



FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
F’C=210 KG/CM² CON TRES PORCENTAJES (0.5%, 1.0% Y
2.5%) DE FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR”**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autora:

María Lidia Mendoza Huatay

Asesor:

M.cs. Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero

Cajamarca – Perú

2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

La asesora M.cs. Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero, docente de la Universidad Privada del Norte; Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Civil, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de la estudiante:

❖ Mendoza Huatay, María Lidia

Por cuanto, CONSIDERA que la tesis titulada: “Resistencia a la Compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con tres porcentajes (0.5%, 1.0% y 2.5%) de fibra de bagazo de caña de azúcar” para aspirar el título profesional de: Ingeniero Civil por la universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por la cual AUTORIZA a la interesada para su presentación.

M.cs. Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero
ASESOR

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de la estudiante María Lidia Mendoza Huatay, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con tres porcentajes (0.5%, 1.0% y 2.5%) de fibra de bagazo de caña de azúcar.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

() Aprobación por unanimidad

Calificativo:

- () Excelente [20 - 18]
- () Sobresaliente [17 - 15]
- () Bueno [14 - 13]

() Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

() Aprobación por mayoría

Calificativo:

- () Excelente [20 - 18]
- () Sobresaliente [17 - 15]
- () Bueno [14 - 13]

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga

**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Gerson Quispe Rodríguez

**JURADO
SECRETARIO**

Ing. Erlyn Salazar Huamán

**JURADO
VOCAL**

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la vida, fortaleza, por ser mí fuerza, refugio en momentos difíciles y darme la fuerza para superar obstáculos y dificultades, por mantenerme por el camino correcto y haberme permitido culminar este proyecto de investigación.

A mi madre M. Rosario Huatay Herrera.

Por brindarme su apoyo incondicional, por sus sabios consejos, por la motivación y brindarme palabras de aliento para no decaer y alcanzar mis metas y objetivos y por todo el amor que me brindo durante su existencia.

A mi padre Mario Mendoza Infante.

Por ser el ejemplo de lucha, por tu sacrificio permanente que me ha llevado a cumplir metas que me he propuesto.

A mi hija

Por ser mi motivación e impulsarme a cada día superarme y por tenerme paciencia por no estar contigo en momentos importantes de tu vida.

Mis hermanos

Por su apoyo incondicional y animo a lo largo de toda mi vida universitaria.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitir cumplir mi sueño anhelado a pesar de tantos obstáculos.

A mis padres por brindarme apoyo y aliento durante todos mis estudios universitarios.

A mi asesora la M.cs. Ing. Irene del Rosario Ravines Azañero por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, por su colaboración y recomendaciones para el desarrollo de la tesis.

A la Universidad Privada del Norte por darnos la oportunidad de formarnos como mejores personas y profesionales.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICAS.....	8
RESUMEN.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema.....	22
1.3. Justificación.....	22
1.4. Objetivos	23
1.5.1. <i>Objetivo General</i>	23
1.5.2. <i>Objetivos Específicos</i>	23
1.5. Hipótesis	23
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	24
2.1. Tipo de Investigación	24
2.2. Muestra	24
2.2.1. <i>Unidad de estudio</i>	24
2.2.2. <i>Población</i>	24
2.2.3. <i>Muestra</i>	24
2.3. Métodos.....	25
2.3.1. <i>Técnicas de recolección de datos y análisis de datos</i>	25
2.3.2. <i>Procedimientos</i>	25
2.3.3. <i>Ensayo de los agregados</i>	27
CAPÍTULO III. RESULTADOS	54
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	74
REFERENCIAS.....	78
ANEXOS	80
ANEXOS 1: PANEL FOTOGRAFICO.....	79
ANEXOS 2: DISEÑO DE MEZCLAS.....	104
ANEXOS 3: FORMATOS DE LABORATORIO.....	110
ANEXOS 4: UBICACIÓN DE LA CANTERA.....	153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Propiedades químicas de la fracciones de bagazo.....	17
Tabla N° 2. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos.	25
Tabla N° 3. Tamaño de la muestra de agregado.	27
Tabla N° 4. Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global.	28
Tabla N° 5. Capacidad de la medida.	31
Tabla N° 6. Peso mínimo de la muestra de ensayo.	33
Tabla N° 7. Gradación de las muestras de ensayo.	38
Tabla N° 8. Cargas.	38
Tabla N° 9. Requisitos granulométricos para agregado grueso.	40
Tabla N° 10. Análisis granulométrico del agregado fino.	41
Tabla N° 11. Resistencia mecánica de los agregados.	41
Tabla N° 12. Resistencia a la compresión promedio.	43
Tabla N° 13. Asentamiento por el tipo de consistencia del concreto.	43
Tabla N° 14. Volumen de agua por m ²	43
Tabla N° 15. Contenido de aire atrapado.	44
Tabla N° 16. Relación agua/cemento por resistencia del concreto.	44
Tabla N° 17. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto.	45
Tabla N° 18. Resultados del contenido de humedad del agregado fino.....	54
Tabla N° 19. Resultados del contenido de humedad del agregado grueso	54
Tabla N° 20. Resultados del análisis granulométrico del agregado fino.	55
Tabla N° 21. Resultados corregidos del análisis granulométrico del agregado fino.	56
Tabla N° 22. Análisis Granulométrico del agregado fino.....	56
Tabla N° 23. Resultados del análisis granulométrico del agregado grueso.	57
Tabla N° 24. Resultados corregidos del análisis granulométrico del agregado grueso.....	58
Tabla N° 25. Análisis Granulométrico del agregado grueso huso 5.	58
Tabla N° 26. Resultados del peso unitario y vacío del agregado fino (compactado y suelto).....	59
Tabla N° 27. Resultados del peso unitario y vacío del agregado grueso (compactado y suelto).	60
Tabla N° 28. Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso.	60
Tabla N° 29. Resultados del peso específico y absorción del agregado fino.	61

Tabla N° 30 Carga abrasiva N° de esferas de acero.	61
Tabla N° 31. Resultados de la granulometría de la muestra de agregado para ensayo...	62
Tabla N° 32. Resultados del ensayo desgaste de la abrasión.	62
Tabla N° 33. Valores de diseño en laboratorio.	62
Tabla N° 34. Valores de diseño al pie de obra (corregido por humedad)	62
Tabla N° 35. Cantidad de materiales para mezcla de prueba.	63
Tabla N° 36. Cantidad de bagazo de caña de azúcar.....	63
Tabla N° 37. Resultados obtenidos del ensayo a compresión axial del concreto en estado endurecido, probetas patrón.	64
Tabla N° 38. Resultados obtenidos del ensayo a compresión axial del concreto en estado endurecido, probetas con adición al 0.5% de bagazo de caña.	65
Tabla N° 39. Resultados obtenidos del ensayo a compresión axial del concreto en estado endurecido, probetas con adición al 1.0% de bagazo de caña.	66
Tabla N° 40. Resultados obtenidos del ensayo a compresión axial del concreto en estado endurecido, probetas con adición al 2.5% de bagazo de caña.	67
Tabla N° 41. Resumen de resultados de la resistencia a compresión.	68

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICAS

Figura N° 1. Fibra de bagazo de caña de azúcar.....	17
Figura N° 2. Molde para el ensayo de asentamiento.....	47
Figura N° 3. Esquema de los patrones de tipos de fracturas.....	50
Grafica N° 4. Curva granulométrica de la agregado fino.	57
Grafica N° 5 Curva granulométrica del agregado grueso (Huso 56).	59
Grafica N° 6. Comparación de la resistencia a los 7 días de curado.	68
Grafica N° 7. Comparación de la resistencia a los 14 días de curado.	69
Grafica N° 8. Comparación de la resistencia a los 28 días de curado.	69

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N°1. Contenido de humedad	28
Ecuación N°2. Peso unitario suelto o compactado de los agregados.....	32
Ecuación N°3. Peso específico de masa (agregado grueso)	34
Ecuación N°4. Peso específico de masa saturada con superficie seca (agregado grueso).	35
Ecuación N°5. Peso específico aparente (agregado grueso).....	35
Ecuación N°6. Absorción (agregado grueso).....	35
Ecuación N°7. Peso específico de masa (agregado fino).....	37
Ecuación N°8. Peso específico de masa saturada con superficie seca (agregado fino).....	37
Ecuación N°9. Peso específico aparente (agregado fino)	37
Ecuación N°10. Absorción (agregado fino).....	37

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1. Caña de azúcar.....	51
Fotografía N° 2. Bagazo de caña de azúcar.....	51
Fotografía N° 3. Introduciendo bagazo de caña de azúcar al agua.	52
Fotografía N° 4. Secado del bagazo de caña de azúcar.....	52
Fotografía N° 5. Cortando bagazo de caña de azúcar entre 10 – 15 mm.....	53
Fotografía N° 6. Tamizado del bagazo de caña de azúcar por malla N° 4	53
Fotografía N° 7. Fractura presentada en el diseño patrón.	71
Fotografía N° 8. Fractura presentada en el diseño adicionado el 0.5% de bagazo de caña.	72
Fotografía N°9. Fractura presentada en el diseño adicionado el 1.0% de bagazo de caña.	73
Fotografía N°10. Fractura presentada en el diseño adicionado el 2.5% de bagazo de caña.	74
Fotografía N° 11. Peso de las muestras.....	80
Fotografía N° 12. Registrando los pesos de las muestras del agregado fino y grueso.....	81
Fotografía N° 13. Colación de muestras en el horno.....	81
Fotografía N° 14. Tamices para ensayo de análisis granulométrico.....	82
Fotografía N° 15. Efectuando la operación de tamizado.....	82
Fotografía N° 16. Agregado retenido en cada tamiz.....	83
Fotografía N° 17. Peso del agregado retenido en cada tamiz.	83

Fotografía N° 18. Equipo para ensayo de peso unitario de los agregados.....	84
Fotografía N° 19. Llenado del cilindro con agregado.....	84
Fotografía N° 20. Eliminación del agregado sobrante.....	85
Fotografía N° 21. Peso del recipiente más agregado.	85
Fotografía N° 22. Procedimiento de apisonado por capas.	86
Fotografía N° 23. Pesado del recipiente más agregado.	86
Fotografía N° 24. Pesado del agregado grueso.	87
Fotografía N° 25. . Lavado de agregado grueso.....	87
Fotografía N° 26. Muestra remojada por 24 horas.	88
Fotografía N° 27. Secado de la muestra con paño absorbente.....	88
Fotografía N° 28. Peso de agregado grueso sumergida.....	89
Fotografía N° 29. Registro de datos del agregado grueso sumergido.	89
Fotografía N° 30. Colocación del agregado grueso en el horno.....	90
Fotografía N° 31. Peso seco del agregado grueso.	90
Fotografía N° 32. Selección de muestra por cuarteo.	91
Fotografía N° 33. Peso del agregado fino.....	91
Fotografía N° 34. Muestra remojado en agua por 24 horas.....	92
Fotografía N° 35. Colocación de la muestra en el cono y apisonado con varilla de metal 25 veces.	92
Fotografía N° 36. Frasco volumétrico de 500 ml de capacidad.	93
Fotografía N° 37. Agitado constantemente de muestra para eliminar el aire atrapado....	93
Fotografía N° 38. Peso de fiola con muestra y agua.	94
Fotografía N° 39. Tamices para granulometría de la muestra de agregado para ensayo..	94
Fotografía N° 40. Tamizando muestra.	95
Fotografía N° 41. Pesos de la muestra del agregado para ensayo.....	95
Fotografía N° 42. Máquina los Ángeles.....	96
Fotografía N° 43. Descargo del material luego de hacer girar a una velocidad entre 30 rpm a 33 rpm por 500 revoluciones.....	96
Fotografía N° 44. Esferas de acero.	97
Fotografía N° 45. Tamizado en el tamiz N° 12.....	97
Fotografía N° 46. . Peso del agregado retenido en el tamiz N° 12.....	98
Fotografía N° 47. Peso del agregado grueso.	98

Fotografía N° 48. Peso del bagazo de caña de azúcar.....	99
Fotografía N° 49. Peso del cemento portland tipo I.	99
Fotografía N° 50. Incorporación de los agregados a la mezcladora.....	100
Fotografía N° 51. Incorporación del bagazo de caña a la mezcladora.....	100
Fotografía N° 52. Realizando el ensayo de asentamiento o slump.....	101
Fotografía N° 53. Desmoldé de identificación de probetas.	101
Fotografía N° 54. Curado de las probetas de concreto.....	102
Fotografía N° 55. Medición de las probetas de concreto.....	102
Fotografía N° 56. Ensayo - Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto.....	103
Fotografía N° 57. Resistencia a la compresión del concreto - muestra patrón a los 28 días.....	103
Fotografía N° 58. Fallas presentadas: falla tipo N° 5.....	104

RESUMEN

La presente investigación ha tenido como objetivo determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con tres porcentajes (0.5%, 1.0%, 2.5%) de reemplazo de fibra de bagazo de caña de azúcar por peso del agregado grueso, según la NTP 339.034 Hormigón Concreto (2008). Para realizar esta investigación se utilizó agregados de la Cantera Bazán, ubicada en Av. Miguel Carducci N° 696. Los resultados de los ensayos de los agregados, para el agregado fino; contenido de humedad 5.89%, módulo de finura 2.98%, peso unitario suelto 1559.08 kg/m³, peso unitario compactado 1654.05 kg/m³, gravedad específica 2.23 gr/cm³ y absorción 2.42%. Y para el agregado grueso: contenido de humedad 3.67%, módulo de finura 7.36%, peso unitario suelto 1350.2 kg/m³, peso unitario compactado 1437.12 kg/m³, gravedad específica 2.59 gr/cm³ y absorción 2.88%, abrasión 25.87%, cumplen con la norma ASTM C33-NTP 400.037; así mismo, se utilizó la fibra de bagazo de caña de azúcar retenida en el tamiz N° 4. En el diseño de concreto se usó método ACI del comité 211 para un $f'c=210$ kg/cm², incorporando tres porcentajes (0.5%, 1.0% y 2.5%) de reemplazo con respecto al peso del agregado grueso evaluados en periodos de curado de 7, 14 y 28 días; determinándose que a los 7 días de curado la resistencia alcanzada fue de 139.14 kg/cm² con 0% de FBC, 147.65 kg/cm² al reemplazar 0.5% de FBC; 70.34 kg/cm² al reemplazar 1.0% de FBC y 26.65 kg/cm² al reemplazar 2.5 % de FBC; a los 14 días de curado la resistencia alcanzada fue 190.16 kg/cm² con 0% de FBC, 203.72 kg/cm² al reemplazar 0.5% de FBC; 140.12 kg/cm² al reemplazar 1.0% de FBC y 47.90 kg/cm² al reemplazar 2.5 % de FBC y a los 28 días de curado la resistencia alcanzada fue de 212.56 kg/cm² con 0% de FBC, 230.28 kg/cm² al reemplazar 0.5% de FBC; 153.75 kg/cm² al reemplazar 1.0% de FBC y 52.86 kg/cm² al reemplazar 2.5 % de FBC. Finalmente se concluye que la resistencia a la compresión axial respecto al concreto patrón de los ensayos realizados a los 28 días de curado aumenta con la utilización de 0.5% de FBC en 17.72 kg/cm², con la utilización de 1.0% de FBC disminuye en 59.06 kg/cm², con la utilización de 2.5% disminuye de FBC en 159.7 kg/cm², evidenciándose que aumento en un 8.3% con adición de 0.5% de FBC y disminuye en 27.67% y 75.13% con adición de 1.0% y 2.5% respectivamente.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la ciudad de Cajamarca se vienen construyendo edificaciones, los cuales no evalúan algunos de los defectos del concreto. Lo que hace que las construcciones presenten agrietamientos, poca resistencia y segregación en el concreto de la construcción. La morfología de los agrietamientos es complicada y su interpretación suele ser difícil, debido a que pueden ser varias las causas que motivan los agrietamientos. Los sistemas estructurales y los elementos de una construcción, se diseñan considerando una deformabilidad admisible. Es decir un cierto grado de adaptación a movimientos o distorsiones, sin superar el límite de resistencia de los materiales que lo componen. Si la suma de esfuerzos es tal que agota la resistencia de los materiales, éstos se fisuran o agrietan (Serrano, 1999).

Osorio, Varón y Herrera (2007) consideran que la fibra de bagazo de caña utilizada en la elaboración del concreto reforzado a compresión, le imparte propiedades mecánicas importantes al compuesto, principalmente las probetas con adiciones de fibra entre el 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° 6, las cuales alcanzan resistencia a compresión a los 14 días de fraguado entre 8,6 y 16,88 MPa, estando por encima de probetas sin adición de fibras. La resistencia a compresión del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña es inversamente proporcional al porcentaje de la fibra adicionada y al diámetro de las partículas, aspecto que coincide con lo encontrado en ensayos realizados en otras fibras como el coco, el bambú, entre otros.

Al hablar sobre la fibra del bagazo de caña de azúcar, Moreno, Pozo y Nájera (2011) sostiene que, el peso seco de los bloques convencionales es mayor que el de los bloques fabricados con bagazo, en cuanto al peso húmedo, este valor va disminuyendo en las dosificaciones de bagazo. Esto se debe a que el bagazo contiene una alta densidad aparente; es así que el bloque se vuelve más liviano debido que el bagazo ocupa más espacio que los agregados pétreos. Cuando se añade cantidades menores de bagazo y se pone a temperatura en el horno para secar, se elimina una gran cantidad de agua (100%). A mayor cantidad de bagazo menor densidad aparente debido que el bagazo absorbe una cantidad de agua en relación directamente proporcional a su contenido. La densidad real muestra que es indirectamente proporcional al contenido de bagazo; esto quiere decir que a mayor cantidad de bagazo menor densidad real.

Hernández (2008) concluye que, de acuerdo a los resultados obtenidos las características y propiedades de las FBC son ideales para contribuir de manera positiva en el comportamiento mecánico de un concreto simple reforzado con ellas. La flexibilidad y resistencia de las fibras son importantes, ya que disminuyen la propagación de las grietas que se forman en el concreto cuando se somete a grandes esfuerzos. Estas fibras ayudaron a que el elemento de concreto se mantuviera unido al formarse puentes entre cada grieta.

Osorio et. al., 2007, realizaron esta investigación titulado “Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar”, publicado por la Universidad Nacional de Colombia, donde pretende contribuir al conocimiento con la elaboración de un material compuesto de fibra de bagazo de caña y concreto, donde las fibras presentaron una distribución aleatoria dentro del compuesto. Asimismo, se estudió la influencia del tamaño y de la adición de fibras expresadas en porcentaje del peso total, en la resistencia a compresión y en la densidad del material. Este estudio se efectuó los testigos de concreto con las fibras retenidas por el tamiz N° 6, y con una adición entre el 0,5 y 2,5% de fibras en relación al peso total del agregado grueso, presentó una resistencia de 16,88 MPa, y una densidad de 141 y 336 kg/m³ comparado con la de un concreto pesado de 2400 kg/m³.

Moreno, Pozo y Nájera (2011) ejecutaron una investigación titulado “Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques ecológicos para mampostería liviana”, publicado por la Revista científica, técnica e informativa de la facultad de Ciencias ESPOCH, donde el objetivo de este proyecto es la revalorización del residuo de la caña de azúcar, usándolo en el campo de la construcción, mediante la fabricación de bloques para mampostería liviana, se aplicó métodos de investigación deductivo y experimental, el pre tratamiento del bagazo se logró mediante flujo continuo durante 12 horas reduciendo así la cantidad de azúcar del 25,59% al 5,75%. Se sometió a pruebas a tres dosificaciones diferentes, las mismas que variaban en la cantidad de bagazo, realizándose pruebas físicas y mecánicas para comprobar la mejora en cualquier característica de los bloques convencionales; es así que la dosificación número uno reportó 14,47 kg/cm² en la prueba de resistencia a la compresión y la muestra de control reportó 11,95 kg/cm², comprobándose que el uso de bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques para mampostería liviana es posible ya que mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques normales o convencionales.

En 2008, Hernández quien, realizó una investigación sobre “Uso de fibras de bagazo de caña en concreto. Tratamiento de las fibras con parafina”, publicado por la Universidad Veracruzana, concluye y comenta sobre las propiedades y características que han sido mejoradas con este tipo de concreto y en que se ve afectado de acuerdo a los diferentes contenidos de fibra que se han utilizado. Así mismo, llegó a una conclusión que el tratamiento de las fibras de bagazo de caña de azúcar con parafina evitó que éstas absorbieran agua de la mezcla de concreto. Además, el tratamiento con parafina no representa un peligro por su uso, los costos no son altos comparados con otros materiales. El concreto presentó resistencias altas en las mezclas con un contenido de fibra del 4.00%, en las cuales casi se alcanzó la misma resistencia que el espécimen que sirvió de control, con una variación del 1% a los 28 días. Con el 2.00% las resistencias también aumentaron, sin embargo, no lo hicieron con el mismo incremento que la mezcla con el 4.00% de FBC. La explicación del porqué con más contenido de fibra (4.00%) logró alcanzar valores altos en los ensayos a compresión, similares a la mezcla que no contenía FBC, y porque con el 2.00% las resistencias obtenidas fueron por debajo de las dos anteriores, es porque: el contenido de 2.00% de FBC no fue suficiente y solo permitió que las grietas se propagaran con mayor libertad.

El presente trabajo incluye criterios para mejorar la resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² utilizando fibra de bagazo de caña de azúcar.

Rodríguez (2016) quien realizó una investigación sobre: “Resistencia a compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar”, concluyó que incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar en valores de 0.5%, 1%, 1.5% con respecto al peso cemento, realizado el ensayo a compresión para edades de curado de 03, 07 y 14 días, y haciendo la comparación de la resistencia a la compresión, se logró determinar que entre los tres (03) porcentajes utilizados y tres (03) materiales incorporados, la máxima resistencia se logró incorporando 1% de ceniza de bagazo de caña.

Chávez (2016) realizó una investigación sobre: “Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210$ Kg/cm² con la adición de diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar, UPNC 2016”, concluyó que de los ensayos a compresión de las probetas adicionadas al 8%, 10% y 12% con la probeta patrón, se determinó un aumento de la resistencia a los 28 días de 16.94%, 17.00 % y 15.63%, donde el máximo porcentaje de

resistencia obtenido corresponde a la adición de 10% obteniendo una resistencia de 245.31 Kg/cm².

Segura (2016) realizó una investigación sobre: “Resistencia a la compresión, flexión y absorción de agua del adobe compactado, con adición de bagazo de caña, Cajamarca, 2016”, concluyó que la resistencia a compresión de bloque de adobe compactado con adición de bagazo de caña, en porcentajes de 2%, 4%, 5%, presentó valores de 17.05, 19.19 y 20.93 Kg/cm² respectivamente, siendo mayores al valor de un adobe compactado sin adición (15.33 Kg/cm²) o lo especificado por la Norma de Adobe E. 080 (12 Kg/cm²).

La investigación propone averiguar sobre el efecto de la fibra de bagazo de caña de azúcar sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm².

BAGAZO DE CAÑA

a) Descripción:

Arboleda, Cóndor, Cueva y Góngora (s.f) informan que la caña de azúcar crece en climas tropicales y subtropicales. El bagazo es el residuo fibroso que queda de la caña después de ser exprimida y de pasar por el proceso de extracción. Por lo general el bagazo se utiliza en los ingenios azucareros como combustible, sin embargo para la industria papelera representa una de las materias primas más importantes.

El bagazo, subproducto de la industria azucarera, conserva una posición única entre las fibras no leñosas para la manufactura de papel, debido principalmente a su disponibilidad en grandes cantidades. Su notable ventaja sobre otras fibras de plantas no leñosas consiste en que el costo de su recolección, la extracción de su jugo y su limpieza, son a cargo del ingenio azucarero.

La temporada de procesamiento de la caña usualmente son de cuatro a seis meses, pero se extiende hasta nueve meses en Hawai, Perú y México. Puede reunirse y almacenarse una cantidad adecuada de bagazo durante la temporada, con el fin de lograr una operación continua en la fábrica de pulpa en tanto llega la zafra.

Figura N° 1: Fibra de bagazo de caña de azúcar.



Fuente: Arboleda, Córdor, Cueva y Góngora (s.f)

b) Propiedades físicas y químicas del bagazo

El bagazo completo está integrado por tres componentes principales:

- El recubrimiento, en el que se incluye la epidermis, la corteza y el periciclo.
- Los mazos de fibra vascular, entre los que figuran las células conductoras de pared delgada asociadas con fibras de pared relativamente delgada con estrecho lumen.
- El tejido básico (parénquima) o médula, con mazos de fibra distribuidos irregularmente.

La composición química de las diferentes fracciones del bagazo, incluyendo el bagazo entero, la fibra separada y la médula, se indican en la tabla.

Tabla N° 1. Propiedades químicas de la fracciones de bagazo

	Entero	Fibra	Médula
Solubilidad en éter (%)	0.25	0.12	2.5
Solubilidad en alcohol-benceno (%)	4.1	1.8	2.8
Solubilidad en agua caliente (%)	2.5	0.9	1.9
Lignina (%)	20.2	20.8	20.2
Pentosas (%)	26.7	27.9	28.4
Hemicelulosa (%)	76.6	77.8	77.7
Alfa celulosa (%)	38.1	42.4	34.8
Ceniza (%)	1.67	0.7	2.29

Fuente: Arboleda, Córdor, Cueva y Góngora (s.f).

FUNDAMENTOS DE CONCRETO

A. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN:

Según Serpell (2011) menciona que, los materiales que entran a constituir una obra pueden clasificarse en tres grupos: en el primero los pétreos y térreos, como las piedras, las arenas, las tierras y sus productos; en el segundo los metálicos, hierro, plomo, cinc, etc., y en el tercero los vegetales como la madera, la caña, las sustancias textiles, etc. Por más que todos ellos pueden adquirirse dispuestos ya para su empleo, conviene conocer su origen y los procedimientos de su preparación, aunque no sea más que someramente, para escoger los más adecuados y de mejores condiciones.

Concreto: Es una mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2014).

B. PROPIEDADES DEL CONCRETO

Según García (2006) el concreto tiene las siguientes propiedades: Trabajabilidad, consistencia, durabilidad, impermeabilidad, cambio de volumen y resistencia.

- ❖ **Trabajabilidad.** Es la facilidad con que pueden mezclarse los ingredientes de la mezcla aunada a la capacidad de ésta para manejarse, transportarse y colocarse con poca pérdida de homogeneidad. Se mide por la consistencia o fluidez con la obtención del revenimiento. Una mezcla bien proporcionada y trabajable perderá el revenimiento lentamente, en cambio una mezcla deficiente no tendrá cohesión ni plasticidad y se segregará.
- ❖ **Consistencia.** Se refiere al carácter de la mezcla respecto a su fluidez tanto en su estado seco como fluido.
- ❖ **Durabilidad.** Es la capacidad de resistencia a la intemperie, a la congelación y descongelación, a la acción de agentes químicos y al desgaste.
- ❖ **Impermeabilidad.** Se logra reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja vacíos y cavidades después de la evaporación y si estos están interconectados, el agua puede penetrar o atravesar el concreto. El contenido bajo de agua en la mezcla, la inclusión de aire y el curado óptimo y eficiente del concreto, aumentan la impermeabilidad.

- ❖ Cambio de volumen. La expansión debida a las reacciones químicas de los ingredientes del concreto ocasiona la contracción del concreto durante su secado, así como la aparición de grietas.
- ❖ Resistencia. Se determina mediante una muestra en forma de cilindro sometida a esfuerzos de compresión. Como el concreto aumenta su resistencia conforme pasa el tiempo, la resistencia a la compresión a los 28 días es la medida más común de esta propiedad. Desde el punto de vista normativo se toman como referencia los siguientes códigos del ACI (American Concrete Institute).

MATERIALES CONSTITUYENTES DEL CONCRETO

Para Gálvez y Rocco (2007) en la cual indica que los materiales que componen el concreto se pueden diferenciar mediante las definiciones de: Cemento, agua de amasado, hidratación del cemento, áridos y aditivos.

❖ **Cemento**

El cemento se presenta en forma de polvo finísimo, de color gris, que mezclado con agua forma una pasta que endurece tanto bajo el agua como el aire. Por endurecer bajo el agua y por necesitar agua para su fraguado se le define como un aglomerante hidráulico.

❖ **Agua**

El agua desempeña dos roles en su calidad de componente del concreto, el primero es que participa en el proceso de hidratación del cemento, la cual no puede tener lugar sin su presencia y luego otorga la trabajabilidad necesaria del concreto siendo determinante para definir su fluidez. En consecuencia, es un componente fundamental del concreto, ya que su presencia condiciona tanto el desarrollo de las propiedades en estado fresco, como en la etapa de endurecimiento (porosidad, retracción y resistencia).

❖ **Hidratación del cemento**

El fraguado y el endurecimiento del cemento se basan en la reacción de los compuestos anhidros del cemento con el agua. En el hormigón, el agente conglomerante no es el cemento en sí, sino la mezcla de cemento y agua. Las reacciones de hidratación ya empiezan a ocurrir durante el almacenamiento de clínker, durante la molienda del clínker con yeso y durante el almacenamiento del cemento. Esta hidratación incipiente

puede inclusive cambiar las características físicas del cemento. La hidratación a gran escala y con cambios significativos en las características físicas se lleva a cabo durante la reacción del cemento con el agua en la mezcla del hormigón.

❖ *Áridos*

Los áridos son materiales pétreos, compuestos de partículas duras de forma y tamaño estables, que pueden ser de origen ígneo, sedimentario o metamórfico o artificial como escorias y arcillas expandidas.

Es el componente inerte del concreto, que representa entre un 65% y un 80% de su volumen y tiene dos funciones principales:

- Proveer una masa de partículas aptas para resistir la acción de cargas aplicadas, la abrasión, el paso de la humedad y la acción climática.
- Resistir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento y los cambios de humedad de la pasta de cemento.

❖ *Aditivos*

Según ASTM (2001) es el material, además del cemento, agua y áridos, que se añade al hormigón o mortero inmediatamente antes o durante el mezclado.

El objeto de añadir aditivos es el de modificar, acentuar o conferir alguna propiedad que de por sí la mezcla no posee, y hacerla temporal o permanente durante su estado fresco o endurecido.

Se presenta en forma de polvo o líquido. Los aditivos líquidos se emplean diluidos en agua y los aditivos en polvo se prefiere sean agregados directamente al cemento. Se aplican en dosis pequeñísimas que varían de entre un 0,1% y un 5% del peso del cemento y su efecto es de índole físico, químico o físico-químico. Esta dosis empleada tiene directa relación con la magnitud del efecto, debiéndose en todo caso respetar los límites recomendados por el fabricante y el aporte de sustancias dañinas en el hormigón.

CÓDIGOS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL DE CONCRETO

Según American Concrete Institute (2005) menciona que cuando dos materiales diferentes, tales como acero y hormigón, actuando en conjunto deben ser analizados, es comprensible que el análisis del esfuerzo en un elemento de hormigón armado tiene que ser parcialmente empírico, aunque racional. Estos principios semi-rationales están

siendo revisados constantemente y mejorado como resultado de la investigación teórica y experimental que se acumula. El American Concrete Institute, sirve como centro de información para estos cambios, así como principal referente de los diferentes códigos de construcción a nivel mundial.

Es preciso tener en conocimiento los conceptos fundamentales que a continuación presentamos, para poder entender la investigación.

- a. **Fibra natural:** Las fibras naturales son sustancias muy alargadas producidas por plantas y animales, que se pueden hilar para obtener hebras, hilos o cordelería. En tejidos, en géneros de punto, en esteras o unidas, forman telas esenciales para la sociedad (knits, 2009).

- b. **Concreto:** El concreto es una mezcla de agregados pétreos naturales, procesados o artificiales, cementante y agua, a la que además se le puede agregar algunos aditivos. Generalmente, esta mezcla es dosificada en unidades de masa en plantas de concreto premezclado y, en masa y/o en volumen en las obras. Los aditivos se dosifican en volumen o en masa según su presentación: en polvo, en masa y líquidos en volumen (García, 2006).

- c. **El Agua de mezcla:** Cumple una doble función en el concreto, por un lado participa en la reacción de hidratación del cemento, y por otro confiere al concreto el grado de trabajabilidad necesaria para una correcta puesta en obra. La cantidad de agua de amasado debe limitarse al mínimo estrictamente necesario para conferirle a la pasta la trabajabilidad requerida, según las condiciones en obra, ya que el agua en exceso se evapora y crea una red de poros capilares que disminuyen su resistencia (Rivva, 2000).

- d. **Los agregados para el concreto:** Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto. Ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre el 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto (Rivva, 2004).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto en la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 210$ kg/cm² con tres porcentajes (0.5%, 1.0%, 2.5%) de reemplazo de fibra de bagazo de caña de azúcar por peso del agregado grueso?

1.3. Justificación

Algunos de los productos y subproductos de alto valor que se puede generar a partir del uso del bagazo de caña de azúcar es: pañales, papel para imprenta, alimento para ganado, edulcorantes y combustible. El bagazo tiene una enorme ventaja sobre los demás residuos agrícolas ya que los costos de recolección, transporte, molienda y lavado se cargan íntegramente a la producción de azúcar, aparte de requerir muy poco tratamiento preliminar a la hora de entregarlo a las plantas procesadoras.

El propósito de utilizar el bagazo de caña en un concreto $f'c=210$ kg/cm², dar uso a este residuo como refuerzo para el concreto. Proporcionar materiales para la construcción de buena calidad y evitar impactos negativos en el ambiente con este residuo debido al tiempo de descomposición y al volumen que ocupa en el botadero de basura.

Otras fibras que se han utilizado en la elaboración de una mezcla de concreto, son las de vidrio, acero, aramida y polipropileno que han resultado buenas en términos de aportación de la resistencia, pero la tecnología requerida y la mano de obra especializada elevan los costos y lo que se busca es conseguir materiales para la construcción de obras civiles de buena calidad a bajo costo.

Con respecto al problema de la degradación de las fibras vegetales, una manera de conservar la materia orgánica, la utilización de la parafina. El bagazo protegido con una capa delgada de parafina evita la absorción de agua retardando la degradación del material y estaría protegiendo el cemento de los azúcares residuales que pudieran quedar en las fibras.

Esta fibra del bagazo de caña de azúcar es importante en la construcción con concreto ya que actúa como un refuerzo en él, disminuye la cantidad de agregados pétreos dentro de su masa, reduciendo su peso seco. Supera los valores de resistencia de un concreto convencional. Las cuales son de gran beneficio para las empresas constructoras, pues brindarán trabajos de calidad a sus clientes, para

las industrias que generan este residuo estrían obteniendo dinero de la venta del bagazo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con tres porcentajes (0.5%, 1.0%, 2.5%) de reemplazo de fibra de bagazo de caña de azúcar por peso del agregado grueso.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- a) Realizar ensayos físicos a los agregados de la cantera Bazán.
- b) Preparar la fibra de bagazo de caña de azúcar en agregado grueso retenidas en el tamiz N° 4.
- c) Elaborar especímenes de concreto al reemplazar el agregado grueso por fibra de bagazo de caña de azúcar, respecto al peso.
- d) Determinar los ensayos de resistencia a compresión axial de los especímenes de concreto a reemplazar el agregado grueso por fibra de bagazo de caña de azúcar al 0.5%, 1.0% y 2.5%.

1.5. Hipótesis

Al adicionar tres porcentajes de reemplazo (0.5%, 1.0%, 2.5%) de fibra de bagazo de caña de azúcar con respecto al peso del agregado grueso, la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² incrementa hasta 20%.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de diseño de investigación.

El tipo de diseño de investigación que se utilizó es Experimental, ya que los experimentos se realizaron en laboratorio, con el propósito de determinar, con mayor confiabilidad posible, relaciones causa – efecto.

2.2. Material.

2.2.1. Unidad de estudio.

La unidad de estudio es cada testigo de concreto elaborados con diferentes porcentajes de fibra de bagazo de caña.

2.2.2. Población

En la presente investigación se toma como población a 36 testigos de concreto elaborados con diferentes porcentajes de fibra de bagazo de caña las cuales son descritas a continuación:

- **9 Probetas con adición del 0% en peso del agregado grueso (Diseño P-1).** De las cuales 3 se ensayaron a los 7 días, 3 a los 14 días y 3 a los 28 días.

- **9 Probetas con adición del 0.5% en peso del agregado grueso (Diseño P-1).** De las cuales 3 se ensayaron a los 7 días, 3 a los 14 días y 3 a los 28 días.

- **9 Probetas con adición del 1% en peso del agregado grueso (Diseño P-2).** De las cuales 3 se ensayaron a los 7 días, 3 a los 14 días y 3 a los 28 días.

- **9 Probetas con adición del 2.5% en peso del agregado grueso (Diseño P-3).** De las cuales 3 se ensayaron a los 7 días, 3 a los 14 días y 3 a los 28 días.

2.2.3. Muestra.

Se tomará como muestra la cantidad de testigos según norma NTP 339.036, tres testigos mínimos para cada tratamiento.

2.3. Métodos.

2.3.1. Técnicas de recolección de datos y análisis de datos:

Tabla N° 2 Técnicas de recolección de datos y análisis de datos.

VARIABLE	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
Resistencia a la compresión	Cada ensayo del experimento	Observación directa	Máquina de resistencia a compresión, guías de ensayos y tabla de recolección de datos.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

2.3.2. Procedimientos:

A. Procedimiento de la recolección de datos:

a. Primero:

Se recolectaron muestras de bagazo de caña de azúcar.

b. Segundo:

Se recolectaron muestras de la cantera Bazán ubicada en Av. Miguel Carducci N° 696, para realizar ensayos físicos de los agregados en el laboratorio de tecnología del concreto de la Universidad Privada del Norte.

c. Tercero:

Se realizó los siguientes ensayos:

- Se determinó el contenido de humedad del agregado fino y grueso según la norma NTP 339.185/ASTM C-566.
- Se realizó la granulometría (análisis granulométrico) del agregado fino y grueso según la norma NTP 400.012/ASTM C-136.
- Se determinó el peso unitario del agregado fino y grueso según la norma NTP 400.017/ASTM C-29.
- Se determinó el peso específico y absorción del agregado grueso según la norma NTP 400.021/ASTM C-127.

- Se determinó el peso específico y absorción del agregado fino según la norma NTP 400.022/ASTM C-128.
- Se realizó la abrasión los ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5 mm (1 ½”) según la norma NTP 400.019/ASTM C-131.
- Se verificó que los agregados cumplan con las especificaciones normalizadas para agregados en hormigón según la norma NTP 400.037.

d. Cuarto:

- Se elaboró de diseño de mezcla patrón de resistencia $f'c=210$ kg/cm² utilizando el método del comité ACI 211.

e. Quinto:

- Se procedió a elaborar los testigos de concreto para la resistencia de $f'c=210$ kg/cm², adicionando diferentes porcentajes de bagazo de caña de azúcar 0.5%, 1.0%, 2.5%. Luego fueron curados en una poza a una temperatura 23°C.

f. Sexto:

- Se retiró los especímenes de la poza del curado para hacer ensayos en el laboratorio de concreto en la máquina de resistencia a compresión para las propiedades físico mecánicas de testigos a 7, 14 y 28 días.

g. Séptimo:

- Tabulación de los datos, cálculos y procesamiento de datos mediante estadística descriptiva.

h. Octavo:

- Discusión de los resultados tomando en consideración los datos de investigaciones previas, Osorio, Varón y Herrera (2007).

2.3.3 ENSAYOS DE LOS AGREGADOS:

1. Contenido de humedad del agregado fino y grueso (NTP 339.185: 2002 / ASTM C-566: 1997, AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad evaporable en agregado por secado.

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método.

a) Materiales:

Se consideró una muestra representativa del agregado de la fuente de abastecimiento con una masa no menor de la cantidad indicada en la tabla N° 3.

Tabla N° 3. Tamaño de la muestra de agregado.

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg
4.75 (0.187) (N° 4)	0.5
9.5(3/8)	1.5
12.5(1/2)	2.0
19.0(3/4)	3.0
5.0(1)	4.0
37.5(1 1/2)	6.0
50.0(2)	8.0

Fuente: NTP 339.185, 2002

b) Equipos:

- Balanza con aproximación de 0.1 g.
- Horno de secado, capaz de mantener una temperatura de 110 °C ± 5 °C.
- Recipiente o tara.

c) Procedimientos:

- Se identificaron cada recipiente.
- Se pesó el recipiente.
- Se pesó la muestra húmeda para agregado fino y grueso en el recipiente.

- Luego se colocó cada muestra en el horno por un tiempo de 24 horas.
- Se pesó las muestras secas en el recipiente.
- Se registró dichos pesos, para calcular el contenido de humedad de los agregados.

d) Cálculo:

Para determinar el contenido de humedad se utilizó la siguiente fórmula:

$$w = \frac{M_w}{M_s} * 100 \dots \dots \dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

w = Contenido de humedad

M_w = Masa del agua

M_s = Masa del suelo seco

2. Análisis Granulométrico del agregado fino y grueso (N.T.P. 400.012:2001/ASTM C 136. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Establece el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino y grueso.

a) Materiales:

- **Agregado fino:** La cantidad de la muestra de ensayo, luego del secado, será de 300 gr mínimo.
- **Agregado Grueso:** La cantidad de la muestra de ensayo de agregado grueso será según tabla N° 4.

Tabla N° 4. Cantidad mínima de la muestra de agregado grueso o global.

Tamaño máximo nominal aberturas cuadradas mm(pulg)	Cantidad de la muestra de ensayo, mínimo Kg (Lb)
9.5(3/8)	1(2)
12.5(1/2)	2(4)
19.0(3/4)	5(11)
25.0(1)	10(22)

37.5(1 1/2)	15(33)
50(2)	20(44)
63(2 1/2)	35(77)
75(3)	60(130)
90(3 1/2)	100(220)
100(4)	150(330)
125(5)	300(660)

Fuente: NTP 400.012, 2001

b) Equipos:

➤ **Balanza:**

- Agregado fino, con aproximación de 0.1g o 0.1% del peso de la muestra.
- Agregado grueso o global, con aproximación de 0.5g o 0.1% del peso de la muestra.

➤ **Tamices:** cumplirán con las especificaciones de la norma NTP 350.001.

- Tamices para agregado fino: 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200.
- Tamices para agregado grueso: 1 1/2", 1", 3/4", 1/2". 3/8", N° 4.

➤ **Horno:** Un horno capaz de mantener una temperatura uniforme de $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

c) Procedimiento:

- Se seleccionó el material por el Método B – Cuarteo, descrita en la norma ASTM C702.
- Se secó la muestra a peso constante a una temperatura de $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Luego se pesó una muestra de 600 g para agregado fino y para agregado grueso 1000 g.
- Se seleccionó los tamices adecuados para cumplir con las especificaciones del material que se va a ensayar.
- Se efectuó la operación de tamizado manual durante un tiempo adecuado.
- Se verificó la eficiencia del tamizado de acuerdo a la norma NTP 400.012.
- Se pesó el material retenido en cada tamiz.
- La masa total de material luego del tamizado deberá ser verificada con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz, la cantidad no debe diferir en más de 0.3%.

- Se anotó los datos obtenidos, calculándose el porcentaje retenido, retenido acumulado y el porcentaje que pasa y así determinar el módulo de finura del agregado fino.

d) Cálculo:

- Se calculó el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos sobre cada tamiz, con aproximación al 0.1%.
- Se calculó el módulo de fineza.

3. Peso unitario y vacío de los agregados (N.T.P. 400.017:1999 /ASTM C-29/C 29M: 1991. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado).

Este método de ensayo cubre la determinación del peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basados en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150 mm.

a) Materiales:

- La muestra de ensayo fue de aproximadamente 125% a 20% de la cantidad requerida para llenar la medida y será de manipulada evitando su segregación. Secar el agregado a peso constante en un horno preferiblemente a 110 °C ± 5 °C.

b) Equipo:

- **Balanza:** Una balanza con aproximación a 0.05 kg y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- **Barra compactadora:** Recta, de acero liso de 16 mm (5/8”) de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en una punta semiesférica.
- **Recipientes de medida:** Cilíndricos, metálicos, preferiblemente con asas, estancos con tapa y fondos firmes y parejos, con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígidas para mantener su forma en condiciones severas de uso. Los recipientes tendrán una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso la altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso la altura será menor al 80% ni mayor que 150% del diámetro. La capacidad dependerá del tamaño del agregado de acuerdo con los límites establecidos en la tabla N° 5.

Tabla N° 5. Capacidad de la medida

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO		CAPACIDAD DE LA MEDIDA^	
mm	Pulgadas	L(m ³)	p ³
12.5	½	2.8 (0.0028)	1/10
25.0	1	9.3 (0.0093)	1/3
37.5	1 ½	14.0 (0.014)	½
75.0	3	28.0 (0.0028)	1
112.0	4 ½	70.0 (0.070)	2 ½
150.0	6	100.0 (0.100)	3 ½

Fuente: NTP 400.017, 1999

- **Pala de mano:** Una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.

c) Procedimiento:

Calibración de medida

- Se midió la altura y diámetro del recipiente cilíndrico.

Determinación del peso compactado del agregado grueso y fino

Procedimiento de apisonado

Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa de agregado con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.

Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0.05 Kg (0.1lb). El mismo procedimiento se repite tres veces, para determinar un promedio.

Determinación del peso suelto del agregado grueso y fino

- Se pesó el recipiente cilíndrico
- El recipiente de medida se llenó con una pala o cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de 50 mm (2”) por encima de la parte superior del recipiente. El agregado sobrante se eliminó con una con la barra compactadora.
- Se pesó el recipiente cilíndrico más el agregado (grueso y fino) y se registraron.
- El mismo procedimiento se repite tres veces, para determinar un promedio.

d) Cálculo:

Para calcular el peso unitario suelto o compactado de los agregados se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$M = (G - T)/V \dots \dots \dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado en Kg/m³ (lb/p³)

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en Kg (lb)

T = Peso del recipiente de medida en Kg (lb)

V = Volumen de la medida en m³ (p³)

4. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021/ASTM C-127. AGREGADO. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso)

Establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado grueso. El peso específico saturado con superficie seca y la absorción están basadas en agregados remojados en agua después de 24 horas. Este método de ensayo no es aplicable para agregados ligeros.

a) Materiales:

El peso mínimo de la muestra de ensayo que será usado se presenta en la tabla N° 6.

Tabla N° 6. Peso mínimo de la muestra de ensayo

Tamaño máximo nominal Mm (pulg)	Peso mínimo del muestra de ensayo Kg (lb)
12,5 (1/2) o menos	2 (4,4)
19,0 (3/4)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 1/2)	12 (26)
75 (3)	18 (40)
90 (3 ½)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
112 (4 ½)	50 (110)
125 (5)	75 (165)
150 (6)	125 (276)

Fuente: NTP 400.021, 2002

b) **Equipos:**

- **Balanza:** sensible a 0.5 g y con capacidad de 5000 gramos o más. La balanza estará equipada con un dispositivo capaz de suspender la muestra en la cesta con malla de alambre en el recipiente con agua desde el centro de la plataforma de pesado.
- **Cesta con malla de alambre:** Con abertura correspondiente al tamiz N° 6 o abertura menor, también se puede utilizar un recipiente de aproximadamente igual ancho y altura con capacidad de 4L a 7L para tamaños máximos nominales de 37,5 mm (1 ½ pulg) o menores, y un cesto más grande como sea necesario para ensayar agregados con tamaños máximos mayores. El cesto deberá ser construido de tal forma de prevenir el aire atrapado cuando esté sumergido.
- **Depósito de agua:** Un depósito estanco adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza.
- **Tamices:** Un tamiz normalizado de 4.75 mm (N° 4), para separar agregados gruesos de finos.

- **Estufa:** Una estufa capaz de mantener una temperatura de 110 °C ± 5 °C.

c) **Procedimiento:**

- Se secó la muestra a peso constante a una temperatura de 110 °C ± 5, ventilar en lugar fresco a temperatura ambiente de 1h a 3h para muestras de ensayo de tamaños máximos nominales de 37.5 mm (1 ½ pulg) o mayores para tamaños más grandes hasta que el agregado haya enfriado a una temperatura que sea cómoda al tacto.
- Inmediatamente se Sumergió el agregado en agua a temperatura ambiente por un periodo de 24 h ± 4h.
- Se removió la muestra de agua y se hizo rodar sobre un paño grande y absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún parezca húmeda. Se obtuvo el peso de la muestra bajo la condición de saturación con superficie seca.
- Después de pesar, se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso en agua a una temperatura entre 23° C ± 1.7 °C.
- Se secó la muestra hasta peso constante, a una temperatura entre 110 °C ± 5 °C y se deja enfriar hasta la temperatura de ambiente.
- Se anotó todos los pesos con aproximación de 0.5 g.

d) **Cálculo:** Se utilizó las siguientes fórmulas:

❖ **Peso específico:**

- **Peso específico de masa (Pem)**

$$Pem = \frac{A}{(B-C)} \times 100 \dots \dots \dots \text{Ecuación 3}$$

Donde:

Pem = Peso específico de masa;

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos;

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

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

- **Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)**

$$PeSSS = \frac{B}{(B-C)} \times 100 \dots \dots \dots \text{Ecuación 4}$$

- **Peso específico aparente (Pea)**

$$Pea = \frac{A}{(A-C)} \times 100 \dots \dots \dots \text{Ecuación 5}$$

- **Absorción (Ab)**

$$Ab(\%) = \frac{B-A}{A} \times 100 \dots \dots \dots \text{Ecuación 6}$$

5. Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022/ASTM C-128. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino).

La presente norma Técnica Peruana establece un procedimiento para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción (después de 24 horas) del agregado fino.

a) Material:

- Aproximadamente 1000 g de agregado fino, obtenido por el método del cuarteo y secado a eso constante a una temperatura 110 °C ± 5 °C.

b) Equipos:

- **Balanza:** sensible a 0.1% del peso medido y con capacidad de 1000 g o más.
- **Frasco:** Frasco volumétrico de 500 cm³ de capacidad, calibrado hasta 0.1 cm³ a 20 ° C.
- **Molde cónico:** Metálico de 40 mm ± 3mm de diámetro en la parte superior, 90 mm ± 3mm de diámetro en la parte inferior, y 75 mm ± 3mm de altura.
- **Barra compactadora** de metal de 340 g ± 15 g de peso con un extremo de superficie plana circular de 25 mm ± de diámetro.

- **Estufa:** Una estufa capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.

c) Procedimiento:

Preparación de la muestra:

- Se colocó 1000 g de agregado fino, obtenido por el método del cuarteo y secado a eso constante a una temperatura 110 ± 5 °C.
- Se cubrió la muestra con agua y se dejó reposar durante 24 horas.
- Se extendió sobre una superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y se movió con frecuencia, para garantizar un secado uniforme.
- Se continuó con esta operación entre sí hasta que los granos del agregado no se adhieran marcadamente entre sí.
- Luego se colocó en el molde cónico, se golpeó la superficie suavemente 25 veces con la barra de metal y se levantó el molde verticalmente.
- Si existe humedad libre, el cono de agregado fino mantendrá su forma.
- Se siguió secando revolviendo constantemente y se probó a intervalos frecuentes hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde.
- Esto indicó que el agregado fino ha alcanzado una condición de superficie seca.

Procedimiento del ensayo:

- Se introdujo en el frasco una muestra de 500 gramos del material preparado, se llenó de agua hasta alcanzar aproximadamente la marca de 500 cm^3 a una temperatura de 23 ± 2 °C.
- Se determinó el peso total del agua introducida en el frasco con aproximadamente de 0.1 g.
- Se sacó el agregado fino del frasco, se seca a peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C, se enfría a temperatura de ambiente en un secador durante $\frac{1}{2}$ hora a $1 \frac{1}{2}$ y se pesó.

d) Cálculo:

Se utilizó las siguientes fórmulas:

- **Peso específico de masa (Pem)**

$$Pem = \frac{W_o}{(V-Va)} \times 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación 7}$$

Donde:

Pem = Peso específico de masa;

W_o = Peso en el aire de la muestra seca en el horno, gramos;

V = Volumen del frasco en cm³

V_a = Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco.

- **Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)**

$$PeSSS = \frac{500}{(V-Va)} \times 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación 8}$$

- **Peso específico aparente (Pea)**

$$Pea = \frac{(W_o)}{(V-Va)-(500-W_o)} \times 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación 9}$$

- **Absorción (Ab)**

$$Ab(\%) = \frac{500-W_o}{W_o} \times 100 \dots\dots\dots \text{Ecuación 10}$$

6. Abrasión (NTP 400.019/ASTM C-131. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles).

Este método de ensayo es una medida de la degradación de agregados minerales resultados de una combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero de rotación que contiene un numero especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de las muestras de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones estableciendo, e agregado es retirado de tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de perdida.

a) Materiales:

Se consideró una masa según la tabla N° 7.

Tabla N° 7. Gradación de las muestras de ensayo.

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, gr			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
mm (pulg)	mm (pulg)	A	B	C	D
37.5 (1 ½)	25.0 (1)	1250 ± 25	.....	.....	.....
25.0 (1)	19.0(3/4)	1250 ± 25	.....	.....	.....
19.0(3/4)	12.5 (1/2)	1250 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
12.5 (1/2)	9.5 (3/8)	1250 ± 10	2500 ± 10	.....	.....
9.5 (3/8)	6.3 (1/4)	.....	.....	2500 ± 10	.....
6.3 (3/8)	4.75 (N°4)	.....	.....	2500 ± 10	.....
4.75 (N°4)	2.36 (N°8)	.....	.....	.....	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: NTP 400.019, 2002

b) Equipos:

- **Máquina de los ángeles:** Máquina impulsada y equilibrada como para mantener una velocidad periférica uniforme.
- **Tamices:** Tamiz N° 12
- **Balanza:** Una balanza con exactitud al 0.1% de la carga de ensayo.
- **Carga:** La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46.8 mm de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g. La carga, será según tabla N° 8.

Tabla N° 8. Cargas.

Gradación	Número de esferas	Masa de la carga (gr)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 10
D	6	2500 ± 15

Fuente: NTP 400.019, 2002

c) Procedimiento:

- Se colocó la muestra de ensayo y la carga de la máquina de Los Ángeles y rotarla a una velocidad entre 30rpm a 33 rpm, por 500 revoluciones.
- Luego del número prescrito de revoluciones, se descargó el material de la máquina.
- Se realizó una separación preliminar de la muestra sobre el tamiz normalizado de 1.70 mm (N° 12).
- Se tamizó la porción más fina que 1.70 mm, se lavó la muestra separada y se determinó el peso de la misma.

d) Cálculo:

- Se calculó la pérdida (diferencia entre la masa inicial y final de la muestra) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo. Indica este valor como el porcentaje de pérdida.

7. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (NTP 400.037. 2002 ASTM C 33: 1999. AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).

La presente Norma Técnica Peruana establece los requisitos de graduación (granulometría) y calidad de los agregados fino y grueso para uso en hormigón (concreto) de peso normal.

REQUISITOS OBLIGATORIOS:

- La granulometría del agregado grueso, será determinada de acuerdo a lo estipulado en la NTP 400.012 y deberá cumplir con la gradación de la tabla N° 09.

Tabla N° 09. Requisitos granulométricos para agregado grueso.

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5mm (1 ½ pulg)	25.0 mm (1 pulg)	19 mm (¾ pulg)	12.5mm (½ pulg)	9.5mm (¾ pulg)	4.75mm (N°4)	2.36 mm (N°4)	1.18mm (N°4)	300mm (N°50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 ½ a 1 ½")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
2	63 mm a 37.5 mm (2 ½ a 1 ½")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	50 mm a 25 mm (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
357	50 mm a 4.75 mm (2" a N°4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5			
4	37.5 mm a 19 mm (1 ½" a ¾")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5				
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 ½ a N°4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5			
5	25 mm a 12.5 mm (1" a ½")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
56	25 mm a 9.5 mm (1" a ¾")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
57	25 mm a 4.75 mm (1" a N°4)						100	95 a 100		25 a 65		0 a 10	0 a 5		
6	19 mm a 9.5 mm (¾" a ¾")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	19 mm a 4.75 mm (¾" a N°4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5		
7	12.5 mm a 4.75 mm (½" a N°4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	9.5 mm a 2.36 mm (¾" a N°8)									100	85 a 100	0 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9.5 mm a 1.18 mm (¾" a N°16)									100	90 a 100	20 a 35	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N°4 a N°16)										100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037, 2002

- La granulometría del agregado fino se determinará de acuerdo a lo estipulado en la NTP 400.012, deberá cumplir con los límites de la tabla N° 10.

Tabla N° 10. Granulometría del agregado fino.

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (N° 4)	95 a 100
2,36 mm (N° 8)	80 a 100
1,18 mm (N° 16)	50 a 85
600 μ m (N° 30)	25 a 60
300 μ m (N° 50)	05 a 50
150 μ m (N° 100)	0 a 10

Fuente: NTP 400.037, 2002

NOTAS:

- 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.
- El módulo de fineza recomendable estará entre 2.3 y 3.1.

REQUISITOS COMPLEMENTARIOS:

- El agregado grueso a ser utilizado en hormigones (concretos) de resistencia de diseño igual o mayor a 210 kg/cm² ($f'c$) utilizados en pavimentos, deberán cumplir además de los requisitos obligatorios, los requisitos complementarios siguientes:
Resistencia mecánica: La resistencia mecánica de agregado de acuerdo a la NTP 400.020 y la NTP 400.038 será tal que los valores no excedan a los de la Tabla N° 11.

Tabla N° 11. Resistencia mecánica de los agregados.

Métodos alternativos	No mayor que %
Abrasión (Método de los Ángeles)	50
Valor de Impacto del Agregado	30

Fuente: NTP 400.037, 2002

A. Diseño de mezcla patrón de resistencia $f'c=210$ kg/cm², utilizando el método del comité ACI 211.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

1. Especificaciones:

- a) No existen limitaciones en el diseño.
- b) La resistencia en compresión de diseño especificado es de 210 kg/cm², a los 28 días.
- c) Las condiciones de colocación requieren que la mezcla tenga consistencia plástica.
- d) El tamaño máximo nominal del agregado grueso es 1”.

2. Materiales:

❖ **Cemento:**

Cemento Portland Tipo I- Pacasmayo
Peso específico

❖ **Agua:**

Agua potable de la red de servicio público de Cajamarca.

❖ **Agregado fino:**

Peso específico de masa
Absorción
Contenido de humedad
Módulo de fineza

❖ **Agregado grueso:**

Tamaño máximo nominal
Peso seco compactado
Peso específico de masa
Absorción
Contenido de humedad
Módulo de fineza

3. Determinación de la resistencia promedio:

Tabla N° 12. Resistencia a la compresión promedio.

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

4. Selección del tamaño máximo nominal del agregado:

Se determinó mediante ensayos de granulometría.

5. Selección del asentamiento:

Tabla N° 13. Asentamiento por el tipo de consistencia del concreto.

Consistencia del concreto	Asentamiento	Trabajabilidad
Seca	0" a 2"	Poca
Plástica	3" a 4"	Buena
Húmeda	$\geq 5"$	Poco

Fuente: Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

6. **Selección del volumen unitario del agua:** Se determinó el contenido de agua en función del slump requerido y el tamaño máximo nominal del agregado, considerando concreto sin aire incorporado.

Tabla N° 14. Volumen de agua por m².

Asentamiento	Agua en lt/m, para TMN agregado y consistencia indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	----

Fuente: Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

- 7. Selección del contenido de aire:** Se determinó el porcentaje de aire atrapado en función del tamaño máximo nominal.

Tabla N° 15. Contenido de aire atrapado.

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
6"	0.2 %

Fuente: Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

- 8. Determinación de la relación agua/cemento:** El ACI proporciona una tabla con valores de la relación agua/cemento de acuerdo con la resistencia a la compresión a los 28 días que se requiera.

Tabla N° 16. Relación agua/cemento por resistencia del concreto.

Resistencia a la compresión	RELACIÓN AGUA/ CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE	CONCRETO CON AIRE
28 días (kg/cm ²)	INCORPORADO	INCORPORADO
$f'cr$		
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: Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

- 9. Determinación del factor cemento:** Se determinó el factor cemento resulta de la división del volumen unitario de agua con la relación agua/cemento.

10. Determinación del agregado grueso: Se determinó en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de finura del agregado fino.

Tabla N° 17. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

Tamaño Máximo Nominal	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen			
	Del concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino			
Del agregado	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.46	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.80	0.78	0.76
4"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

11. Cálculo de volúmenes absolutos: Se determinó la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso; calculados anteriormente.

12. Cálculo de agregado fino: Se determinó el volumen absoluto del agregado fino, restándole 1 a la suma de los volúmenes absolutos (cemento, agua, aire y agregado grueso).

13. Valores de diseño: Se determinó los valores la suma de diseño del cemento, agua, agregado fino y agregado grueso.

14. Corrección por humedad del agregado: Se corrigió el diseño por el contenido de humedad de los agregados.

15. Proporción en peso: Se determinó las proporciones en peso del diseño de obra.

C) Elaboración de especímenes para ensayo:

- 1. Elaboración y curado de especímenes de concreto (N.T.P. 339.183:2003/ ASTM C 192:2000). HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio) el laboratorio).**

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para la elaboración y curado de especímenes de hormigón(concreto) en el laboratorio bajo un control riguroso de los materiales y las condiciones de ensayo, con hormigones (concretos) que pueden ser consolidados por varillado o vibrado tal como se describe en esta NTP.

a) Equipos:

- **Moldes cilíndricos:** Los moldes para vaciar especímenes deberán cumplir con los requisitos de la NTP 339.209.
- **Varillas de compactación:** Podrán emplearse dos tamaños de varilla en función del método de ensayo. Estas serán de acero, de sección circular recta y con el extremo del compactado redondeado a una punta semiesférica del mismo diámetro que varilla. Se empleó la varilla de 16 mm (5/8 pulg) de diámetro y aproximadamente 600 mm (24 pulg) de largo.
- **Martillo de goma: Pesará 0.6 kg \pm 0.20 Kg (1.2 lb \pm 0.50 lb);** podrá usarse también de cuero.
- **Herramientas pequeñas:** Se deberán proveer herramientas y artículos tales como lampas, baldes, planchas, frotachos de madera, escuadra, cucharas, reglas, guantes de goma y tazones metálicos.
- **Cono de Abrams: El cono para medir el asentamiento deberá cumplir con los requerimientos de la NTP 339.035.**

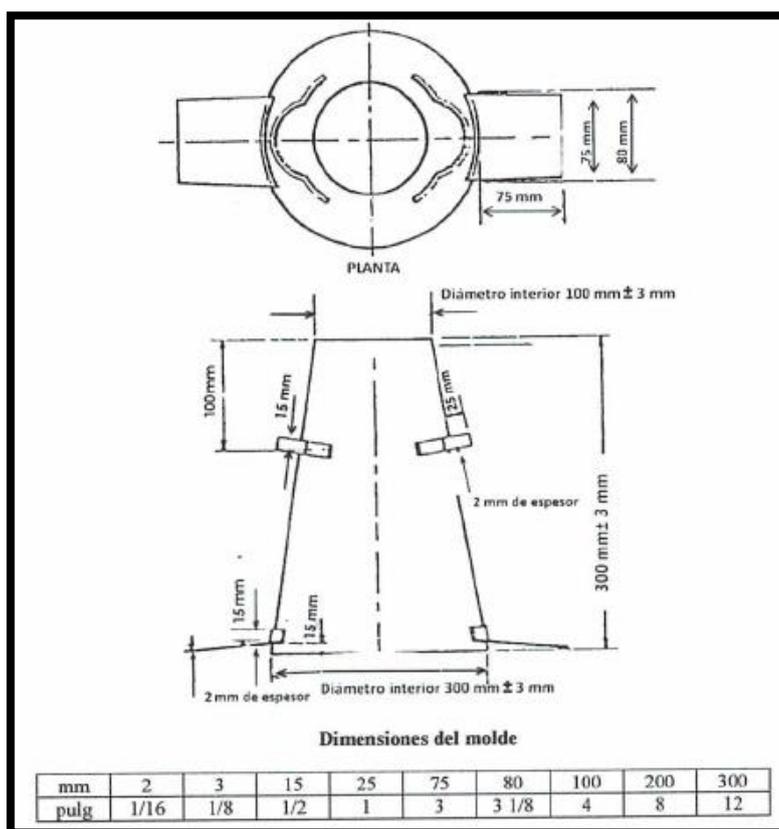
Moldes: El espécimen de ensayo deberá ser formado en un modelo de metal no atacable por pasta de cemento. El metal deberá tener un espesor mínimo de 1.5 mm y si el molde se ha formado por el proceso de embutido, no debe tener en ningún punto un espesor menor que 1.15 mm. El molde debe tener la forma de la superficie lateral de un tronco de cono, con un diámetro de 200 mm (8 pulgadas), en la base inferior un diámetro superior de 100 mm (4 pulgadas) y una altura de 300 mm (12 pulgadas). La tolerancia de los diámetros y alturas individuales debe estar entre \pm 3 mm de las dimensiones establecidas.

Barra compactadora: Una barra cilíndrica de acero liso, de 16 mm de diámetro y aproximadamente 600 mm de longitud, que tiene su extremo de compactación, o ambos, redondeado a una semiesfera con un diámetro de 16 mm.

Dispositivo de medida: Una regla, cinta métrica de metal o instrumento similar rígido o semirrígido, cuya longitud de medición debe estar marcada en incrementos de 5 mm o menores. La longitud del instrumento debe ser por lo menos de 300 mm.

Cucharon: De tamaño apropiado y forma adecuada para obtener la cantidad suficiente y representativa de concreto del recipiente que contiene la muestra y colocarla sin derramar en el molde.

Figura N° 2. Molde para el ensayo de asentamiento.



Fuente: NTP 339. 035, 2009.

- **Recipiente de muestreo y mezclado:** El recipiente debe ser de fondo plano, de metal grueso, impermeable, de profundidad conveniente, y de suficiente capacidad para permitir un mezclado fácil de la tanda completa.

- **Balanzas:** Las balanzas para determinar el peso de las tandas de materiales y hormigón (concreto) tuvo una exactitud del 0.3% de la carga de prueba en cualquier punto del rango de uso.
- **Mezcladora de hormigón (concreto):** Fue accionada a motor y con un tambor giratorio, mezclador inclinado, siendo capaz de mezclar completamente las tandas.

b) Especímenes:

- **Especímenes cilíndricos:** Los cilindros para ensayos tales como resistencia a la compresión son de 150 mm por 300 mm (6 pulg por 12 pulg).
- **Número de especímenes:** Se elaboraron tres (3) especímenes por cada día (7 días, 14 días, 28 días) por cada variable.

c) Procedimiento:

- Se pesó los materiales (agregado grueso, agregado fino, cemento, agua y bagazo de caña de azúcar).
- Mezclado a máquina: Previo al inicio de la mezcladora, se añadió el agregado grueso, una parte del agua de mezcla, se agregó el agregado fino, el cemento y agua con la mezcladora en funcionamiento. Luego de que todos los ingredientes están en la mezcladora, mezclar el hormigón durante 3 min seguido por 3 min de reposo y luego 2 min finales de mezclado.
- Se colocó el hormigón (concreto) en los moldes utilizando cucharón en tres (3) capas, varillando cada capa con 25 golpes, luego de que cada capa es varillada, se golpeó los lados del molde suavemente de 10 a 15 veces con el martillo de goma.
- Se colocó en un lugar plano, se desmoldó los especímenes después de 24 horas \pm 8 horas después del vaciado.

- Todos los especímenes se sumergen en un tanque de almacenamiento, el agua deberá ser saturada con hidróxido de calcio para prevenir la carbonatación de los especímenes sumergidos.

D) Ensayo de resistencia a la compresión (N.T.P. 339. 034: 2008/ ASTM C 39/ C 39M-05e1)

a. Equipos:

- Máquina de ensayo.

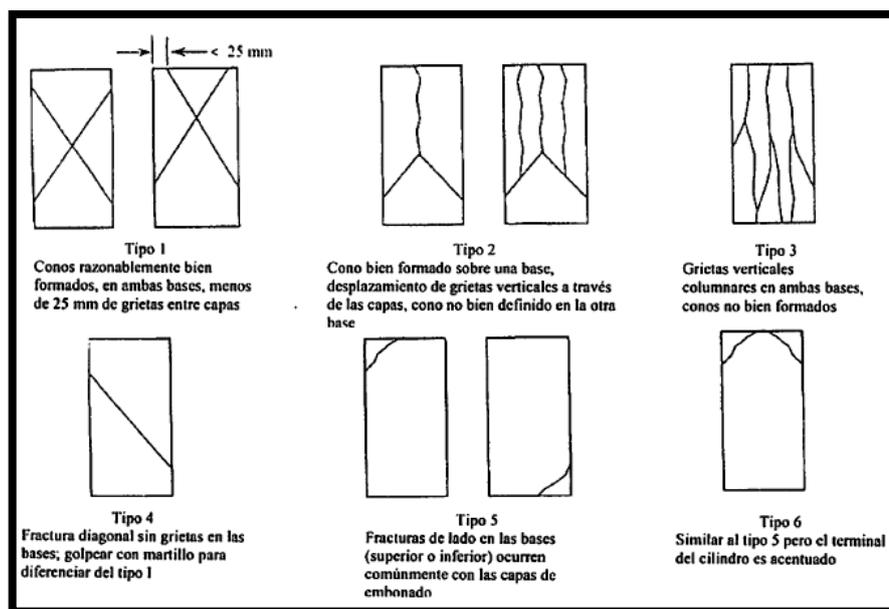
b. Materiales:

- Testigos de concreto.

c. Procedimiento:

- Los testigos se retiraron de la poza de curado, los especímenes se ensayaron en la maquina a compresión axial a la edad de 7 días, 14 días y 28 días en condición húmeda, para tener un mejor control de la resistencia a la compresión.
- La carga aplicada a una velocidad de movimiento correspondiendo a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de 0.25 ± 0.05 MPa/s (2.5 ± 0.5 Kg/cm²/s) y se mide la deformación unitaria.
- Se anotaron la carga última máxima.
- Luego se identificaron el tipo de fractura en los testigos según la NTP 339.034.

Figura N° 3. Esquema de los patrones de tipos de fracturas



Fuente: N.T.P. 339. 034, 2008.

E) Cálculo:

$$\sigma = \frac{P_{max}}{A}$$

Donde:

σ = La resistencia a la compresión en Kg/cm^2

P_{max} = La carga última de rotura.

A = área de la sección ensayada

F) Bagazo de caña de azúcar:

a. Obtención del bagazo de caña de azúcar.

Fotografía N° 1. Caña de azúcar.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 2. Bagazo de caña de azúcar



Fuente: Elaboración propia, 2016

Fotografía N° 3. Introduciendo bagazo de caña de azúcar al agua.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Fotografía N° 4. Secado del bagazo de caña de azúcar



Fuente: Elaboración propia, 2016

Fotografía N° 5. Cortando bagazo de caña de azúcar entre 10 – 15 mm



Fuente: Elaboración propia, 2016

Fotografía N° 6. Tamizado del bagazo de caña de azúcar por malla N° 4.



Fuente: Elaboración propia, 2016

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados correspondientes a los ensayos realizados en el laboratorio de tecnología de concreto para el agregado grueso y fino; así como también los resultados de concreto en estado fresco y endurecido.

A. Resultados de los ensayos físicos de los agregados de la cantera Bazán.

CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339. 185/ASTM C-566):

En la tabla N° 18 y N° 19 se muestran los resultados obtenidos de contenido de los ensayos de laboratorio del agregado fino y agregado grueso.

1) Agregado fino:

Tabla N° 18. Resultados del contenido de humedad del agregado fino.

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T-1	T-2	T-3
B	Peso del recipiente	gr	72.00	68.80	58.40
C	Recipiente + suelo húmedo	gr	893.40	840.70	966.20
D	Recipiente + suelo seco	gr	843.10	794.20	925.10
E	Peso del agua ($Ww = C - D$)	gr	50.30	46.50	41.10
F	Peso del suelo seco ($Ws = D - B$)	gr	771.10	725.40	866.70
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	6.52	6.41	4.74
G	Promedio porcentaje de humedad	%	5.89		

Fuente: Elaboración propia, 2016.

2) Agregado Grueso:

Tabla N° 19. Resultados del contenido de humedad del agregado grueso.

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T1	t2	t3
B	Peso del recipiente	gr	164.50	145.70	146.70
C	Recipiente + suelo húmedo	gr	1873.50	1889.20	2021.40
D	Recipiente + suelo seco	gr	1808.40	1831.90	1955.30
E	Peso del agua ($Ww = C - D$)	gr	65.10	57.30	66.10
F	Peso del suelo seco ($Ws = D - B$)	gr	1643.90	1686.20	1808.60
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	3.96	3.40	3.65
G	Promedio porcentaje de humedad	%	3.67		

Fuente: Elaboración propia, 2016.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 400.012/ASTM C-136):

En la tabla N° 20 y N°21 se muestran los resultados obtenidos del ensayo de granulometría del agregado fino y el agregado grueso.

1. Agregado Fino:

Tabla N° 20. Resultados del análisis granulométrico del agregado fino.

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	Peso inicial (gr)	1563.00
	(pulg)	(mm)				ERROR (gr)	ERROR (%)
1	3/8 "	9.50	0.00	0.00	0.00	0.10	0.01
2	N° 4	4.75	91.22	5.84	5.84		
3	N° 8	2.36	198.34	12.69	18.53		
4	N° 16	1.18	354.15	22.66	41.18		
5	N° 30	0.60	308.75	19.75	60.94		
6	N° 50	0.30	290.46	18.58	79.52		
7	N° 100	0.15	198.32	12.69	92.21		
8	N° 200	0.08	89.21	5.71	97.92		
9	FONDO	0	32.45	2.08	99.99		
TOTAL			1562.90				

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Masa inicial = 1563.00g.

Masa final = 1562.90g.

Se obtuvo un error de 0.10 gramos (0.01%).

$$Error = \frac{1563.00 - 1562.90}{1563.00} * 100 = 0.01\%$$

Como se obtuvo un error en el agregado fino se hizo una corrección:

$$Corrección = \frac{Error \text{ en gramos}}{Número \text{ de tamices donde se retuvo masa}}$$

Tabla N° 21. Resultados corregidos del análisis granulométrico del agregado fino.

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
	(pulg)	(mm)				
1	3/8 "	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2	N° 4	4.75	91.23	5.84	5.84	94.16
3	N° 8	2.36	198.35	12.69	18.53	81.47
4	N° 16	1.18	354.16	22.66	41.19	58.81
5	N° 30	0.60	308.76	19.75	60.94	39.06
6	N° 50	0.30	290.47	18.58	79.53	20.47
7	N° 100	0.15	198.33	12.69	92.21	7.79
8	N° 200	0.075	89.22	5.71	97.92	2.08
9	FONDO	0	32.46	2.08	100.00	0.00
TOTAL			1563.00			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

$$\text{Módulo de Finura} = \frac{\text{Tamiz (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)}}{100.00}$$

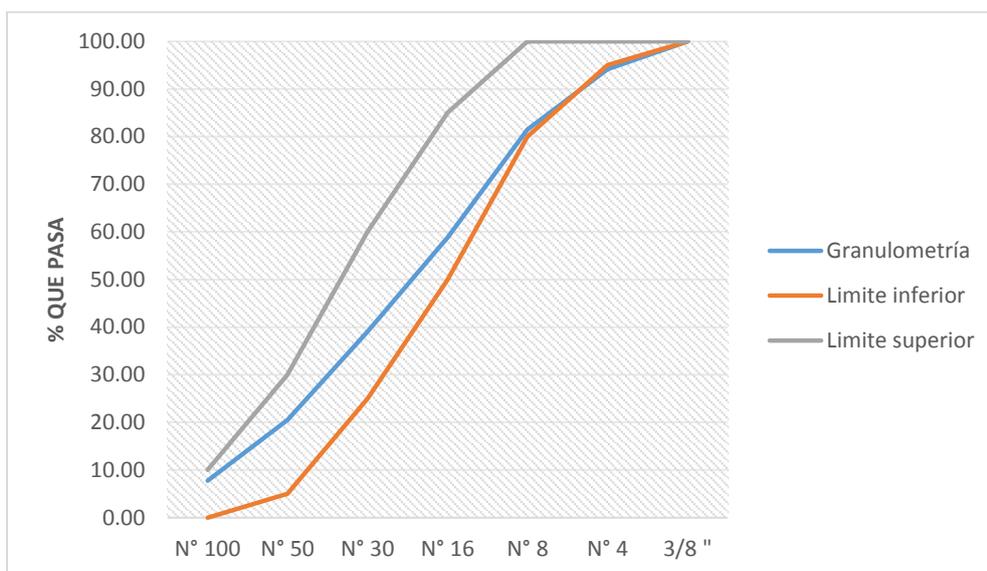
$$MF = \frac{(5.84 + 18.53 + 41.19 + 60.94 + 79.53 + 92.21)}{100.00} = 2.98$$

Tabla N° 22. Análisis Granulométrico del agregado fino.

TAMIZ		% QUE PASA		
9.5	3/8	100%	a	100%
4.75	4	95%	a	100%
2.36	8	80%	a	100%
1.18	16	50%	a	85%
0.6	30	25%	a	60%
0.3	50	5%	a	30%
0.15	100	0%	a	10%

Fuente: NTP 400.037, 2002.

Grafica N° 4. Curva granulométrica de la agregado fino.



Fuente: Elaboración propia. 2016.

2. Agregado Grueso:

Tabla N° 23. Resultados del análisis granulométrico del agregado grueso.

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	Peso inicial (gr)	1000
	(pulg)	(mm)				ERROR (gr)	ERROR (%)
1	1 1/2 "	37.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.05
2	1 "	25.00	120.30	12.03	12.03		
3	3/4 "	19.00	309.00	30.90	42.93		
4	1/2 "	12.50	375.40	37.54	80.47		
5	3/8 "	9.50	124.30	12.43	92.90		
6	N° 4	4.75	70.50	7.05	99.95		
7	FONDO	0.00	0	0.00	99.95		
TOTAL			999.50				

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Masa inicial = 1000.00 g.

Masa final = 999.50 g.

Se obtuvo un error de 0.50 gramos (0.05%).

$$Error = \frac{1000.00 - 999.50}{5001.30} * 100 = 0.05\%$$

Como se obtuvo un error en el agregado grueso se hizo una corrección:

$$\text{Corrección} = \frac{\text{Error en gramos}}{\text{Número de tamices donde se retubo masa}}$$

Tabla N° 24. Resultados corregidos del análisis granulométrico del agregado grueso.

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA
	(pulg)	(mm)				
1	1 1/2 "	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2	1 "	25.00	120.40	12.04	12.04	87.96
3	3/4 "	19.00	309.10	30.91	42.95	57.05
4	1/2 "	12.50	375.50	37.55	80.50	19.50
5	3/8 "	9.50	124.40	12.44	92.94	7.06
6	N° 4	4.75	70.60	7.06	100.00	0.00
TOTAL			1000.00			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tamaño Máximo (TM): 1 1/2"

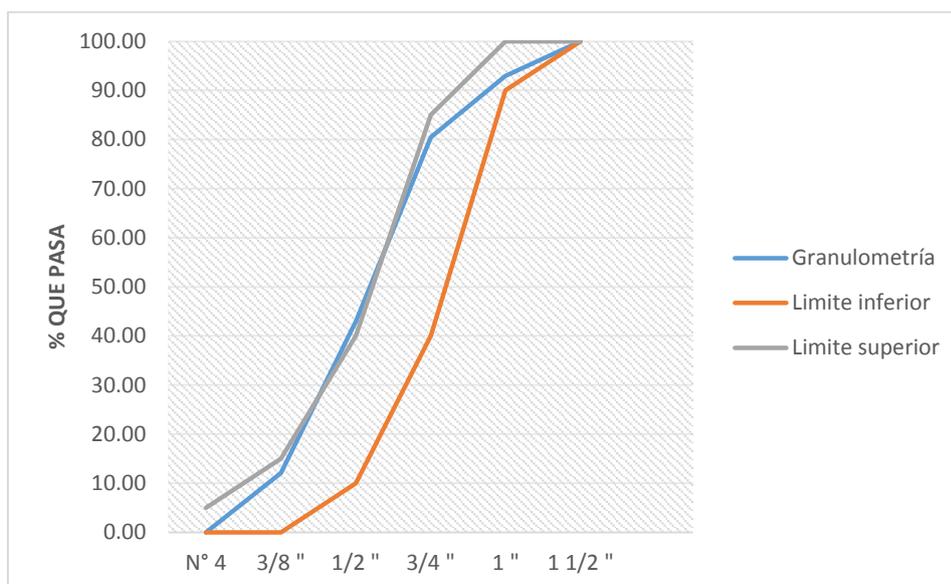
Tamaño Máximo Nominal: 1"

Tabla N° 25. Análisis Granulométrico del agregado grueso huso 56.

TAMIZ		% QUE PASA		
37.5	1 1/2	100%	a	100%
25.0	1	90%	a	100%
19.0	3/4	40%	a	85%
12.5	1/2	10%	a	40%
9.5	3/8	0%	a	15%
4.75	N°4	0%	a	5%

Fuente: NTP 400.037, 2002.

Grafica N° 5. Curva granulométrica de la agregado grueso (Huso 56).



Fuente: Elaboración propia, 2016.

✚ **Peso unitario y vacío de los agregados (N.T.P. 400.017:1999 /ASTM C-29/C 29M: 1991. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado).**

En la tabla N° 29 y N° 30 se muestran los resultados obtenidos del ensayo de peso unitario y vacío de los agregados (compactado y suelto).

1) Agregado fino:

Tabla N° 26. Resultados del peso unitario y vacío del agregado fino (compactado y suelto).

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MAX.NOMINAL		< 1/2"	VOLUMEN MOLDE	RESULTADOS
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	
A	Peso del molde + AF Compactado	gr	20174.00	20232.00	20225.00	20210.33
B	Peso del molde	gr	4785.00	4785.00	4785.00	4785.00
C	Peso del AF compactado, C = A - B	gr	15389.00	15447.00	15440.00	15425.33
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D=C/Vol.molde	gr/cm ³	1.65	1.66	1.66	1.65
E	Peso del molde + AF suelto	gr	19236.00	19397.00	19341.00	19324.67
F	Peso del AF suelto, F = E-B	gr	14451.00	14612.00	14556.00	14539.67
G	PESO UNITARIO SUELTO G=F/Vol.molde	gr/cm ³	1.55	1.57	1.56	1.56

Fuente: Elaboración propia, 2016.

2) Agregado grueso:

Tabla N° 27. Resultados del peso unitario y vacío del agregado grueso (compactado y suelto).

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MAX.NOMINAL		1 "	VOLUMEN MOLDE	RESULTADOS
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	
A	Peso del molde + AG Compactado	gr	18090.00	18319.00	18153.00	18187.33
B	Peso del molde	gr	4785.00	4785.00	4785.00	4785.00
C	Peso del AG compactado, C = A - B	gr	13305.00	13534.00	13368.00	13402.33
PESO UNITARIO COMPACTADO						
D	D=C/Vol. Molde	gr/cm ³	1.43	1.45	1.43	1.44
E	Peso del molde + AG suelto	gr	17502.00	17505.00	17125.00	17377.33
F	Peso del AG suelto, F = E-B	gr	12717.00	12720.00	12340.00	12592.33
PESO UNITARIO SUELTO						
G	G=F/Vol.molde	gr/cm ³	1.36	1.36	1.32	1.35

Fuente: Elaboración propia, 2016.

✚ **Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021/ASTM C-127. AGREGADO. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso).**

En la tabla N° 28 se muestran los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.

Tabla N° 28. Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGRAGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso saturado superficialmente seco del suelo en el aire	gr	4000.00	4000.00	4000.00	PROMEDIO
B	Peso saturado superficialmente seco del suelo en el agua	gr	2382.30	2380.60	2389.50	
C	Volumen de masa + volumen de vacío, C = A - B	gr	1617.70	1619.40	1610.50	
D	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	3889.60	3888.80	3885.20	
E	Volumen de masa, E = C - (A - D)	gr	1507.30	1508.20	1495.70	
F	Peso específico bulk (base seca), F = D /C	gr/cm ³	2.40	2.40	2.41	2.41
G	Peso específico (base saturada), G= A /C	gr/cm ³	2.47	2.47	2.48	2.48
H	Peso específico aparente (base seca), H = D /E	gr/cm ³	2.58	2.58	2.60	2.59
I	Absorción, K = (A -D /D)*100	%	2.84	2.86	2.95	2.88

Fuente: Elaboración propia, 2016.

✚ Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022/ASTM C-128. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino).

En la tabla N° 29 se muestran los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino agregado grueso.

Tabla N° 29. Resultados del peso específico y absorción del agregado fino.

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGRAGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso saturado superficialmente seco del suelo (Psss)	gr	500.00	500.00	500.00	PROMEDIO
B	Peso del frasco + agua hasta marca de 1000 ml	gr	1294.60	1295.80	1295.40	
C	Peso del frasco + agua + Psss, $C = A + B$	gr	1794.60	1795.80	1795.40	
D	Peso del frasco + Psss + agua hasta la marca de 1000 ml	gr	1600.60	1600.30	1418.20	
E	Volumen de masa + volumen de vacío, $E = C - D$	cm ³	194.00	195.50	377.20	
F	Peso seco del suelo (en estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)	gr	488.80	487.00	488.80	
G	Volumen de masa, $G = E - (A - F)$	cm ³	182.80	182.50	366.00	
H	Peso específico bulk (base seca), $H = F / E$	gr/cm ³	2.52	2.49	1.30	2.10
I	Peso específico (base saturada), $I = A / E$	gr/cm ³	2.58	2.56	1.33	2.15
J	Peso específico aparente (base seca), $J = F / G$	gr/cm ³	2.67	2.67	1.34	2.23
K	Absorción, $K = (A - F / F) * 100$	%	2.29	2.67	2.29	2.42

Fuente: Elaboración propia, 2016.

✚ Abrasión (NTP 400.019/ASTM C-131. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de los Ángeles).

En la tabla N° 30 se muestran los resultados obtenidos del ensayo de granulometría del agregado fino y el agregado grueso.

Tabla N° 30. Carga abrasiva N° de esferas de acero.

GRANULOMETRIA DE ENSAYO				
GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)	12	11	8	6

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 31. Resultados de la granulometría de la muestra de agregado para ensayo.

GRABULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO					
Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	"A" (gr)	"B" (gr)	"C" (gr)	"D" (gr)
1 1/2 "	1 "	1251.90			
1 "	3/4 "	1249.90			
3/4 "	1/2 "	1250.00			
1/2 "	3/8 "	1250.00			
3/8 "	1/4 "				
1/4 "	N° 4				
N° 4	N° 8				
TOTALES		5001.80			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 32. Resultados del ensayo desgaste de la abrasión.

DESGASTE DE LA ABRASIÓN						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso muestra total	gr	5001.80	5001.80	5001.80	
B	Peso retenido en tamíz N° 12	gr	3708.00	3715.00	3701.00	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100/A$	%	25.87	25.73	26.01		25.87

Fuente: Elaboración propia, 2016.

B. RESULTADOS PROCEDIMIENTO DE DISEÑO:

Se elaboró un diseño de mezclas de concreto patrón de 210 Kg/cm² por el método de diseño de comité ACI 211 y obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla N° 33. Valores de diseño en laboratorio.

Agua	193.0 lt/m ³
Aire	1.5 %
Cemento	345 kg/m ³
Ag. Fino seco	712 kg/m ³
Ag. Grueso seco	934 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 34. Valores de diseño al pie de obra (corregido por humedad)

Cemento	345 kg/m ³
Ag. Fino seco	729 kg/m ³
Ag. Grueso seco	961 kg/m ³
Agua Efectiva	161 lt/m ³

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Se realizó el cálculo la cantidad de materiales para 9 probetas más 10% de desperdicio y las adiciones.

Tabla N° 35. Cantidad de materiales para mezcla de prueba.

Cemento	=	345 kg/m ³	=	0.053 m ³	=	18.30 kg/tanda
Agua efectiva	=	161 lt/m ³	=	0.053 m ³	=	8.50 lt/tanda
Agregado fino húmedo	=	729 kg/m ³	=	0.053 m ³	=	38.60 kg/tanda
Agregado grueso húmedo	=	961 kg/m ³	=	0.053 m ³	=	50.90 kg/tanda

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 36. Cantidad de bagazo de caña de azúcar

bagazo de caña de azúcar	0.5 %	1.0 %	2.5%
	0.255 kg/tanda	0.509 kg/tanda	1.2725 kg/tanda

Fuente: Elaboración propia, 2016.

C. RESULTADOS DEL CONCRETO ENDURECIDO Y TIPOS DE FRACTURA DE CADA ESPÉCIMEN.

a. Resistencia a la compresión del concreto

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los ensayos a compresión de los especímenes ensayados a los 7 días, 14 días y 28 días.

Los resultados obtenidos para adiciones de 0.5%, 1.0% y 2.5% para diferentes edades (7 días, 14 días y 28 días) se muestran en la tabla N° 40, N° 41 y N° 42 Y 43, donde se puede verificar que la resistencia a compresión solo incrementa al incorporar 0,5% de bagazo de caña y para las adiciones 1.0% y 2.5% la resistencia a compresión disminuye.

Realizando una comparación de los resultados obtenidos con la incorporación de 0.5%, 1.0 % y 2.5% para las tres edades (7, 14 y 28 días) de concreto ensayadas, se obtuvo: para una incorporación del 0.5 % de bagazo de caña de azúcar para edades de 7, 14 y 28 días 147.65 Kg/cm², 203.72 Kg/cm², 230.28 Kg/cm²; para una incorporación de 1.0% y para edades de 7, 14 y 28 días 70.34 Kg/cm², 140.12 Kg/cm², 153.75 Kg/cm² y para una incorporación de 2.5% y para edades de 7, 14 y 28 días 26.65 Kg/cm², 190.16 Kg/cm², 212.56 Kg/cm².

Tabla N° 37. Resultados obtenidos del ensayo a compresión axial del concreto en estado endurecido, probetas patrón.

ESPÉCIMEN	ADICIÓN (%)	DIMENSIONES		EDAD DE ENSAYO (días)	ÁREA (cm ²)	CARGA MAX.(kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (%)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN MÍNIMA (%)	(%)
		DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)									
PP - 01	0	15.01	29.97	7	176.95	24002	135.64	139.14	210	66.26	65	1.26
PP - 02	0	14.99	29.96	7	176.48	26583	150.63					
PP - 03	0	14.97	29.96	7	176.01	23082	131.14					
PP - 04	0	15.00	29.89	14	176.71	34552	195.52	190.16	210	90.55	90	0.55
PP - 05	0	14.98	29.26	14	176.24	33349	189.22					
PP - 06	0	14.97	29.97	14	176.01	32693	185.75					
PP - 07	0	15.02	29.87	28	177.19	37657	212.53	212.56	210	101.22	100	1.22
PP - 08	0	14.96	29.96	28	175.77	38380	218.35					
PP - 09	0	14.95	29.96	28	175.54	36303	206.81					

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 38. Resultados obtenidos del ensayo a compresión axial del concreto en estado endurecido, probetas con adición al 0.5% de bagazo de caña.

ESPÉCIMEN	ADICIÓN (%)	DIMENSIONES		EDAD DE ENSAYO (días)	ÁREA (cm ²)	CARGA MAX.(kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (%)
		DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)							
PA - 01	0.5	14.97	29.98	7	176.01	25923	147.28	147.65	139.14	6.12
PA - 02	0.5	14.97	29.97	7	176.01	26083	148.19			
PA - 03	0.5	14.95	29.97	7	175.54	25890	147.49			
PA - 04	0.5	15.02	29.99	14	177.19	36018	203.28	203.72	190.16	7.13
PA - 05	0.5	14.99	29.96	14	176.48	35223	199.59			
PA - 06	0.5	15.01	29.97	14	176.95	36858	208.30			
PA - 07	0.5	15.02	29.87	28	177.19	41451	233.94	230.28	212.56	8.34
PA - 08	0.5	14.95	29.86	28	175.54	39835	226.93			
PA - 09	0.5	14.99	29.97	28	176.48	40585	229.97			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 39. Resultados obtenidos del ensayo a compresión axial del concreto en estado endurecido, probetas con adición al 1.0% de bagazo de caña.

ESPÉCIMEN	ADICIÓN (%)	DIMENSIONES		EDAD DE ENSAYO (días)	ÁREA (cm ²)	CARGA MAX.(kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (%)
		DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)							
PA - 01	1.00	15.00	29.98	7	176.71	12881	72.89	70.34	139.14	-49.45
PA - 02	1.00	14.97	29.96	7	176.01	11518	65.44			
PA - 03	1.00	14.98	29.97	7	176.24	12810	72.68			
PA - 04	1.00	15.01	29.93	14	176.95	22811	128.91	140.12	190.16	-26.32
PA - 05	1.00	14.99	29.86	14	176.48	26348	149.30			
PA - 06	1.00	14.97	29.99	14	176.01	25018	142.14			
PA - 07	1.00	14.99	29.97	28	176.48	23973	135.84	153.75	212.56	-27.67
PA - 08	1.00	15.01	29.88	28	176.95	29307	165.62			
PA - 09	1.00	14.98	29.99	28	176.24	28162	159.79			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 40. Resultados obtenidos del ensayo a compresión axial del concreto en estado endurecido, probetas con adición al 2.5% de bagazo de caña.

ESPÉCIMEN	ADICIÓN (%)	DIMENSIONES		EDAD DE ENSAYO (días)	ÁREA (cm ²)	CARGA MAX.(kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DISEÑO (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (%)
		DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)							
PA - 01	2.50	14.99	29.99	7	176.48	4579	25.95	26.65	139.14	-80.84
PA - 02	2.50	15.00	29.98	7	176.71	4875	27.59			
PA - 03	2.50	14.98	29.96	7	176.24	4658	26.43			
PA - 04	2.50	14.99	29.97	14	176.48	9096	51.54	47.90	190.16	-74.81
PA - 05	2.50	14.99	29.89	14	176.48	5981	33.89			
PA - 06	2.50	15.00	29.96	14	176.71	10296	58.26			
PA - 07	2.50	14.98	29.96	28	176.24	8920	50.61	52.86	212.56	-75.13
PA - 08	2.50	14.97	29.95	28	176.01	7784	44.23			
PA - 09	2.50	14.99	29.98	28	176.48	11247	63.73			

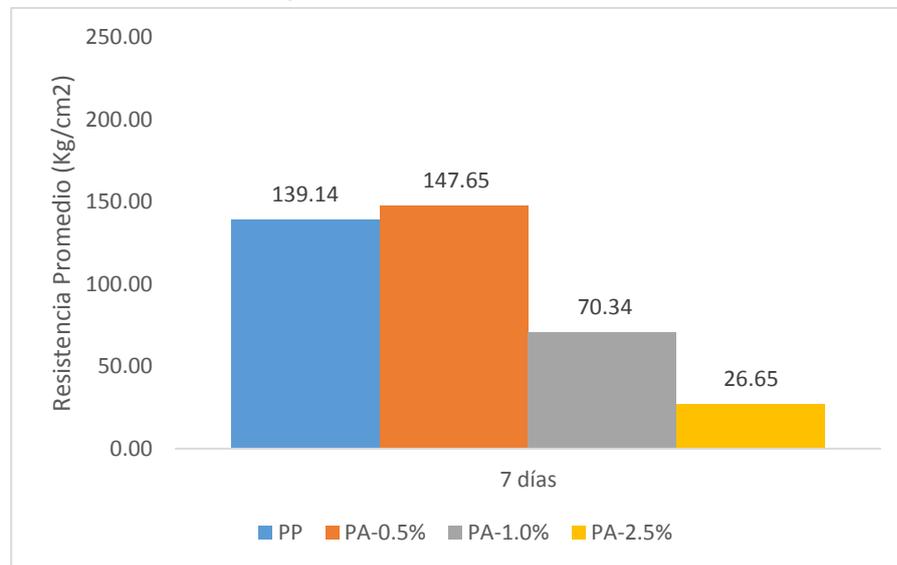
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 41. Resumen de resultados de la resistencia a compresión.

% ADICIÓN	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
PP	139.14	190.16	212.56
PA-0.5%	147.65	203.72	230.28
PA-1.0%	70.34	140.12	153.75
PA-2.5%	26.65	47.90	52.86

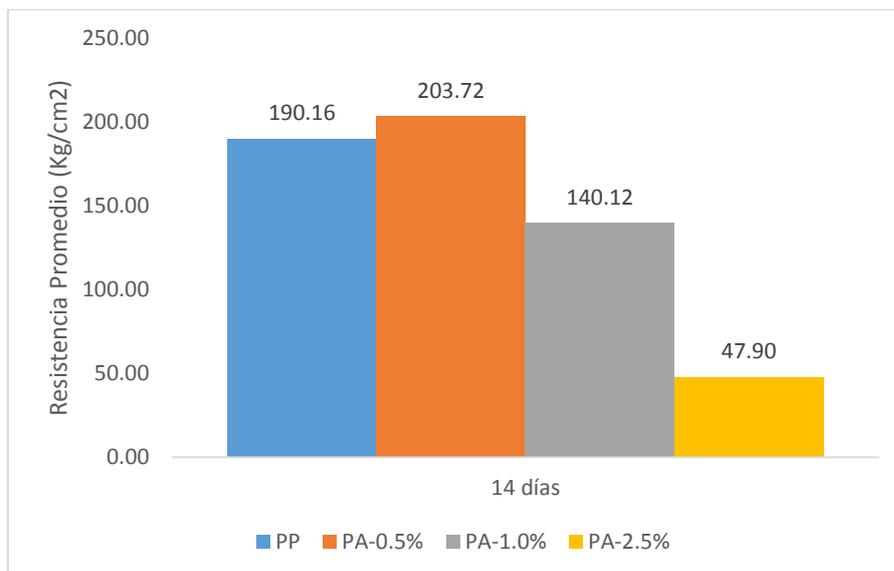
Fuente: Elaboración propia, 2016.

GRAFICA N° 6. Comparación de la resistencia a los 7 días de curado.



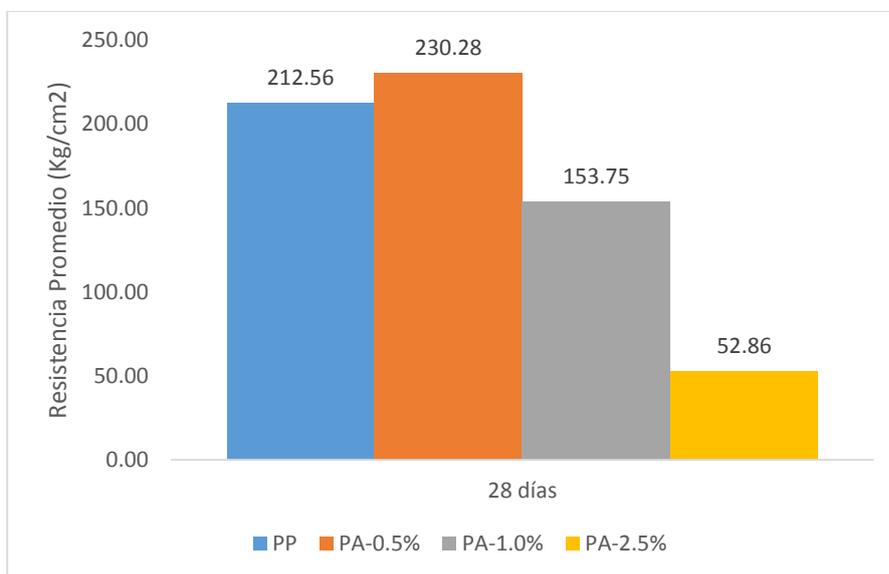
Fuente: Elaboración propia, 2016.

GRAFICA N° 7. Comparación de la resistencia a los 14 días de curado.



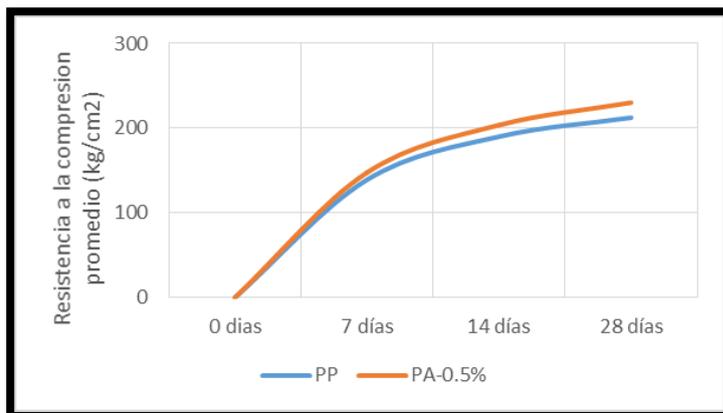
Fuente: Elaboración propia, 2016.

GRAFICA N° 8. Comparación de la resistencia a los 28 días de curado.



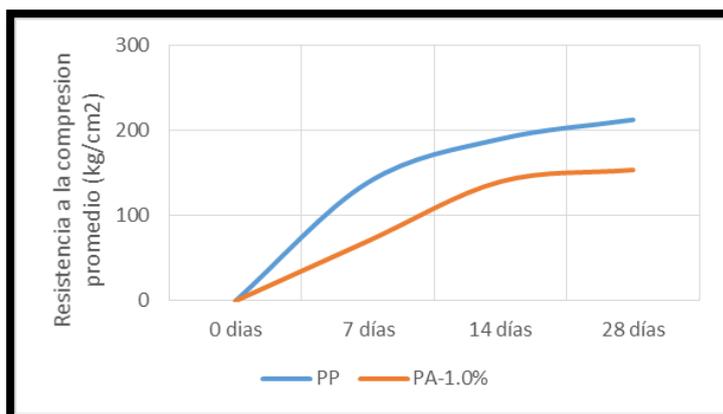
Fuente: Elaboración propia, 2016.

GRAFICA N° 09: Resistencia a la compresión versus tiempo, adición al 0.5% con bagazo de caña de azúcar.



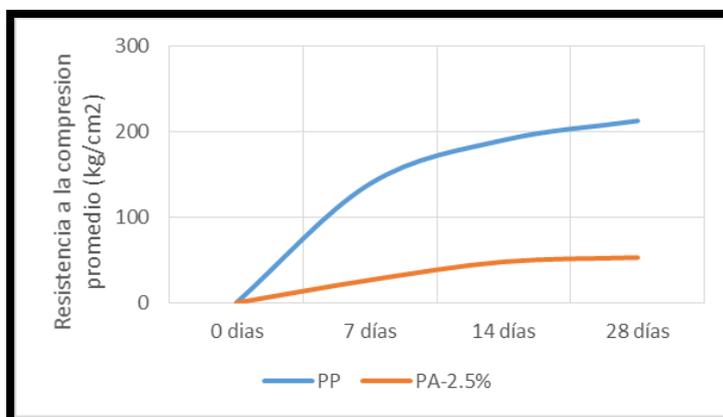
Fuente: Elaboración propia, 2016.

GRAFICA N° 10: Resistencia a la compresión versus tiempo, adición al 1.0% con bagazo de caña de azúcar.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

GRAFICA N° 11: Resistencia a la compresión versus tiempo, adición al 2.5% con bagazo de caña de azúcar.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

- b. **Tipos de fractura:** Las fracturas que presentan cada espécimen se identificaron con el esquema de patrones de tipos de fracturas según NTP. 339.034 / ASTM C-39.

Fractura tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior e inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.

Fotografía N° 7. Fractura presentada en el diseño patrón.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 8. Fractura presentada en el diseño adicionado el 0.5% de bagazo de caña



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 9. Fractura presentada en el diseño adicionado el 1.0% de bagazo de caña



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 10. Fractura presentada en el diseño adicionado el 2.5% de bagazo de caña



Fuente: Elaboración propia, 2016.

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

DISCUSIÓN

- ❖ Se analizaron los resultados obtenidos de los ensayos físicos de los agregados, así como, los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a compresión axial de los especímenes de concretos elaborados.
- ❖ Resultados obtenidos de los ensayos físicos de los agregados de la Cantera Bazán estos están dentro de lo aceptable de la norma N.T.P. 400.037/AST C33, teniendo el agregado fino las siguientes propiedades: contenido de humedad de 5.89%, módulo de finura de 2.98, peso unitario suelto seco de 1559.08 Kg/m³, peso unitario compactado seco de 1654.05 Kg/m³, peso específico de masa saturada con superficie seca de 2153 Kg/m³, peso específico aparente 2226 Kg/m³, absorción de 2.42% y abrasión 25.87%. El agregado grueso tiene las siguientes propiedades: contenido de humedad de 3.67%, peso unitario suelto seco de 1350.27 Kg/m³, peso unitario compactado seco de 1437.12 Kg/m³, peso específico de masa saturada con superficie seca de 2475.47 Kg/m³, peso específico aparente 2585.51 Kg/m³, absorción 2.88%.
- ❖ Con la incorporación del bagazo de caña de azúcar en 0.5%, 1.0% y 2.5%, se ha logrado determinar que la hipótesis no cumple, ya que la resistencia a compresión solo aumenta entre 6-8% con la incorporación del 0.5% bagazo de caña y para las incorporaciones de 1.0% y 2.5% de bagazo de caña disminuye su resistencia a compresión hasta 80%.
- ❖ Según la investigación de Osorio et al (2007), mencionando y referenciando en los antecedentes, indican que este estudio se efectuó los testigos de concreto con las fibras retenidas por el tamiz N° 6, y con una adición entre el 0.5% y 2.5% de fibras en relación al peso total del agregado grueso, presentó una resistencia de 16,88 MPa (172.13 kg/cm²). En relación con la adición de 0.5% presentó un aumento de la resistencia de 203.72 kg/cm² a los 14 días de curado y con la adición de 2.5% presentó una resistencia de 52.86 kg/cm² la resistencia a la compresión disminuye.
- ❖ Según Moreno, Pozo y Nájera (2011), mencionando y referenciando en los antecedentes, reportó 14,47 MPa en la prueba de resistencia a la compresión y la muestra de control reportó 11,95 MPa comprobándose que el uso de bagazo

de caña de azúcar en la fabricación de bloques para mampostería liviana es posible ya que mejora las propiedades físicas y mecánicas de los bloques normales o convencionales. Comparando con los resultados obtenidos en la adición del 0.5% de bagazo de caña se puede concluir que esta fibra natural tiene efectos positivos en la resistencia del concreto, obteniendo una resistencia a los 28 días de 230.28 kg/cm².

- ❖ En 2008, Hernández quien, mencionando y referenciando en los antecedentes, obtuvo resistencias altas en las mezclas con un contenido de fibra del 4.00%, en las cuales casi se alcanzó la misma resistencia que el espécimen que sirvió de control, con una variación del 1% a los 28 días. Con el 2.00% las resistencias también aumentaron, sin embargo, no lo hicieron con el mismo incremento que la mezcla con el 4.00% de FBC. Comparando con los resultados obtenidos se puede concluir que la resistencia a compresión se comportó inversamente proporcional con respecto a la adición de fibra en el concreto.
- ❖ Según Rodríguez (2016), mencionando y referenciando en los antecedentes, reportó que incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar en valores de 0.5%, 1%, 1.5% con respecto al peso cemento, realizado el ensayo a compresión para edades de curado de 03, 07 y 14 días, se logró determinar que entre los tres (03) porcentajes utilizados y tres (03) materiales incorporados, la máxima resistencia se logró incorporando 1% de ceniza de bagazo de caña. Comparando con los resultados obtenidos se puede concluir que el material agroindustrial obtiene mejores efectos de resistencia a compresión.
- ❖ Según Chávez (2016), mencionando y referenciando en los antecedentes, reportó que de los ensayos a compresión de las probetas adicionadas al 8%, 10% y 12% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, donde el máximo porcentaje de resistencia obtenido corresponde a la adición de 10% obteniendo una resistencia de 245.31 Kg/cm². Comparando con los resultados obtenidos se puede concluir que el contexto estudiado, es viable generándose de esta manera una alternativa para el uso de estos residuos agrícolas que consigna un beneficio económico y medio ambiental.

CONCLUSIONES

- 1- Se concluye que al reemplazar fibra de bagazo de caña de azúcar en un porcentaje de 1.0% y 2.5% como agregado grueso con respecto al peso, no ayuda a mejorar la resistencia a compresión axial, por lo que no cumple con la hipótesis planteada.
- 2- Se determinó que los especímenes de concreto de FBC alcanzó una resistencia a compresión axial de 212.56 kg/cm² con 0% de FBC, 230.28 kg/cm² al reemplazar 0.5% de FBC; 153.75 kg/cm² al reemplazar 1.0% de FBC y 52.86 kg/cm² al reemplazar 2.5% de FBC. Comparando con la muestra patrón demuestra que al reemplazar FBC en 0.5% con la probeta patrón hace aumentar la resistencia a los 28 días en 8.3% y al reemplazar FBC en 1.0% y 2.5% en el concreto hace disminuir su resistencia en un 27.67% y 75.13% respectivamente.
- 3- Se determinó las propiedades físicas de los agregados de la cantera Bazán – Cajamarca. Los cuales fueron utilizados en el diseño fueron del agregado fino; contenido de humedad 5.89%, módulo de finura 2.98%, peso unitario suelto 1559.08 kg/m³, peso unitario compactado 1654.05 kg/m³, gravedad específica 2.23 gr/cm³ y absorción 2.42% de la misma manera para el agregado grueso; contenido de humedad 3.67%, módulo de finura 7.36%, peso unitario suelto 1350.2 kg/m³, peso unitario compactado 1437.12 kg/m³, gravedad específica 2.59 gr/cm³ y absorción 2.88%.

REFERENCIAS

- ACI: AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. 2005. Requisitos de reglamento para concreto estructural. Reporte ACI Comité 201.2R. Estados Unidos. 59.
- Chávez, G.A. (2016). " Resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210$ Kg/cm² con la adición de diferentes porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar, UPNC 2016". (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Enrique, R. (2000). Naturaleza y Materiales del Concreto (1^{ra} Ed.), Lima, Perú:
- Galvez, D.; V. Rocco. 2007. Tecnología del hormigón. Chile. (Disponible en: ico.ucentral.cl/educon/cursos/icos405/archivos/archivo1_16_03_07.ppt. Consultado el 01 de Mayo de 2016).
- García, J. (2006). Manual técnico de construcción. México. Fernando Porrúa, 97-164p. (Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/6167/5/958932282_4_Parte1.pdf. Consultado el 02 de Mayo de 2016).
- Hernández, R. (2008). "Uso de fibras de bagazo de caña en concreto. Tratamiento de las fibras con parafina". (Tesis de grado académico). Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
- Knits, A. (2009, Fibras naturales [en línea], <http://naturalfibres2009.org/es/fibras/index.html>.
- Moreno, J., Pozo, Clara. y Nájera, Francisco. (2011). Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en la fabricación de bloques ecológicos para mampostería liviana. *Perfiles, Revista científica, técnica e informativa de la facultad de Ciencias, ESPOCH*. 8 pp. 16-20.
- Osorio, J.A., Varón, F. y Herrera, J.A. (2007). Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de bagazo de caña de azúcar. *Dyna*, 75 (153) pp. 69-79.

- Rodríguez, A.J. (2016). "Resistencia a compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar". (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Segura, N.D. (2016). "*Resistencia a la compresión, Flexión y absorción de agua del adobe compactado, con adición de bagazo de caña, Cajamarca*". (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Serrano, F. (1999). *Patología de la Edificación: El Lenguaje de las Grietas*. Madrid: Escuela de la Edificación.
- Serpell, A. (2011). *Administración de Operaciones de Construcción*. Chile: Alfaomega.
- Universidad Central Del Ecuador Facultad De Ciencias Químicas Escuela De Bioquímica Y Farmacia Química De Alimentos. (s.f). Informe. Ecuador: Marcelo Arboleda, Belén Córdor, Nathaly Cueva y Estefanía Gongora.

ANEXOS

ANEXOS N° 1

PANEL FOTOGRÁFICO

Ensayos físicos de los agregados (fino y grueso)

Ensayo contenido de humedad

Fotografía N° 11. Peso de las muestras



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 12. Registrando los pesos de las muestras del agregado fino y grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 13. Colación de muestras en el horno.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Ensayo de análisis granulométrico

Fotografía N° 14. Tamices para ensayo de análisis granulométrico.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 15. Efectuando la operación de tamizado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 16. Agregado retenido en cada tamiz.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 17. Peso del agregado retenido en cada tamiz.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Peso unitario del agregado (fino y grueso)

Fotografía N° 18. Equipo para ensayo de peso unitario de los agregados.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Peso unitario volumétrico suelto seco del agregado

Fotografía N° 19. Llenado del cilindro con agregado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 20. Eliminación del agregado sobrante.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 21. Peso del recipiente más agregado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

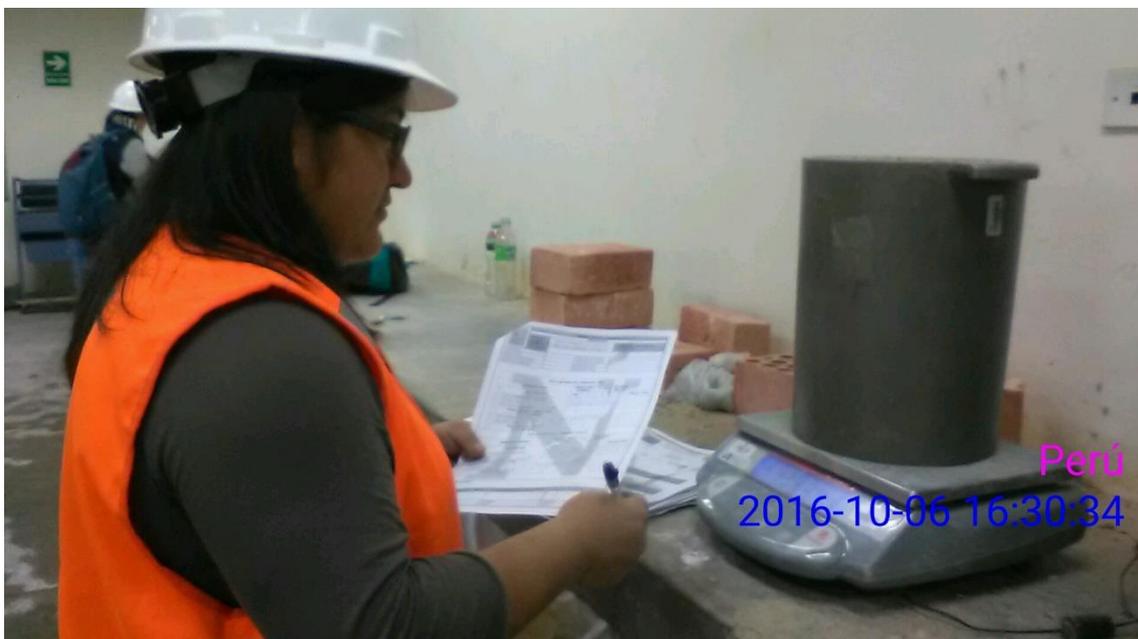
Peso unitario volumétrico compactado seco del agregado

Fotografía N° 22. Procedimiento de apisonado por capas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 23. Pesado del recipiente más agregado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gravedad específica y absorción de los agregados gruesos

Fotografía N° 24. Pesado del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 25. Lavado de agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 26. Muestra remojada por 24 horas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 27. Secado de la muestra con paño absorbente.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 28. Peso de agregado grueso sumergida.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 29. Registro de datos del agregado grueso sumergido.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 30. Colocación del agregado grueso en el horno.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 31. Peso seco del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Gravedad específica y absorción de los agregados finos

Fotografía N° 32. Selección de muestra por cuarteo.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 33. Peso del agregado fino.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N°34. Muestra remojado en agua por 24 horas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 35. Colocación de la muestra en el cono y apisonado con varilla de metal 25 veces.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 36. Frasco volumétrico de 500 ml de capacidad.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 37. Agitado constantemente de muestra para eliminar el aire atrapado.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 38. Peso de fiola con muestra y agua.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Ensayo de abrasión

Fotografía N° 39. Tamices para granulometría de la muestra de agregado para ensayo.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 40. Tamizando muestra.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 41. Pesos de la muestra del agregado para ensayo.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 42. Máquina los Ángeles.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 43. Descargo del material luego de hacer girar a una velocidad entre 30 rpm a 33 rpm por 500 revoluciones.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 44. Esferas de acero.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 45. Tamizado en el tamiz N° 12.



Fuente: Elaboración propia, 2016

Fotografía N° 46. Peso del agregado retenido en el tamiz N° 12.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Elaboración de mezcla de concreto

Fotografía N° 47. Peso del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 48. Peso del bagazo de caña de azúcar.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 49. Peso del cemento portland tipo I.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 50. Incorporación de los agregados a la mezcladora.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 51. Incorporación del bagazo de caña a la mezcladora.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N°52. Realizando el ensayo de asentamiento o slump.



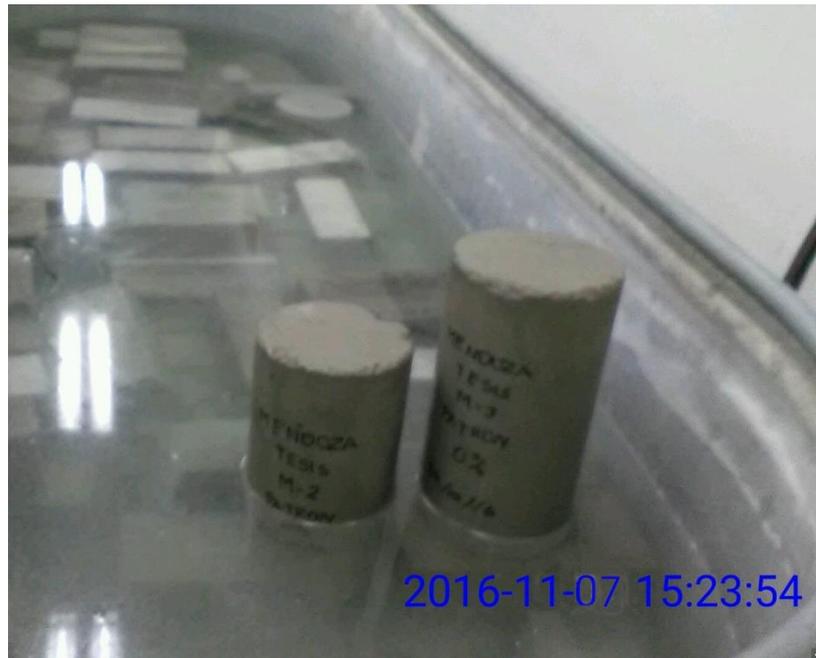
Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 53. Desmoldé de identificación de probetas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 54. Curado de las probetas de concreto



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 55. Medición de las probetas de concreto.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 56. Ensayo - Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 57. Resistencia a la compresión del concreto - muestra patrón a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Fotografía N° 58. Fallas presentadas: falla tipo N° 5



Fuente: Elaboración propia, 2016.

ANEXOS N° 2

DISEÑO DE MEZCLAS

1. Especificaciones:

- No existen limitaciones en el diseño.
- La resistencia en compresión de diseño especificado es de 210 kg/cm², a los 28 días.
- Las condiciones de colocación requieren que la mezcla tenga consistencia plástica.
- El tamaño máximo nominal del agregado grueso es 1”.

2. Materiales:

❖ Cemento:

Cemento Portland Tipo I- Pacasmayo
Peso específico 3.11

❖ Agua:

Agua potable de la red de servicio público de Cajamarca.

❖ Agregado fino:

Peso específico de masa 2.23
Absorción 2.42%
Contenido de humedad 5.89%
Módulo de fineza 2.98

❖ Agregado grueso:

Tamaño máximo nominal 1”
Peso seco compactado 1437.12 Kg/m³
Peso específico de masa 2.59
Absorción 2.88%
Contenido de humedad 3.67%
Módulo de fineza 7.36

3. Determinación de la resistencia promedio:

Tabla N° 1. Resistencia a la compresión promedio.

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

4. Selección del tamaño máximo nominal del agregado:

Tamaño máximo nominal 1”.

5. Selección del asentamiento:

Tabla N° 2. Asentamiento por el tipo de consistencia del concreto.

Consistencia del concreto	Asentamiento	Trabajabilidad
Seca	0" a 2"	Poca
Plástica	3" a 4"	Buena
Húmeda	≥ 5"	Poco

Fuente: Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

6. Volumen unitario de agua:

Tabla N° 3. Volumen de agua por m².

Asentamiento	Agua en lt/m, para TMN agregado y consistencia indicadas							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	187	184	174	166	154	----

Agua = 193 lt/m

Fuente: Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

7. Contenido de aire:

Tabla N° 4. Contenido de aire atrapado.

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
6"	0.2 %

Fuente: Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

8. Relación agua cemento:

Tabla N° 5. Relación agua/cemento por resistencia del concreto.

Resistencia a la compresión	RELACIÓN AGUA/ CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE	CONCRETO CON AIRE
28 días (kg/cm ²)	INCORPORADO	INCORPORADO
$f'cr$	INCORPORADO	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: Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

Interpolamos porque la resistencia a la compresión es 294.

$$Y_x = Y_0 + \frac{X-X_0}{X_1-X_0} (Y_1 - Y_0)$$

		X	y
		Resistencia a la compresión	relaciona agua/cemento Concreto sin aire inc.
0	límite inferior	300	0.55
1	límite superior	250	0.62
x	valor	294	0.56

9. Factor cemento:

$$\begin{aligned} \text{Factor cemento} &= \frac{\text{volumen unitario del agua}}{\text{agua/cemento}} = \frac{193}{0.56} \\ &= 3.45 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 8.11 \text{ bolsas/m}^3 \end{aligned}$$

10. Contenido de agregado grueso:

Tabla N° 6. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

Tamaño Máximo Nominal	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen			
	Del concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino			
Del agregado	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.46	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.80	0.78	0.76
4"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1992)

2.4	0.710
2.6	0.690
2.8	0.670
2.98	0.650
3	0.650

volumen agregado grueso por unidad
PESO DEL AGREGADO GRUESO

0.65 m^3
934 kg/m^3

11. Cálculo de volúmenes absolutos:

Cemento	345	3.11	1000	0.111	m^3
Agua	193	1	1000	0.193	m^3
Aire %	1.5			0.015	m^3
Agregado grueso	934	2.59	1000	0.361	m^3
Suma de valores conocidos				0.680	m^3

12. Contenido de agregado fino:

volumen absoluto de agregado fino=	1	—	0.680	0.320 m ³
peso del agregado fino seco	0.320	2.23	1000	712.000 kg/m ³

13. Valores de diseño:

Cemento	345 kg/m ³
Agua de diseño	193 lt/m ³
Agregado fino seco	712 kg/m ³
Agregado grueso seco	934 kg/m ³

14. Corrección por humedad del agregado:

		contenido de humedad +1	
Agregado fino	712.000	1.024	729 kg/m ³
Agregado grueso	934	1.029	961 kg/m ³

Determinamos la humedad superficial del agregado por humedad superficial del:

	C. Humedad	Absorción	
Agregado fino	5.89	2.42	3.47 %
Agregado grueso	3.67	2.88	0.79 %

y los aportes de los agregados serán:

Agregado fino	712	0.0347	25 lt/m ³
Agregado grueso	934	0.0079	7 lt/m ³
Aporte de humedad de los agregados			32 lt/m ³
Agua efectiva	193	32.00	161.00 lt/m ³

Los pesos de los materiales ya corregidos por humedad del agregado a ser empleados en las mezclas de prueba serán:

Cemento	345 kg/m ³
Agua efectiva	161 lt/m ³
Agregado fino húmedo	729 kg/m ³
Agregado grueso húmedo	961 kg/m ³

15. Proporción en peso:

La proporción en peso de los materiales sin corregir y ya corregida por humedad del agregado, serán:

			cemento	A.fino	A.grueso	
345	712	934	1	2.1	2.7	23.8
345	345	345				

345	729	961	1	2.1	2.8	19.9
345	345	345				

Relación agua cemento de diseño	193	345	0.56
Relación agua cemento efectiva	158	345	0.47

16. Proporción en peso:

Cemento	1	42.5	42.5 kg/saco
Agua efectiva			19.9 lt/saco
Agregado fino húmedo	2.1	42.5	89.25 kg/saco
Agregado grueso húmedo	2.8	42.5	119 kg/saco

17. Cantidad de materiales para mezcla de prueba 9 probetas y 10 % de desperdicio.

Cemento	345	0.053	18.30 kg/tanda
Agua efectiva	161	0.053	8.50 lt/tanda
Agregado fino húmedo	729	0.053	38.60 kg/tanda
Agregado grueso húmedo	961	0.053	50.90 kg/tanda

Cantidad de bagazo de caña de azúcar para cada porcentaje

Bagazo de caña	0.5	1.0	2.5
	0.255 kg/tanda	0.509 kg/tanda	1.273 kg/tanda

Si una tanda de 10 de desperdicio necesitamos 50.90 Kg de agregado grueso.

0.5	% de fibra equivale a	0.2545 kg	y	50.65	Kg de agregado grueso.
1.0	% de fibra equivale a	0.509 kg	y	50.39	Kg de agregado grueso.
2.5	% de fibra equivale a	1.2725 kg	y	49.63	Kg de agregado grueso.

ANEXOS N° 3

**FORMATOS DE ENSAYO REALIZADOS EN LABORATORIO DE
TECNOLOGIA DEL CONCRETO DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA
DEL NORTE**

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	CH-LS-UPNC:
	PROYECTO:		
CALICATA:	-	ESTRATO:	-
		TIPO DE MATERIAL:	AREGADO FINO
UBICACIÓN:	AV. NIEVEL CAJAMARCA N° 96		COLOR DE MATERIAL:
			-
FECHA DE MUESTREO:	05-10-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
FECHA DE ENSAYO:	05-10-2016	REVISADO POR:	ING. IRENE LOAYNES ALARCON

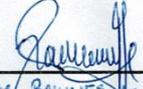
Temperatura de Secado
60 °C / 110 °C / Ambiente

Método
Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T-1	T-2	T-3
B	Peso del Recipiente	gr	72.00	68.80	58.40
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	893.40	840.70	966.20
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	843.10	794.20	925.10
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - B	gr	50.30	46.50	41.10
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	771.70	725.40	866.70
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	6.52	6.41	4.74
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	6.89		

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

OBSERVACIONES:

INVESTIGADOR	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
		
NOMBRE: MENDOZA HUATAY MARIA LIDIA	NOMBRE: HUICHO HUICHÓN VICTOR	NOMBRE: ING. IRINE LOAYNES ALARCON I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			CH-LS-UPNC:
	PROYECTO:				
CALICATA:	—	ESTRATO:	—	TIPO DE MATERIAL:	ARENOSO GRUESO
UBICACIÓN:	AV. MIGUEL CARDUCHI N° 696			COLOR DE MATERIAL:	—
FECHA DE MUESTREO:	03-10-2016		RESPONSABLE:	LIDIA MENDOZA HUATAY	
FECHA DE ENSAYO:	03-10-2016		REVISADO POR:	ING. HENRI WALTERS BARRERA	

Temperatura de Secado

60 °C / 110 °C / Ambiente

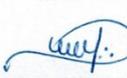
Método

Horno 110 ± 5 °C

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Identificación del recipiente o Tara		T-1	T-2	T-3
B	Peso del Recipiente	gr	164.50	145.70	146.70
C	Recipiente + Suelo Húmedo	gr	1873.50	1889.20	2021.40
D	Recipiente + Suelo Seco	gr	1808.40	1831.90	1965.30
E	Peso del suelo humedo (Ww) C - B	gr	65.10	57.30	66.10
F	Peso Suelo Seco (Ws) D - B	gr	1643.90	1666.20	1808.60
W%	Porcentaje de humedad (E / F) * 100	%	3.96	3.40	3.65
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	3.67		

$$(W\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

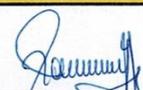
OBSERVACIONES:

INVESTIGADOR	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
		
NOMBRE: MENDOZA HUATAY LIDIA LIDIA	NOMBRE: VICTOR HINCHÁN VICTOR	NOMBRE: ENRIQUE WALTERS BARRERA E.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: GEAF-LC-UPNC:
	NORMA	MTC E205 – ASTM C128 – NTP 400.022	
	PROYECTO		
CANTERA:		TIPO DE CANTERA:	R20
UBICACIÓN:	AV. MIGUEL CARBUCCI N° 696	TIPO DE MATERIAL:	AGREGADO FINO
FECHA DE MUESTRA:	05-10-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
FECHA DE ENSAYO:	06-10-2016	REVISADO POR:	ING. IRENE RAMÍREZ AZÁRVEDO

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO	
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo (Psss)	gr	500.00	500.00	500.00	P R O M E D I O	
B	Peso del frasco + agua hasta marca de 500ml	gr	1294.60	1295.80	1295.40		
C	Peso del frasco + agua + Psss, C = A + B	gr	1794.60	1795.80	1795.40		
D	Peso del frasco + Psss + agua hasta la marca de 500ml	gr	1600.60	1600.30	1418.20		
E	Volumen de masa + volumen de vacío, E = C - D	cm ³	194.00	195.50	377.20		
F	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	488.80	487.00	488.80		
G	Volumen de masa, G = E - (A - F)	cm ³	182.80	182.50	366.00		
H	Peso específico bulk (base seca), H = F / E	gr/cm ³	2.52	2.49	1.30		2.10
I	Peso específico (base saturada), I = A / E	gr/cm ³	2.58	2.56	1.33		2.15
J	Peso específico aparente (base seca), J = F / G	gr/cm ³	2.67	2.67	1.34		2.23
K	Absorción, K = (A - F / F) * 100	%	2.29	2.67	2.29		2.42

OBSERVACIONES:

INVESTIGADOR	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
		
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA L.	NOMBRE: VICTOR HINCAPI	NOMBRE: ING. RAMIREZ AZÁRVEDO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PEAG-LC-UPNC:	
NORMA	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021		
PROYECTO			
CANTERA:	BAGAZO	TIPO DE CANTERA:	P20
UBICACIÓN:	AV. MIGUEL CAEQUECCI N° 696	TIPO DE MATERIAL:	Granular -
FECHA DE MUESTRA:	05-10-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
FECHA DE ENSAYO:	06-10-2016	REVISADO POR:	ING. RAÚNES AZAÑERO IRENE

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en aire	gr	4000.00	4000.00	4000.00	P R O M E D I O
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del suelo en agua	gr	2382.30	2380.60	2389.50	
C	Volumen de masa + volumen de vacío, $C = A - B$	gr	1617.70	1619.40	1610.50	
D	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	3889.60	3888.00	3885.20	
E	Volumen de masa, $E = C - (A - D)$	cm ³	1507.30	1508.20	1495.70	
F	Peso específico bulk (base seca), $F = D / C$	gr/cm ³	2.40	2.40	2.41	2.41
G	Peso específico (base saturada), $G = A / C$	gr/cm ³	2.47	2.47	2.48	2.48
H	Peso específico aparente (base seca), $H = D / E$	gr/cm ³	2.58	2.58	2.60	2.59
I	Absorción, $K = (A - D / D) * 100$	%	2.84	2.86	2.95	2.88

OBSERVACIONES:		
INVESTIGADOR	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
		
NOMBRE: MENDOZA HUATAY MARIA L.	NOMBRE: HINCHÓN VÍCTOR	NOMBRE: AZAÑERO RAÚNES I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGGF-LC-UPNC:
NORMA	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012		
PROYECTO			
CANTERA:	BACDN	RETENIDO N° 4 (gr):	
UBICACIÓN:	N. HIGUEL CARBONEL N° 696	PASA N° 4 (gr):	
FECHA DE MUESTRA:	06-10-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
FECHA DE ENSAYO:	06-10-2016	REVISADO POR:	ING. IRENE RAMIREZ AZÓCER

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
	(pulg)	(mm)				GRAVA	ESPECIFICACIÓN	
1	1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100%	100	100
2	1"	25.00	120.40	12.04	12.04	87.96	95	100
3	3/4"	19.00	209.10	20.91	42.95	57.06		
4	1/2"	12.50	375.50	37.55	80.50	49.05	25	60
5	3/8"	9.50	124.40	12.44	92.94	7.06		
6	N° 4	4.75	70.60	7.06	100.00	0.00	0	10
7	N° 8	2.36					0	5
8	N° 16	1.18						
9	N° 30	0.60						
10	N° 50	0.30						
11	N° 100	0.15						
12	N° 200	0.075						
13	Fondo	0						

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A. GRUESO HF = 7.36

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA		
	(pulg)	(mm)				ARENA	ESPECIFICACIÓN	
1	1 1/2"	37.50						
2	1"	25.00						
3	3/4"	19.00						
4	1/2"	12.50						
5	3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
6	N° 4	4.75	91.23	5.84	5.84	94.16	95	100
7	N° 8	2.36	148.35	12.69	18.53	81.47	80	100
8	N° 16	1.18	354.16	22.66	41.19	58.81	50	85
9	N° 30	0.60	308.46	19.75	60.94	39.06	25	60
10	N° 50	0.30	290.47	18.53	79.53	20.47	10	30
11	N° 100	0.15	148.33	12.69	92.21	7.79	2	10
12	N° 200	0.075	89.21	5.71	97.92	2.08	0	3
13	Fondo	0	32.46	2.03	100.00	0.00		

OBSERVACIONES:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO A. FINO : HF = 2.98

INVESTIGADOR	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
		
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA L.	NOMBRE: CRUZ KINCHAN VICTOR	NOMBRE: ING. RAMIREZ AZÓCER I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO				
	ENSAYO	ABRASIÓN LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2")			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: ALA-LC-UPNC:
	NORMA	MTC E207 – ASTM C 131 – NTP 400.019			
	PROYECTO				
CANTERA:	BATEAN	TIPO DE CANTERA:	RIO		
UBICACIÓN:	AV. HIGUEL CARBUCCI N° 696	TIPO DE MATERIAL:	GRANULAR		
FECHA DE MUESTRA:	05-10-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY		
FECHA DE ENSAYO:	08-10-2016	REVISADO POR:	ING. IDENE EDWINES ARAÑEZ		
MUESTREO:					

GRANULOMETRÍA DE ENSAYO				
GRADACIÓN	"A"	"B"	"C"	"D"
CARGA ABRASIVA (N° de esferas de acero)	12	11	8	6

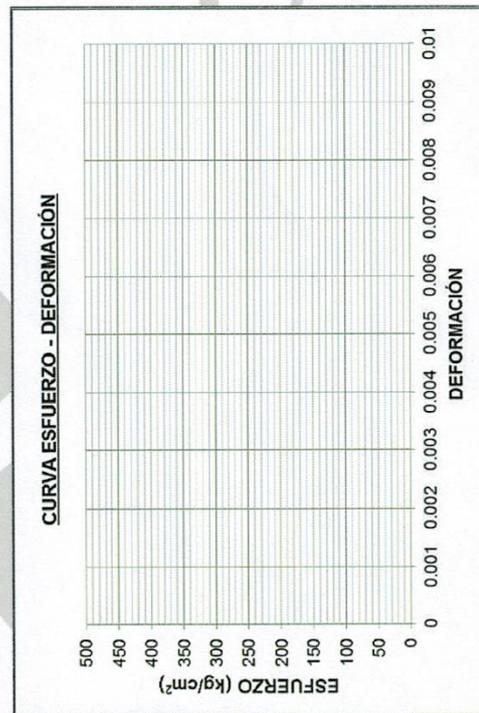
GRANULOMETRÍA DE LA MUESTRA DE AGREGADO PARA ENSAYO					
Tamiz (pasa)	Tamiz (retiene)	"A" (gr)	"B" (gr)	"C" (gr)	"D" (gr)
1 1/2"	1"	1251.90			
1"	3/4"	1249.90			
3/4"	1/2"	1250.00			
1/2"	3/8"	1250.00			
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 4				
N° 4	N° 8				
TOTALES		5001.80			

DESGASTE A LA ABRASIÓN						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	P R O M E D I O
A	Peso muestra total	gr	5001.80	5001.80	5001.80	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	3708.00	3705.00	3701.00	
D	Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100 / A$	%	25.87	25.73	26.01	25.87

OBSERVACIONES:		
INVESTIGADOR	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
		
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARÍA LIDIA	NOMBRE: HINCHÁN VICTOR	NOMBRE: ARAÑEZ EDWINES IDENE
FECHA:	FECHA:	FECHA:

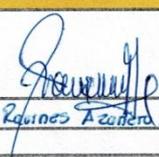
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PP-01	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.01 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.95 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	11-11-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	7 días	REVISADO POR:	ING. RENE RAQUINES AZARER

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	2.42	5.65	0.008
3	2000	2.61	11.30	0.009
4	3000	2.82	16.95	0.009
5	4000	3.01	22.61	0.010
6	5000	3.10	28.26	0.010
7	6000	3.15	33.91	0.011
8	7000	3.20	39.56	0.011
9	8000	3.27	45.21	0.011
10	9000	3.35	50.86	0.011
11	10000	3.42	56.51	0.011
12	11000	3.51	62.16	0.012
13	12000	3.59	67.82	0.012
14	13000	3.65	73.47	0.012
15	14000	3.70	79.12	0.012
16	15000	3.81	84.77	0.013
17	16000	3.89	90.42	0.013
18	17000	3.96	96.07	0.013
19	18000	4.00	101.72	0.013
20	19000	4.05	107.37	0.014
21	20000	4.13	113.03	0.014
22	21000	4.21	118.68	0.014
23	22000	4.30	124.33	0.014
24	23000	4.36	129.98	0.015
25	24000	4.45	135.63	0.015
26	25000	4.60	135.64	0.015
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



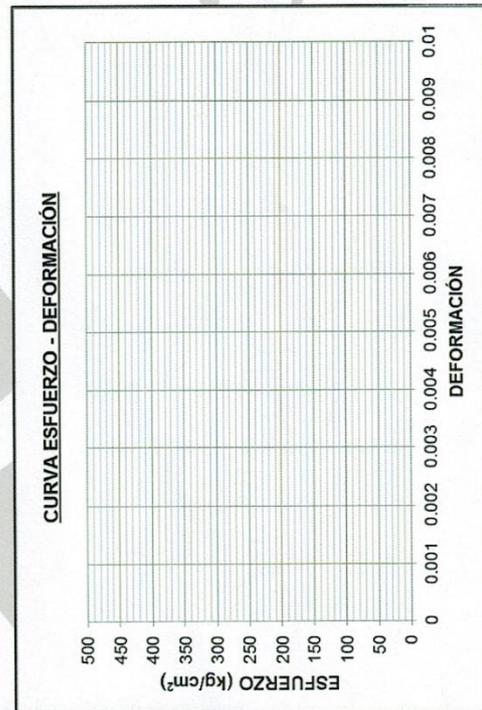
OBSERVACIONES:

CARGA ULTIMA = 24002 Kg.

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
		
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: Victor Cosco Huachán	NOMBRE: Ing. Rene Raquines Azarera
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
	NORMA		MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034
	PROYECTO		
ID. PROBETA:	PP-02	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.99 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.48 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	11-11-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	7 días	REVISADO POR:	ING. VICENTE RAMÍREZ ARÁNEZO

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	2.05	5.67	0.007
3	2000	2.15	11.33	0.007
4	3000	2.25	17.00	0.008
5	4000	2.40	22.67	0.008
6	5000	2.61	28.33	0.009
7	6000	2.72	34.00	0.009
8	7000	2.80	39.66	0.009
9	8000	2.92	45.33	0.010
10	9000	3.05	51.00	0.010
11	10000	3.12	56.66	0.010
12	11000	3.20	62.33	0.011
13	12000	3.25	68.00	0.011
14	13000	3.36	73.66	0.011
15	14000	3.42	79.33	0.011
16	15000	3.47	85.00	0.012
17	16000	3.55	90.66	0.012
18	17000	3.61	96.33	0.012
19	18000	3.67	102.00	0.012
20	19000	3.75	107.66	0.013
21	20000	3.80	113.33	0.013
22	21000	3.91	118.99	0.013
23	22000	4.00	124.66	0.014
24	23000	4.15	130.33	0.014
25	24000	4.25	135.99	0.015
26	25000	4.36	141.66	0.015
27	26000	4.45	147.33	0.015
28	27000	4.60	150.63	0.015
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



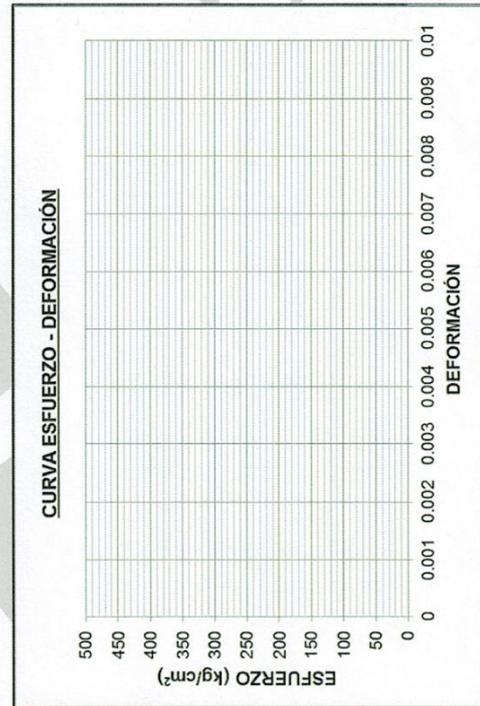
OBSERVACIONES:

CARGA ULTIMA = 26583 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: HINCHAY VICTOR	NOMBRE: ING. RAMIREZ ARÁNEZO J.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	RCTC-LC-UPNC:
	PROYECTO		
ID. PROBETA:	PP-03	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.97 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.01 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	11-11-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA H.
EDAD DE LA PROBETA:	7 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RAVINES AZAÑERO

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.80	5.68	0.006
3	2000	2.01	11.36	0.007
4	3000	2.10	17.04	0.007
5	4000	2.22	22.73	0.007
6	5000	2.30	28.41	0.008
7	6000	2.41	34.09	0.008
8	7000	2.48	39.77	0.008
9	8000	2.54	45.45	0.008
10	9000	2.60	51.13	0.009
11	10000	2.68	56.82	0.009
12	11000	2.75	62.50	0.009
13	12000	2.80	68.18	0.009
14	13000	2.87	73.86	0.010
15	14000	2.97	79.54	0.010
16	15000	3.00	85.22	0.010
17	16000	3.12	90.90	0.010
18	17000	3.20	96.59	0.011
19	18000	3.31	102.27	0.011
20	19000	3.45	107.95	0.012
21	20000	3.50	113.63	0.012
22	21000	3.62	119.31	0.012
23	22000	3.71	124.99	0.012
24	23000	3.80	130.68	0.013
25	24000	3.92	136.36	0.013
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



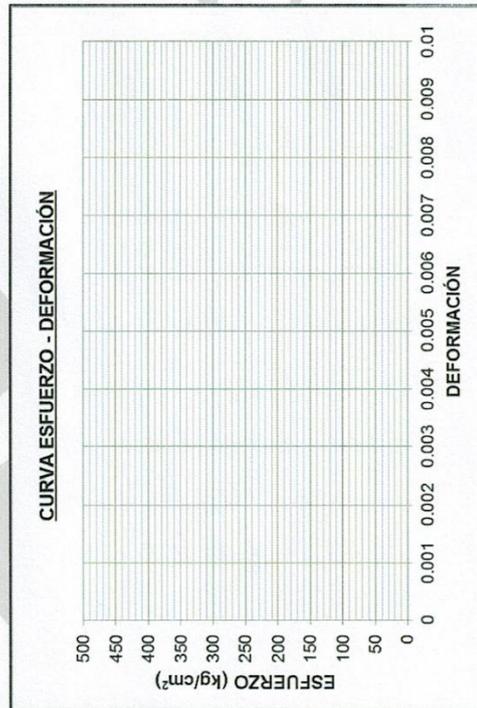
OBSERVACIONES:
CARGA ULTIMA = 23082. Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: CUELLO PINCHAÑ VICTOR	NOMBRE: ING. RAVINES AZAÑERO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PP-04	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.00 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.71 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18-11-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RAQUINES AZÓVEDO

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.60	5.66	0.005
3	2000	1.85	11.32	0.006
4	3000	2.05	16.98	0.007
5	4000	2.17	22.64	0.007
6	5000	2.25	28.29	0.008
7	6000	2.30	33.95	0.008
8	7000	2.38	39.61	0.008
9	8000	2.43	45.27	0.008
10	9000	2.50	50.93	0.008
11	10000	2.61	56.59	0.009
12	11000	2.72	62.25	0.009
13	12000	2.79	67.91	0.009
14	13000	2.85	73.56	0.010
15	14000	2.91	79.22	0.010
16	15000	3.00	84.88	0.010
17	16000	3.05	90.54	0.010
18	17000	3.12	96.20	0.010
19	18000	3.20	101.86	0.011
20	19000	3.27	107.52	0.011
21	20000	3.35	113.18	0.011
22	21000	3.40	118.84	0.011
23	22000	3.47	124.49	0.012
24	23000	3.55	130.15	0.012
25	24000	3.62	135.81	0.012
26	25000	3.70	141.47	0.012
27	26000	3.78	147.13	0.013
28	27000	3.85	152.79	0.013
29	28000	3.91	158.45	0.013
30	29000	3.96	164.11	0.013
31	30000	4.01	169.77	0.013
32	31000	4.08	175.42	0.014
33	32000	4.21	181.08	0.014
34	33000	4.28	186.74	0.014
35	34000	4.35	192.40	0.015
36	35000	4.45	198.06	0.015
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



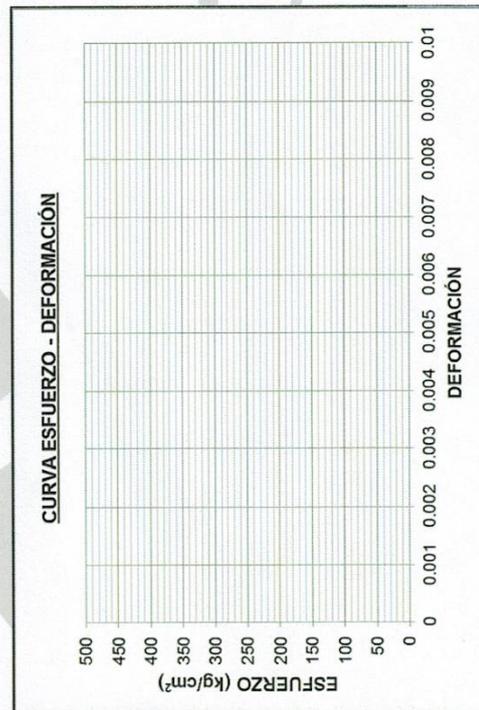
OBSERVACIONES:
CARGA ULTIMA = 34552 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: CUZCO HINCAPI VICTOR	NOMBRE: ING. IRENE RAQUINES AZÓVEDO
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PP-05	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.98 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.24 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	18-11-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	ING. EILENE RAUVINES AZÁREDO

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.10	5.67	0.004
3	2000	1.35	11.35	0.005
4	3000	1.44	17.02	0.005
5	4000	1.59	22.70	0.005
6	5000	1.65	28.37	0.006
7	6000	1.74	34.04	0.006
8	7000	1.82	39.72	0.006
9	8000	1.92	45.39	0.006
10	9000	2.01	51.07	0.007
11	10000	2.10	56.74	0.007
12	11000	2.15	62.41	0.007
13	12000	2.28	68.09	0.008
14	13000	2.35	73.76	0.008
15	14000	2.41	79.44	0.008
16	15000	2.49	85.11	0.008
17	16000	2.55	90.78	0.009
18	17000	2.62	96.46	0.009
19	18000	2.67	102.13	0.009
20	19000	2.73	107.81	0.009
21	20000	2.79	113.48	0.009
22	21000	2.84	119.15	0.009
23	22000	2.90	124.83	0.010
24	23000	2.97	130.50	0.010
25	24000	3.03	136.18	0.010
26	25000	3.10	141.85	0.010
27	26000	3.14	147.52	0.010
28	27000	3.18	153.20	0.011
29	28000	3.25	158.87	0.011
30	29000	3.35	164.54	0.011
31	30000	3.43	170.22	0.011
32	31000	3.51	175.89	0.012
33	32000	3.56	181.57	0.012
34	33000	3.60	187.24	0.012
35	34000	3.65	189.22	0.012
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



OBSERVACIONES:

CARGA ULTIMA = 33349

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: HINCHAY VICTOR	NOMBRE: ING. RAUVINES AZÁREDO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034			RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO				
ID. PROBETA:	PP-06	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.97 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.01 cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	18-11-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY	
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RAMÍREZ AZÁRVEDO	

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.10	5.68	0.004
3	2000	1.19	11.36	0.004
4	3000	1.25	17.04	0.004
5	4000	1.30	22.73	0.004
6	5000	1.38	28.41	0.005
7	6000	1.42	34.09	0.005
8	7000	1.49	39.77	0.005
9	8000	1.53	45.45	0.005
10	9000	1.59	51.13	0.005
11	10000	1.65	56.82	0.006
12	11000	1.72	62.50	0.006
13	12000	1.80	68.18	0.008
14	13000	1.85	73.86	0.006
15	14000	1.91	79.54	0.006
16	15000	1.97	85.22	0.007
17	16000	2.02	90.90	0.007
18	17000	2.05	96.59	0.007
19	18000	2.15	102.27	0.007
20	19000	2.21	107.95	0.007
21	20000	2.27	113.63	0.008
22	21000	2.34	119.31	0.008
23	22000	2.39	124.99	0.008
24	23000	2.45	130.67	0.008
25	24000	2.53	136.36	0.008
26	25000	2.59	142.04	0.009
27	26000	2.66	147.72	0.009
28	27000	2.71	153.40	0.009
29	28000	2.80	159.09	0.009
30	29000	2.86	164.77	0.010
31	30000	2.93	170.45	0.010
32	31000	3.00	176.13	0.010
33	32000	3.15	181.81	0.011
34	33000	3.20	187.50	0.011
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

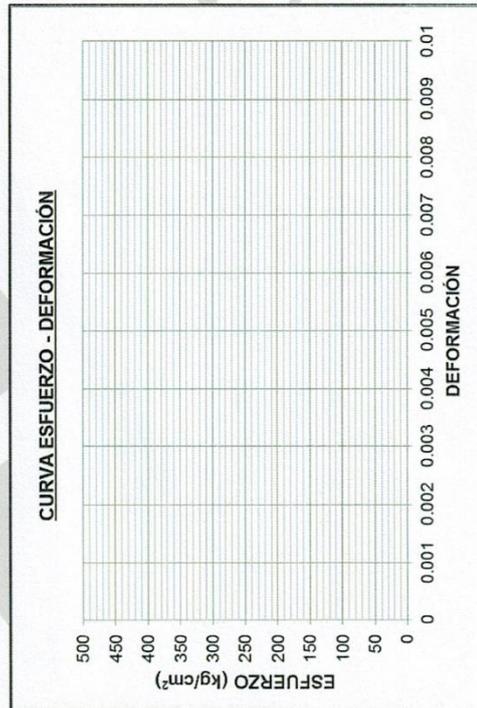
CARGA ULTIMA = 32693 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: MINCHÁN VICTOR	NOMBRE: RAMÍREZ AZÁRVEDO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PP-07	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.02 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-11-2016	ÁREA (cm ²):	177.19 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	02-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	ING. WENDE RAMÍREZ AZÓCERO

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ε _u
1	0	0	0	0
2	1000	0.95	5.64	0.003
3	2000	1.05	11.29	0.004
4	3000	1.25	16.93	0.004
5	4000	1.35	22.58	0.005
6	5000	1.45	28.22	0.005
7	6000	1.54	33.86	0.005
8	7000	1.60	39.51	0.005
9	8000	1.67	45.15	0.006
10	9000	1.73	50.79	0.006
11	10000	1.82	56.44	0.006
12	11000	1.91	62.08	0.006
13	12000	2.00	67.73	0.007
14	13000	2.10	73.37	0.007
15	14000	2.16	79.01	0.007
16	15000	2.27	84.66	0.007
17	16000	2.30	90.30	0.008
18	17000	2.36	95.94	0.008
19	18000	2.45	101.59	0.008
20	19000	2.56	107.23	0.009
21	20000	2.62	112.88	0.009
22	21000	2.71	118.52	0.009
23	22000	2.79	124.16	0.009
24	23000	2.85	129.81	0.010
25	24000	2.92	135.45	0.010
26	25000	3.00	141.09	0.010
27	26000	3.05	146.74	0.010
28	27000	3.10	152.38	0.010
29	28000	3.16	158.03	0.011
30	29000	3.21	163.67	0.011
31	30000	3.27	169.31	0.011
32	31000	3.32	174.96	0.011
33	32000	3.37	180.60	0.011
34	33000	3.43	186.24	0.011
35	34000	3.50	191.89	0.012
36	35000	3.55	197.53	0.012
37	36000	3.61	203.18	0.012
38	37000	3.70	208.82	0.012
39	38000	3.85	212.53	0.013
40	39000			
41	40000			
42	41000			

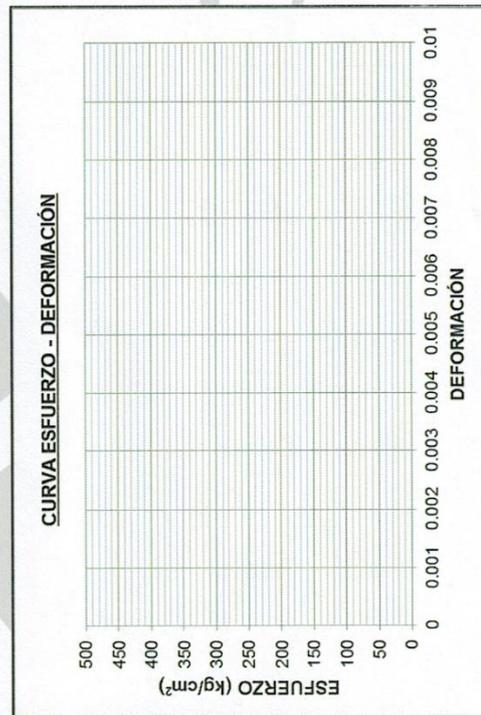


OBSERVACIONES:
CARGA ULTIMA = 37657 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY MARIA LIDIA	NOMBRE: MUNCHÁN VICTOR	NOMBRE: RAMÍREZ AZÓCERO WENDE
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	RCTC-LC-UPNC:
	PROYECTO		
ID. PROBETA:	PP-03	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.98 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.24 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	02-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RAVINES AZÁRVEDO

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	0.70	5.67	0.002
3	2000	0.95	11.35	0.003
4	3000	1.20	17.02	0.004
5	4000	1.30	22.70	0.004
6	5000	1.40	28.37	0.005
7	6000	1.50	34.04	0.005
8	7000	1.60	39.72	0.005
9	8000	1.70	45.39	0.006
10	9000	1.80	51.07	0.006
11	10000	1.90	56.74	0.006
12	11000	2.00	62.41	0.007
13	12000	2.05	68.09	0.007
14	13000	2.11	73.76	0.007
15	14000	2.16	79.44	0.007
16	15000	2.20	85.11	0.008
17	16000	2.25	90.78	0.008
18	17000	2.30	96.46	0.008
19	18000	2.36	102.13	0.008
20	19000	2.41	107.81	0.008
21	20000	2.50	113.48	0.009
22	21000	2.61	119.15	0.009
23	22000	2.71	124.83	0.009
24	23000	2.77	130.50	0.009
25	24000	2.82	136.18	0.010
26	25000	2.91	141.85	0.010
27	26000	3.00	147.52	0.010
28	27000	3.05	153.20	0.010
29	28000	3.10	158.87	0.011
30	29000	3.16	164.54	0.011
31	30000	3.20	170.22	0.011
32	31000	3.25	175.89	0.011
33	32000	3.30	181.57	0.011
34	33000	3.35	187.24	0.011
35	34000	3.40	192.91	0.012
36	35000	3.45	198.59	0.012
37	36000	3.50	204.26	0.012
38	37000	3.55	209.94	0.012
39	38000	3.60	215.61	0.012
40	39000	3.65	221.29	0.012
41	40000			
42	41000			



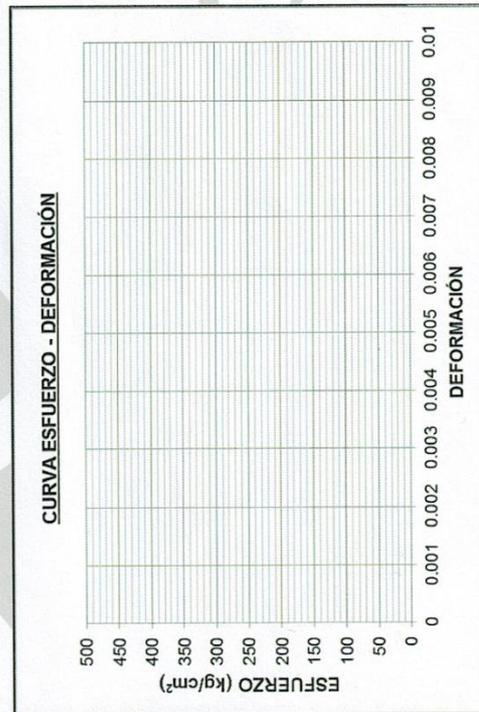
OBSERVACIONES:
CARGA ULTIMA = 38330 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: MUNCHA VICTOR	NOMBRE: ING. RAVINES AZÁRVEDO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PP-09	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.95 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	05-10-2016	ÁREA (cm ²):	175.54 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	02-12-2016	RESPONSABLE:	MARÍA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RAMÍREZ AZÚCARO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.55	5.70	0.005
3	2000	1.80	11.39	0.006
4	3000	1.85	17.09	0.006
5	4000	1.90	22.79	0.006
6	5000	1.95	28.48	0.007
7	6000	2.00	34.18	0.007
8	7000	2.06	39.88	0.007
9	8000	2.12	45.57	0.007
10	9000	2.18	51.27	0.007
11	10000	2.25	56.96	0.008
12	11000	2.30	62.66	0.008
13	12000	2.35	68.36	0.008
14	13000	2.41	74.06	0.008
15	14000	2.47	79.75	0.008
16	15000	2.55	85.45	0.009
17	16000	2.61	91.15	0.009
18	17000	2.65	96.84	0.009
19	18000	2.70	102.54	0.009
20	19000	2.75	108.24	0.009
21	20000	2.82	113.94	0.009
22	21000	2.90	119.63	0.010
23	22000	3.00	125.33	0.010
24	23000	3.05	131.03	0.010
25	24000	3.11	136.72	0.010
26	25000	3.16	142.42	0.011
27	26000	3.20	148.12	0.011
28	27000	3.25	153.81	0.011
29	28000	3.30	159.51	0.011
30	29000	3.36	165.21	0.011
31	30000	3.41	170.90	0.011
32	31000	3.46	176.60	0.012
33	32000	3.50	182.30	0.012
34	33000	3.55	187.99	0.012
35	34000	3.61	193.69	0.012
36	35000	3.66	199.39	0.012
37	36000	3.70	205.08	0.012
38	37000	3.75	206.69	0.013
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



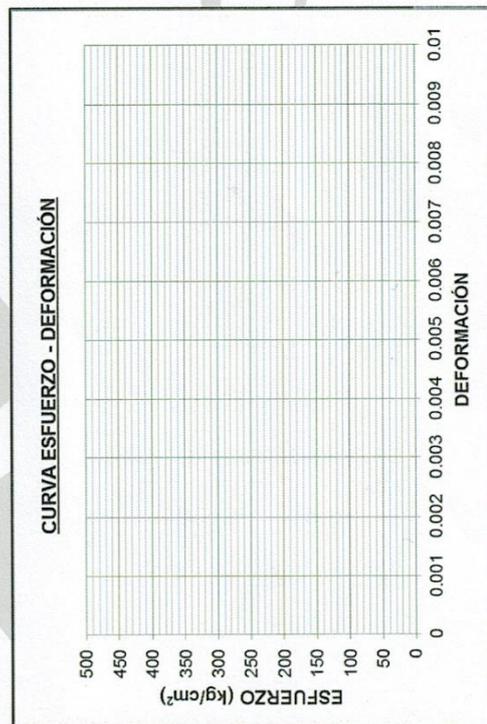
OBSERVACIONES:
CARGA ULTIMA = 36303 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARÍA LIDIA	NOMBRE: CUZCUCZHINCÁN VÍCTOR	NOMBRE: RAMÍREZ AZÚCARO IRENE
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034		
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-01	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.97 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	27-11-16	ÁREA (cm ²):	176.01 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	05-12-16	RESPONSABLE:	ING. LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	7 días	REVISADO POR:	ING. RENE RAMIREZ ARZOBEDO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	0.60	5.68	0.002
3	2000	0.72	11.36	0.002
4	3000	0.80	17.04	0.003
5	4000	0.91	22.73	0.003
6	5000	1.11	28.41	0.004
7	6000	1.23	34.09	0.004
8	7000	1.32	39.77	0.004
9	8000	1.43	45.45	0.005
10	9000	1.51	51.13	0.005
11	10000	1.60	56.82	0.005
12	11000	1.82	62.50	0.006
13	12000	1.90	68.18	0.006
14	13000	2.05	73.86	0.007
15	14000	2.10	79.54	0.007
16	15000	2.21	85.22	0.007
17	16000	2.30	90.90	0.008
18	17000	2.39	96.59	0.008
19	18000	2.45	112.27	0.008
20	19000	2.51	107.95	0.008
21	20000	2.60	113.63	0.009
22	21000	2.65	119.31	0.009
23	22000	2.71	124.99	0.009
24	23000	2.78	130.68	0.009
25	24000	2.85	136.36	0.010
26	25000	2.90	142.04	0.010
27	26000	2.97	147.73	0.010
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



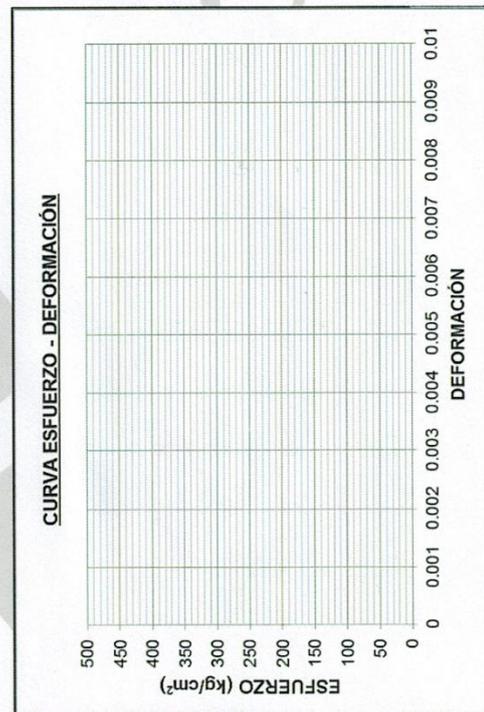
OBSERVACIONES:

CARGA ULTIMA = 25923 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, LIDIA LIDIA	NOMBRE: CUZCAMINCHÁN VICTOR	NOMBRE: ING. RAMIREZ ARZOBEDO R.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-02	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.97 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	27-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.01 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	05-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	7 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RAMÍREZ AZÁRATE

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.20	5.68	0.004
3	2000	1.32	11.36	0.004
4	3000	1.39	17.04	0.005
5	4000	1.43	22.73	0.005
6	5000	1.52	28.41	0.005
7	6000	1.61	34.09	0.005
8	7000	1.80	39.77	0.006
9	8000	1.92	45.45	0.006
10	9000	2.04	51.13	0.007
11	10000	2.11	56.82	0.007
12	11000	2.20	62.50	0.007
13	12000	2.32	68.18	0.008
14	13000	2.39	73.86	0.008
15	14000	2.46	79.54	0.008
16	15000	2.50	85.22	0.008
17	16000	2.60	90.90	0.009
18	17000	2.66	96.59	0.009
19	18000	2.71	102.27	0.009
20	19000	2.77	107.95	0.009
21	20000	2.84	113.63	0.009
22	21000	2.91	119.31	0.010
23	22000	3.00	124.99	0.010
24	23000	3.03	130.67	0.010
25	24000	3.15	136.36	0.011
26	25000	3.22	142.04	0.011
27	26000	3.31	147.72	0.011
28	27000	3.45	153.41	0.012
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



OBSERVACIONES:

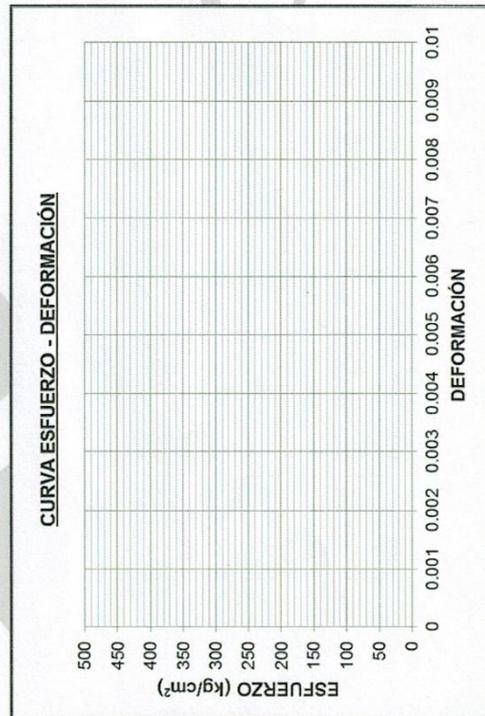
CARGA ULTIMA = 26083

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: VICTOR HINCHAY VICTOR	NOMBRE: ING. IRENE RAMIREZ AZARATE
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-03	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.95 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	27-11-2016	ÁREA (cm ²):	175.54 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	03-12-2016	RESPONSABLE:	HELENA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	7 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RIVERA ARDIZABAL

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	eu
1	0	0	0	0
2	1000	0.90	5.30	0.003
3	2000	1.12	11.39	0.004
4	3000	1.25	17.09	0.004
5	4000	1.33	22.79	0.004
6	5000	1.41	28.48	0.005
7	6000	1.50	34.18	0.005
8	7000	1.62	39.88	0.005
9	8000	1.71	45.57	0.006
10	9000	1.80	51.27	0.006
11	10000	1.85	56.97	0.006
12	11000	1.91	62.66	0.006
13	12000	1.98	68.36	0.007
14	13000	2.05	74.06	0.007
15	14000	2.12	79.75	0.007
16	15000	2.19	85.45	0.007
17	16000	2.25	91.15	0.008
18	17000	2.32	96.84	0.008
19	18000	2.25	102.54	0.008
20	19000	2.30	108.24	0.008
21	20000	2.36	113.94	0.008
22	21000	2.43	119.63	0.008
23	22000	2.50	125.33	0.008
24	23000	2.56	131.03	0.008
25	24000	2.65	136.72	0.009
26	25000	2.73	142.42	0.009
27	26000	2.95	147.49	0.010
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



OBSERVACIONES:

CARGA ULTIMA = 25890 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARÍA LIDIA	NOMBRE: SÁNCHEZ VICTOR	NOMBRE: ING. EDWIN SÁNCHEZ S.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034			RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO				
ID. PROBETA:	PA-04	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.02cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	06-11-2016	ÁREA (cm ²):	177.19cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	21-11-2016	RESPONSABLE:	MENDOZA HUATAY MARÍA LIDIA	
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RAJINES AZÁRUEZA	

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ε _u
1	0	0	0	0
2	1000	1.05	5.64	0.004
3	2000	1.12	11.29	0.004
4	3000	1.20	16.93	0.004
5	4000	1.28	22.58	0.004
6	5000	1.35	28.22	0.005
7	6000	1.43	33.86	0.005
8	7000	1.51	39.51	0.005
9	8000	1.63	45.15	0.005
10	9000	1.72	50.79	0.005
11	10000	1.80	56.44	0.006
12	11000	1.92	62.08	0.006
13	12000	2.01	67.73	0.007
14	13000	2.09	73.37	0.007
15	14000	2.15	79.01	0.007
16	15000	2.21	84.66	0.007
17	16000	2.30	90.30	0.008
18	17000	2.41	95.94	0.008
19	18000	2.50	101.59	0.008
20	19000	2.55	107.23	0.009
21	20000	2.61	112.88	0.009
22	21000	2.66	118.52	0.009
23	22000	2.71	124.16	0.009
24	23000	2.78	129.81	0.009
25	24000	2.88	135.45	0.010
26	25000	2.97	141.09	0.010
27	26000	3.05	146.74	0.010
28	27000	3.16	152.38	0.011
29	28000	3.25	158.03	0.011
30	29000	3.31	163.67	0.011
31	30000	3.36	169.31	0.011
32	31000	3.42	174.96	0.011
33	32000	3.50	180.60	0.012
34	33000	3.56	186.24	0.012
35	34000	3.62	191.89	0.012
36	35000	3.75	197.53	0.013
37	36000	3.81	203.17	0.013
38	37000	3.90	208.82	0.013
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

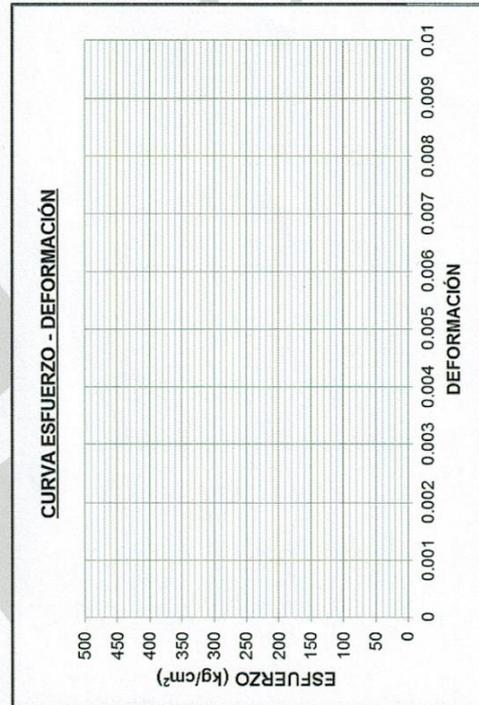
OBSERVACIONES:

CARGA ÚLTIMA = 36018 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARÍA LIDIA	NOMBRE: WILSON PINCHÁN VICTOR	NOMBRE: ING. IRENE RAJINES AZÁRUEZA I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	NORMA	MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034	
	PROYECTO		
ID. PROBETA:	PA-05	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.99 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.48 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	21-11-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	ING. JERENG RAUVINES AZÁRVEDO

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.10	5.67	0.004
3	2000	1.40	11.33	0.005
4	3000	1.55	17.00	0.005
5	4000	1.70	22.67	0.006
6	5000	1.85	28.33	0.006
7	6000	1.95	34.00	0.007
8	7000	2.14	39.66	0.007
9	8000	2.25	45.33	0.008
10	9000	2.31	51.00	0.008
11	10000	2.38	56.66	0.008
12	11000	2.45	62.33	0.008
13	12000	2.50	68.00	0.008
14	13000	2.56	73.66	0.009
15	14000	2.61	79.33	0.009
16	15000	2.67	85.00	0.009
17	16000	2.75	90.66	0.009
18	17000	2.80	96.33	0.009
19	18000	2.86	102.00	0.010
20	19000	2.91	107.66	0.010
21	20000	3.00	113.33	0.010
22	21000	3.05	118.99	0.010
23	22000	3.12	124.66	0.010
24	23000	3.19	130.33	0.011
25	24000	3.25	135.99	0.011
26	25000	3.34	141.66	0.011
27	26000	3.40	147.33	0.011
28	27000	3.45	152.99	0.012
29	28000	3.51	158.66	0.012
30	29000	3.56	164.33	0.012
31	30000	3.60	169.99	0.012
32	31000	3.65	175.66	0.012
33	32000	3.71	181.33	0.012
34	33000	3.76	186.99	0.013
35	34000	3.80	192.66	0.013
36	35000	3.85	198.33	0.013
37	36000	3.96	199.57	0.013
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



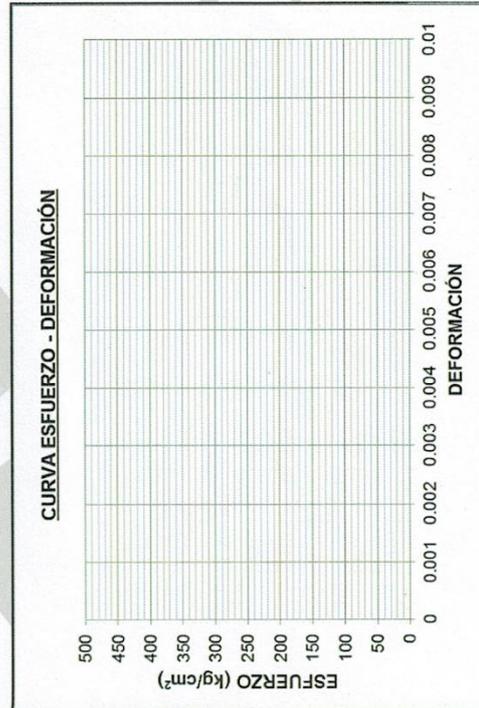
OBSERVACIONES:
CARGA ULTIMA = 35223

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: CUZCO CHINCHAY VICTOR	NOMBRE: ING. RAUVINES AZÁRVEDO J.
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-06	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.01 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.95 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	21-11-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RAVINES DEZAÑERO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.20	5.65	0.004
3	2000	1.42	11.30	0.005
4	3000	1.55	16.95	0.005
5	4000	1.71	22.61	0.006
6	5000	1.85	28.26	0.006
7	6000	1.93	33.91	0.006
8	7000	2.00	39.56	0.007
9	8000	2.10	45.21	0.007
10	9000	2.21	50.86	0.007
11	10000	2.32	56.51	0.008
12	11000	2.41	62.16	0.008
13	12000	2.50	67.82	0.008
14	13000	2.62	73.43	0.009
15	14000	2.70	79.12	0.009
16	15000	2.81	84.77	0.009
17	16000	2.88	90.42	0.009
18	17000	2.92	96.07	0.010
19	18000	3.04	101.72	0.010
20	19000	3.10	107.37	0.010
21	20000	3.15	113.03	0.011
22	21000	3.21	118.68	0.011
23	22000	3.27	124.33	0.011
24	23000	3.32	129.98	0.011
25	24000	3.37	135.63	0.011
26	25000	3.40	141.28	0.011
27	26000	3.45	146.93	0.012
28	27000	3.51	152.59	0.012
29	28000	3.55	158.24	0.012
30	29000	3.60	163.89	0.012
31	30000	3.65	169.54	0.012
32	31000	3.71	175.19	0.012
33	32000	3.77	180.84	0.013
34	33000	3.80	186.49	0.013
35	34000	3.84	192.14	0.013
36	35000	3.90	197.80	0.013
37	36000	3.95	203.45	0.013
38	37000	4.00	209.10	
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

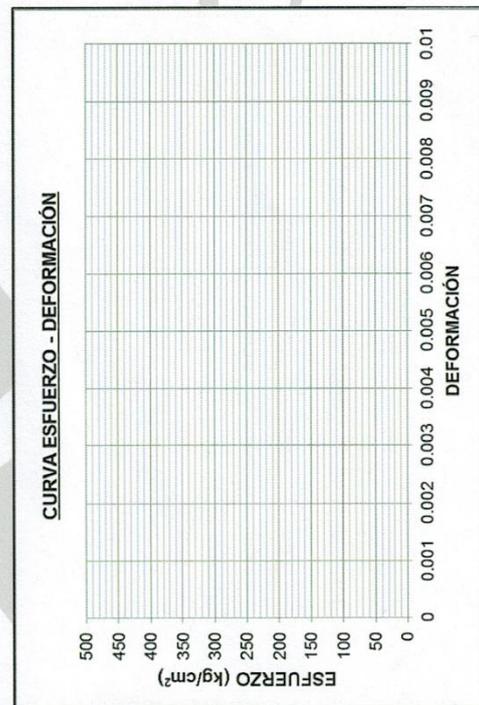


OBSERVACIONES:
CARGA ÚLTIMA = 36858 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: HINKAÑ VICTOR	NOMBRE: ING. RAVINES DEZAÑERO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-07	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.02 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06-11-2016	ÁREA (cm ²):	177.19 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	05-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RAVINES AZÁRICO

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.50	564	0.005
3	2000	1.70	1129	0.006
4	3000	1.90	1693	0.006
5	4000	2.00	2258	0.007
6	5000	2.10	2822	0.007
7	6000	2.20	3386	0.007
8	7000	2.30	3951	0.008
9	8000	2.41	4515	0.008
10	9000	2.52	5079	0.008
11	10000	2.60	5644	0.009
12	11000	2.70	6208	0.009
13	12000	2.80	6773	0.009
14	13000	2.91	7337	0.010
15	14000	3.00	7901	0.010
16	15000	3.05	8466	0.010
17	16000	3.10	9030	0.010
18	17000	3.12	9594	0.010
19	18000	3.21	10159	0.011
20	19000	3.23	10723	0.011
21	20000	3.35	11288	0.011
22	21000	3.41	11852	0.011
23	22000	3.46	12416	0.012
24	23000	3.52	12981	0.012
25	24000	3.56	13545	0.012
26	25000	3.66	14109	0.012
27	26000	3.65	14674	0.012
28	27000	3.70	15238	0.012
29	28000	3.74	15803	0.013
30	29000	3.79	16367	0.013
31	30000	3.82	16931	0.013
32	31000	3.86	17496	0.013
33	32000	3.93	18060	0.013
34	33000	3.98	18624	0.013
35	34000	4.00	19189	0.013
36	35000	4.05	19753	0.014
37	36000	4.09	20318	0.014
38	37000	4.14	20882	0.014
39	38000	4.20	21446	0.014
40	39000	4.25	22011	0.014
41	40000	4.29	22575	0.014
42	41000	4.34	23140	0.015
	41431	4.40	23374	0.015



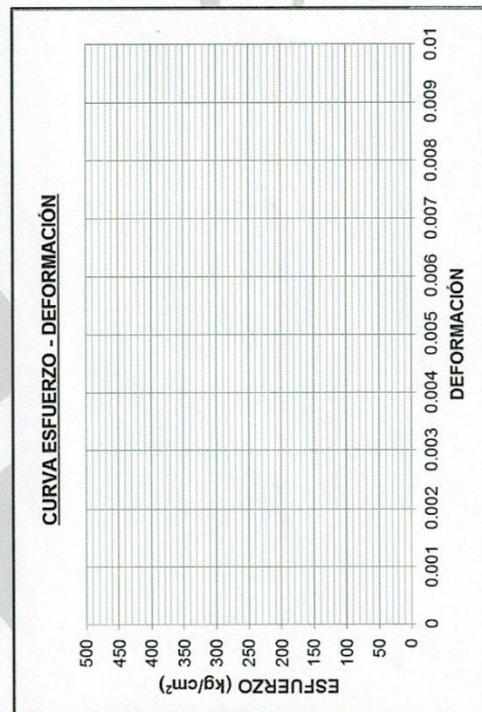
OBSERVACIONES:

CARGA ÚLTIMA = 41431

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
		
NOMBRE: MENDOZA HUATAY MARIA LIDIA	NOMBRE: RINCHAN VICTOR	NOMBRE: RAVINES AZARICO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-08	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.95 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06-11-2016	ÁREA (cm ²):	175.04 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	05-12-2016	RESPONSABLE:	MARÍA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	ING. ERNESTO RIVINÉS AZPÁNORO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.30	5.70	0.004
3	2000	1.45	11.39	0.005
4	3000	1.65	17.04	0.006
5	4000	1.80	22.79	0.006
6	5000	1.96	28.48	0.006
7	6000	2.00	34.18	0.007
8	7000	2.12	39.88	0.007
9	8000	2.20	45.57	0.007
10	9000	2.26	51.27	0.008
11	10000	2.32	56.97	0.008
12	11000	2.38	62.66	0.008
13	12000	2.43	68.36	0.008
14	13000	2.49	74.06	0.008
15	14000	2.54	79.75	0.009
16	15000	2.61	85.45	0.009
17	16000	2.66	91.15	0.009
18	17000	2.72	96.84	0.009
19	18000	2.76	112.54	0.009
20	19000	2.80	108.24	0.009
21	20000	2.85	113.94	0.009
22	21000	2.91	119.63	0.009
23	22000	2.97	125.33	0.010
24	23000	3.02	131.03	0.010
25	24000	3.10	136.72	0.010
26	25000	3.15	142.42	0.011
27	26000	3.21	148.12	0.011
28	27000	3.26	153.81	0.011
29	28000	3.30	159.51	0.011
30	29000	3.36	165.21	0.011
31	30000	3.40	170.90	0.011
32	31000	3.45	176.60	0.012
33	32000	3.51	182.30	0.012
34	33000	3.57	187.99	0.012
35	34000	3.62	193.69	0.012
36	35000	3.68	199.39	0.012
37	36000	3.71	205.08	0.012
38	37000	3.76	210.78	0.013
39	38000	3.80	216.48	0.013
40	39000	3.85	222.17	0.013
41	40000	3.93	226.93	0.013
42	41000			



OBSERVACIONES:

CARGA ULTIMA = 39833 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
		
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARÍA LIDIA	NOMBRE: ERNESTO RIVINÉS AZPÁNORO	NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARÍA LIDIA
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-09	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.99 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.48 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	05-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RAJINES AZAPERO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.40	5.67	0.005
3	2000	1.50	11.33	0.005
4	3000	1.70	17.00	0.006
5	4000	1.90	22.67	0.006
6	5000	1.95	28.33	0.007
7	6000	2.00	34.00	0.007
8	7000	2.06	39.66	0.007
9	8000	2.12	45.33	0.007
10	9000	2.17	51.00	0.007
11	10000	2.23	56.66	0.007
12	11000	2.27	62.33	0.008
13	12000	2.31	68.00	0.008
14	13000	2.36	73.66	0.008
15	14000	2.40	79.33	0.008
16	15000	2.46	85.00	0.008
17	16000	2.51	90.66	0.008
18	17000	2.57	96.33	0.009
19	18000	2.61	102.00	0.009
20	19000	2.65	107.66	0.009
21	20000	2.70	113.33	0.009
22	21000	2.75	118.99	0.009
23	22000	2.81	124.66	0.009
24	23000	2.86	130.33	0.010
25	24000	2.90	135.99	0.010
26	25000	2.95	141.66	0.010
27	26000	3.01	147.33	0.010
28	27000	3.06	152.99	0.010
29	28000	3.10	158.66	0.010
30	29000	3.15	164.33	0.011
31	30000	3.21	169.99	0.011
32	31000	3.25	175.66	0.011
33	32000	3.30	181.32	0.011
34	33000	3.35	186.99	0.011
35	34000	3.41	192.66	0.011
36	35000	3.46	198.32	0.012
37	36000	3.50	203.99	0.012
38	37000	3.55	209.66	0.012
39	38000	3.65	215.32	0.012
40	39000	3.75	220.99	0.013
41	40000	3.80	226.66	0.013
42	41000	4.10	229.97	0.014

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:
CARGA ÚLTIMA = 40505

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: CUZCO FUNCHAN VICTOR	NOMBRE: ING. RAJINES AZAPERO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-01	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.00 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	27-11-16	ÁREA (cm ²):	176.71 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	05-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	7 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RAMÍREZ ALCÁNTARA

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	0.90	5.66	0.003
3	2000	1.10	11.32	0.004
4	3000	1.22	16.98	0.004
5	4000	1.35	22.64	0.005
6	5000	1.50	28.29	0.005
7	6000	1.35	33.95	0.005
8	7000	1.60	39.61	0.005
9	8000	1.72	45.27	0.006
10	9000	1.85	50.93	0.006
11	10000	2.03	56.59	0.007
12	11000	2.20	62.25	0.007
13	12000	2.50	67.91	0.008
14	13000	3.00	73.57	0.010
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:
CARGA ULTIMA = 12881 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: MUNCHO VICTOR	NOMBRE: ING. IRENE RAMIREZ ALCANTARA I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
	PROYECTO		
ID. PROBETA:	PA-02	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.97 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	27-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.01 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	05-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	7 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RAMÍRES AZARUECO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	0.80	5.68	0.003
3	2000	1.15	11.36	0.004
4	3000	1.30	17.04	0.004
5	4000	1.45	22.73	0.005
6	5000	1.51	28.41	0.005
7	6000	1.65	34.09	0.006
8	7000	1.77	39.77	0.006
9	8000	1.90	45.45	0.006
10	9000	2.13	51.13	0.007
11	10000	2.25	56.82	0.008
12	11000	2.40	62.50	0.008
13	12000	2.75	68.18	0.009
14	13000			
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:
CARGA ÚLTIMA = 11318 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: VICTOR HINCHÓN VICTOR	NOMBRE: ING. IRENE RAMÍRES AZARUECO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-03	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.98cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	27-11-16	ÁREA (cm ²):	176.24 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	05-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	7 días	REVISADO POR:	ING. RENÉ RAÚNIZ AZÁRTEO

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ε _u
1	0	0	0	0
2	1000	1.10	5.67	0.004
3	2000	1.25	11.35	0.004
4	3000	1.34	17.02	0.004
5	4000	1.45	22.70	0.005
6	5000	1.60	28.37	0.005
7	6000	1.75	34.04	0.006
8	7000	1.87	39.72	0.006
9	8000	2.00	45.39	0.007
10	9000	2.16	51.07	0.007
11	10000	2.30	56.74	0.008
12	11000	2.55	62.41	0.009
13	12000	2.72	68.09	0.009
14	13000	2.95	72.63	0.010
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

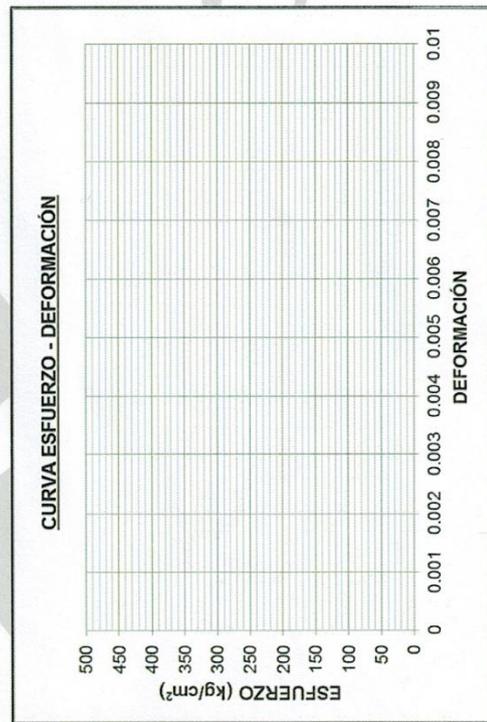
CARGA ÚLTIMA = 12810 kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARÍA LIDIA	NOMBRE: VÍCTOR BENICHAT VÍCTOR	NOMBRE: ING. RAÚNIZ AZÁRTEO R.
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-04	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.01 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.95 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	21-11-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	MIGUEL RIVERA BLANCO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	0.70	5.65	0.002
3	2000	0.90	11.30	0.003
4	3000	1.10	16.95	0.004
5	4000	1.25	22.61	0.004
6	5000	1.35	28.26	0.005
7	6000	1.48	33.91	0.005
8	7000	1.58	39.56	0.005
9	8000	1.68	45.21	0.006
10	9000	1.75	50.86	0.006
11	10000	1.79	56.51	0.006
12	11000	1.85	62.16	0.006
13	12000	1.92	67.82	0.006
14	13000	1.93	73.47	0.007
15	14000	2.05	79.12	0.007
16	15000	2.10	84.77	0.007
17	16000	2.18	90.42	0.007
18	17000	2.25	96.07	0.008
19	18000	2.33	101.72	0.008
20	19000	2.38	107.37	0.008
21	20000	2.45	113.03	0.008
22	21000	2.55	118.68	0.009
23	22000	2.70	124.33	0.009
24	23000	2.90	129.97	0.010
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



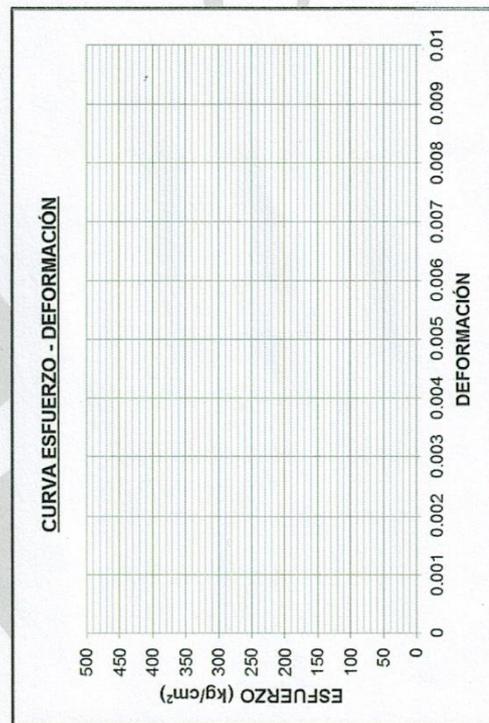
OBSERVACIONES:

CARGA ULTIMA = 22811

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: RIVERA BLANCO, MIGUEL	NOMBRE: ING. RAVINES AZANERO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-05	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.99 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.48 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	21-11-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RIVERA AZARERO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	cu
1	0	0	0	0
2	1000	1.40	5.67	0.005
3	2000	1.60	11.33	0.005
4	3000	1.80	17.00	0.006
5	4000	1.95	22.67	0.007
6	5000	2.08	28.33	0.007
7	6000	2.20	34.00	0.007
8	7000	2.34	39.66	0.008
9	8000	2.47	45.33	0.008
10	9000	2.50	51.00	0.008
11	10000	2.61	56.66	0.009
12	11000	2.65	62.33	0.009
13	12000	2.70	68.00	0.009
14	13000	2.76	73.66	0.009
15	14000	2.82	79.33	0.009
16	15000	2.88	85.00	0.010
17	16000	2.95	90.66	0.010
18	17000	3.05	96.33	0.010
19	18000	3.15	102.00	0.011
20	19000	3.24	107.66	0.011
21	20000	3.32	113.33	0.011
22	21000	3.40	118.99	0.011
23	22000	3.51	124.66	0.012
24	23000	3.62	130.33	0.012
25	24000	3.71	135.95	0.012
26	25000	3.80	141.66	0.013
27	26000	3.87	147.33	0.013
28	27000	3.93	149.30	0.013
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



OBSERVACIONES:
CARGA ÚLTIMA = 26328

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: VICTOR HINCHAN VICTOR	NOMBRE: ING. IRENE RIVERA AZARERO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034			RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO				
ID. PROBETA:	PA-06	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.97 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	06-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.01 cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	21-11-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY	
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	ING. RENE RAMIREZ AZÁRVEDO	

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ε _u
1	0	0	0	0
2	1000	1.10	5.67	0.004
3	2000	1.30	11.35	0.004
4	3000	1.55	17.02	0.005
5	4000	1.70	22.70	0.006
6	5000	1.82	28.37	0.006
7	6000	1.90	34.04	0.006
8	7000	2.03	39.72	0.007
9	8000	2.15	45.39	0.007
10	9000	2.20	51.07	0.007
11	10000	2.35	56.74	0.008
12	11000	2.45	62.41	0.008
13	12000	2.60	68.09	0.009
14	13000	2.72	73.76	0.009
15	14000	2.80	79.44	0.009
16	15000	2.82	85.11	0.010
17	16000	2.95	90.78	0.010
18	17000	3.00	96.46	0.010
19	18000	3.05	102.13	0.010
20	19000	3.12	107.81	0.010
21	20000	3.20	113.48	0.011
22	21000	3.25	119.15	0.011
23	22000	3.34	124.83	0.011
24	23000	3.42	130.50	0.011
25	24000	3.50	136.18	0.012
26	25000	3.60	141.85	0.012
27	26000	3.72	147.53	0.012
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

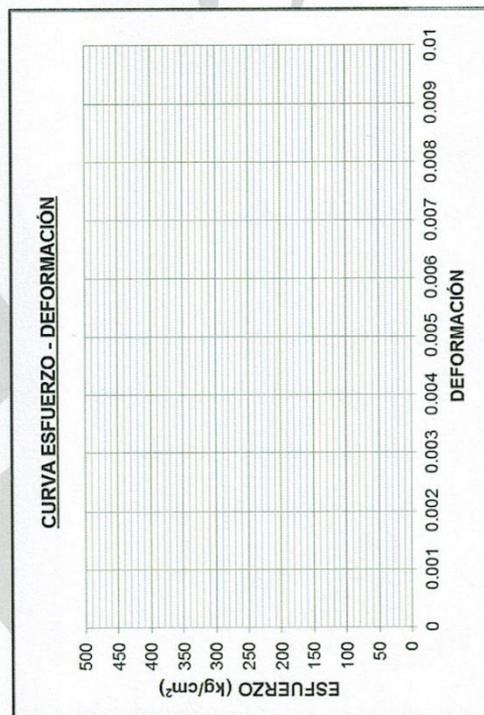
CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:
CARGA ÚLTIMA = 25018 kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY MARIA LIDIA	NOMBRE: HINCHAY VICTOR	NOMBRE: ING. RAMIREZ AZÁRVEDO R.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-07	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.99 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.98 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	05-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	ING. RAFAEL ROSALES ALVARADO

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	0	0	0	0
2	1000	1.60	5.67	0.005
3	2000	1.90	11.33	0.006
4	3000	2.20	17.00	0.007
5	4000	2.42	22.67	0.008
6	5000	2.50	28.33	0.008
7	6000	2.61	34.00	0.009
8	7000	2.70	39.66	0.009
9	8000	2.80	45.33	0.009
10	9000	2.90	51.00	0.010
11	10000	3.05	56.66	0.010
12	11000	3.12	62.33	0.010
13	12000	3.20	68.00	0.011
14	13000	3.31	73.66	0.011
15	14000	3.40	79.33	0.011
16	15000	3.54	85.00	0.012
17	16000	3.62	90.66	0.012
18	17000	3.71	96.33	0.012
19	18000	3.80	102.00	0.013
20	19000	3.92	107.66	0.013
21	20000	4.03	113.33	0.013
22	21000	4.12	118.99	0.014
23	22000	4.20	124.66	0.014
24	23000	4.35	130.33	0.015
25	24000	4.40	135.99	0.015
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



OBSERVACIONES:

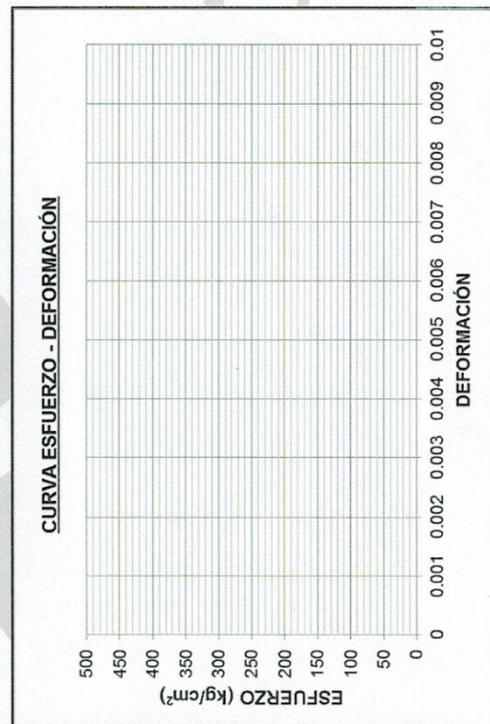
CARGA ÚNICA = 23973 kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: VICTOR HINCHAN VICTOR	NOMBRE: ING. RAFAEL ROSALES ALVARADO
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 - ASTM C39 - NTP 339.034		RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-08	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.21 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.95 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	05-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RIVINÉS AZÚCARO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.80	5.65	0.006
3	2000	2.00	11.30	0.007
4	3000	2.15	16.95	0.007
5	4000	2.25	22.61	0.008
6	5000	2.33	28.26	0.008
7	6000	2.41	33.91	0.008
8	7000	2.50	39.56	0.008
9	8000	2.62	45.21	0.009
10	9000	2.70	50.86	0.009
11	10000	2.81	56.51	0.009
12	11000	2.92	62.16	0.009
13	12000	3.00	67.82	0.010
14	13000	3.13	73.47	0.010
15	14000	3.24	79.12	0.011
16	15000	3.32	84.77	0.011
17	16000	3.41	90.42	0.011
18	17000	3.50	96.07	0.012
19	18000	3.63	101.72	0.012
20	19000	3.71	107.37	0.012
21	20000	3.80	113.02	0.013
22	21000	3.92	118.67	0.013
23	22000	4.05	124.33	0.014
24	23000	4.10	129.98	0.014
25	24000	4.22	135.63	0.014
26	25000	4.30	141.28	0.014
27	26000	4.44	146.93	0.015
28	27000	4.61	152.59	0.015
29	28000	4.70	158.24	0.016
30	29000	4.85	163.89	0.016
31	30000	4.90	165.62	0.016
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



OBSERVACIONES:

CARGA ULTIMA = 29307 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: UZCUMBA ITINCHÁN VICTOR	NOMBRE: RIVINÉS RIVINÉS, IRENE
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-09	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.28 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	06-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.24 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	05-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RUVINES AZAFERO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.70	5.67	0.006
3	2000	1.90	11.35	0.006
4	3000	2.00	17.02	0.007
5	4000	2.17	22.70	0.007
6	5000	2.21	28.37	0.007
7	6000	2.30	34.04	0.008
8	7000	2.41	39.72	0.008
9	8000	2.52	45.39	0.008
10	9000	2.60	51.07	0.009
11	10000	2.71	56.74	0.009
12	11000	2.82	62.41	0.009
13	12000	2.90	68.09	0.010
14	13000	3.02	73.76	0.010
15	14000	3.11	79.44	0.010
16	15000	3.22	85.11	0.011
17	16000	3.30	90.78	0.011
18	17000	3.43	96.46	0.011
19	18000	3.50	102.13	0.012
20	19000	3.62	107.81	0.012
21	20000	3.71	113.48	0.012
22	21000	3.80	119.15	0.013
23	22000	3.92	124.83	0.013
24	23000	4.00	130.50	0.013
25	24000	4.02	136.18	0.013
26	25000	4.08	141.85	0.014
27	26000	4.16	147.52	0.014
28	27000	4.25	153.20	0.014
29	28000	4.34	158.87	0.014
30	29000	4.50	167.79	0.015
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

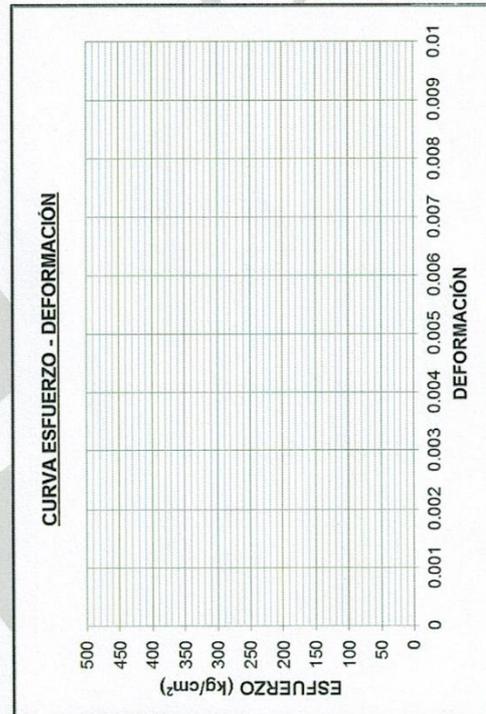
ESFUERZO (kg/cm²)

DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES: CARGA ULTIMA = 28162.		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: VICTOR HINCHAY VICTOR	NOMBRE: ING. RUVINES AZAFERO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-01	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.99 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	27-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.48 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	05-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	7 días	REVISADO POR:	MIG. EDUARDO BARRALES AZÁRQUEZ

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	0.40	5.67	0.001
3	2000	0.95	11.33	0.003
4	3000	1.20	17.00	0.004
5	4000	1.53	22.67	0.005
6	5000	2.00	28.33	0.007
7	6000			
8	7000			
9	8000			
10	9000			
11	10000			
12	11000			
13	12000			
14	13000			
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



OBSERVACIONES:

CARGA ÚLTIMA = 4579 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: VICTOR HINCHAN VICTOR	NOMBRE: MIG. EDUARDO BARRALES AZARQUEZ
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:	
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034			
PROYECTO				
ID. PROBETA:	PA-02	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.00 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	27-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.71 cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	05-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY	
EDAD DE LA PROBETA:	7 dias	REVISADO POR:	ING. RENE EDWINES AZANERO	

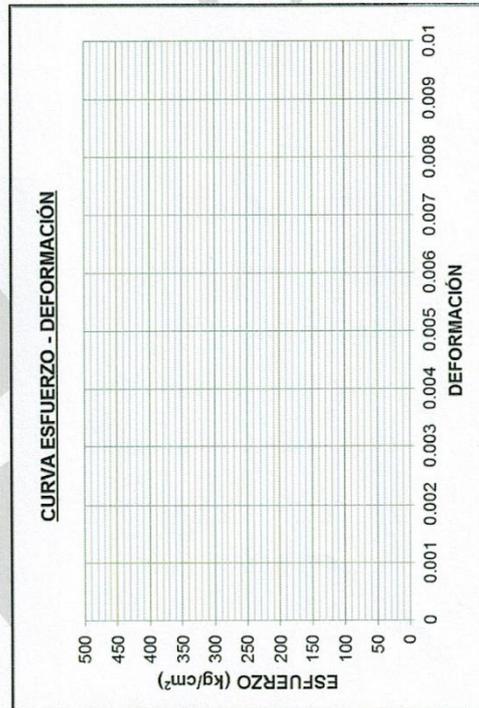
N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	0	0	0	0
2	1000	0.53	5.66	0.002
3	2000	0.90	11.32	0.003
4	3000	1.30	16.98	0.004
5	4000	1.63	22.64	0.006
6	5000	2.30	27.59	0.008
7	6000			
8	7000			
9	8000			
10	9000			
11	10000			
12	11000			
13	12000			
14	13000			
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

OBSERVACIONES:
CARGA ÚTIL = 4875

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY MARIA LIDIA	NOMBRE: TINCO TINCO VICTOR	NOMBRE: AZANERO EDWINES RENE
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
	PROYECTO		
ID. PROBETA:	PA-03	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.98 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	27-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.24 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	03-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	7 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RIVEROS RAMÍREZ

N°	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	0.30	5.67	0.001
3	2000	0.73	11.35	0.002
4	3000	1.20	17.02	0.004
5	4000	1.53	22.70	0.005
6	5000	1.80	26.43	0.006
7	6000			
8	7000			
9	8000			
10	9000			
11	10000			
12	11000			
13	12000			
14	13000			
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



OBSERVACIONES:
CARGA ÚLTIMA = 4653 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA LIDIA	NOMBRE: HINCAPI VICTOR	NOMBRE: ING. RIVEROS RAMIRO I
FECHA:	FECHA:	FECHA:

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-04	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.99 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	08-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.98 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	24-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	ING. WENDE EDUINES AZDUEÑO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ε _u
1	0	0	0	0
2	1000	0.80	5.67	0.003
3	2000	1.00	11.33	0.003
4	3000	1.20	17.00	0.004
5	4000	1.40	22.67	0.005
6	5000	1.60	28.33	0.005
7	6000	1.70	34.00	0.006
8	7000	1.80	39.66	0.006
9	8000	1.95	45.33	0.007
10	9000	2.10	51.00	0.007
11	10000	2.40	51.54	0.008
12	11000			
13	12000			
14	13000			
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

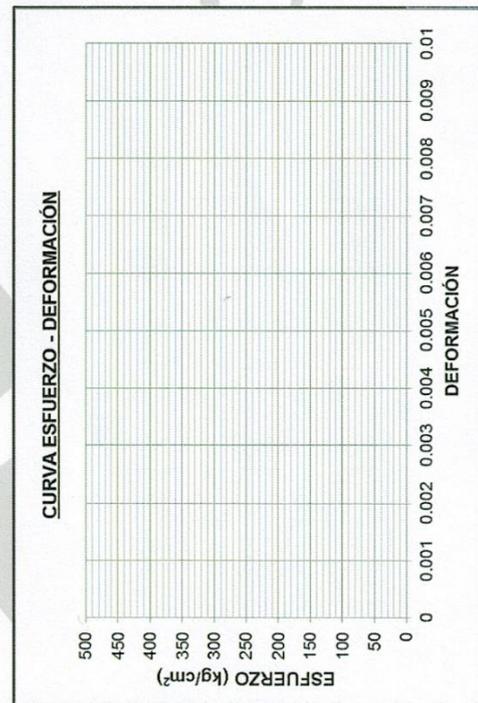
CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:
CARGA ÚLTIMA = 9096 Kg.

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA L.	NOMBRE: CÁRDENAS VICTOR	NOMBRE: ING. EDUINES AZDUEÑO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

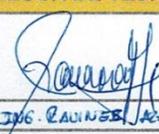
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
	PROYECTO		
ID. PROBETA:	PA-04	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.99 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	08-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.98 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	24-12-2016	RESPONSABLE:	LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RIVINÉS AZÚCARO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ
1	0	0	0	0
2	1000	0.80	5.67	0.003
3	2000	1.00	11.33	0.003
4	3000	1.20	17.00	0.004
5	4000	1.40	22.67	0.005
6	5000	1.60	28.33	0.005
7	6000	1.70	34.00	0.006
8	7000	1.80	39.66	0.006
9	8000	1.95	45.33	0.007
10	9000	2.10	51.00	0.007
11	10000	2.40	51.54	0.009
12	11000			
13	12000			
14	13000			
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



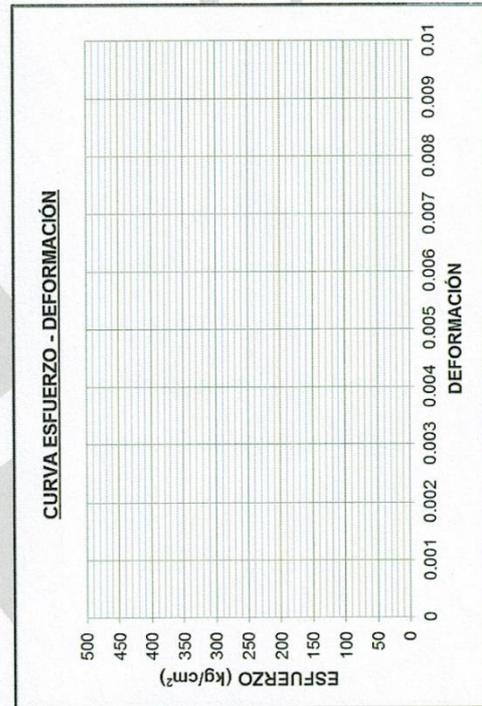
OBSERVACIONES:

CRGA ÚLTIMA = 9096 Kg.

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
		
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, LIDIA I.	NOMBRE: CRUZ HUACHÁN VÍCTOR	NOMBRE: ING. IRINE RIVINÉS AZÚCARO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

	LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
	NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034	
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PD-06	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.00 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	03-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.91 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	21-11-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	14 días	REVISADO POR:	ING. IRENE EDWINES DEZAERO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	0.90	5.67	0.003
3	2000	1.30	11.35	0.004
4	3000	1.55	17.02	0.005
5	4000	1.70	22.70	0.006
6	5000	1.85	28.37	0.006
7	6000	2.00	34.04	0.007
8	7000	2.15	39.72	0.007
9	8000	2.25	45.39	0.008
10	9000	2.35	51.07	0.008
11	10000	2.43	56.74	0.008
12	11000	2.60	58.42	0.009
13	12000			
14	13000			
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			



OBSERVACIONES:

CARGA ULTIMA = 10296 Kg

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA L.	NOMBRE: HINCARAN VICTOR	NOMBRE: ING. EDWINES DEZAERO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-07	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.98 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	08-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.24 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	06-12-2016	RESPONSABLE:	MARÍA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	ING. KENNE CARRINES AZÁRVEDO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	2.20	5.67	0.007
3	2000	2.60	11.35	0.003
4	3000	3.00	17.02	0.010
5	4000	3.20	22.70	0.011
6	5000	3.55	28.37	0.012
7	6000	3.80	34.04	0.013
8	7000	4.00	39.72	0.013
9	8000	4.20	45.39	0.014
10	9000	4.50	50.61	0.015
11	10000			
12	11000			
13	12000			
14	13000			
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:
CARGA ÚLTIMA = 8920 KG

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARÍA L.	NOMBRE: VÍCTOR HINCAPIÉ	NOMBRE: ING. EDWIN AZÁRVEDO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:	
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034			
PROYECTO				
ID. PROBETA:	PA-08	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.97 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	08-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.01 cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	06-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY	
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	ING. IRENE RIVERA AZANERO	

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.80	5.63	0.006
3	2000	2.20	11.36	0.007
4	3000	2.60	17.04	0.009
5	4000	3.05	22.73	0.010
6	5000	3.30	28.41	0.011
7	6000	3.55	34.09	0.012
8	7000	3.80	39.77	0.013
9	8000	4.00	45.45	0.013
10	9000			
11	10000			
12	11000			
13	12000			
14	13000			
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

CARGA MÁXIMA = 7784

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA L.	NOMBRE: CACERES VICTOR	NOMBRE: ING. IRENE RIVERA AZANERO I.
FECHA:	FECHA:	FECHA:



LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 – ASTM C39 – NTP 339.034		RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO			
ID. PROBETA:	PA-09	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.99 cm
FECHA DE ELABORACIÓN:	08-11-2016	ÁREA (cm ²):	176.48 cm ²
FECHA DE ENSAYO:	06-12-2016	RESPONSABLE:	MARIA LIDIA MENDOZA HUATAY
EDAD DE LA PROBETA:	28 días	REVISADO POR:	ING. EDENE RIVEROS AZARVEDO

Nº	Carga (Kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0	0	0
2	1000	1.70	5.67	0.006
3	2000	2.00	11.33	0.009
4	3000	2.30	17.00	0.003
5	4000	2.70	22.67	0.009
6	5000	3.05	28.33	0.010
7	6000	3.45	34.00	0.012
8	7000	3.65	39.66	0.012
9	8000	3.85	35.33	0.013
10	9000	4.00	51.00	0.013
11	10000	4.15	56.66	0.014
12	11000	4.30	62.33	0.014
13	12000	4.43	63.33	0.015
14	13000			
15	14000			
16	15000			
17	16000			
18	17000			
19	18000			
20	19000			
21	20000			
22	21000			
23	22000			
24	23000			
25	24000			
26	25000			
27	26000			
28	27000			
29	28000			
30	29000			
31	30000			
32	31000			
33	32000			
34	33000			
35	34000			
36	35000			
37	36000			
38	37000			
39	38000			
40	39000			
41	40000			
42	41000			

CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN

OBSERVACIONES:
CARGA ÚLTIMA = 11247 Kg.

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR DE TESIS
NOMBRE: MENDOZA HUATAY, MARIA L	NOMBRE: VICTOR HINCADAN VICTOR	NOMBRE: ING. EDENE RIVEROS AZARVEDO E.
FECHA:	FECHA:	FECHA:

ANEXOS N° 4

UBICACIÓN DE LA CANTERA BAZÁN

