------	---	----------------------

Aire	: 1.5%	:	<u>0.020 m³</u>
------	--------	---	----------------------------

	Volumen absoluto	:	0.3501993m ³
--	------------------	---	-------------------------

- **Volumen absoluto del agregado: 1 – 0.350: 0.6498007m³**

- **Cálculo del módulo de finura de la combinación de agregados (Ver Tabla N° 57):**

Extrapolando

$$mc = 5.58$$

- **Cálculo del valor de r_f (porcentaje de agregado fino):**

$$r_f = \frac{(mg - mc)}{(mg - mf)} \times 100$$

$$r_f = \frac{(7.86 - 5.58)}{(7.86 - 2.76)} \times 100$$

$$r_f = 44.77\%$$

- **Cálculo del valor de r_g (porcentaje de agregado grueso):**

$$r_g = 100 - 44.77$$

$$r_g = 55.23 \%$$

- **Cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados:**

✚ Agregado fino: 0.6498007x 0.4477 = 0.291m³

✚ Agregado grueso: 0.6498007x 0.5523 = 0.359m³

➤ **Peso seco de los agregados:**

✚ Agregado fino: $0.291 \times 2.50 \times 1000 = 727.51 \text{ kg/m}^3$

✚ Agregado grueso: $0.359 \times 2.53 \times 1000 = 908.18 \text{ kg/m}^3$

➤ **Valores de diseño:**

✚ Cemento : 433.7 kg/m^3

✚ Agua de diseño : 193 lt/m^3

✚ Agregado fino seco : 727.51 kg/m^3

✚ Agregado grueso seco : 908.18 kg/m^3

➤ **Corrección por humedad del agregado:**

Peso húmedo del:

✚ Agregado fino : $727.51 \times 1.0048 = 731.00 \text{ kg/m}^3$

✚ Agregado grueso : $908.18 \times 1.0008 = 909.00 \text{ kg/m}^3$

➤ **Humedad superficial del:**

✚ Agregado fino : $0.48\% - 3.55\% = - 3.07\%$

✚ Agregado grueso : $0.09\% - 0.69\% = - 0.60\%$

➤ **Aporte de humedad del:**

✚ Agregado fino : $727.51 \times 0.0307 = - 22.36 \text{ lt/m}^3$

✚ Agregado grueso : $908.18 \times -0.006 = - 5.48 \text{ lt/m}^3$

✚ Aporte de humedad del agregado = $- 27.83 \text{ lt/m}^3$

✚ Agua efectiva: $193 + 27.83 = 220.8 \text{ lt/m}^3$

➤ **Valores finales de obra:**

✚ Cemento : 433.7 kg/m^3

✚ Agua de diseño : 220.8 lt/m^3

✚ Agregado fino húmedo : 731.00 kg/m^3

✚ Agregado grueso húmedo : 909.00 kg/m^3

✚ Aire atrapado : 1.5%

➤ **Proporción en peso:**

$$\frac{433.7}{433.7} : \frac{731.0}{433.7} : \frac{909.0}{433.7} = 1 : 1.69 : 2.10$$

➤ **Pesos por tandas de un saco:**

✚ Relación agua – cemento efectiva: $220.8/433.7 = 0.50$

Cantidades de materiales por tanda de un saco serán:

- + Cemento : $1 \times 42.5 = 42.50$ kg/bolsa
- + Agua efectiva : $0.50 \times 42.5 = 21.25$ lt/bolsa
- + Agregado Fino húmedo : $1.69 \times 42.5 = 71.83$ kg/bolsa
- + Agregado Grueso húmedo : $2.10 \times 42.5 = 89.25$ kg/bolsa

➤ **Conversión de la mezcla a volumen:**

Peso unitario del agregado:

- + Fino húmedo : $1589.67 \times 1.0048 = 1591.10$ kg/m³
- + Grueso húmedo : $1370.33 \times 1.0008 = 1371.57$ kg/m³

Peso por pie cúbico del agregado:

- + Fino húmedo : $1591.10 / 35.31 = 45.06$ kg/pie³
- + Grueso húmedo : $1371.57 / 35.31 = 38.84$ kg/pie³

Dosificación en volumen equivalente:

- + Cemento : $1 \times 42.50 / 42.50 = 1$
- + Agregado fino húmedo : $1.69 \times 42.50 / 45.06 = 1.60$
- + Agregado grueso húmedo : $2.41 \times 42.50 / 38.84 = 2.30$

Dosificación en volumen equivalente: 1 : 1.60 : 2.30 : 21.25 (lt/bolsa)

➤ **Para una tanda de 0.02 m³**

- + Cemento : 8.674 kg
- + Agua efectiva : 4.42 lts
- + Agregado fino húmedo : 14.62 kg
- + Agregado grueso húmedo : 18.18 kg

b) Diseño de mezcla - concreto patrón + 0.5% de fibra vegetal (cocos nocifera) ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

- Características de los agregados

Tabla N° 58 Características físicas de los agregados

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
MÓDULO DE FINURA (M.F.) (M.G.)	2.76	7.86
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.5 g/cm ³	2.53 g/cm ³
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	2.59 g/cm ³	2.55 g/cm ³
PESO ESPECÍFICO NOMINAL O APARENTE	2.74 g/cm ³	2.58 g/cm ³
ABSORCIÓN	3.55 %	0.69 %
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.48 %	0.09 %
PESO UNITARIO SECO SUELTO	1589.67 kg/m ³	1370.33 kg/m ³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	1647.33 kg/m ³	1497.67 kg/m ³
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	-	20.93 %
% QUE PASA EL TAMIZ N° 200	4.93 %	0.08 %
PERFIL	-	ANGULAR
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	1"

- **Características del cemento:**

- Cemento Portland Tipo Ico de Pacasmayo
- Peso específico: 3.05 gr/cm³

- **Características de la fibra vegetal (cocos nocifera)**

- Peso específico masa: 1.14 gr/cm³
- Contenido de Humedad: 0.01 %
- Absorción : 150%

a. Diseño de mezcla - concreto patrón ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

- **Resistencia de diseño:** $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra (Ver **Tabla N° 51**)

$$f'cr = f'c + 85$$

$$f'cr = 365 \text{ Kg/cm}^2$$

- **Elección del asentamiento (Ver **Tabla N° 52**):**

Asentamiento = 3" a 4" (consistencia plástica)

- **Tamaño máximo nominal: 1"**
- **Estimación del agua de mezclado (Ver Tabla N° 54): 193 lt/m³**
- **Aire atrapado (Ver Tabla N° 55): 1.5%**
- **Relación agua – cemento (Ver Tabla N° 56):**

Interpolando

$$a/c = 0.445$$

- **Factor cemento:**

$$c = \frac{193}{0.445}$$

$$c = 433.7 \text{ Kg/m}^3$$

$$c = 10.20 \text{ bol/m}^3$$

- **Volumen absoluto de la pasta:**

Cemento	: 433.7/(3.05 x 1000)	:	0.1421993m ³
---------	-----------------------	---	-------------------------

Agua	: 193/(1 x 1000)	:	0.193 m ³
------	------------------	---	----------------------

Aire	: 1.5%	:	<u>0.015 m³</u>
------	--------	---	----------------------------

	Volumen absoluto	:	0.3501993m ³
--	------------------	---	-------------------------

- **Volumen absoluto del agregado: 1 – 0.350: 0.6498007m³**

- **Cálculo del módulo de finura de la combinación de agregados (Ver Tabla N° 57):**

Extrapolando

$$mc = 5.58$$

- **Cálculo del valor de r_f (porcentaje de agregado fino):**

$$r_f = \frac{(mg - mc)}{(mg - mf)} \times 100$$

$$r_f = \frac{(7.86 - 5.58)}{(7.86 - 2.76)} \times 100$$

$$r_f = 44.77\%$$

- **Cálculo del valor de r_g (porcentaje de agregado grueso):**

$$r_g = 100 - 44.77$$

$$r_g = 55.23 \%$$

- **Cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados:**

✚ Agregado fino: 0.6498007x 0.4477 = 0.291m³

✚ Agregado grueso: 0.6498007x 0.5523 = 0.359m³

➤ **Peso seco de los agregados:**

✚ Agregado fino: $0.291 \times 2.50 \times 1000 = 690.57 \text{ kg/m}^3$

✚ Agregado grueso: $0.359 \times 2.53 \times 1000 = 862.06 \text{ kg/m}^3$

➤ **Valores de diseño:**

✚ Cemento : 433.7 kg/m^3

✚ Agua de diseño : 193 lt/m^3

✚ Agregado fino seco : 727.51 kg/m^3

✚ Agregado grueso seco : 908.18 kg/m^3

➤ **Corrección por humedad del agregado:**

Peso húmedo del:

✚ Agregado fino : $727.51 \times 1.0048 = 731.00 \text{ kg/ m}^3$

✚ Agregado grueso : $908.18 \times 1.0008 = 909.00 \text{ kg/ m}^3$

➤ **Humedad superficial del:**

✚ Agregado fino : $0.48\% - 3.55\% = - 3.07\%$

✚ Agregado grueso : $0.09\% - 0.69\% = - 0.60\%$

➤ **Aporte de humedad del:**

✚ Agregado fino : $727.51 \times 0.0307 = - 22.36 \text{ lt/m}^3$

✚ Agregado grueso : $908.18 \times -0.006 = - 5.48 \text{ lt/m}^3$

✚ Aporte de humedad del agregado = $- 27.83 \text{ lt/m}^3$

✚ Agua efectiva: $193 + 27.83 = 220.8 \text{ lt/m}^3$

➤ **Valores finales de obra:**

✚ Cemento : 433.7 kg/m^3

✚ Agua de diseño : 220.8 lt/m^3

✚ Agregado fino húmedo : 731.00 kg/m^3

✚ Agregado grueso húmedo : 909.00 kg/m^3

✚ Aire atrapado : 1.5%

✚ Fibra vegetal (0.5%) : $433.7 \times (0.5/100) = 2.17 \text{ kg/m}^3$

➤ **Proporción en peso:**

$$\frac{433.7}{433.7} : \frac{731.0}{433.7} : \frac{909.0}{433.7} : \frac{2.17}{433.7} = 1 : 1.69 : 2.10 : 0.005$$

➤ **Pesos por tandas de un saco:**

✚ Relación agua – cemento efectiva: $220.8/433.7 = 0.50$

Cantidades de materiales por tanda de un saco serán:

+ Cemento	: 1 x 42.5 = 42.50 kg/bolsa
+ Agua efectiva	: 0.50 x 42.5 = 21.25 lt/bolsa
+ Agregado Fino húmedo	: 1.69 x 42.5 = 71.83 kg/bolsa
+ Agregado Grueso húmedo	: 2.10 x 42.5 = 89.25 kg/bolsa
+ Fibra vegetal (0.5%)	: 0.005 x 42.5 = 0.2125 kg/bolsa

➤ **Para una tanda de 0.02 m³**

+ Cemento	: 8.674 kg
+ Agua efectiva	: 4.42 lts
+ Agregado fino húmedo	: 14.62 kg
+ Agregado grueso húmedo	: 18.18 kg
+ Fibra vegetal (0.5%)	: 0.0434 kg : 43.4 gr

➤ **Corrección por asentamiento**

Corrección por asentamiento (incremento 2lt por cada incremento de 1cm en asentamiento)

+ Asentamiento deseado	: 10 cm
+ Asentamiento obtenido	: 7.5 cm
+ Incrementar asentamiento en	: 2.5 cm
+ Incrementar agua de mezcla en	: 5.20 lt/ m ³

➤ **Agua de mezclado por m³, corregido : 226.10 lt/m³**

➤ **Corrección por apariencia de mezcla (Método de los volúmenes absolutos)**

Cemento	: 433.7 / (3.05 x 1000)	:	0.1421993 m ³
Agua	: 226.10 / (1 x 1000)	:	0.22610 m ³
Aire	: 1.5%	:	<u>0.015 m³</u>
Volumen absoluto			: 0.3832993 m ³

➤ **Volumen absoluto del agregado: 1 – 0.383 : 0.6168701m³**

➤ Agregado fino: 0.6168701 x 0.4477 = 0.2761 m³

➤ Agregado grueso: 0.6168701 x 0.5523 = 0.3406m³

➤ **Peso seco de los agregados:**

+ Agregado fino: 0.2761 x 2.50 x 1000 = 690.46 kg/m³

+ Agregado grueso: 0.3406 x 2.53 x 1000 = 862.92 kg/m³

➤ **Valores finales de obra:**

✚ Cemento	:	433.7 kg/m ³
✚ Agua de diseño	:	226.10 lt/m ³
✚ Agregado fino húmedo	:	690.46 kg/m ³
✚ Agregado grueso húmedo	:	862.92 kg/m ³
✚ Aire atrapado	:	1.5 %
✚ Fibra vegetal (0.5%)	:	433.7*(0.5/100) : 2.17 kg/m ³

➤ **Proporción en peso:**

$$\frac{433.7}{433.7} : \frac{690.46}{433.7} : \frac{862.92}{433.7} : \frac{2.17}{433.7} = 1 : 1.60 : 2.00 : 0.005$$

➤ **Pesos por tandas de un saco:**

✚ Relación agua – cemento efectiva: 225.97 / 433.7 = 0.52

Cantidades de materiales por tanda de un saco serán:

✚ Cemento	:	1 x 42.5	=	42.50 kg/bolsa
✚ Agua efectiva	:	0.52 x 42.5	=	22.16 lt/bolsa
✚ Agregado Fino húmedo	:	1.60 x 42.5	=	67.66 kg/bolsa
✚ Agregado Grueso húmedo	:	2.00 x 42.5	=	84.46 kg/bolsa
✚ Fibra vegetal (0.5%)	:	0.005 x 42.5	=	0.2125 kg/bolsa

➤ **Para una tanda de 0.02 m³**

✚ Cemento	:	8.67 kg
✚ Agua efectiva	:	4.52 lts
✚ Agregado fino húmedo	:	13.81 kg
✚ Agregado grueso húmedo	:	17.24 kg
✚ Fibra vegetal (0.5%)	:	0.0434 kg : 43.4 gr

c) Diseño de mezcla - concreto patrón + 1.0% de fibra vegetal (cocos nocifera) ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

- Características de los agregados

Tabla N° 58 Características físicas de los agregados

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
MÓDULO DE FINURA (M.F.) (M.G.)	2.76	7.86
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.5 g/cm ³	2.53 g/cm ³
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	2.59 g/cm ³	2.55 g/cm ³
PESO ESPECÍFICO NOMINAL O APARENTE	2.74 g/cm ³	2.58 g/cm ³
ABSORCIÓN	3.55 %	0.69 %
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.48 %	0.09 %
PESO UNITARIO SECO SUELTO	1589.67 kg/m ³	1370.33 kg/m ³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	1647.33 kg/m ³	1497.67 kg/m ³
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	-	20.93 %
% QUE PASA EL TAMIZ N° 200	4.93 %	0.08 %
PERFIL	-	ANGULAR
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	1"

- **Características del cemento:**

- Cemento Portland Tipo Ico de Pacasmayo
- Peso específico: 3.05 gr/cm³

- **Características de la fibra vegetal (cocos nocifera)**

- Peso específico masa: 1.14 gr/cm³
- Contenido de Humedad: 0.01 %
- Absorción : 150%

a. Diseño de mezcla - concreto patrón ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

- **Resistencia de diseño:** $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra (Ver **Tabla N° 51**)

$$f'_{cr} = f'c + 85$$

$$f'_{cr} = 365 \text{ Kg/cm}^2$$

- **Elección del asentamiento (Ver **Tabla N° 52**):**

Asentamiento = 3" a 4" (consistencia plástica)

- **Tamaño máximo nominal:** 1"
- **Estimación del agua de mezclado (Ver Tabla N° 54):** 193 lt/m³
- **Aire atrapado (Ver Tabla N° 55):** 1.5%
- **Relación agua – cemento (Ver Tabla N° 56):**

Interpolando

$$a/c = 0.445$$

- **Factor cemento:**

$$c = \frac{193}{0.445}$$

$$c = 433.7 \text{ Kg/m}^3$$

$$c = 10.20 \text{ bol/m}^3$$

- **Volumen absoluto de la pasta:**

Cemento	: 433.7/(3.05 x 1000)	:	0.1421993m ³
---------	-----------------------	---	-------------------------

Agua	: 193/(1 x 1000)	:	0.193 m ³
------	------------------	---	----------------------

Aire	: 1.5%	:	<u>0.015 m³</u>
------	--------	---	----------------------------

	Volumen absoluto	:	0.3501993m ³
--	------------------	---	-------------------------

- **Volumen absoluto del agregado:** 1 – 0.350: 0.6498007m³

- **Cálculo del módulo de finura de la combinación de agregados (Ver Tabla N° 57):**

Extrapolando

$$mc = 5.58$$

- **Cálculo del valor de r_f (porcentaje de agregado fino):**

$$r_f = \frac{(mg - mc)}{(mg - mf)} \times 100$$

$$r_f = \frac{(7.86 - 5.58)}{(7.86 - 2.76)} \times 100$$

$$r_f = 44.77\%$$

- **Cálculo del valor de r_g (porcentaje de agregado grueso):**

$$r_g = 100 - 44.77$$

$$r_g = 55.23 \%$$

- **Cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados:**

✚ Agregado fino: 0.6498007x 0.4477 = 0.291m³

✚ Agregado grueso: 0.6498007x 0.5523 = 0.359m³

➤ **Peso seco de los agregados:**

✚ Agregado fino: $0.291 \times 2.50 \times 1000 = 690.57 \text{ kg/m}^3$

✚ Agregado grueso: $0.359 \times 2.53 \times 1000 = 862.06 \text{ kg/m}^3$

➤ **Valores de diseño:**

✚ Cemento : 433.7 kg/m^3

✚ Agua de diseño : 193 lt/m^3

✚ Agregado fino seco : 727.51 kg/m^3

✚ Agregado grueso seco : 908.18 kg/m^3

➤ **Corrección por humedad del agregado:**

Peso húmedo del:

✚ Agregado fino : $727.51 \times 1.0048 = 731.00 \text{ kg/ m}^3$

✚ Agregado grueso : $908.18 \times 1.0008 = 909.00 \text{ kg/ m}^3$

➤ **Humedad superficial del:**

✚ Agregado fino : $0.48\% - 3.55\% = - 3.07\%$

✚ Agregado grueso : $0.09\% - 0.69\% = - 0.60\%$

➤ **Aporte de humedad del:**

✚ Agregado fino : $727.51 \times 0.0307 = - 22.36 \text{ lt/m}^3$

✚ Agregado grueso : $908.18 \times -0.006 = - 5.48 \text{ lt/m}^3$

✚ Aporte de humedad del agregado = $- 27.83 \text{ lt/m}^3$

✚ Agua efectiva: $193 + 27.83 = 220.8 \text{ lt/m}^3$

➤ **Valores finales de obra:**

✚ Cemento : 433.7 kg/m^3

✚ Agua de diseño : 220.8 lt/m^3

✚ Agregado fino húmedo : 731.00 kg/m^3

✚ Agregado grueso húmedo : 909.00 kg/m^3

✚ Aire atrapado : 1.5%

✚ Fibra vegetal (1.0%) : $433.7 \times (1.0/100) = 4.34 \text{ kg/m}^3$

➤ **Proporción en peso:**

$$\frac{433.7}{433.7} : \frac{731.0}{433.7} : \frac{909.0}{433.7} : \frac{4.34}{433.7} = 1 : 1.69 : 2.10 : 0.01$$

➤ **Pesos por tandas de un saco:**

✚ Relación agua – cemento efectiva: $220.8/433.7 = 0.50$

Cantidades de materiales por tanda de un saco serán:

+ Cemento	: 1 x 42.5 = 42.50 kg/bolsa
+ Agua efectiva	: 0.50 x 42.5 = 21.25 lt/bolsa
+ Agregado Fino húmedo	: 1.69 x 42.5 = 71.83 kg/bolsa
+ Agregado Grueso húmedo	: 2.10 x 42.5 = 89.25 kg/bolsa
+ Fibra vegetal (1.0%)	: 0.010 x 42.5 = 0.425 kg/bolsa

➤ **Para una tanda de 0.02 m³**

+ Cemento	: 8.674 kg
+ Agua efectiva	: 4.42 lts
+ Agregado fino húmedo	: 14.62 kg
+ Agregado grueso húmedo	: 18.18 kg
+ Fibra vegetal (1.0%)	: 0.0434 kg : 43.4 gr

➤ **Corrección por asentamiento**

Corrección por asentamiento (incremento 2lt por cada incremento de 1cm en asentamiento)

+ Asentamiento deseado	: 10 cm
+ Asentamiento obtenido	: 5.2 cm
+ Incrementar asentamiento en	: 4.8 cm
+ Incrementar agua de mezcla en	: 9.60 lt/ m ³

➤ **Agua de mezclado por m³, corregido : 230.50 lt/m³**

➤ **Corrección por apariencia de mezcla (Método de los volúmenes absolutos)**

Cemento	: 433.7 / (3.05 x 1000)	:	0.1421993 m ³
Agua	: 230.50 / (1 x 1000)	:	0.23050 m ³
Aire	: 1.5%	:	<u>0.015 m³</u>
Volumen absoluto		:	0.3876993 m ³

➤ **Volumen absoluto del agregado: 1 – 0.387 : 0.6123007m³**

➤ Agregado fino: 0.6123007 x 0.4477 = 0.2741 m³

➤ Agregado grueso: 0.6123007 x 0.5523 = 0.3382m³

➤ **Peso seco de los agregados:**

+ Agregado fino: 0.2741 x 2.50 x 1000 = 685.53 kg/m³

+ Agregado grueso: 0.3382 x 2.53 x 1000 = 855.77 kg/m³

➤ **Valores finales de obra:**

✚ Cemento	:	433.7 kg/m ³
✚ Agua de diseño	:	230.50 lt/m ³
✚ Agregado fino húmedo	:	685.53 kg/m ³
✚ Agregado grueso húmedo	:	855.77 kg/m ³
✚ Aire atrapado	:	1.5 %
✚ Fibra vegetal (1.0%)	:	433.7*(1.0/100) : 4.34 kg/m ³

➤ **Proporción en peso:**

$$\frac{433.7}{433.7} : \frac{685.53}{433.7} : \frac{855.77}{433.7} : \frac{4.34}{433.7} = 1 : 1.58 : 1.97 : 0.01$$

➤ **Pesos por tandas de un saco:**

✚ Relación agua – cemento efectiva: $225.97 / 433.7 = 0.52$

Cantidades de materiales por tanda de un saco serán:

✚ Cemento	:	1 x 42.5	=	42.50 kg/bolsa
✚ Agua efectiva	:	0.52 x 42.5	=	22.60 lt/bolsa
✚ Agregado Fino húmedo	:	1.58 x 42.5	=	67.18 kg/bolsa
✚ Agregado Grueso húmedo	:	1.97 x 42.5	=	83.86 kg/bolsa
✚ Fibra vegetal (1.0%)	:	0.01 x 42.5	=	0.43 kg/bolsa

➤ **Para una tanda de 0.02 m³**

✚ Cemento	:	8.67 kg
✚ Agua efectiva	:	4.61 lts
✚ Agregado fino húmedo	:	13.71 kg
✚ Agregado grueso húmedo	:	17.12 kg
✚ Fibra vegetal (1.0%)	:	0.0434 kg : 43.4 gr

d) Diseño de mezcla - concreto patrón + 1.5% de fibra vegetal (cocos nocifera) ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

- Características de los agregados

Tabla N° 58 Características físicas de los agregados

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
MÓDULO DE FINURA (M.F.) (M.G.)	2.76	7.86
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.5 g/cm ³	2.53 g/cm ³
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	2.59 g/cm ³	2.55 g/cm ³
PESO ESPECÍFICO NOMINAL O APARENTE	2.74 g/cm ³	2.58 g/cm ³
ABSORCIÓN	3.55 %	0.69 %
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.48 %	0.09 %
PESO UNITARIO SECO SUELTO	1589.67 kg/m ³	1370.33 kg/m ³
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	1647.33 kg/m ³	1497.67 kg/m ³
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN	-	20.93 %
% QUE PASA EL TAMIZ N° 200	4.93 %	0.08 %
PERFIL	-	ANGULAR
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	-	1"

- **Características del cemento:**

- Cemento Portland Tipo Ico de Pacasmayo
- Peso específico: 3.05 gr/cm³

- **Características de la fibra vegetal (cocos nocifera)**

- Peso específico masa: 1.14 gr/cm³
- Contenido de Humedad: 0.01 %
- Absorción : 150%

a. Diseño de mezcla - concreto patrón ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

- **Resistencia de diseño:** $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Resistencia promedio a la compresión requerida cuando no hay datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra (Ver **Tabla N° 51**)

$$f'_{cr} = f'c + 85$$

$$f'_{cr} = 365 \text{ Kg/cm}^2$$

- **Elección del asentamiento (Ver **Tabla N° 52**):**

Asentamiento = 3" a 4" (consistencia plástica)

- **Tamaño máximo nominal: 1"**
- **Estimación del agua de mezclado (Ver Tabla N° 54): 193 lt/m³**
- **Aire atrapado (Ver Tabla N° 55): 1.5%**
- **Relación agua – cemento (Ver Tabla N° 56):**

Interpolando

$$a/c = 0.445$$

- **Factor cemento:**

$$c = \frac{193}{0.445}$$

$$c = 433.7 \text{ Kg/m}^3$$

$$c = 10.20 \text{ bol/m}^3$$

- **Volumen absoluto de la pasta:**

Cemento	: 433.7/(3.05 x 1000)	:	0.1421993m ³
---------	-----------------------	---	-------------------------

Agua	: 193/(1 x 1000)	:	0.193 m ³
------	------------------	---	----------------------

Aire	: 1.5%	:	<u>0.015 m³</u>
------	--------	---	----------------------------

Volumen absoluto	:	:	0.3501993m ³
------------------	---	---	-------------------------

- **Volumen absoluto del agregado: 1 – 0.350: 0.6498007m³**

- **Cálculo del módulo de finura de la combinación de agregados (Ver Tabla N° 57):**

Extrapolando

$$mc = 5.58$$

- **Cálculo del valor de r_f (porcentaje de agregado fino):**

$$r_f = \frac{(mg - mc)}{(mg - mf)} \times 100$$

$$r_f = \frac{(7.86 - 5.58)}{(7.86 - 2.76)} \times 100$$

$$r_f = 44.77\%$$

- **Cálculo del valor de r_g (porcentaje de agregado grueso):**

$$r_g = 100 - 44.77$$

$$r_g = 55.23 \%$$

- **Cálculo de los volúmenes absolutos de los agregados:**

✚ Agregado fino: 0.6498007x 0.4477 = 0.291m³

✚ Agregado grueso: 0.6498007x 0.5523 = 0.359m³

➤ **Peso seco de los agregados:**

✚ Agregado fino: $0.291 \times 2.50 \times 1000 = 690.57 \text{ kg/m}^3$

✚ Agregado grueso: $0.359 \times 2.53 \times 1000 = 862.06 \text{ kg/m}^3$

➤ **Valores de diseño:**

✚ Cemento : 433.7 kg/m^3

✚ Agua de diseño : 193 lt/m^3

✚ Agregado fino seco : 727.51 kg/m^3

✚ Agregado grueso seco : 908.18 kg/m^3

➤ **Corrección por humedad del agregado:**

Peso húmedo del:

✚ Agregado fino : $727.51 \times 1.0048 = 731.00 \text{ kg/ m}^3$

✚ Agregado grueso : $908.18 \times 1.0008 = 909.00 \text{ kg/ m}^3$

➤ **Humedad superficial del:**

✚ Agregado fino : $0.48\% - 3.55\% = - 3.07\%$

✚ Agregado grueso : $0.09\% - 0.69\% = - 0.60\%$

➤ **Aporte de humedad del:**

✚ Agregado fino : $727.51 \times 0.0307 = - 22.36 \text{ lt/m}^3$

✚ Agregado grueso : $908.18 \times -0.006 = - 5.48 \text{ lt/m}^3$

✚ Aporte de humedad del agregado = $- 27.83 \text{ lt/m}^3$

✚ Agua efectiva: $193 + 27.83 = 220.8 \text{ lt/m}^3$

➤ **Valores finales de obra:**

✚ Cemento : 433.7 kg/m^3

✚ Agua de diseño : 220.8 lt/m^3

✚ Agregado fino húmedo : 731.00 kg/m^3

✚ Agregado grueso húmedo : 909.00 kg/m^3

✚ Aire atrapado : 1.5%

✚ Fibra vegetal (1.5%) : $433.7 \times (1.5/100) = 6.51 \text{ kg/m}^3$

➤ **Proporción en peso:**

$$\frac{433.7}{433.7} : \frac{731.0}{433.7} : \frac{909.0}{433.7} : \frac{6.51}{433.7} = 1 : 1.69 : 2.10 : 0.015$$

➤ **Pesos por tandas de un saco:**

✚ Relación agua – cemento efectiva: $220.8/433.7 = 0.50$

Cantidades de materiales por tanda de un saco serán:

+ Cemento	: 1 x 42.5 = 42.50 kg/bolsa
+ Agua efectiva	: 0.50 x 42.5 = 21.25 lt/bolsa
+ Agregado Fino húmedo	: 1.69 x 42.5 = 71.83 kg/bolsa
+ Agregado Grueso húmedo	: 2.10 x 42.5 = 89.25 kg/bolsa
+ Fibra vegetal (1.5%)	: 0.015 x 42.5 = 0.638 kg/bolsa

➤ **Para una tanda de 0.02 m³**

+ Cemento	: 8.674 kg
+ Agua efectiva	: 4.42 lts
+ Agregado fino húmedo	: 14.62 kg
+ Agregado grueso húmedo	: 18.18 kg
+ Fibra vegetal (1.5%)	: 0.130 kg : 130.11 gr

➤ **Corrección por asentamiento**

Corrección por asentamiento (incremento 2lt por cada incremento de 1cm en asentamiento)

+ Asentamiento deseado	: 10 cm
+ Asentamiento obtenido	: 2.8 cm
+ Incrementar asentamiento en	: 7.2 cm
+ Incrementar agua de mezcla en	: 14.40 lt/ m ³

➤ **Agua de mezclado por m³, corregido : 235.30 lt/m³**

➤ **Corrección por apariencia de mezcla (Método de los volúmenes absolutos)**

Cemento	: 433.7 / (3.05 x 1000)	:	0.1421993 m ³
Agua	: 235.30 / (1 x 1000)	:	0.23530 m ³
Aire	: 1.5%	:	<u>0.015 m³</u>
Volumen absoluto		:	0.3924993 m ³

➤ **Volumen absoluto del agregado: 1 – 0.392 : 0.6075007m³**

➤ Agregado fino: 0.6075007x 0.4477 = 0.2720 m³

➤ Agregado grueso: 0.6075007x 0.5523 = 0.3355 m³

➤ **Peso seco de los agregados:**

+ Agregado fino: 0.2720 x 2.50 x 1000 = 680.16 kg/m³

+ Agregado grueso: 0.3355 x 2.53 x 1000 = 849.06 kg/m³

➤ **Valores finales de obra:**

✚ Cemento	:	433.7 kg/m ³
✚ Agua de diseño	:	235.30 lt/m ³
✚ Agregado fino húmedo	:	680.16 kg/m ³
✚ Agregado grueso húmedo	:	849.06 kg/m ³
✚ Aire atrapado	:	1.5 %
✚ Fibra vegetal (1.5%)	:	433.7*(1.5/100) : 6.51 kg/m ³

➤ **Proporción en peso:**

$$\frac{433.7}{433.7} : \frac{680.16}{433.7} : \frac{849.06}{433.7} : \frac{6.51}{433.7} = 1 : 1.57 : 1.96 : 0.015$$

➤ **Pesos por tandas de un saco:**

✚ Relación agua – cemento efectiva: $235.30 / 433.7 = 0.54$

Cantidades de materiales por tanda de un saco serán:

✚ Cemento	:	1 x 42.5 = 42.50 kg/bolsa
✚ Agua efectiva	:	0.54 x 42.5 = 23.06 lt/bolsa
✚ Agregado Fino húmedo	:	1.57 x 42.5 = 66.65 kg/bolsa
✚ Agregado Grueso húmedo	:	1.96 x 42.5 = 83.20 kg/bolsa
✚ Fibra vegetal (1.5%)	:	0.015 x 42.5 = 0.64 kg/bolsa

➤ **Para una tanda de 0.02 m³**

✚ Cemento	:	8.67 kg
✚ Agua efectiva	:	4.71 lts
✚ Agregado fino húmedo	:	13.60 kg
✚ Agregado grueso húmedo	:	16.98 kg
✚ Fibra vegetal (1.5%)	:	0.130 kg : 130.11 gr

e) Diseños de mezcla – adición de fibra vegetal (cocos nocifera)

Tabla N° 59 Cantidades de materiales por 1 m³, con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) (f'c = 280 kg/cm²)

Materiales	% de adición de fibra vegetal (cocos nocifera)			
	0%	0.50%	1.00%	1.5%
Cemento	433.70 kg	433.70 kg	433.70 kg	433.70 kg
Agua de diseño	220.8 lt	226.10 lt	230.50 lt	235.30 lt
Agregado fino húmedo	731 kg	690.92 kg	685.53 kg	680.16 kg
Agregado grueso húmedo	909 kg	861.92 kg	855.77 kg	849.06 kg
Fibra vegetal (cocos nocifera)	-	2.17 kg	4.34 kg	6.51 kg
Relación Agua/Cemento diseño	0.45			
Relación Agua /Cemento efectiva	0.51	0.52	0.53	0.54

Tabla N° 60 Proporción en peso para 1m³, con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) (f'c = 280 kg/cm²)

Materiales	% de adición de fibra vegetal (cocos nocifera)			
	0%	0.50%	1.00%	1.50%
Cemento	1	1	1	1
Agua efectiva	5.20 lts	5.32 lts	5.42 lts	5.54 lts
Agregado fino	1.69	1.60	1.58	1.57
Agregado grueso	2.10	2.00	1.97	1.96
Fibra vegetal (cocos nocifera)	-	0.005	0.01	0.015

Tabla N° 61 Cantidades de materiales por tanda de 0.02 m³, con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) (f'c = 280 kg/cm²)

Materiales	% de adición de fibra vegetal (cocos nocifera)			
	0%	0.50%	1.00%	1.50%
Cemento	8674.16 g	8674.16 g	8674.16 g	8674.16 g
Agua efectiva	4.42 lt	4.52 lt	4.61 lt	4.71 lt
Agregado fino	14620.12 g	13809.11 g	13710.58 g	13603.10 g
Agregado grueso	18179.90 g	17238.32 g	17115.33 g	16981.16 g
Fibra vegetal (cocos nocifera)	-	43.37 g	86.74 g	130.11 g
Relación Agua/Cemento diseño	0.45			
Relación Agua /Cemento efectiva	0.51	0.52	0.53	0.54

Tabla N° 62 Cantidades de materiales por tanda de 0.30 m³, con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) (f'c = 280 kg/cm²) para la elaboración de 120 probetas de concreto

Materiales	% de adición de fibra vegetal (cocos nocifera)			
	0%	0.50%	1.00%	1.50%
Cemento	130.11 kg	130.11 kg	130.11 kg	130.11 kg
Agua efectiva	66.30 lts	67.80 lts	69.15 lts	70.65 lts
Agregado fino húmedo	219.3 kg	207.14 kg	205.66 kg	204.05 kg
Agregado grueso húmedo	272.7 kg	258.57 kg	256.73 kg	254.72 kg
Fibra vegetal (cocos nocifera)	0	0.65 kg	1.3 kg	1.95 kg
Relación Agua/Cemento diseño	0.45			
Relación Agua /Cemento efectiva	0.51	0.52	0.53	0.54

7.7. ANEXO VI: CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DONDE SE HA REALIZADO LOS ENSAYOS.



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle: Capitan Juan Porcel N° 108 –JAEN – Cajamarca, R.U.C. 20495954847. Cel. 976-882127, R.P.M. #0119741, RPC 973483857
Av. Chachapoyas N° 3214 Sector Esperanza Alta (Después del terminal Leyva), BAGUA GRANDE –Amazonas, Cel. 976980743, R.P.M. #0119743
Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

JUAN PORCEL N° 108 URB.SANCAMILO

JAEN

MG. ING. LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN, Gerente General de la empresa **GEOCON VIAL INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

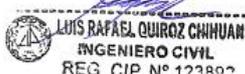
CERTIFICA,

Que, el **TESISTA BERAÚN CORONEL ENRIQUE GABRIEL**, con **DNI N° 70766499** ha realizado sus ensayos para la tesis: **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE $F'c = 280\text{Kg/cm}^2$ CON ADICIÓN DE FIBRA VEGETAL (COCO S NOCIFERA) CON UNA PROPORCIÓN DE 0.5%, 1.0% Y 1.5%**, en los meses de setiembre y octubre de este año, realizados en ésta empresa, habiéndose alcanzado los objetivos programados de forma enteramente satisfactorias.

Para que conste donde sea oportuno firmo la presente.

30 de diciembre de 2016

Atentamente:



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 122802



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel N° 108 – JAEN – Cajamarca, R.U.C. 20485954847. Gel. 976-882127, R.P.M. #0119741, RPC 973483857
 Av. Chachapoyas N° 3214 Sector Esperanza Alta (Después del terminal Leyva), BAGUA GRANDE – Amazonas, Gel. 976980743, R.P.M. #0119743
 Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

TESIS : "Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%".

TESISTA : Bachiller Enrique Gabriel Beraún Coronel

CANTERA : Cantera OLLano - Sector Mochenta

UBICACIÓN : Distrito Jaén - Provincia Jaén - Departamento Cajamarca

TIPO DE AGREGADO : Agregado Fino

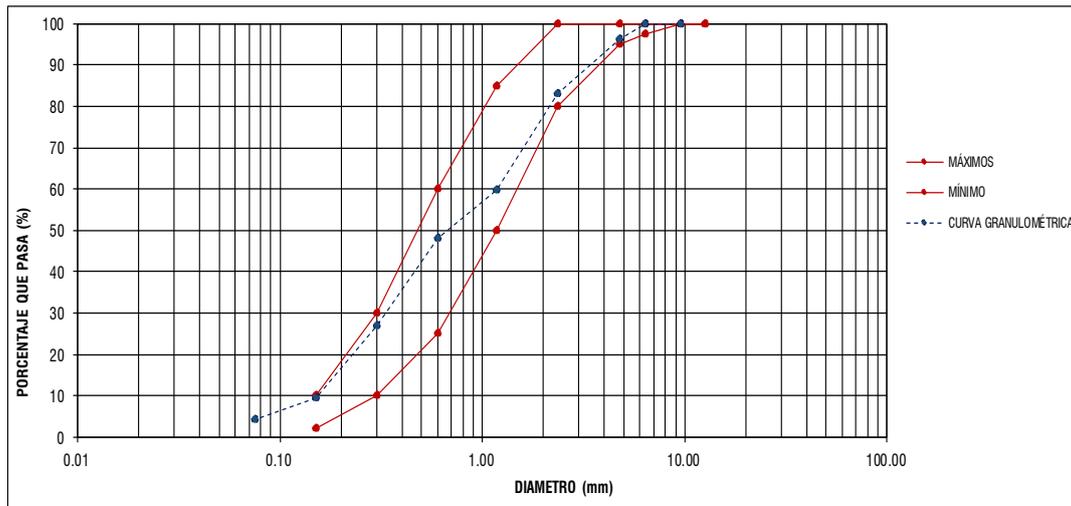
FECHA : Septiembre del 2016

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

ENSAYO N° 01		PESO DE LA MUESTRA = 500 gr			CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
N°	ABERTURA (mm)	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PASA QUE	A.S.T.M. C 566	
		(gr)	(%)	(%)	(%)	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE
3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0		110° C
2 ½"	63.00	0.0	0.00	0.0	100.00	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)	697.00
2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)	659.60
1 ½"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.00	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.67
1"	25.40	0.0	0.00	0.0	100.00	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200	
¾"	19.00	0.0	0.00	0.0	100.00	A.S.T.M. C 117	
½"	12.50	0.0	0.00	0.0	100.00	PESO INICIAL SECO (gr)	500.00
3/8"	9.50	0.0	0.00	0.0	100.00	PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)	478.30
¼"	6.35	0.00	0.00	0.0	100.00	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 (%)	4.34
N° 4	4.75	18.61	3.72	3.7	96.28	CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO	
N° 8	2.36	65.65	13.13	16.9	83.15	PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm³)	2.50
N° 16	1.18	116.37	23.27	40.1	59.87	PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m³)	1589.67
N° 30	0.60	58.81	11.76	51.9	48.11	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (Kg/m³)	1647.33
N° 50	0.30	105.46	21.09	73.0	27.02	ABSORCION (%)	3.55
N° 100	0.15	87.72	17.54	90.5	9.48	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.66
N° 200	0.075	25.68	5.14	95.7	4.34	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200	4.34
CAZOLETA	---	21.70	4.34	100.0	0.00	EQUIVALENTE DE ARENA	-
TOTAL		500.00				MODULO DE FINURA (Mf)	2.76



Luis Rafael Quiroz Chumhan
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 127809

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RQ- GEOCON VIAL- INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel N° 108 –JAEN – Cajamarca, R.U.C. 20495954847. Gel. 976-882127, R.P.M. #0119741, RPC 973483857
Av. Chachapoyas N° 3214 Sector Esperanza Alta (Después del terminal Leyva), BAGUA GRANDE –Amazonas, Gel. 976980743, R.P.M. #0119743
Email : geoconvia@hotmail.com, geoconvia@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

TESIS : "Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%".

TESISTA : Bachiller Enrique Gabriel Beraún Coronel

CANTERA : Cantera OLLano - Sector Mochenta

UBICACIÓN : Distrito Jaén - Provincia Jaén - Departamento Cajamarca

TIPO DE AGREGADO : Agregado Fino

FECHA : Septiembre del 2016

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

I. DATOS

ITEM	ENSAYO		
	1	2	3
1.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua (gr)	1230.6	1228.5	1228.0
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco (gr)	924.4	921.5	920.4
3.- Peso del agua (gr)	306.2	306.9	307.6
4.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco (gr)	657.3	657.8	658.4
5.- Peso del frasco (gr)	175.0	175.0	175.0
6.- Peso de la arena secada al horno (gr)	482.3	482.8	483.4
7.- Volumen del frasco (cm^3)	500.0	500.0	500.0

II .- RESULTADOS

ITEM	ENSAYO			PROMEDIO
	1	2	3	
1.- Peso específico de masa (gr/cm^3)	2.49	2.50	2.51	2.501
2.- Peso específico de masa saturado superficialmente seco (gr/cm^3)	2.58	2.59	2.60	2.590
3.- Peso específico aparente (gr/cm^3)	2.74	2.75	2.75	2.745
4.- Porcentaje de absorción %	3.67	3.56	3.43	3.553


LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 123802

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ- GEOCON VIAL- INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

**GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Calle. Capitan Juan Porcel N° 108 – JAEN – Cajamarca, R.U.C. 20495954847. Cel. 976-882127, R.P.M. #0119741, RPC 973483857
Av. Chachapoyas N° 3214 Sector Esperanza Alta (Después del terminal Leyva), BAGUA GRANDE – Amazonas, Cel. 976980743, R.P.M. #0119743
Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

TESIS : "Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%".
TESISTA : Bachiller Enrique Gabriel Beraún Coronel
CANTERA : Cantera Ollano - Sector Mochenta
UBICACIÓN : Distrito Jaén - Provincia Jaén - Departamento Cajamarca
TIPO DE AGREGADO : Agregado Fino
FECHA : Septiembre del 2016

Ensayo : Peso unitario del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

1.- PESO UNITARIO SUELTO

ITEM	ENSAYO		
	1	2	3
.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	29150.0	28905.0	28750.0
.- Peso del recipiente (gr.)	6680.0	6680.0	6680.0
.- Peso de muestra (gr.)	22470.0	22225.0	22070.0
.- Constante ó Volumen (cm^3)	14000.0	14000.0	14000.0
.- Peso unitario suelto húmedo (kg./m^3)	1605.0	1588.0	1576.0
.- Peso unitario suelto seco (kg./m^3)	1589.67		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

ITEM	ENSAYO		
	1	2	3
.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	29750.00	29738.00	29743.00
.- Peso del recipiente (gr.)	6680.0	6680.0	6680.0
.- Peso de muestra (gr.)	23070.0	23058.0	23063.0
.- Constante ó Volumen (m^3)	14000.0	14000.0	14000.0
.- Peso unitario suelto seco (kg./m^3)	1648.0	1647.0	1647.0
.- Peso unitario seco compactado (Promedio) (kg./m^3)	1647.33		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

3.- CONTENIDO DE HUMEDA DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	ENSAYO		
	1	2	3
.- Peso de muestra húmeda (gr.)	673	750	668
.- Peso de muestra seca (gr.)	637.53	708.53	632.73
.- Peso de recipiente (gr.)	0	0	0
.- Contenido de humedad (%)	5.56	5.85	5.57
.- Contenido de humedad (promedio) (%)	5.66		


LUIS RAFAEL QUIROZ CHIUWAN
INGENIERO CIVIL
REG CIP N° 122802

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RQ- GEOCON VIAL- INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel N° 108 – JAEN – Cajamarca, R.U.C. 20495954847. Cel. 976-882127, R.P.M. #0119741, RPC 973483857
 Av. Chachapoyas N° 3214 Sector Esperanza Alta (Después del terminal Leyva), BAGUA GRANDE – Amazonas, Cel. 976980743, R.P.M. #0119743
 Email : geoconvia@hotmail.com, geoconvia@gmail.com.

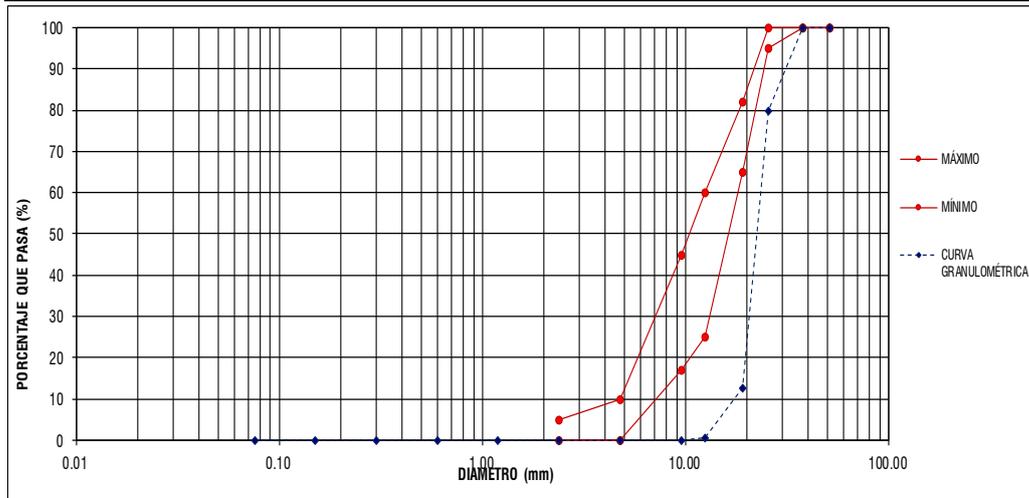
PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

TESIS : "Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%".
TESISTA : Bachiller Enrique Gabriel Beraún Coronel
CANTERA : Cantera OLLano - Sector Mochenta
UBICACIÓN : Distrito Jaén - Provincia Jaén - Departamento Cajamarca
TIPO DE AGREGADO : Agregado Grueso
FECHA : Septiembre del 2016

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

ENSAYO N° 01		PESO DE LA MUESTRA = 6500 gr				CONTENIDO DE HUMEDAD		
TAMIZ		PESO	PORCENTAJE	PORCENTAJE	PORCENTAJE	A.S.T.M. C 566		
N°	ABERTURA	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
	(mm)	PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	ACUMULADO (%)	(%)			
3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		7000.00
2 ½"	63.00	0.0	0.00	0.0	100.00	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		6984.00
2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.00	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		0.23
1 ½"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.00	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200		
1"	25.40	1315.0	20.23	20.2	79.77	A.S.T.M. C 117		
¾"	19.00	4353.0	66.97	87.2	12.80	PESO INICIAL SECO (gr)		6500.00
½"	12.50	788.0	12.12	99.3	0.68	PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)		6493.20
3/8"	9.50	37.2	0.57	99.9	0.10	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 (%)		0.10
N° 4	4.75	0.0	0.00	99.9	0.10	CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO		
N° 8	2.36	0.0	0.00	99.9	0.10	PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3)		2.53
N° 16	1.18	0.0	0.00	99.9	0.10	PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)		1370.33
N° 30	0.60	0.0	0.00	99.9	0.10	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (Kg/m3)		1497.67
N° 50	0.30	0.0	0.00	99.9	0.10	ABSORCION (%)		0.69
N° 100	0.15	0.0	0.00	99.9	0.10	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		0.23
N° 200	0.075	0.0	0.00	99.9	0.10	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200		0.10
CAZOLETA	----	6.80	0.10	100.0	0.00	ABRASION LOS ANGELES (%)		20.93%
TOTAL		6500				MODULO DE FINURA (Mg)		7.86



[Signature]
 LUIS BAFIOL QUINZ CHIVAN
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 123807

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ- GEOCON VIAL- INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel N° 108 –JAEN – Cajamarca, R.U.C. 20495954847. Cel. 976-882127, R.P.M. #0119741, RPC 973483857
Av. Chachapoyas N° 3214 Sector Esperanza Alta (Después del terminal Leyva), BAGUA GRANDE –Amazonas, Cel. 976980743, R.P.M. #0119743
Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

TESIS : "Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%".

TESISTA : Bachiller Enrique Gabriel Beraún Coronel

CANTERA : Cantera Ollano - Sector Mochenta

UBICACIÓN : Distrito Jaén - Provincia Jaén - Departamento Cajamarca

TIPO DE AGREGADO : Agregado Grueso

FECHA : Septiembre del 2016

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado Grueso
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

I. DATOS

ITEM	ENSAYO		
	1	2	3
1.- Peso de la muestra secada al horno (gr)	5001.0	5003.0	5005.0
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)	5035.0	5038.0	5040.0
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla (gr)	3052.0	3069.0	3061.0
4.- Peso de la canastilla (gr)	0	0	0
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua (gr)	3052.0	3069.0	3061.0

II .- RESULTADOS

ITEM	ENSAYO			PROMEDIO
	1	2	3	
1.- Peso específico de masa (gr/cm^3)	2.52	2.54	2.53	2.53
2.- Peso específico de masa saturado superficialmente seco. (gr/cm^3)	2.54	2.56	2.55	2.55
3.- Peso específico aparente (gr/cm^3)	2.57	2.59	2.57	2.58
4.- Porcentaje de absorción (%)	0.68	0.70	0.70	0.69


LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 123802

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ- GEOCON VIAL- INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel N° 108 – JAEN – Cajamarca, R.U.C. 20495954847. Gel. 976-882127, R.P.M. #0119741, RPC 973483857
 Av. Chachapoyas N° 3214 Sector Esperanza Alta (Después del terminal Leyva), BAGUA GRANDE – Amazonas, Gel. 978980743, R.P.M. #0119743
 Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

TESIS : "Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%".
TESISTA : Bachiller Enrique Gabriel Beraún Coronel
CANTERA : Cantera OLLano - Sector Mochenta
UBICACIÓN : Distrito Jaén - Provincia Jaén - Departamento Cajamarca
TIPO DE AGREGADO : Agregado Grueso
FECHA : Septiembre del 2016

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

1.- PESO UNITARIO SUELTO

ITEM	ENSAYO		
	1	2	3
.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	26100	25650	25600
.- Peso del recipiente (gr.)	6600	6600	6600
.- Peso de muestra (gr.)	19500	19050	19000
.- Constante ó Volumen (cm^3)	14000	14000	14000
.- Peso unitario suelto (kg./m^3)	1393	1361	1357
.- Peso unitario suelto (Promedio) (kg./m^3)	1370.33		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

ITEM	ENSAYO		
	1	2	3
.- Peso de la muestra suelta + recipiente (gr.)	27500	27550	27650
.- Peso del recipiente (gr.)	6600	6600	6600
.- Peso de muestra (gr.)	20900	20950	21050
.- Constante ó Volumen (cm^3)	14000	14000	14000
.- Peso unitario suelto húmedo (kg./m^3)	1493	1496	1504
.- Peso unitario compactado (Promedio) (kg./m^3)	1497.67		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

ITEM	ENSAYO		
	1	2	3
.- Peso de muestra húmeda (gr.)	7000	7003	7004
.- Peso de muestra seca (gr.)	6984	6986	6988
.- Peso de recipiente (gr.)	0	0	0
.- Contenido de humedad (%)	0.23	0.24	0.23
.- Contenido de humedad (promedio) (%)	0.23		


LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
 INGENIERO CIVIL
 REG CIP N° 123807

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ- GEOCON VIAL- INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

Calle. Capitan Juan Porcel N° 108 – JAEN – Cajamarca, R.U.C. 20495954847. Gel. 976-882127, R.P.M. #0119741, RPC 973483857
Av. Chachapoyas N° 3214 Sector Esperanza Alta (Después del terminal Leyva), BAGUA GRANDE – Amazonas, Gel. 976980743, R.P.M. #0119743
Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

TESIS : "Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%".

INVESTIGADOR : Bachiller Enrique Gabriel Beraún Coronel
CANtera : Cantera OLIano - Sector Mochenta
UBICACIÓN : Distrito Jaén - Provincia Jaén - Departamento Cajamarca
TIPO DE AGREGADO : Agregado Fino
FECHA : Septiembre del 2016

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-131 ó N.T.P. 400.019-2002

TAMICES		N° DE ENSAYOS		
ABERTURA	RETENIDO EN	1	2	3
1 1/2"	1"	1255.00	1253.00	1254.00
1"	3/4"	1255.00	1253.00	1254.00
3/4"	1/2"	1250.00	1251.00	1249.00
1/2"	3/8"	1250.00	1251.00	1250.00
TOTAL		5010.00	5008.00	5007.00
Numero de esferas		8.00		
Peso original de la Muestra (gr.)		5010.00	5008.00	5007.00
Peso final de la Muestra (gr.)		4021.00	3897.00	3963.00
Peso del desgaste del agregado (gr.)		989.00	1111.00	1044.00
% DE ABRASIÓN		19.74%	22.18%	20.85%
% PROMEDIO DE ABRASIÓN		20.93%		


 **LUIS RAFAEL QUIROZ CHHUAN**
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 123802

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados RQ- GEOCON VIAL- INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.



GEOCON VIAL – INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 Calle. Capitan Juan Porcel N° 108 –JAEN – Cajamarca, R.U.C. 20495954847. Gel. 976-882127, R.P.M. #0119741, RPC 973483857
 Av. Chachapoyas N° 3214 Sector Esperanza Alta (Después del terminal Leyva), BAGUA GRANDE –Amazonas, Gel. 976980743, R.P.M. #0119743
 Email : geoconvial@hotmail.com, geoconvial@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

TESIS : "Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%".
TESISTA : Bachiller Enrique Gabriel Beraún Coronel
UBICACIÓN : Distrito Jaén - Provincia Jaén - Departamento Cajamarca
ENSAYO : Resistencia a Compresión
FECHA : Octubre del 2016

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS
 METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 A.S.T.M. C 39**

PROBETA N°	CÓDIGO	EADDES		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CP-0 (kg/cm ²)				
1	CP-0-1	214.75	284.77	343.52
2	CP-0-2	213.52	269.97	323.52
3	CP-0-3	219.63	287.89	348.60
4	CP-0-4	221.79	266.80	324.95
5	CP-0-5	214.58	279.96	345.83
6	CP-0-6	219.91	289.94	325.02
7	CP-0-7	214.98	271.13	328.87
8	CP-0-8	222.29	284.21	333.71
9	CP-0-9	215.28	267.16	333.95
10	CP-0-10	219.23	269.61	330.37
PROMEDIO:		217.60	277.14	333.83

PROBETA N°	CÓDIGO	EADDES		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CPFV-0.5 (kg/cm ²)				
1	CPFV-0.5-1	212.88	264.49	312.30
2	CPFV-0.5-2	200.31	275.46	299.73
3	CPFV-0.5-3	212.20	264.74	311.63
4	CPFV-0.5-4	201.26	263.78	294.91
5	CPFV-0.5-5	209.28	276.35	302.93
6	CPFV-0.5-6	200.13	269.87	298.39
7	CPFV-0.5-7	208.67	274.79	313.86
8	CPFV-0.5-8	211.32	263.60	304.97
9	CPFV-0.5-9	201.01	268.11	298.71
10	CPFV-0.5-10	211.99	275.68	305.64
PROMEDIO:		206.91	269.69	304.31

LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
 INGENIERO CIVIL
 REG CIP N° 123802

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ- GEOCON VIAL- INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

**GEOCON VIAL— INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.**

Calle. Capitan Juan Porcel N° 108 – JAEN – Cajamarca, R.U.C. 20495954847. Cel. 976-882127, R.P.M. #0119741, RPC 973483857
 Av. Chachapoyas N° 3214 Sector Esperanza Alta (Después del terminal Leyva), BAGUA GRANDE –Amazonas, Cel. 976980743, R.P.M. #0119743
 Email : geoconvia@hotmail.com, geoconvia@gmail.com.

PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
 TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
 VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

TESIS : "Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%".

TESISTA : Bachiller Enrique Gabriel Beraún Coronel

UBICACIÓN : Distrito Jaén - Provincia Jaén - Departamento Cajamarca

ENSAYO : Resistencia a Compresión

FECHA : Octubre del 2016

**STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS
 METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 A.S.T.M. C 39**

PROBETA N°	CÓDIGO	EIDADES		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CP-1.0 (kg/cm2)				
1	CPFV-1.0-1	206.53	259.17	298.58
2	CPFV-1.0-2	195.69	266.81	283.71
3	CPFV-1.0-3	205.28	270.00	299.06
4	CPFV-1.0-4	196.65	265.80	284.66
5	CPFV-1.0-5	202.93	260.12	293.25
6	CPFV-1.0-6	195.51	268.75	286.41
7	CPFV-1.0-7	202.32	258.14	300.73
8	CPFV-1.0-8	204.97	262.94	296.45
9	CPFV-1.0-9	194.67	268.45	283.26
10	CPFV-1.0-10	204.49	258.98	298.27
PROMEDIO:		200.90	263.92	292.44

PROBETA N°	CÓDIGO	EIDADES		
		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CPFV-1.5 (kg/cm2)				
1	CPFV-1.5-1	187.86	259.69	267.78
2	CPFV-1.5-2	200.41	252.29	280.33
3	CPFV-1.5-3	196.22	250.18	272.68
4	CPFV-1.5-4	188.82	261.57	269.31
5	CPFV-1.5-5	196.83	263.23	277.93
6	CPFV-1.5-6	190.55	262.34	271.05
7	CPFV-1.5-7	199.76	263.02	280.83
8	CPFV-1.5-8	198.86	249.69	271.97
9	CPFV-1.5-9	189.68	258.57	270.18
10	CPFV-1.5-10	199.55	254.03	281.09
PROMEDIO:		194.85	257.46	274.31


 LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 123802

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados RQ- GEOCON VIAL- INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

7.8. ANEXO VII: ELABORACIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

Tabla N° 63 Elaboración de probetas de concreto

Elaborado por:	Bach. Enrique Gabriel Beraún Coronel	
Revisado por:	Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas	
	1.- Medición de los materiales.	Para medir los materiales se procede a pesar de acuerdo a la dosificación incluyendo el porcentaje de adición de la fibra de coco.
	2.-Mezclado de los materiales.	Se procede a mezclar los materiales iniciando primero con el agregado grueso, cemento, luego el agua un 80%, y fibra de coco previamente preparada y por último se incorporó el agregado grueso.
	3.-Ensayo de Consistencia de 4pulg.	Mediremos si el asentamiento obtenido está dentro de los parámetros para la dosificación. Se colocará el cono de Abrams sobre una bandeja metálica lisa, se lo mantendrá fijo y seguro a la bandeja, procedemos a llenar el cono en tres capas, dando 25 golpes con la varilla de punta redonda por capa. Al terminar se retira el cono de Abrams de manera vertical en un tiempo máximo de 5 segundos tomaremos el asentamiento.



4.-determinó del contenido de aire de la mezcla.

Mediante el ensayo de la olla Washington se determinó el % de contenido de aire si estaba según el diseño.



5.- Toma de muestras.

Inicialmente se engrasa los moldes, esto evita que el hormigón se adhiera a cilindro, los moldes se llenan en tres tercios de la altura del cilindro y se compacta mediante 25 golpes de la varilla, se golpea horizontalmente en los lados del molde con un mazo de caucho (aproximadamente 1kg de masa), con 10 golpes cada lado para llenar los vacíos que deja la varilla, proceso por cada tercio del cilindro. El último tercio se lo dejara completamente lleno es necesario dejar la superficie del hormigón nivelada con dos o tres pasadas de la varilla con punta redondeada.



6.-Tiempo de espera.

Los cilindros se deja sin mover ni desmoldar de 24 horas o hasta que se han endurecido lo suficiente para resistir al momento de desmoldar sin dañar los filos de las muestras. La temperatura no deberá ser inferior a los 20 ° C ni superiores a los 27 ° C. luego se procederá a desencofrar y curar durante el tiempo requerido: 7, 14 y 28 días.



7.9. ANEXO VIII: PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N° 01 Obtención de la fibra vegetal (cocos nocifera).



Foto N° 02 Elección y acarreo de los Agregados de la cantera “Olano”



Foto N° 03 Cuarteo del agregado fino y grueso para la reducción a tamaño de muestra para los ensayos a realizar.



Foto N° 04 Tamizado y pesando de cada malla para obtener análisis granulométrico del agregado fino y grueso.

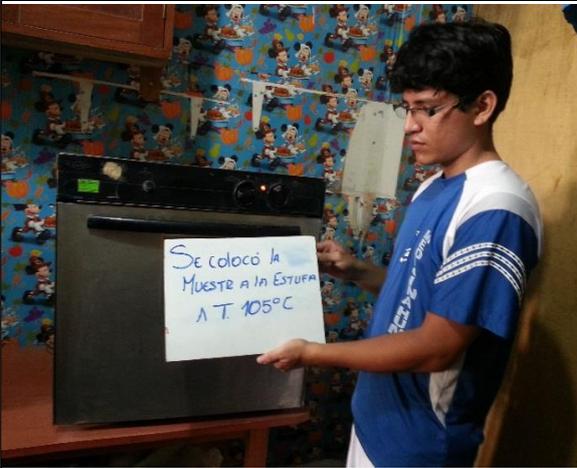


Foto N° 05 Secado en la estufa a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ del agregado fino y grueso para los diferentes ensayos.



Foto N° 06 Tamizado y pesando de cada malla para obtener análisis granulométrico del agregado fino y grueso.



Foto N° 07 Ensayo para la obtención de los pesos específicos y la absorción del Agregado del agregado grueso.



Foto N° 08 Ensayo de pesos unitarios seco de los agregados fino y grueso.



Foto N° 09 Ensayo de abrasión en la maquina los Angeles.



Foto N° 10 Se realizó el análisis químico la fibra vegetal (cocos nocifera) en cenizas para obtener mejores resultados sobre sus composiciones químicas. Estos ensayos se realizaron con ayuda del Ing. Jorge Antonio Delgado Soto, docente de la Universidad Nacional de Cajamarca.



Foto N° 11 Pesado de los componentes de la mezcla y mezclado de la tanda 0.02m3



Foto N° 12 Materiales pesados y se procedió con la colocación de la fibra vegetal (cocos nocifera) al trompo.



Foto N° 13 Mezcla homogénea de los materiales para la elaboración de los especímenes a ensayar.



Foto N° 14 Determinación del Slump (asentamiento) mediante el cono de Abrams.



Foto N° 15 Lleno la olla Washington con mezcla de concreto fresco para determinar el contenido de aire.



Foto N° 16 Se pesó la mezcla de concreto fresco para obtener el peso unitario.



Foto N° 17 Elaboración de probetas de concreto sin adición y para 0.5% , 1.0% y 1.5 % de adición de fibra vegetal para ser ensayadas a los 7, 14 y 28 días



Foto N° 18 Curado de probetas en cilindros bajo sombra.



Foto N° 19 Rotura de probetas mediante el ensayo a compresión, estuvo como testigo el Ing. José Antonio Coronel Delgado y el Ing. Luis Rafael Quiroz Chihuan.



Foto N° 20 Rotura de probetas mediante el ensayo a compresión, estuvo como testigo el Ing. José Antonio Coronel Delgado.

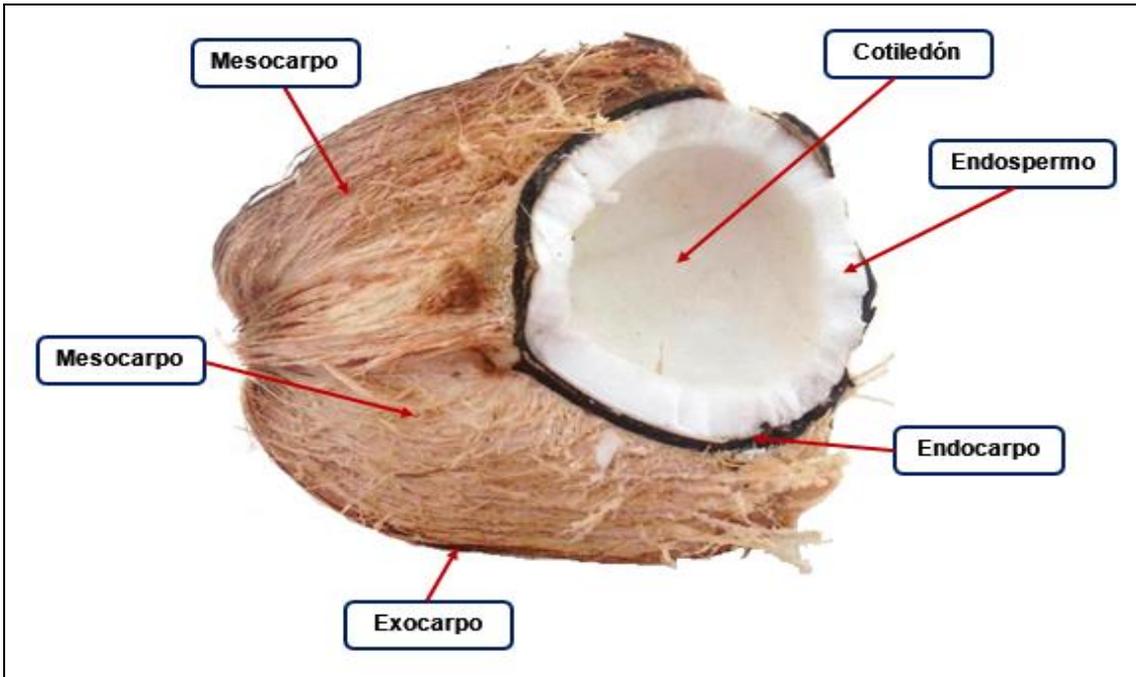


Foto N° 21 Estructura del fruto coco. El mesocarpo se empleó como material de adición para el concreto.

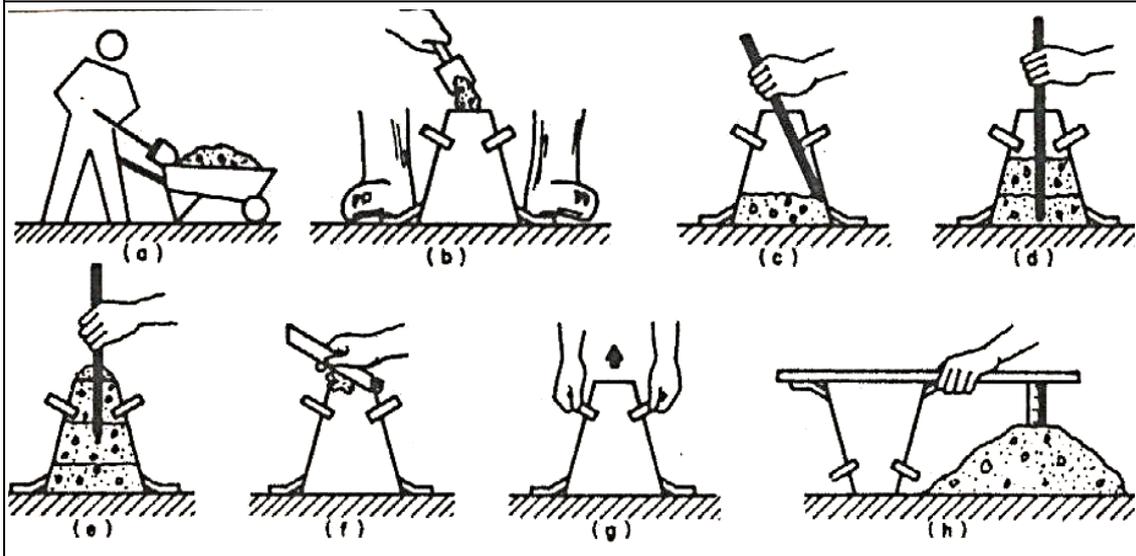


Foto N° 22 Se esquematiza la secuencia de la prueba de asentamiento o slump.