

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO  
PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE  
SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL  
AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR**

Bach. CACHAY DÍAZ, Lizandra Cristell

**ASESOR**

Dr. Ing. MOSQUEIRA MORENO, Miguel Angel

**CAJAMARCA-PERÚ**

**2022**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por colmarme de bendiciones y oportunidades, por guiarme en el sendero de la humildad y la verdad, y por darme una existencia feliz.

A mis padres y hermanos, por fortalecer mi crecimiento personal y profesional con sus palabras y su apoyo incondicional, por su afecto, sus enseñanzas y por llenar mi vida de alegría cada día.

Un especial agradecimiento al Dr. Ing. Miguel Angel Mosqueira Moreno, por ser el mecenas en la realización de esta labor de investigación, por su apoyo constante, su determinada paciencia y su sincera amistad.

## **DEDICATORIA**

Con mucho amor, dedico este esfuerzo de investigación a todos aquellos profesionales que realizan aportes en los distintos campos de la ingeniería, buscando nuevos niveles de sostenibilidad y bienestar, haciendo uso de una pasión y constancia incansable para el desarrollo de nuevo conocimiento, sin escatimar en esfuerzo y sacrificio para lograr un mañana más brillante y lleno de oportunidades.

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIV</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.5 ALCANCE Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.6.1 Objetivo general.....	18
1.6.2 Objetivos específicos .....	18
1.7 DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO .....	18
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	20
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2 Antecedentes nacionales .....	22
2.1.3 Antecedentes locales.....	23
2.2 BASES TEÓRICAS .....	24
2.2.1 Concepto del concreto permeable.....	24
2.2.2 Componentes del concreto permeable .....	24
2.2.3 Propiedades del concreto permeable.....	29
2.2.4 Aplicaciones del concreto permeable .....	30
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	32
2.3.1 Concreto permeable .....	32
2.3.2 Concreto reciclado .....	32
2.3.3 Agregados .....	32
2.3.4 Agregado de concreto reciclado.....	32
2.3.5 Residuos sólidos de construcción y demolición .....	32
2.3.6 Resistencia a la compresión del concreto .....	32
2.3.7 Permeabilidad .....	32

<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>33</b>
3.1	MATERIALES.....	33
3.1.1	Agregados.....	33
3.1.2	Cemento Portland .....	45
3.1.3	Agua.....	46
3.1.4	Aditivo superplastificante Sikament ® 290 N .....	46
3.2	METODOLOGÍA.....	47
3.2.1	Tipo, nivel, diseño y método de investigación .....	47
3.2.2	Población de estudio .....	47
3.2.3	Muestra .....	47
3.2.4	Unidad de análisis.....	48
3.2.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	48
3.3	DISEÑO METODOLOGICO PARA CONCRETO PERMEABLE .....	49
3.3.1	Criterios del diseño de mezcla .....	49
3.4	ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO PERMEABLE.....	54
3.4.1	Herramientas y equipos utilizados .....	55
3.4.2	Proceso de elaboración, modelado y curado de especímenes de concreto .....	55
3.5	PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE .....	57
3.5.1	Propiedades en estado fresco .....	57
3.5.2	Peso unitario y cálculo del rendimiento y contenido de aire (porosidad) .....	57
3.5.3	Propiedades en estado endurecido .....	58
3.6	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	61
3.6.1	Propiedades físicas y mecánicas de los agregados.....	61
3.6.2	Resultados de los ensayos de esclerometría para determinar la resistencia a compresión del concreto endurecido .....	63
3.6.3	Resultados de los diseños de mezcla .....	64
3.6.4	Resultados de las propiedades del concreto permeable .....	65
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>		<b>67</b>
4.1	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA .....	67
4.2	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.....	68
4.3	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN .....	69
4.4	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN COMPARADOS CON EL PESO UNITARIO DEL CONCRETO PERMEABLE.....	70

4.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN COMPARADOS CON LA PERMEABILIDAD Y POROSIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE .....	72
4.6	DISCUSIÓN DE RESULTADOS CONTRASTADOS CON LA HIPÓTESIS	73
	<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	74
5.2	RECOMENDACIONES .....	75
	<b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>76</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>81</b>
ANEXO I.	PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS .....	81
ANEXO II.	ENSAYOS PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE ESCLEROMETRÍA .....	104
ANEXO III.	DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO .....	116
ANEXO IV.	PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE .....	155
ANEXO V.	REGISTRO DE INDECOPI DE LABORATORIO “GUERSAN INGENIEROS SRL” .....	194
ANEXO VI.	FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I .....	197
ANEXO VII.	FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO SIKAMENT 290 N.....	198
ANEXO VIII.	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO: MÁQUINA PARA PRUEBAS DE MEDICIÓN TIPO LOS ÁNGELES .....	200
ANEXO IX.	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO: ESCLERÓMETRO ..	203
ANEXO X.	PANEL FOTOGRÁFICO.....	206

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1:	Coordenadas de la cantera Margarita para extracción de agregado grueso y fino .....	33
Tabla N°2:	Zona y coordenadas UTM de los puntos de estudio.....	34
Tabla N°3:	Número de la lectura en el esclerómetro .....	35
Tabla N°4:	Tamaño de las muestras de prueba para la selección de los agregados .....	37
Tabla N°5:	Tamaño mínimo de las muestras de prueba para el ensayo de determinación de la densidad y absorción del agregado grueso.....	39
Tabla N°6:	Tamaño mínimo de las muestras de prueba para determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso.....	41
Tabla N°7:	Tamaño mínimo de las muestras de prueba para el análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso.....	42
Tabla N°8:	Requisitos de granulometría para agregado grueso .....	43
Tabla N°9:	Selección del tamaño de las muestras de prueba para la determinación de porcentaje de material más fino que el tamiz N°200 en agregado mineral por lavado .....	44
Tabla N°10:	Granulometrías representativas de los agregados, para selección del método de ensayo de abrasión a usar .....	45
Tabla N°11:	Detalle del número de especímenes de concreto permeable por ensayo y edad.....	48
Tabla N°12:	Variables, técnicas e instrumentos de la investigación en estudio ..	48
Tabla N°13:	Valores efectivos de $b/b_0$ .....	51
Tabla N°14:	Típicos rangos de proporciones de material en concreto permeable	52
Tabla N°15:	Rango de tiempo permisible para fracturar los especímenes de concreto para una determinada edad de ensayo.....	58
Tabla N°16:	Resumen de las propiedades de los agregados grueso y fino .....	61
Tabla N°17:	Resumen de las propiedades del agregado grueso reciclado .....	62
Tabla N°18:	Resultados de los ensayos de esclerometría .....	63
Tabla N°19:	Diseños de mezcla de concreto permeable por $m^3$ .....	64

Tabla N°20:	Resumen de propiedades del concreto permeable .....	65
Tabla N°21:	Resultados de resistencia a compresión del concreto por tipo de diseño y edad .....	65
Tabla N°22:	Resultados de peso unitario del concreto.....	66
Tabla N°23:	Resultados de permeabilidad del concreto - Coeficiente de permeabilidad (k).....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1:	Ubicación geográfica de la cantera Margarita .....	33
Figura N°2:	Ubicación geográfica de las calles para la obtención del concreto reciclado.....	34
Figura N°3:	Contenido mínimo de vacíos para la percolación.....	49
Figura N°4:	Relación entre el contenido vacíos y la resistencia a la compresión de 28 días para el huso granulométrico N° 67 y N° 8 en un concreto permeable.....	50
Figura N°5:	Relación entre el volumen de la pasta y el contenido de vacíos para el huso granulométrico N° 67 .....	51
Figura N°6:	Ejemplos de concretos permeables con diferentes contenidos de agua, formados en una pelota .....	53
Figura N°7:	Proceso de compactación para cilindros de 101.6 mm. ....	56
Figura N°8:	Proceso de compactación para cilindros de 152.4 mm. ....	56
Figura N°9:	Esquema de patrones típicos de fracturas .....	59
Figura N°10:	Permeámetro de carga variable recomendado por el ACI 522 R -10 .....	60
Figura N°11:	Resistencia a compresión según edad y tipo de diseño del concreto permeable.....	70
Figura N°12:	Resistencia a la compresión a los 28 días y peso unitario fresco de los especímenes de concreto permeable .....	70
Figura N°13:	+Peso unitario en estado fresco y endurecido de los especímenes de concreto permeable .....	71
Figura N°14:	Permeabilidad y porosidad de los especímenes de concreto permeable.....	72

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N°1:	Ensayo de peso unitario suelto seco .....	206
Fotografía N°2:	Ensayo de peso unitario seco compactado.....	206
Fotografía N°3:	Ensayo de análisis granulométrico .....	207
Fotografía N°4:	Ensayo para la determinación de porcentaje de material más fino que el tamiz N°200 .....	207
Fotografía N°5:	Ensayo de peso específico y absorción.....	208
Fotografía N°6:	Ensayo de esclerometría .....	208
Fotografía N°7:	Bloques de concreto reciclado .....	209
Fotografía N°8:	Tituración de bloques de concreto y obtención de ACR .....	209
Fotografía N°9:	Peso de materiales.....	210
Fotografía N°10:	Mezcla de materiales .....	210
Fotografía N°11:	Modelado de concreto permeable .....	211
Fotografía N°12:	Enrase de superficies de especímenes cilíndricos.....	211
Fotografía N°13:	Compactación de especímenes .....	212
Fotografía N°14:	Especímenes cilíndricos en estado fresco .....	212
Fotografía N°15:	Peso de especímenes cilíndricos en estado fresco .....	213
Fotografía N°16:	Desmolde de especímenes cilíndricos .....	213
Fotografía N°17:	Especímenes cilíndricos desencofrados.....	214
Fotografía N°18:	Curado de especímenes cilíndricos.....	214
Fotografía N°19:	Especímenes posteriormente al proceso de curado.....	215
Fotografía N°20:	Enrase de superficie de especímenes cilíndricos .....	215
Fotografía N°21:	Medición de diámetros de especímenes en estado endurecido.....	216
Fotografía N°22:	Peso de probetas en estado endurecido.....	216
Fotografía N°23:	Prensa hidráulica para ensayos de compresión uniaxial.....	217
Fotografía N°24:	Ejecución de ensayo de compresión uniaxial .....	217
Fotografía N°25:	Ejecución de ensayo de permeabilidad .....	218

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N° 1.	Peso específico del agua ( $P_e$ ).....	38
Ecuación N° 2.	Factor del recipiente ( $f$ ).....	38
Ecuación N° 3.	Densidad de masa ( $M$ ) .....	38
Ecuación N° 4.	Peso específico de masa del agregado grueso ( $P_e$ ).....	39
Ecuación N° 5.	Peso específico de masa saturada y superficialmente seca del agregado grueso ( $P_{eSSS}$ ).....	39
Ecuación N° 6.	Peso específico aparente del agregado grueso ( $P_{ea}$ ) .....	39
Ecuación N° 7.	Absorción del agregado grueso $A_b$ (%).....	39
Ecuación N° 8.	Peso específico de masa del agregado fino ( $P_e$ ).....	40
Ecuación N° 9.	Peso específico de masa saturada y superficialmente seca del agregado fino ( $P_{eSSS}$ ).....	40
Ecuación N° 10.	Peso específico aparente del agregado fino ( $P_{ea}$ ) .....	40
Ecuación N° 11.	Absorción del agregado fino $A_b$ (%).....	40
Ecuación N° 12.	Contenido de humedad $w$ (%) .....	41
Ecuación N° 13.	Porcentaje retenido parcial en la malla .....	42
Ecuación N° 14.	Porcentaje retenido acumulado en la malla .....	42
Ecuación N° 15.	Porcentaje acumulado que pasa en la malla.....	42
Ecuación N° 16.	Módulo de finura del agregado grueso ( $MG$ ) .....	42
Ecuación N° 17.	Módulo de finura del agregado fino ( $MF$ ) .....	43
Ecuación N° 18.	Cantidad de material que pasa la malla de 75 $\mu m$ (N° 200) por lavado .....	44
Ecuación N° 19.	Porcentaje de desgaste de la muestra .....	45
Ecuación N° 20.	Peso unitario o densidad de masa del concreto fresco.....	57
Ecuación N° 21.	Masa neta del concreto .....	57
Ecuación N° 22.	Rendimiento del concreto .....	57
Ecuación N° 23.	Contenido de aire del concreto fresco.....	57
Ecuación N° 24.	Resistencia a compresión.....	59

Ecuación N° 25.	Área promedio de la cara axial del espécimen .....	59
Ecuación N° 26.	Densidad del espécimen de concreto .....	59
Ecuación N° 27.	Volumen del espécimen determinado del área promedio y longitud promedio .....	60
Ecuación N° 28.	Permeabilidad de los especímenes.....	61

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la variación de la resistencia a compresión de un concreto permeable con  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, con aditivo plastificante y reemplazando al 10%, 20% y 30% agregado grueso por Agregado de Concreto Reciclado (ACR), para aplicaciones de menor costo, funcionalidad adecuada y reutilización de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), generando un impacto positivo en el medio ambiente en comparación a concretos convencionales. Este trabajo describe las características de los agregados procedentes de la cantera “Margarita” y de los jirones Jorge Chávez y Sánchez Cerro de la ciudad de Cajamarca, se diseña la mezcla con el método del Comité 211 del ACI, se determina la resistencia a compresión de 120 probetas a los 7, 14 y 28 días y la permeabilidad de 40 especímenes. Se concluye que las mejores resistencias se logran con sustitución de ACR, alcanzándose una resistencia máxima de 251.61 Kg/cm<sup>2</sup> con un 20% de reemplazo; es decir, esta resistencia es 15.52 % mayor que la resistencia promedio de las probetas sin ACR.

### **Palabras claves:**

Concreto permeable, Agregado de Concreto Reciclado (ACR), Residuos de Construcción y Demolición (RCD), resistencia a compresión del concreto y permeabilidad.

## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the variation of the compressive strength of a permeable concrete with  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, with plasticising additive and replacing 10%, 20% and 30% coarse aggregate with Recycled Concrete Aggregate (RCA), for applications of lower cost, adequate functionality and reuse of Construction and Demolition Waste (CDW), generating a positive impact on the environment compared to conventional concrete. This work describes the characteristics of aggregates from the "Margarita" quarry and from the Jorge Chávez and Sánchez Cerro streets in the Cajamarca city. The mix is designed using the ACI Committee 211 method, the compressive strength of 120 specimens at 7, 14 and 28 days and the permeability of 40 specimens are determined. It is concluded that the best strengths are achieved with RCA substitution, reaching a maximum strength of 251.61 Kg/cm<sup>2</sup> with 20% replacement; that is to say, this strength is 15.52% higher than the average strength of the specimens without RCA.

### **Key words:**

Pervious concrete, Recycled Concrete Aggregate (RCA), Construction and Demolition Waste (CDW), concrete compressive strength and permeability.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Cajamarca es uno de los distritos que se declaró por el Gobierno Regional en estado de emergencia en el año 2019, por el peligro inminente de lluvias e inundaciones; dicho escenario evidencia consecuencias negativas, como pérdidas materiales, deterioro de la infraestructura vial de nuestra ciudad y daños a la población. (GRC, 2019)

La mayoría de redes viarias en la ciudad de Cajamarca no evacuan el agua de forma efectiva por tener un sistema tradicional, que no han logrado satisfacer las necesidades y los requerimientos que demanda nuestro entorno. Las vías se ven afectadas por problemas de estancamiento de agua, deteriorando gravemente las obras viales, disminuyendo las resistencias mecánicas de los concretos, causando detrimentos prematuros y acortando su periodo de diseño (Barahona, Martínez, & Zelaya, 2013). Sumado a esto, la infraestructura actual interrumpe el proceso natural de filtrado de agua al suelo, debido al efecto impermeabilizante del concreto convencional, agravándose este problema con el desarrollo urbanístico. (Flores & Pacompia, 2015)

Por otro lado, Rondón, (2016) sustenta que los países de América Latina y el Caribe aún mantienen la visión tradicional de recolectar, transportar y disponer los residuos en el exterior del casco urbano, sin tomar interés en la reutilización de recursos. Entidades especializadas en materia ambiental sostienen que el principal problema del manejo de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) es la escasez de lugares adecuados destinados a su disposición final. Cajamarca no es ajena a esta realidad ya que no existe una buena gestión de RCD y solamente cuenta con una instalación destinada para disposición final de residuos, resultando insuficiente, lo que genera un impacto ambiental negativo porque trae consigo problemas de contaminación, e incrementa la posibilidad de constituir un riesgo sanitario para la población.

La realidad problemática presentada evidencia una oportunidad de investigación que busca proponer una alternativa sostenible e innovadora en el desarrollo de materiales de construcción, con características que se adapten mejor a las necesidades, como el concreto permeable con agregado de concreto reciclado, que, en tentativa, apunta a la solución de dicha problemática, de modo que, la oportunidad es asumida en la presente investigación desde un enfoque primario.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿En cuánto varía la resistencia a compresión de un concreto permeable de  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con aditivo plastificante Sikament® 290N, al reemplazar en diferentes porcentajes el agregado grueso por agregado de concreto reciclado?

## **1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

La variación de la resistencia a compresión de un concreto permeable de  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con aditivo plastificante Sikament® 290N, al reemplazar en diferentes porcentajes el agregado grueso por agregado de concreto reciclado es mayor en un 10%, respecto a la resistencia a compresión de los especímenes sin ACR.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación tiene como justificación técnica, realizar aportes al estudio del concreto permeable con ACR, sirviendo de base o punto de partida en el desarrollo de futuros estudios más amplios y complejos por tratarse de una tecnología novedosa en el rubro de la construcción cajamarquina.

Asimismo, se justifica socialmente porque el concreto permeable con ACR proporcionará una alternativa viable en la construcción de infraestructuras más eficientes en afrontar las precipitaciones constantes de la ciudad de Cajamarca, siendo el más beneficiado el usuario promedio.

La investigación, también se justifica ambientalmente, por representar una alternativa sustentable para mejorar la gestión de residuos generados por el sector de la construcción, haciendo uso del reciclado y la reutilización de materiales, minimizando el uso de botaderos, la explotación de agregados y disminuyendo el impacto ambiental negativo en los procesos de construcción y demolición en la ciudad de Cajamarca.

Por último, este estudio se justifica económicamente, ya que, por lo general, el costo del agregado de concreto reciclado es menor en comparación con los agregados procedentes de cantera.

## 1.5 ALCANCE Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El alcance consiste en determinar la variación de la resistencia a compresión únicamente en especímenes de concreto permeable con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con uso de aditivo plastificante Sikament® 290N, al reemplazar en diferentes porcentajes (10%, 20% y 30% en peso) el agregado grueso por agregado de concreto reciclado.

### **Delimitación espacial**

- Se usaron las instalaciones del laboratorio de suelos, concreto y pavimentos “Guersan Ingenieros S.R.L.” ubicado en el Jr. Diego Ferre N°295 – Barrio San Martín - Cajamarca, donde se realizaron los ensayos de laboratorio requeridos para esta investigación y el responsable de la asistencia técnica fue el Ing. Leiner Guerrero.

### **Delimitación temporal**

- La realización de esta investigación duró 24 meses a partir del mes de noviembre del año 2019, por lo que la información obtenida de las Normas NTP, ASTM o recomendaciones ACI, pueden variar respecto a los años siguientes.

### **Delimitación del universo**

- En la presente investigación se utilizó cemento Pacasmayo Portland tipo I, piedra chancada y agregado fino procedentes de la cantera “Margarita”, ubicada al margen del río Jequetepeque, en el distrito de Chilete, provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca, el agregado grueso reciclado se obtuvo del corte del pavimento rígido, procedente de los jirones Jorge Chávez cuadra 1 y Sánchez Hoyos cuadra 1 de la ciudad de Cajamarca. Finalmente, se utilizó el aditivo plastificante Sikament® 290N para mejorar el comportamiento del concreto permeable.
- Se diseñó la mezcla de concreto permeable, por el método del Comité 211 del ACI y utilizando los parámetros de la Norma ACI 522 R -10.
- La permeabilidad de este concreto se determinó haciendo uso de un instrumento elaborado por la autora de este trabajo, obteniendo resultados relativos y únicamente válidos para el desarrollo de esta investigación.

### 1.5.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.5.2 Objetivo general

- Determinar la variación de la resistencia a compresión de un concreto permeable de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con aditivo plastificante Sikament® 290N, al reemplazar en diferentes porcentajes el agregado grueso por agregado de concreto reciclado.

#### 1.5.3 Objetivos específicos

- Determinar la resistencia a compresión de un concreto permeable de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo plastificante Sikament® 290N, sustituyendo en un 10% el agregado grueso por ACR.
- Determinar la resistencia a compresión de un concreto permeable de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo plastificante Sikament® 290N, sustituyendo en un 20% el agregado grueso por ACR.
- Determinar la resistencia a compresión de un concreto permeable de  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo plastificante Sikament® 290N, sustituyendo en un 30% el agregado grueso por ACR.

### 1.6 DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

La presente investigación abarca los siguientes capítulos:

- **Capítulo I: Introducción**

Incluye el contexto, formulación del problema, hipótesis y objetivos, justificación, alcance y delimitación del trabajo.

- **Capítulo II: Marco teórico**

Comprende: Los antecedentes teóricos, las bases teóricas y las definiciones de términos básicos de las variables.

- **Capítulo III: Materiales y métodos**

Contiene la metodología, caracterización y descripción de las propiedades de los materiales, procedimientos, métodos, técnicas empleadas y los resultados obtenidos.

- **Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados**

Describe, explica y discute los resultados realizando la contrastación de la hipótesis.

- **Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones**

Establece las conclusiones en función a los objetivos planteados y las recomendaciones con la finalidad de seguir ampliando los aspectos que ya no fueron abarcados en la presente tesis.

- **Capítulo VI: Referencias bibliográficas**

Menciona las fuentes bibliográficas utilizadas.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

**Alvarado, Y., Ulloa, V., Uribe, M., Paz, D., Torres, B. & Gasch, I. (2018).** *“Comportamiento del hormigón permeable con áridos reciclados combinados”*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Los autores en este estudio evalúan la influencia de la incorporación de los diferentes tipos de agregados reciclados (AR) provenientes de RCD, ladrillo cerámico (AR1) y de hormigón triturado (AR2) en el desempeño de la resistencia a compresión y flexión del concreto permeable, utilizan agregados con TMN de 1/2” y 3/8”, relaciones A/C entre 0.28-034, aditivo hiperplastificante de alto rango y sustituciones de ACR de la siguiente manera: 100% AN, 100% AR2, 100% AR1, 75% AR1 – 25% AR2, 75% AR2-25%AR1 y 50% AR1 – 50% AR2. Entre sus resultados indican que, se observó que el AR1 contiene 66.8% de hormigón y 20.8% de arcilla mientras que el AR2, 79.2% de hormigón y 4.2% de arcilla, también que, la resistencia está directamente relacionada con la cantidad de pasta de cemento, es decir, con una mayor cantidad de pasta, se reduce la permeabilidad y aumenta la resistencia a compresión, además que esta se ve afectada en un 40% por el uso de AR frente a mezclas con AN; de este modo, la resistencia a compresión con 100% de AR1 es mayor en un 8,25% que con AR2 debido a que el AR1 por tener mayor absorción, absorbe más la pasta de cemento aumentando su resistencia. Finalmente concluyen que, existe una relación lineal indirectamente proporcional entre la resistencia y la permeabilidad, siendo esta última influenciada por la compactación, la densidad y el contenido de vacíos.

**Gallo, G. & Posada, E. (2017).** *“Diseño de un pavimento en concreto poroso con adición de agregados de concreto reciclado para la construcción de un modelo a escala”*. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

En esta investigación los autores tienen como finalidad diseñar un tipo de pavimento con una losa de concreto poroso de 26 cm de espesor con adiciones de 0, 50 y 25% de agregado reciclado proveniente de concreto simple, analizan la resistencia a la

compresión, tracción y tasa de infiltración. En sus resultados indican que, el agregado de concreto reciclado, a pesar de ser un material reutilizado, presentó buen comportamiento en función de sus propiedades físicas y mecánicas y alcanzan las mayores resistencias a compresión del concreto con un 25% de reemplazo, es decir, 16.41 MPa; utilizaron agregados con TMN de 1” lo que les resultó en separaciones considerables entre partículas disminuyendo en 26% las resistencias mecánicas del concreto. Recomiendan el uso de aditivo que mejore la adherencia entre el agregado y la pasta de cemento y así alcanzar las mínimas resistencias para tráfico alto.

**Cruz, N. & Ramírez, D. (2021).** *“Evaluación de muestras del agregado grueso proveniente de residuos de concreto para producir nuevos concretos”*. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

En este artículo científico las autoras estudian y comparan las características, los diseños de mezcla y la resistencia a compresión de especímenes cilíndricos elaborados con agregados vírgenes naturales y agregados gruesos reciclados con una sustitución al 30%, 50% y 100%, provenientes de tres fuentes tales como: muros de mampostería, concreto colado en sitio y elementos prefabricados especificando que estas fuentes debieron ser lo más homogéneas posibles para garantizar agregado de calidad y homogéneo. Entre sus resultados indican que, las propiedades de los agregados reciclados entre sí son muy similares y que, comparados con los naturales, la absorción y la humedad son los factores más importantes en el mezclado, pues influyen directamente en las resistencias para el concreto, así como la condición saturada superficialmente seca de los agregados reciclados. La resistencia a compresión de las mezclas con 30% de sustitución dieron resultados muy similares a los resultados con 100% de agregado natural y conforme se aumentó el porcentaje de agregado reciclado se disminuyó la resistencia, pero siempre con resultados superiores a la resistencia especificada de (210 kg/cm<sup>2</sup>).

### 2.1.2 Antecedentes nacionales

**Collantes, J. & Eslava, D. (2018).** *“Influencia del agregado reciclado sobre la compresión, abrasión, asentamiento y permeabilidad en el concreto permeable no estructural”*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Los autores en su tesis, evalúan la influencia del porcentaje de reemplazo al 30, 35, 40, 45, y 50% de ACR proveniente de vigas en el asentamiento, la resistencia a la compresión, abrasión y permeabilidad en la fabricación de concreto permeable no estructural, en su diseño utilizaron agregado grueso con TMN de 3/8”, agregado de concreto reciclado con un tamaño entre las mallas N°4 y N°10 y arena fina natural. Entre sus resultados mencionan que el porcentaje de reemplazo de ACR y la resistencia a compresión guardan una relación directamente proporcional, ya que, a medida que aumenta la sustitución hasta un 40% de ACR, la resistencia a compresión mejora en un 36%, la cual a partir de este punto empieza a disminuir; en cuanto a las propiedades de asentamiento, disminuye a medida que aumenta el reemplazo, la abrasión se mantuvo constante y la permeabilidad aumenta con mayor sustitución de ACR.

**Choque, H. & Ccana, J. (2016).** *“Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y zurite, adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>”*. Universidad Andina del Cuzco, Cuzco, Perú.

En la tesis se evaluó el comportamiento de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso, utilizando agregado de las canteras Vicho y Zurite, suministrándole aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l, esto con la intención de mejorar la resistencia a compresión del concreto. Los autores concluyen que el concreto permeable pudo alcanzar la mayor resistencia promedio de 217.42 kg/ cm<sup>2</sup> con la adición de 1.5% de aditivo súper plastificante en peso del cemento, obteniéndose una permeabilidad aceptable dentro del rango permisible indicado por la ACI 522 R, también concluyen que, las muestras sin aditivo alcanzan una resistencia menor que la requerida de 210 kg/ cm<sup>2</sup>.

### 2.1.3 Antecedentes locales

**Benites, J. (2014).** *“Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera río Jequetepeque y el aditivo Chemaplast”*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

El autor compara si la resistencia y permeabilidad del concreto elaborado con materiales de la cantera río Jequetepeque y aditivo Chemaplast se encuentran dentro del rango definido por la norma ACI 522R, diseña una mezcla utilizando una relación A/C de 0.355 y un porcentaje de vacíos del 20%. El autor afirma que, el uso de aditivo plastificante consiguió que la mezcla obtenga mejor consistencia para mantener unidas las partículas del agregado. Concluye que, la resistencia promedio a los 28 días de su mezcla es de 7.556 MPa y está dentro del rango de 2.8 MPa a 28 MPa, el coeficiente de permeabilidad promedio es de 0.321 cm/s que está dentro del rango de 0.2 cm/s a 0.54 cm/s y cumple con la normativa especificada; además la baja resistencia del concreto se debe entre otros factores a la predominante forma alargada y textura lisa del agregado.

**Asencio, A. (2014).** *“Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>”*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

En este trabajo, el autor presenta el efecto de los agregados de concreto reciclado, provenientes de pavimento rígido, en la resistencia a la compresión del concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, entre sus resultados el autor indica que la resistencia a compresión del concreto elaborado con agregados de concreto reciclado es 15.49% menor que la resistencia especificada de 210 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con agregados naturales, así también, la deformación y módulo de elasticidad es menor en 18.7% y 12.98% respectivamente; menciona que para alcanzar la resistencia de diseño en los concretos con agregado reciclado se usó mayor cantidad de cemento encareciendo la mezcla en un 2.8%, finalmente concluye que, la trabajabilidad y la exudación del concreto disminuyen con mayor sustitución de ACR.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1 Concepto del concreto permeable**

Según el ACI 522R-10 el concreto permeable posee un asentamiento próximo o igual a cero, cuyos materiales son cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de agregado fino, aditivos y agua produciéndose un concreto endurecido con poros interconectados cuyo rango es de 2 a 8 mm, lo que le atribuye propiedades permeables, es decir permite el paso del agua y aire a través de su estructura. El contenido de vacíos varía de 15 a 35 %, con resistencias a compresión típicas de 2,8 a 28 MPa. Su velocidad de drenaje depende del tamaño del agregado y de la densidad de la mezcla, pero generalmente se encuentra en el rango de 81 a 730 L/min/m<sup>2</sup>. (ACI 522R,2010)

Según los autores Cabello, Campuzano, Espinoza & Sánchez, (2015) el concreto permeable tiene varias denominaciones entre ellas: Concreto poroso, concreto sin agregados finos, concreto discontinuo y concreto de porosidad incrementada.

### **2.2.2 Componentes del concreto permeable**

#### **2.2.2.1 Cemento Portland**

Según la Norma ASTM C-150, el cemento Portland es el producto de la pulverización del Clinker, el cual principalmente está constituido por silicato de calcio hidráulico, para posteriormente pasar por un proceso de calcinación adicionando agua y sulfato de calcio (yeso). De acuerdo con sus propiedades se clasifica en cinco diferentes tipos: Tipo I, Tipo II, Tipo III, Tipo IV, Tipo V.

#### **2.2.2.2 Agua**

El agua es un líquido que cumple una función muy importante en la fabricación del concreto permeable como constituir parte de la mezcla, permite el lavado de agregados, curado y riego del concreto, por lo que debe cumplir con ciertas características, debe estar limpia, libre de aceite, ácidos, álcalis, sales, sin tener materiales perjudiciales para el concreto. (Paredes, 2018)

La calidad del agua para el concreto permeable se basa en el ACI 301 cumpliendo los mismos requisitos para el concreto convencional. (ACI 522R,2010)

### 2.2.2.3 Relación agua/cemento (a/c)

En los concretos permeables la relación agua/cemento debe ser relativamente baja, en el rango de 0.26 a 0.40, ya que relaciones más altas generan una excesiva cantidad de agua en la pasta lo que conducirá al drenaje de esta y obstrucción del sistema de poros. (ACI 522R,2010)

Con relaciones agua/cemento entre 0,27 y 0,30 se puede lograr un balance adecuado entre la permeabilidad y la resistencia del concreto permeable. (Fernández, 2011)

### 2.2.2.4 Agregados

Los agregados son materiales granulares que al ser usados con un medio cementante forman el concreto de cemento hidráulico o mortero. (ASTM C 125)

El volumen que generalmente ocupa el total de agregados en un concreto convencional es del 60% al 75% del volumen de la mezcla (70% a 85% en peso), en un concreto permeable el agregado grueso es el principal constituyente, limitándose al agregado fino a un porcentaje máximo del 15% del volumen total de agregados. (ACI 522R, 2010).

Los requisitos para los agregados finos y gruesos deberán cumplir con la Norma ASTM C 33 y ASTM D 448.

#### 2.2.2.4.1 Tipos de agregados

Según los autores Bazalar & Cadenillas, (2019) los tipos de agregados se determinan de acuerdo con su procedencia y a la técnica empleada para su aprovechamiento, siendo los siguientes:

- **Agregados marginales:** Estos abarcan a los materiales que no cumplen alguna de las especificaciones de las normas vigentes.
- **Agregados naturales:** Estos agregados son modificados granulométricamente para adaptarse a las exigencias de su disposición final.
- **Agregados de trituración:** Son obtenidos de la trituración de rocas de cantera incluyendo los materiales de canteras cuyas propiedades físicas sean adecuadas.
- **Agregados reciclados:** Según la NTP 400.011 este agregado es el resultado de tratamientos de materiales inorgánicos obtenidos de los procesos de construcción y demolición.

### 2.2.2.4.1.1 Agregados reciclados

#### 1. Propiedades de los agregados de concreto reciclado

Las propiedades físicas de estos agregados están en función de las características del concreto de origen. Los agregados producto de demoliciones tienen una mayor variabilidad en sus características y propiedades. (Bazalar & Cadenillas, 2019)

- **Granulometría:** La granulometría de los ACR varía según el proceso de trituración que se realice. Del total de agregado producido en el proceso de trituración, se obtiene entre el 70% y 90% de agregado grueso. (Meléndez, 2016)
- **Mortero adherido:** Lo que diferencia principalmente a los agregados reciclados de los naturales es la presencia de mortero adherido. La cantidad de mortero adherido genera diferencias como un aumento de absorción de agua, menor densidad, menor resistencia, dureza, forma, textura superficial y resistencia a la fragmentación. (Navarro, 2014)
- **Forma y textura superficial:** La forma y textura son propiedades importantes de los ACR. La presencia de mortero residual adherido a los agregados reciclados genera que estos tengan bordes suavizados con respecto al agregado original, además de provocar que la textura sea más rugosa y porosa que la de los agregados naturales. No obstante, el coeficiente de forma del agregado de concreto reciclado es similar al que puede presentar el agregado natural. (Bazalar & Cadenillas, 2019)
- **Densidad y absorción:** El mortero residual adherido en los ACR es uno de los factores que afecta su densidad, porosidad y absorción. La densidad de los ACR es generalmente menor que la de los agregados naturales. Según McNeil & Kang, (2000) se demostró que la densidad de los ACR en su condición saturado y superficialmente seco es aproximadamente un 7 – 9% menor que la de los agregados vírgenes; además, se han reportado densidades aparentes de 2390 y 2890 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, con una diferencia del 17%. (Bazalar & Cadenillas, 2019)
- **Ensayo de abrasión de los Ángeles:** En este ensayo se elimina casi todo el mortero que queda adherido al ACR, además, se pierde peso propio del agregado natural presentando un elevado desgaste en la máquina de los ángeles. Los valores comúnmente del coeficiente de los ángeles del ACR pueden estar en un rango entre

25% y 42%. (Bazalar & Cadenillas, 2019)

- **Porosidad:** La incorporación de agregado reciclado en el concreto representa un aumento de su porosidad y de su permeabilidad, aunque el resultado final depende también de las características de la nueva matriz. (Meléndez, 2016)

## 2. Dosificación del agregado de concreto reciclado

La dosificación del concreto con agregado grueso reciclado puede inicialmente emplear los métodos convencionales de diseño de mezclas. Generalmente a medida que hay mayor porcentaje de sustitución de ACR en el concreto sus propiedades tienden a empeorar. Recomendándose en la práctica un 50% de sustitución. Se puede emplear una proporción de hasta un 20% de agregado de concreto reciclado sin ninguna limitación en su resistencia y su aplicación. (Bazalar & Cadenillas, 2019)

## 3. Resistencia a compresión del concreto utilizando agregados reciclados

La humedad inicial del ACR es un factor muy importante en la resistencia a la compresión del concreto, reduciéndola hasta en un 30% o aumentándola en un 20% para un agregado del 100% reemplazado por ACR. La tasa de desarrollo de resistencia del concreto con ACR es más alta que la de concreto sin ACR, debido al resto de mortero no hidratado adherido en la superficie del ACR que al reaccionar con el agua aumenta la tasa de desarrollo de resistencia; también, el proceso de secado de los agregados influencia en la resistencia a la compresión del concreto, ya que, los agregados secados al aire generan concretos con mayores resistencias que agregados secados al horno. (Bazalar & Cadenillas, 2019)

### 2.2.2.4.2 Clasificación de los agregados

#### 2.2.2.4.2.1 Clasificación por su densidad

Esta clasificación es importante porque afecta la densidad del concreto (ligero, normal o pesado), así se tienen según Bazalar & Cadenillas, (2019):

- **Livianos:** Agregados cuyo peso unitario está por debajo de  $1000 \text{ kg/m}^3$  y se encuentran en un rango de  $700\text{-}800 \text{ kg/m}^3$ .
- **Normales:** Agregados de uso más común y general que se utilizan en el 90% de las construcciones cuyo peso unitario se encuentra entre  $1000\text{-}1800 \text{ kg/m}^3$ .
- **Pesados:** Agregados cuyo peso unitario está por encima de  $2000 \text{ kg/m}^3$  y provienen

de rocas que contienen elementos pesados.

#### **2.2.2.4.2.2 Clasificación por su granulometría**

##### ▪ **Agregado grueso**

Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4) y que cumple con los límites establecidos en la Norma N.T.P. 400.012 o ASTM C 33. (Velázquez, 2015).

##### ▪ **Agregado fino**

Agregado que pasa el tamiz 9.4 mm (3/8”) y cumple con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33. (Velázquez, 2015).

#### **2.2.2.5 Aditivos para concreto**

Material que es empleado como un ingrediente del mortero o concreto y es añadido en el proceso inmediatamente antes o durante su mezclado. Son utilizados para modificar una o varias propiedades del concreto con el objetivo que sea adecuado al trabajo realizado, facilitar su colocación y reducir costos de operación. (ASTM C494)

Según el Comité ACI 522 se recomienda para el concreto permeables aditivos químicos retardadores de fragua, reductores de agua de alto rango y plastificantes que deben cumplir las especificaciones de la Norma ASTM C 494.

##### **2.2.2.5.1 Clasificación de los aditivos**

Según la ASTM C 494 los ocho tipos de aditivo para concreto de cemento hidráulico son los siguientes:

*Tipo A:* Aditivos reductores de agua,

*Tipo B:* Aditivos retardadores,

*Tipo C:* Aditivos aceleradores,

*Tipo D:* Aditivos reductores de agua y retardadores,

*Tipo E:* Aditivos reductores de agua y aceleradores,

*Tipo F:* Aditivos reductores de agua, de alto rango,

*Tipo G:* Aditivos reductores de agua, de alto rango, y retardadores, y

*Tipo S:* Aditivos de comportamiento específico.

#### **2.2.2.5.2 Aditivos plastificantes**

Según la Norma ASTM C 494, aditivos como el Tipo D o G permiten mejorar considerablemente la trabajabilidad del concreto, reduciendo la demanda de agua considerablemente, disminuyendo las retracciones y el riesgo de cangrejas y aumentando las resistencias mecánicas.

### **2.2.3 Propiedades del concreto permeable**

#### **2.2.3.1 Resistencia a compresión del concreto**

El concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es así que esta es la medida que se utiliza principalmente como índice de su calidad. (Acuña, 2018)

La resistencia a la compresión del concreto permeable es fuertemente afectada por la proporción de la mezcla y esfuerzo de compactación durante la colocación, sin embargo, la alta resistencia se logra sólo con la reducción del contenido de vacíos de aire, implicando una pérdida de eficiencia de percolación. (ACI 522R, 2010)

#### **▪ Método de ensayo estándar para esfuerzo de compresión en especímenes cilíndricos de concreto**

Según la ASTM C-39, este método de ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión al cilindro moldeado o núcleo a una razón que está dentro del rango prescrito antes de que la falla ocurra. El esfuerzo de compresión del espécimen es calculado dividiendo la carga máxima obtenida durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen.

#### **2.2.3.2 Contenido de aire**

El contenido de vacíos es un factor muy importante en el comportamiento del concreto permeable, ya que, influye en la resistencia a la compresión y en la permeabilidad. La Figura N°3 muestra que es posible obtener resistencias a la compresión, del concreto permeable, relativamente altas, pero la alta resistencia se logra con la reducción del contenido de vacíos. (Díaz, 2017)

El porcentaje de vacíos se calcula como porcentaje de aire por el método gravimétrico (ASTM C138). En las mezclas de concreto permeable varía según la energía de compactación, la granulometría del agregado utilizado, la relación agua/cemento y el contenido de material cementante utilizado (ACI 522, 2010).

### **2.2.3.3 Permeabilidad del concreto**

Con permeabilidad se hace referencia a la cantidad de migración de agua a través del concreto o mortero cuando el agua se encuentra a presión o también se puede hacer aducir a la capacidad del concreto de resistir la penetración del agua u otras sustancias. (Velez, 2010)

#### **▪ Ensayo de permeabilidad**

Este ensayo permite conocer el coeficiente de permeabilidad, el cual mide cuantitativamente a la permeabilidad y caracteriza al concreto permeable, encontrándose en el rango de 0.2 a 0.54 cm/s. (ACI 211.3R-02).

Para determinar este coeficiente existen dos métodos: Uno se encuentra descrito en la Norma ASTM C 1701 "Método Estándar para Prueba de Infiltración en el Concreto Permeable" y la otra prueba es la recomendación que se encuentra en la Norma ACI 522R-10.

### **2.2.4 Aplicaciones del concreto permeable**

El concreto permeable es utilizado principalmente en pavimentos de uso vehicular y peatonal y donde se requiera tener áreas permeables permitiendo así que el agua de lluvia infiltre libremente al subsuelo, como resultado obtenemos la reducción o eliminación de escorrentía superficial proveniente de las aguas pluviales. (Cárdenas, Albiter & Jaimes 2016).

Según la ACI 522R, 2010 se recomienda la colocación del concreto permeable en áreas de alta permeabilidad, en suelos naturales con una gran conductividad hidráulica, las áreas no deberán tener pendientes mayores al 5% y en general sin refuerzo, por el alto riesgo de corrosión del acero de refuerzo debido a la estructura porosa de este material.

Según EPA (2002) la aplicación de los pavimentos permeables está contraindicado en zonas con suelos impermeables, regiones donde se presenten ciclos permanentes de hielo y deshielo, terrenos secos o con grandes fuerzas de viento que puedan causar erosión, zonas de alto tránsito, o donde exista alta posibilidad de rellenos, es decir zonas propensas a la acumulación de sedimentos. (Del Valle, 2018)

- **Pavimentos permeables**

Este tipo de pavimentos son una forma de construcción de infraestructura sustentable para el transporte, ya que permiten la conservación, el aprovechamiento y manejo de las aguas de lluvia. (Cárdenas, Albiter & Jaimes, 2016)

La estructura de los pavimentos permeables consiste por lo general en tres capas: a) una superficie de rodamiento de estructura abierta que permite el paso del agua, entre los materiales a considerar para esta capa tenemos al asfalto, concreto permeables, arcilla, grava, pasto, b ) una capa base de material granular fino para una instalación adecuada de la superficie de rodamiento y c ) una capa llamada sub-base compuesta por material granular de gran tamaño donde el agua se almacena La sub-base se puede utilizar para infiltrar y retener el agua parcial o completamente. En el caso de la infiltración, el suelo natural denominado subrasante debe tener la capacidad de recibir estas aguas y recargar los acuíferos. (Cárdenas, Albiter & Jaimes, 2016)

## **2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

### **2.3.1 Concreto permeable**

Es un material de estructura abierta con revenimiento cero, compuesto por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de finos, aditivos y agua, que resulta en un material con una estructura de vacíos interconectados que permiten, pasar al agua y al aire, entre otros a través de él. (ACI-522R, 2010)

### **2.3.2 Concreto reciclado**

Concreto cuyos agregados provengan parcial o completamente de granulados de concreto, gravas y arenas de reciclaje. (NTP 400.053)

### **2.3.3 Agregados**

Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la misma. (NTP 400.011)

### **2.3.4 Agregado de concreto reciclado**

Denominado también Granulado de concreto, es el material secundario de construcción proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta llevarlo a partículas de tamaño similar al de los agregados. (NTP 400.053)

### **2.3.5 Residuos sólidos de construcción y demolición**

Según el Decreto Supremo N° 019, (2016) considera residuos sólidos de la construcción y demolición a aquellos que cumpliendo la definición de residuo sólido contenida en la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, son generados durante el proceso de construcción de edificaciones e infraestructura, el cual comprende las obras nuevas, ampliación, remodelación, demolición, rehabilitación, cercado, obras menores, acondicionamiento o refacción u otros.

### **2.3.6 Resistencia a la compresión del concreto**

Según la ACI 11R es la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial o ruptura inducida por fuerzas externas.

### **2.3.7 Permeabilidad**

Según la NTP 339.147 es la capacidad de un material para que un fluido lo atreviese sin alterar su estructura interna.

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 MATERIALES

#### 3.1.1 Agregados

##### 3.1.1.1 Descripción y ubicación geográfica del origen de los agregados

El agregado grueso es piedra chancada de origen aluvial cuyo tamaño máximo nominal es de  $\frac{3}{4}$ ".

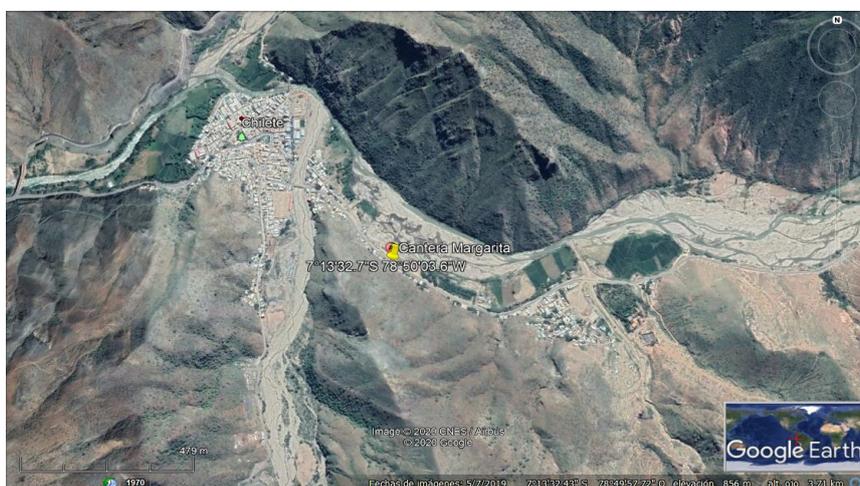
El agregado fino es arena de origen aluvial con un tamaño máximo nominal de 4.36 mm.

Los agregados utilizados en el desarrollo de esta investigación han sido seleccionados de la cantera: "Margarita", la cual está ubicada en el margen del río Jequetepeque, en el distrito de Chilete, provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca, sus coordenadas son las siguientes:

Tabla N°1: *Coordenadas de la cantera Margarita para extracción de agregado grueso y fino*

COORDENADAS UTM	
Norte:	9200725.9
Este:	739140.0
Zona:	17 M
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
Latitud:	07°13'32.72" S
Longitud:	78°50'03.56" W

Figura N°1: *Ubicación geográfica de la cantera Margarita*



*Fuente: Google Earth*

### 3.1.1.2 Obtención del agregado de concreto reciclado

#### 3.1.1.2.1 Ubicación geográfica del lugar de extracción de los residuos de concreto

El agregado grueso reciclado se obtuvo del corte del pavimento rígido procedente de los jirones Jorge Chávez cuadra 1 y Sánchez Hoyos cuadra 1 de la ciudad de Cajamarca.

Figura N°2: *Ubicación geográfica de las calles para la obtención del concreto reciclado*



*Fuente: Google Earth*

Se presentan las coordenadas UTM de los puntos de extracción del material:

Tabla N°2: *Zona y coordenadas UTM de los puntos de estudio*

Punto	Zona	Coordenadas UTM	
		Este	Norte
A	17M	775127	9206072
B	17M	775132	9206082
C	17M	775149	9206094
D	17M	775162	9206103
E	17M	775175	9206106
F	17M	775184	9206096
G	17M	775191	9206088
H	17M	775199	9206085
I	17M	775207	9206071
J	17M	775212	9206086

#### 3.1.1.2.2 Ensayos para determinar la resistencia a compresión del concreto mediante esclerometría

##### A. Normas

ASTM C805M y NTP 339 181.

### **B. Equipo**

Las características y el certificado de calibración del esclerómetro utilizado para las pruebas en esta investigación se muestran en el ANEXO IX.

### **C. Cálculos**

Para la determinación de la resistencia a compresión se consideró un ángulo de impacto  $\alpha$ : - 90° y el valor de “R” (Lectura marcada por el esclerómetro), luego se busca o interpola el valor de la resistencia a compresión en la Tabla N°3 que se muestra a continuación:

Tabla N°3: *Número de la lectura en el esclerómetro*

R (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\alpha - 90^\circ$	$\alpha - 45^\circ$	$\alpha - 0^\circ$	$\alpha + 45^\circ$	$\alpha + 90^\circ$
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	100	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	320	280	260
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	530	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	Por encima 600	Por encima 600	580	550	530

*Fuente: Manual de usuario del esclerómetro A&A Instruments - ZC3-A*

### 3.1.1.2.3 Demolición del pavimento de concreto y extracción de residuos

El corte y demolición del pavimento en estudio se realizó con maquinaria pesada usada en las actividades de instalación de gas natural de la zona en estudio.

La extracción de los residuos de concreto se realizó de las áreas donde tuvieron lugar los ensayos de esclerometría.

#### A. Trituración y limpieza del material

Se colocó los residuos sólidos en una chancadora mecánica, se reguló el diámetro de agregado que se requiere para al diseño, en este caso  $\frac{3}{4}$ ", para luego ser acopiado en un

lugar adecuado; se realiza la limpieza del material separando impurezas y las partículas tanto aplanadas como alargadas del agregado reciclado, finalmente se lava para disminuir los restos de mortero.

### **B. Tamizado y granulometría del agregado reciclado**

Después de realizar la limpieza del material, se tamiza para obtener un agregado con un tamaño máximo nominal de  $\frac{3}{4}$ " y que es retenido en el tamiz N°4 (4.76 mm), para posteriormente combinarlo de forma que cumpla con la granulometría requerida para elaborar concreto y se asemeje a la granulometría de la piedra chancada. (ASTM C33)

#### **3.1.1.3 Selección de muestras de los agregados**

##### **A. Norma**

ASTM D 75.

##### **B. Tamaño mínimo de las muestras de prueba**

Tabla N°4: *Tamaño de las muestras de prueba para la selección de los agregados*

<b>Tamaño máximo nominal de los áridos.</b>	<b>Peso mínimo aprox. de las muestras, Kg</b>
<b>Áridos finos</b>	
2,36 mm	10
4,75 mm	10
<b>Áridos gruesos</b>	
9,5 mm	10
12,5 mm	15
19,0 mm	25

*Fuente: ASTM D 75- 97*

Se seleccionó una masa de 12 Kg para agregado fino (TMN de 4.75 mm) y 30 Kg para agregado grueso (TMN de  $\frac{3}{4}$ " = 19 mm).

#### **3.1.1.4 Estudio de las características físicas y mecánicas de los agregados**

##### **3.1.1.4.1 Ensayo para la determinación del peso unitario suelto y compactado para el agregado grueso y fino**

##### **A. Normas**

ASTM C29 y NTP 400.017.

### **B. Tamaño mínimo de las muestras de prueba**

Para este ensayo se seleccionó una muestra de 18 Kg de agregado grueso y 8 Kg de agregado fino cumpliendo que el tamaño de la muestra tiene que ser aproximadamente 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar el medidor.

### **C. Cálculos**

Ecuación N° 1. Peso específico del agua (Pe)

$$Pe = \frac{A-B}{C} \quad [\text{Ec. 1}]$$

Ecuación N° 2. Factor del recipiente (f)

$$f = \frac{Pe}{W-T} \quad [\text{Ec. 2}]$$

Ecuación N° 3. Densidad de masa (M)

$$M = (G - T) \times F \quad [\text{Ec. 3}]$$

Donde:

Pe = Peso específico del agua (Kg/ m<sup>3</sup>)

A = Masa de la fiola más agua (g)

B= Masa de la fiola vacía (g)

C= Volumen de la fiola (cm<sup>3</sup>)

W = Masa del medidor lleno de agua (g)

M = Densidad de masa del agregado (kg/m<sup>3</sup>)

G = Masa del agregado más el medidor (kg)

T = Masa del medidor (kg)

F = Factor por medición (m<sup>-3</sup>).

#### **3.1.1.4.2 Ensayo para la determinación la densidad relativa (Gravedad o peso específico de masa) y absorción del agregado grueso**

### **A. Normas**

ASTM C127 – 07 y NTP 400.021.

## B. Tamaño mínimo de la muestra de prueba

Tabla N°5: *Tamaño mínimo de las muestras de prueba para el ensayo de determinación de la densidad y absorción del agregado grueso*

Tamaño máximo nominal, mm (pulgadas)	Masa mínima de la muestra de la prueba, Kg (lb)
12.5 (1/2)	<b>2 (4.4)</b>
19.0 (3/4)	<b>3 (6.6)</b>
25.0 (1)	<b>4 (8.8)</b>

*Fuente: ASTM C127- 07*

Se seleccionó una muestra de 4 kg aproximadamente de agregado grueso (TMN de ¾” = 19 mm).

## C. Cálculos

Ecuación N° 4. Peso específico de masa del agregado grueso ( $P_e$ )

$$P_e = \frac{A}{B-C} \quad [\text{Ec. 4}]$$

Ecuación N° 5. Peso específico de masa saturada y superficialmente seca del agregado grueso ( $P_{eSSS}$ )

$$P_{eSSS} = \frac{B}{B-C} \quad [\text{Ec. 5}]$$

Ecuación N° 6. Peso específico aparente del agregado grueso ( $P_{ea}$ )

$$P_{ea} = \frac{A}{A-C} \quad [\text{Ec. 6}]$$

Ecuación N° 7. Absorción del agregado grueso  $Ab$  (%)

$$Ab (\%) = 100 \times \frac{B-A}{A} \quad [\text{Ec. 7}]$$

Donde:

A = Masa de la muestra de ensayo secada al horno (g)

B = Masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca al aire (g)

C = Masa aparente de muestra de ensayo saturada en agua (g).

### 3.1.1.4.3 Ensayo para la determinación de la densidad relativa y absorción del agregado fino

#### A. Normas

ASTM C128 – 12 y NTP 400.022.

#### B. Tamaño mínimo de la muestra de prueba

Según la ASTM C-128 debe ser aproximadamente 1 Kg.

#### C. Cálculos mediante el procedimiento gravimétrico (Picnómetro)

Ecuación N° 8. Peso específico de masa del agregado fino ( $P_e$ )

$$P_e = \frac{A}{B+S-C} \quad [\text{Ec. 8}]$$

Ecuación N° 9. Peso específico de masa saturada y superficialmente seca del agregado fino ( $P_{eSSS}$ )

$$P_{eSSS} = \frac{S}{B+S-C} \quad [\text{Ec. 9}]$$

Ecuación N° 10. Peso específico aparente del agregado fino ( $P_{ea}$ )

$$P_{ea} = \frac{A}{B+A-C} \quad [\text{Ec. 10}]$$

Ecuación N° 11. Absorción del agregado fino  $A_b$  (%)

$$Abs \% = 100 \times \frac{S-A}{A} \quad [\text{Ec. 11}]$$

Donde:

A = Masa del espécimen secado al horno (g)

B = Masa del picnómetro llenado con agua hasta la marca de calibración (g)

C = Masa del picnómetro llenado con el espécimen y agua hasta la marca de calibración (g)

S = Masa del espécimen saturado y superficialmente seco (g).

### 3.1.1.4.4 Ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso

#### A. Normas

ASTM C 566 y NTP 339.185.

## B. Objeto

Este método determina el contenido de humedad de una muestra de agregado contenida en la superficie y en los poros del agregado. (ASTM C 566)

## C. Tamaño mínimo de la muestra de prueba

Tabla N°6: *Tamaño mínimo de las muestras de prueba para determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso.*

Tamaño máximo nominal del árido, mm (pulgadas)	Masa del árido de peso normal, mín., Kg
4.75 N° 4	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2
19.0 (3/4)	3
25.0 (1)	4

*Fuente: ASTM C 566- 97*

Para este ensayo se seleccionó una muestra de 2 kg de agregado fino (TMN= 4.75 mm) y de 4 Kg de agregado grueso (TMN de ¾" = 19 mm).

## D. Cálculos

Ecuación N° 12. Contenido de humedad w (%)

$$w (\%) = 100 \times \frac{M-D}{D} \quad [\text{Ec. 12}]$$

Donde:

w (%) = contenido de humedad total evaporable de la muestra (%)

M = Masa original de la muestra (g)

D = Masa de la muestra secada (g).

### 3.1.1.4.5 Análisis granulométrico por tamizado de los agregados fino y grueso

#### A. Normas

NTP 400.012 y ASTM C33.

#### B. Tamaño mínimo de la muestra de prueba

Las muestras de agregado grueso para análisis granulométrico por tamizado deberán tener después de secadas, los pesos mínimos siguientes mostrados en la tabla N° 7.

Tabla N°7: *Tamaño mínimo de las muestras de prueba para el análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso.*

Tamaño máximo nominal del árido, mm (pulgadas)	Tamaño mínimo de la muestra de prueba (Kg)
9.5 (3/8)	<b>1</b>
12.5 (1/2)	<b>2</b>
19.0 (3/4)	<b>5</b>
25.0 (1)	<b>10</b>

*Fuente: ASTM C33*

Se seleccionaron muestras de 5.5 Kg. De agregado grueso (TMN de  $\frac{3}{4}$ " = 19 mm) y 1.5 Kg de agregado fino cumpliendo con el tamaño mínimo de muestra de 300 g.

## E. Cálculos

Ecuación N° 13. Porcentaje retenido parcial en la malla

$$\% \text{ retenido parcial} = \frac{\text{Masa retenida parcial en la malla} \times 100}{\text{Masa total}} \quad [\text{Ec. 13}]$$

Ecuación N° 14. Porcentaje retenido acumulado en la malla

$$\% \text{ retenido acumulado} = \frac{\text{Masa retenida acumulada en la malla} \times 100}{\text{Masa total}} \quad [\text{Ec. 14}]$$

Ecuación N° 15. Porcentaje acumulado que pasa en la malla

$$\% \text{ acumulado que pasa} = \frac{\text{Masa acumulada que pasa en la malla} \times 100}{\text{Masa total}} \quad [\text{Ec. 15}]$$

- Cálculo del módulo de finura

Ecuación N° 16. Módulo de finura del agregado grueso (MG)

$$MG = \frac{(\sum \% \text{ retenido acumulados } 3", 1 \frac{1}{2}", \frac{3}{4}", \frac{3}{8}", \text{N}^\circ 4, 8, 16, 30, 50 \text{ y } 100)}{100} \quad [\text{Ec. 16}]$$

Ecuación N° 17. Módulo de finura del agregado fino (MF)

$$MF = \frac{(\sum \% \text{ retenido acumulados N}^\circ 4,8,16,30,50 \text{ y } 100)}{100} \quad [\text{Ec. 17}]$$

#### D. Requisitos mínimos

Según la Tabla N° 8 para un agregado grueso con TMN de  $\frac{3}{4}'' = 19 \text{ mm}$  (N° 67) se establece que las cantidades más finas que pasan por un tamiz en porcentaje en masa son:

Tabla N°8: *Requisitos de granulometría para agregado grueso*

Número de Tamaño	Tamaño nominal (Tamices con aberturas cuadradas)	Cantidades más finas que pasan por un tamiz (apertura cuadrada) en porcentaje en masa													
		100 mm (4 in)	90 mm (3½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2½ in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1½ in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N°16)	300 um (N°50)
1	90 a 37.5 mm (3½ a 1½ in.)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	
2	63 a 37.5 mm (2½ a 1½ in.)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	
3	50 a 25.0 mm (2 a 1 in.)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	
357	50 a 4.75 mm (2 in. A N°4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	...	...	0 a 5	...	...	
4	37.5 a 19.0 mm (1½ to ¾ in.)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	
467	37.5 a 4.75 mm (1½ A N° 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	...	...	
5	25.0 a 9.5 mm (1 a ¾ in.)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	
56	25.0 a 4.75 mm (1 a ¾ in.)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	
57	25.0 a 4.75 mm (1 in. A N°4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	
6	19.0 a 9.5 mm (¾ in a 3/8 in.)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	
67	19.0 a 4.75 mm (¾ in a N°4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	
7	12.5 a 4.75 mm (½ in. A N°4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	
8	9.5 a 2.36 mm (3/8 in a N°8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9.5 a 1.18 mm (3/8 in a N°16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	
g <sup>A</sup>	4.75 a 1.18 mm (N°4 a N°16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	

Fuente: ASTM C 33

### 3.1.1.4.6 Ensayo para la determinación de porcentaje de material más fino que el tamiz N°200 (75 µm) en agregado mineral por lavado

#### A. Normas

ASTM C 117 y NTP 400.018.

#### B. Tamaño mínimo de muestra de prueba

Tabla N°9: Selección del tamaño de las muestras de prueba para la determinación de porcentaje de material más fino que el tamiz N°200 en agregado mineral por lavado

Tamaño máximo nominal (mm)	Peso mínimo aprox. de las muestras, (g)
2,36 mm	300
4,75 mm	1000
9,5 mm	2500
37,5 mm	5000

Fuente: ASTM C 117 -95

Para este ensayo se seleccionó 1 Kg. de agregado fino (TMN= 4.75 mm) y 3.5 Kg. de agregado grueso (TMN de ¾" = 19 mm).

#### E. Cálculos

Ecuación N° 18. Cantidad de material que pasa la malla de 75 µm (N° 200) por lavado

$$A = \frac{(B-C) \times 10}{B} \quad [\text{Ec. 18}]$$

Donde:

A = Porcentaje de material más fino que retiene la malla de 75 µm

B = Masa seca de la muestra original (g)

C = Masa seca de la muestra después de lavado (g).

### 3.1.1.4.7 Ensayo de abrasión para el agregado grueso

#### A. Normas

ASTM C131 y NTP 400.019.

## B. Tamaño mínimo de la muestra de prueba

Tabla N°10: Granulometrías representativas de los agregados, para selección del método de ensayo de abrasión a usar

TAMAÑO DE CEDAZO		ASTM C 131				ASTM C 535		
PASA	RETENIDO	A	B	C	D	1	2	3
3"	2 ½"					2500±50		
2 ½"	2"					2500±50		
2"	1 ½"					5000±50	5000±50	
1 ½"	1"	1250±25					5000±50	5000±50
1"	¾"	1250±25						5000±50
¾"	½"	1250±10	1250±10					
½"	⅜"	1250±10	1250±10					
⅜"	¼"			1250±10				
¼"	N° 4			1250±10				
N° 4	N° 8				5000±10			
TOTAL PESO (g)		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10	1000±10	1000±10	1000±10
N° DE ESFERAS		12	11	8	6	12	12	12
REVOLUCIONES		500			1000			

Fuente: ASTM C131

Según la Tabla N° 10, para un agregado grueso con TMN de ¾" el método de ensayo utiliza 5000±10 g de agregado, 11 esferas y 500 revoluciones.

## C. Cálculos

Ecuación N° 19. Porcentaje de desgaste de la muestra

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{(P_i - P_f)}{P_f} * 100 \quad [\text{Ec. 19}]$$

Donde:

Pf = Peso Final

Pi = Peso Inicial

### 3.1.2 Cemento Portland

Para el diseño de mezcla del concreto permeable se utilizó Cemento Portland Pacasmayo Tipo I ya que es para uso general, material que cumple con los requisitos

especificados en las normas ASTM C 150 y NTP 334. 009 y su peso específico es de 3.10 g/cm<sup>3</sup>.

### **3.1.3 Agua**

Para el diseño de mezcla del concreto permeable se utilizó agua que cumple con las Normas ASTM D 1293 y NTP 339.088, las cuales también se utilizan para el diseño del concreto convencional.

### **3.1.4 Aditivo superplastificante Sikament ® 290 N**

Para el diseño de mezcla del concreto permeable se utilizó aditivo Sikament ® 290 N que según su ficha técnica es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado según su dosificación como plastificante en el rango de 0,3 % - 0.7 % del peso del cemento cumpliendo con las Norma ASTM C 494 y NTP 334.088, tipo D (Aditivos reductores de agua y retardantes: Disminuyen el contenido de agua de la mezcla, incrementan la resistencia y retarda el fraguado inicial del concreto) y como superplastificante su dosificación está en el rango de 0,7 % - 1,4 % del peso del cemento, cumpliendo con la Norma ASTM C 494 y NTP 334.088, tipo G (Aditivos reductores de agua de alto rango y retardante: Disminuyen el contenido de agua de la mezcla, incrementan la resistencia y retarda el fraguado inicial del concreto.), su peso específico es de 1.2 +/- 0.01 g/ cm<sup>3</sup>. Sika (2019)

Para el diseño de mezcla de esta investigación el aditivo Sikament ® 290 N se utilizó en un 0.9 % del peso de cemento cumpliendo como superplastificante.

## **3.2 METODOLOGÍA**

### **3.2.1 Tipo, nivel, diseño y método de investigación**

#### **▪ Tipo**

La investigación es de tipo aplicada porque los resultados obtenidos pueden servir para el desarrollo de concretos y su uso en pavimentos permeables.

#### **▪ Nivel**

El nivel de la investigación es descriptivo porque se describe la variación de la resistencia de un concreto permeable elaborado con distintos porcentajes de agregado de concreto reciclado.

#### **▪ Diseño**

El diseño de estudio es experimental, porque mediante pruebas de laboratorio se evalúa la variación de la resistencia a compresión del concreto permeable de  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con aditivo plastificante Sikament® 290N en función del reemplazo en diferentes porcentajes el agregado grueso por agregado de concreto reciclado.

#### **▪ Método**

El método es cuantitativo ya que se realiza una toma de datos para probar la hipótesis con base a una medición numérica de las características de las variables en estudio.

### **3.2.2 Población de estudio**

La población de estudio es el conjunto de 160 especímenes de concreto permeable.

### **3.2.3 Muestra**

La muestra en estudio es un total de 160 especímenes de concreto permeable, 120 utilizadas para el ensayo de resistencia a compresión con dimensiones de 30 cm x 15 cm de diámetro y 40 para permeabilidad con dimensiones de 15 cm x 10 cm de diámetro como se muestra en la Tabla N° 11.

Tabla N°11: *Detalle del número de especímenes de concreto permeable por ensayo y edad*

Ensayo	Especímenes de concreto	Cantidad por edad		
		7 días	14 días	28 días
<b>Resistencia a compresión</b>	Patrón	10	10	10
	Con 10% de reemplazo de agregado grueso.	10	10	10
	Con 20% de reemplazo de agregado grueso.	10	10	10
	Con 30% de reemplazo de agregado grueso.	10	10	10
<b>Permeabilidad</b>	Patrón			10
	Con 10% de reemplazo de agregado grueso.			10
	Con 20% de reemplazo de agregado grueso.			10
	Con 30% de reemplazo de agregado grueso.			10
Total de especímenes			160	

### 3.2.4 Unidad de análisis

Esta es el espécimen cilíndrico de concreto permeable.

### 3.2.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación, se muestran las técnicas e instrumentos utilizados:

Tabla N°12: *VARIABLES, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN EN ESTUDIO*

VARIABLES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
<b>Resistencia a la compresión</b>	Observación directa	Máquina de ensayos de compresión
<b>Agregado de concreto reciclado</b>	Observación directa	Balanza electrónica

### 3.3 DISEÑO METODOLÓGICO PARA CONCRETO PERMEABLE

En el diseño de mezcla para la elaboración de las probetas patrón de concreto permeable se ha utilizado los lineamientos que rige de la normativa ACI 522 R- 10 con la que se obtuvo un diseño teórico, luego mediante mezclas de prueba se determinó el óptimo nivel de compactación, dosificación de aditivo Sikament ® 290 N y relación agua cemento para finalmente producir una mezcla que cumple con una resistencia a compresión especificada de 210 Kg/ cm<sup>2</sup> y permeabilidad en el rango de 0.2-0.54 cm/s.

#### 3.3.1 Criterios del diseño de mezcla

Para realizar el diseño de mezcla del concreto permeable primero se tuvieron en cuenta los siguientes criterios que se establecen en la Norma ACI 522 R- 10.

##### a) Relación agua/cemento (a/c)

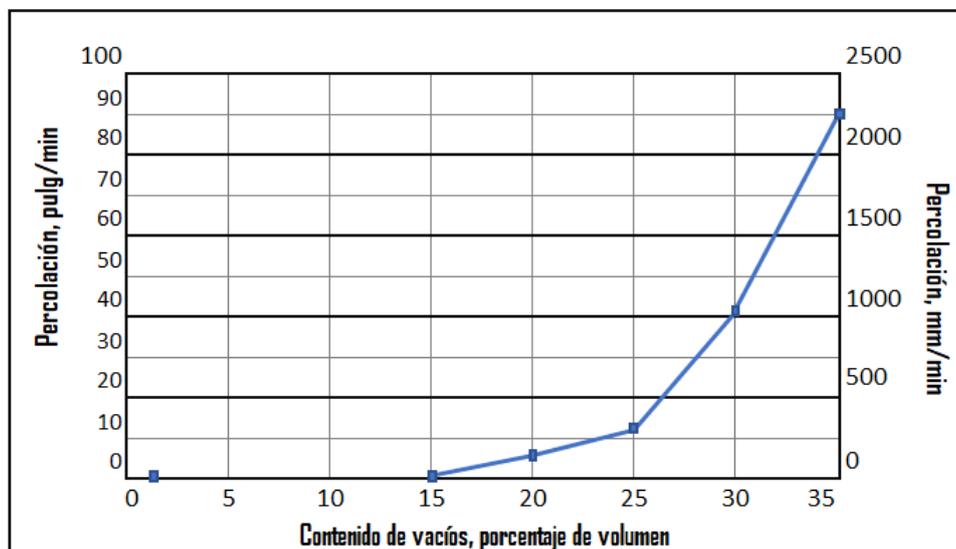
La relación agua/ cemento (*a/c*) debe estar en el rango de 0.26 a 0.40 ya que proporciona el mejor recubrimiento de agregado y la estabilidad de la pasta.

##### b) Contenido de vacíos

###### ▪ Relación entre el contenido de vacíos y la percolación

El contenido de vacíos, tanto en el diseño de la mezcla como en el porcentaje de aire según la Norma ASTM C138 debe ser 15% o mayor, como se muestra en la Figura N° 3.

Figura N°3: *Contenido mínimo de vacíos para la percolación*

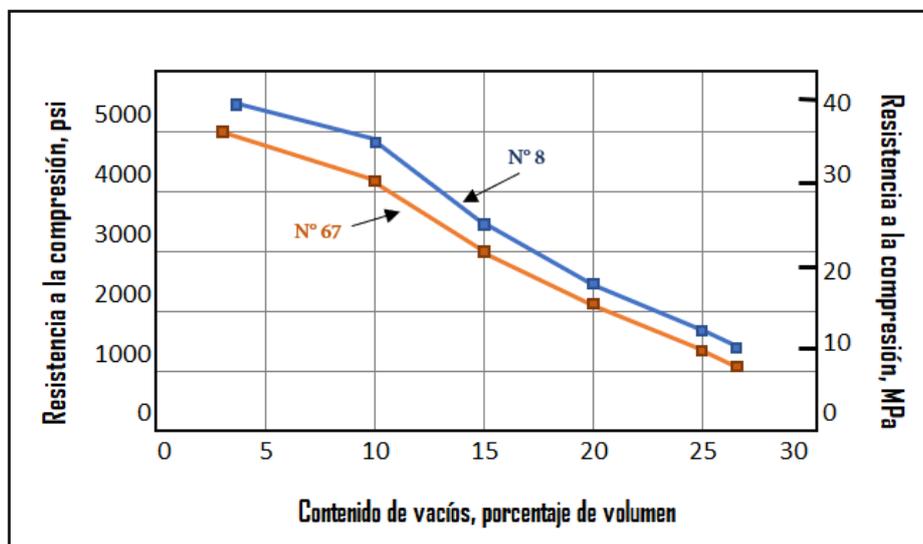


*Fuente: ACI 522 R-10*

- **Relación entre el contenido de vacíos y resistencia a la compresión para el agregado nominal de tamaño máximo N° 67 y N° 8**

La Figura N° 4 muestra que cuando mayor es el contenido de vacíos, velocidad de filtración y el tamaño máximo del agregado menor es la resistencia a la compresión. Según esta figura para una resistencia a compresión de 3000 PSI (210 Kg/ cm<sup>2</sup>) se establece un 15 % de contenido de vacíos para el agregado N° 67.

Figura N°4: *Relación entre el contenido vacíos y la resistencia a la compresión de 28 días para el huso granulométrico N° 67 y N° 8 en un concreto permeable*

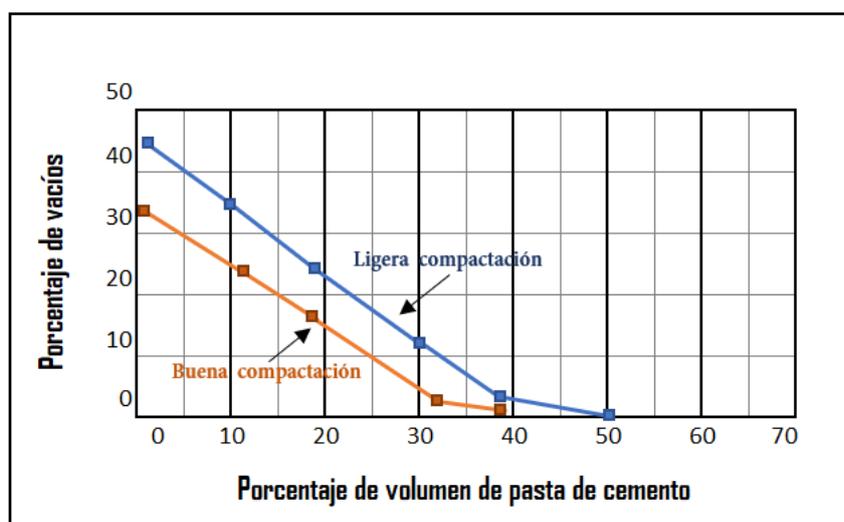


*Fuente: ACI 522 R-10*

- **Volumen de pasta, cemento y contenido de agua**

La proporción de concreto permeable establece el volumen mínimo de pasta necesaria para unir las partículas de agregado, manteniendo la estructura vacía, la resistencia y la trabajabilidad necesarias. Según la Figura N°5 para un contenido de vacíos del 15 % y una buena compactación se establece un mínimo de pasta necesaria del 20% .

Figura N°5: *Relación entre el volumen de la pasta y el contenido de vacíos para el huso granulométrico N° 67*



Fuente: ACI 522R-10

Como se puede observar en la Fig. N° 5 el ACI solamente válida dos energías de compactación: ligera y bien compactada para el agregado N° 67 , sin indicar nada adicional, por lo que la compactación se basó en la investigación de (Díaz, 2017) en la que después de realizar 3 tipos de diseños con diferentes energías de compactación: El diseño 1 ( 3 capas de 45 golpes por capa), el diseño 2 ( 25 golpes por capa) y el diseño 3 (15 golpes por capa), se eligió el diseño 2 como el más apto considerándolo como una energía promedio.

▪ **Volumen de agregado grueso seco compactado en una unidad de volumen de concreto**

La relación del volumen de agregado grueso seco compactado en una unidad de volumen de concreto ( $b/b_o$ ) puede usarse como una relación de diseño, según la Tabla N° 13 aplica los valores de  $b/b_o$  para los tamaños de agregado grueso N° 8 y N° 67 con contenidos de agregado fino de 0, 10 y 20% de la masa total de agregado.

Tabla N°13: *Valores efectivos de  $b/b_o$*

Porcentaje de Agregado fino	$b/b_o$	
	Tamaño N° 8	Tamaño N° 67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

*Fuente: ASTM C33*

### c) Rangos típicos de mezclas de diseño

La Tabla N°14 proporciona los rangos típicos del proporcionamiento de materiales en el concreto permeable y son solo valores de referencia.

Tabla N°14: *Típicos rangos de proporciones de material en concreto permeable*

Parámetro	Proporciones, (kg / m <sup>3</sup> )
Materiales cementosos	(270 a 415)
Agregado	(1190 a 1480)
<i>a/c</i> , en masa	0.27 a 0.34
Agregado: relación de cemento, en masa	4 a 4.5: 1
Fino: relación de agregado grueso, en masa	0 a 1: 1

*Fuente: ACI 522 R-10*

#### 3.3.1.1 Procedimiento de proporcionamiento de diseño de mezclas de concreto

El diseño de mezcla utilizado se basó en el método del Comité 211 del ACI y los parámetros de diseño en la Norma ACI 522 R -10.

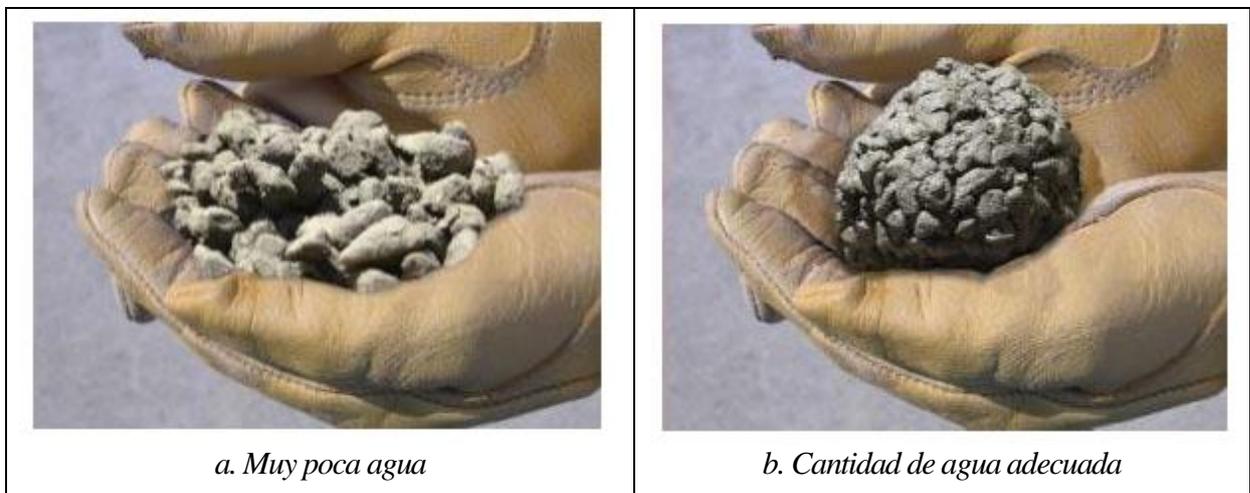
- Se calculó la resistencia a la compresión de diseño.
- Se seleccionó la consistencia de la mezcla del concreto permeable.
- Se seleccionó el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- Se estableció un contenido de aire total en la mezcla.
- Se estimó la relación agua/cemento.
- Se obtiene el volumen de pasta.
- Se eligió el porcentaje de agregado fino.
- Se determinó el valor de  $b/b_0$ .
- Se calculó el peso del cemento.
- Se determinó el contenido de aditivo.
- Se determinó la cantidad de agua de diseño.
- Se calculó la suma del total de volúmenes absolutos.
- Se determinó el volumen y peso del agregado fino.
- Se calculó el resumen de los pesos secos de los materiales por m<sup>3</sup>.
- Se realizó el cálculo del aporte de humedad de los agregados.

- Se calculó el resumen de los pesos corregidos húmedos de los materiales por  $m^3$ .
- Se determinó las proporciones en peso de los materiales de corregidos por humedad.
- Se calculó los pesos por tanda.
- Se reajustó el diseño de mezcla.
- Se realizó el reemplazo de agregado grueso por agregado de concreto reciclado.

**a) Cantidad de agua utilizada**

A partir de la primera mezcla de prueba, en el laboratorio, se tomó una porción de concreto permeable formando una bola como se ejemplifica en la figura N° 6 donde se muestran los efectos de las relaciones agua/cemento dentro de la matriz del concreto. En esta investigación se utilizó una relación agua/ cemento de 0.32 consiguiendo una cantidad adecuada de agua, sin que la mezcla se encuentre muy seca por la poca cantidad de agua ni muy liquida sin contribuir a la cohesión y adherencia de la grava dentro de la mezcla.

Figura N°6: *Ejemplos de concretos permeables con diferentes contenidos de agua, formados en una pelota*





*c. Mucha agua*

*Fuente: Porras, 2017*

#### **b) Mezcla con adición de aditivo polifuncional**

Al elaborar la primera mezcla de prueba se observa su manejabilidad, fluidez y consistencia considerándose necesario el uso de aditivo Sikament® 290 N por lo que se elaboraron 3 tipos de mezclas variando el aditivo en 0.7 %, 0.9% y 1.1% del peso de cemento para 5 especímenes cilíndricos que posteriormente fueron ensayados a la resistencia a compresión a los 28 días, finalmente el criterio para la presente investigación ha utilizado 0.9 % del aditivo en cuestión pues obtuvo la resistencia más alta que cumplía con la resistencia especificada de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

### **3.4 ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES DE CONCRETO PERMEABLE**

En esta investigación se elaboraron especímenes cilíndricos con las siguientes dimensiones: 300 mm de altura x 150 mm de diámetro para el ensayo de resistencia a compresión según la Norma ASTM C 31 y de 150 mm de altura x 100 mm de diámetro para los ensayos de permeabilidad según la Norma ACI 522R – 10.

### **3.4.1 Herramientas y equipos utilizados**

- Moldes cilíndricos (Cumplen con la Norma ASTM C192).
- Balanzas electrónicas.
- Mezcladora de concreto eléctrica.
- Martillo de próctor modificado (Cumple con la Norma ASTM D 1557).

### **3.4.2 Proceso de elaboración, modelado y curado de especímenes de concreto**

Se los realizó en base a las Normas ASTM C 192 y NTP 339 183.

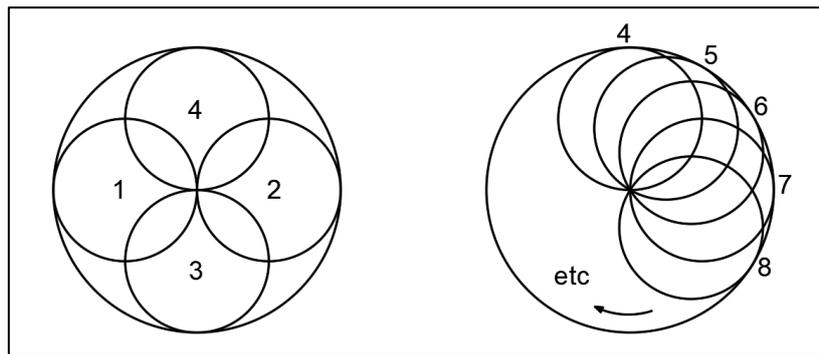
#### **3.4.2.1 Elaboración de la mezcla de concreto**

- Se establece un volumen de tanda de 0.020 m<sup>3</sup>.
- Se pesan los materiales de la tanda, todos los materiales excepto el aditivo fueron pesados en una balanza de 1 g. de precisión, el aditivo se pesó en la balanza de 0.01 g. de precisión.
- Se humedece ligeramente la mezcladora eléctrica con una parte del agua, se agregan los agregados gruesos dejando mezclar por 2 minutos aproximadamente, después el agregado fino, dejar 1 min. adicional, posteriormente se agrega el cemento y finalmente ir agregando poco a poco el resto del agua con aditivo que previamente fueron combinados, se mezclan todos los materiales durante 4 min hasta que se consiga una mezcla totalmente homogénea.

#### **3.4.2.2 Modelado de probetas cilíndricas**

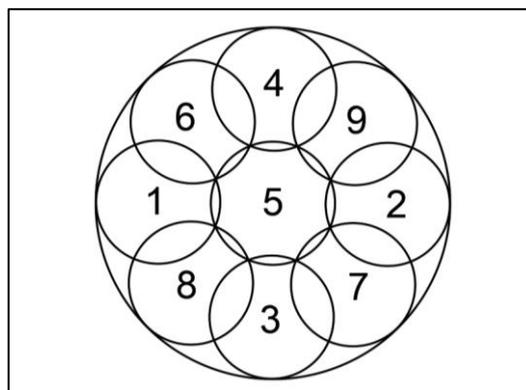
- Se elige un espacio apropiado para su elaboración: Con superficie plana y rígida, libre de vibraciones y bajo sombra.
- Se revisa que los moldes se encuentren en perfectas condiciones: Con perfecta verticalidad, cerrados bien herméticamente y con superficies interiores limpias. Para desmoldar los especímenes con facilidad, se aplica una fina capa de aceite en las superficies interiores de los moldes.
- Se coloca la mezcla en los moldes, se distribuye y empareja en tres capas de igual volumen.
- Se agrega la última capa en exceso, para que después al compactarla pueda enrasarse con el borde superior del molde.
- Se compacta cada capa mediante el método del apisonado golpeando con el martillo próctor modificado con 25 golpes como se indica en las siguientes figuras:

Figura N°7: *Proceso de compactación para cilindros de 101.6 mm.*



*Fuente: Porras, 2017*

Figura N°8: *Proceso de compactación para cilindros de 152.4 mm.*



*Fuente: Porras, 2017*

- Luego de la compactación, se alisa y termina suavemente la superficie del concreto del borde superior con la espátula y varilla de metal dejando el molde nivelado y lleno.
- Se enrasan las probetas con una pasta de cemento, yeso y agua y con ayuda de la espátula se deja las superficies de las bases cilíndricas totalmente lisas.

### 3.4.2.3 Curado de probetas cilíndricas:

- Se elige un espacio apropiado para el curado: Con superficie plana y rígida, libre de vibraciones y bajo sombra.
- Se realiza el curado inicial para prevenir la evaporación del agua del concreto no endurecido, se cubren los especímenes inmediatamente después de terminar con plástico impermeable duradero.
- Una vez que la mezcla se encuentre en estado endurecido, aproximadamente después de 24 horas, se procede con el desmoldado de especímenes, para posteriormente proceder con el curado húmedo, es decir que las muestras de ensayo

se colocan en una poza de almacenamiento de agua y deben tener agua libre mantenida en toda la superficie en todo momento.

### 3.5 PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE

#### 3.5.1 Propiedades en estado fresco

#### 3.5.2 Peso unitario y cálculo del rendimiento y contenido de aire (porosidad)

##### A. Normas

ASTM C138 y NTP 339 046.

##### B. Cálculos

Ecuación N° 20. Peso unitario o densidad de masa del concreto fresco

$$D = \frac{Mc \text{ neta}}{Vm} \quad [\text{Ec. 20}]$$

Ecuación N° 21. Masa neta del concreto

$$Mc \text{ neta} = Mc - Mm \quad [\text{Ec.21}]$$

Donde:

D = Peso unitario del concreto fresco ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

Mc neta= Masa neta del concreto (kg)

Mc = Masa del molde lleno de concreto (kg)

Mm= Masa del molde vacío (kg)

Vm = Volumen del molde ( $\text{m}^3$ ).

Ecuación N° 22. Rendimiento del concreto

$$Y = \frac{M}{D} \quad [\text{Ec. 22}]$$

Donde:

Y = Volumen de concreto producido por mezcla (rendimiento) ( $\text{m}^3$ )

M= Masa total de todos los materiales de la mezcla (kg)

D= Densidad o peso unitario del concreto fresco ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

Ecuación N° 23. Contenido de aire del concreto fresco

$$A = \frac{(T-D)}{T} \times 100 \quad [\text{Ec. 23}]$$

Donde:

A= Contenido de aire del concreto fresco (%)

T= Densidad teórica del concreto ( $\text{kg/m}^3$ )

D= Densidad (peso unitario) del hormigón ( $\text{kg/m}^3$ ).

El peso unitario del concreto permeable oscila entre 1,600 a 2,000  $\text{kg/m}^3$ , representando un 70% del peso volumétrico de las mezclas de concreto convencional.

### **3.5.2.1 Asentamiento**

#### **A. Normas**

ASTM C 143 y NTP 339.035.

### **3.5.3 Propiedades en estado endurecido**

#### **3.5.3.1 Resistencia a la compresión**

##### **A. Normas**

ASTM C 39 y NTP 339.034.

##### **B. Herramientas y Equipo**

- Micrómetro.
- Regla graduada de 40 cm.
- Prensa hidráulica.

##### **C. Requisitos técnicos mínimos**

El número de cilindros individuales medidos para la determinación del diámetro promedio ha sido de uno por cada diez probetas.

Todos los cilindros fueron ensayados lo antes posible después de ser retirados del curado, siendo el rango de tiempo permisible para fracturarlos como se muestra en la siguiente tabla:

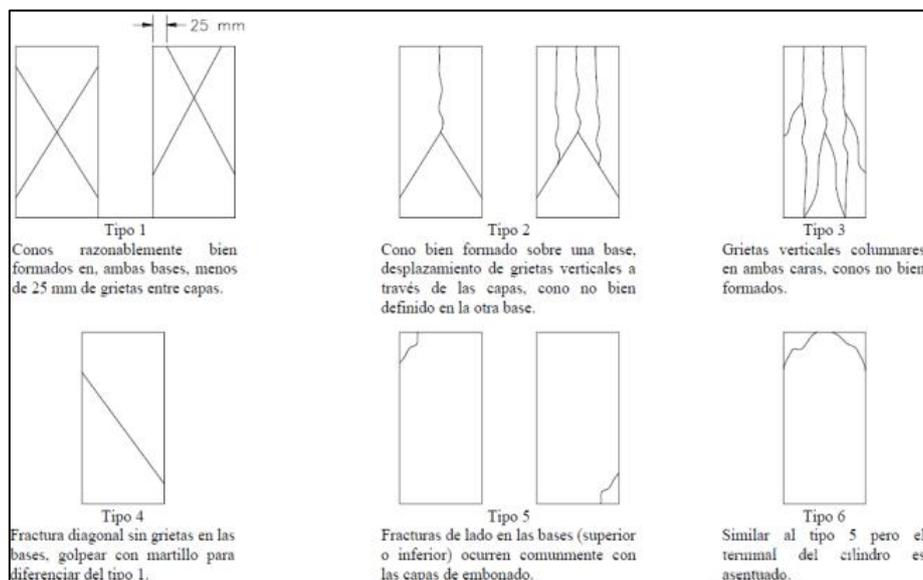
Tabla N°15: *Rango de tiempo permisible para fracturar los especímenes de concreto para una determinada edad de ensayo*

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	$\pm 0.5 h \text{ ó } 2.1 \%$
3 d	$\pm 2 h \text{ ó } 2.8 \%$
7 d	$\pm 6 h \text{ ó } 3.6 \%$
28 d	$\pm 20 h \text{ ó } 3.0 \%$
90 d	$\pm 48 h \text{ ó } 2.2 \%$

Fuente: ASTM C 39

Los 6 tipos de fracturas que se pueden presentar en los especímenes cilíndricos son como se muestra en la siguiente figura:

Figura N°9: Esquema de patrones típicos de fracturas



Fuente: ASTM C39

#### D. Cálculos

Ecuación N° 24. Resistencia a compresión

$$f'c = \frac{P}{A_p} \quad [\text{Ec. 24}]$$

Ecuación N° 25. Área promedio de la cara axial del espécimen

$$A_p = \pi \times R_p^2 \quad [\text{Ec. 25}]$$

Donde:

$f'c$  = Resistencia a compresión del concreto (Kg/cm<sup>2</sup>)

P= Carga máxima alcanzada (Kg)

$A_p$ = Área promedio de la cara axial del espécimen (cm<sup>2</sup>)

$R_p$ = Radio promedio de la cara axial del espécimen (cm)

Ecuación N° 26. Densidad del espécimen de concreto

$$D = \frac{M}{V_p} \quad [\text{Ec. 26}]$$

Ecuación N° 27. Volumen del espécimen determinado del área promedio y longitud promedio

$$V_p = A_p \times H_p \quad [\text{Ec. 27}]$$

Donde:

D = Densidad del espécimen (kg/cm<sup>3</sup>)

M= Masa del espécimen (kg)

V<sub>p</sub>= Volumen del espécimen determinado del área promedio y longitud promedio (cm<sup>3</sup>)

H<sub>p</sub>= Altura promedio del espécimen (cm)

A<sub>p</sub>= Área promedio de la cara axial del espécimen (cm<sup>2</sup>)

### 3.5.3.2 Permeabilidad

#### A. Norma

ACI 522 R – 10.

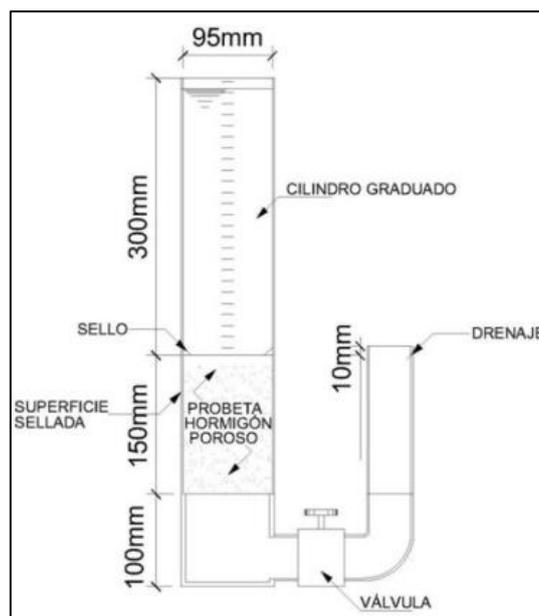
#### B. Muestras

Los especímenes cilíndricos utilizados para los ensayos tienen las dimensiones siguientes: 15 cm de altura por 10 cm de diámetro.

#### C. Equipo

Se elaboró un permeámetro de carga variable recomendado por el ACI 522 R – 10, siendo el que se muestra a continuación:

Figura N°10: *Permeámetro de carga variable recomendado por el ACI 522 R -10*



*Fuente: ACI 522 R - 10*

El permeámetro construido para esta investigación consta de un tubo graduado de PVC de 30 cm de largo de 4" que retiene una columna de agua, unido verticalmente a un tubo de PVC de 15 cm de largo de 4" que hace de cámara donde se ubica el espécimen que es sometido a prueba conectado a una válvula de paso de 2" que se ubica horizontalmente y esta a su vez se vincula a una tubería vertical de PVC de 2" a través de la cual el agua puede drenarse, esta tubería tiene una altura tal que queda 1 cm por encima del nivel de la parte superior del espécimen.

#### D. Cálculos

Ecuación N° 28. Permeabilidad de los especímenes

$$k = \frac{a \times L \times \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)}{A \times t} \quad [\text{Ec. 28}]$$

Donde:

k= Coeficiente de permeabilidad según la ley de Darcy [cm / s].

a= Área transversal del tubo capilar de 4 pulgadas (81.07 cm<sup>2</sup>).

L = Longitud de la probeta.

h1= Altura inicial del agua= 300 mm (Referencia de Díaz, J. (2017)).

h2= Altura final del agua = 250 mm (Referencia de Díaz, J. (2017)).

A= Área transversal de la probeta.

t= Tiempo requerido para el que el agua pase de una altura h1 a una altura h2.

### 3.6 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 3.6.1 Propiedades físicas y mecánicas de los agregados

Las tablas N°16 y N°17 muestran el resumen de las propiedades de los agregados, las cuales han sido utilizadas en la presente investigación, los valores obtenidos para cada característica son el promedio de tres ensayos para cada una de estas.

Tabla N°16: *Resumen de las propiedades de los agregados grueso y fino*

Características	Agregado	Agregado	Unidades
	grueso	fino	
Peso unitario suelto seco	1478	1624	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado	1604	1853	Kg/m <sup>3</sup>

Peso específico de masa	2.62	2.62	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa saturado y superficialmente seco	2.64	2.65	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente	2.67	2.71	g/cm <sup>3</sup>
Absorción	0.96	1.19	%
Contenido de humedad	0.29	1.88	%
Tamaño máximo nominal	<sup>3</sup> / <sub>4</sub> " (19 mm)	N°4 (4.75 mm)	-
Módulo de finura	6.74	3.03	-
Material más fino que el tamiz N°200 (75 μm)	0.48	3.67	%
Abrasión	27.62	-	%

Tabla N°17: *Resumen de las propiedades del agregado grueso reciclado*

<b>Características</b>	<b>Agregado grueso reciclado</b>	<b>Unidades</b>
Peso unitario suelto seco	1297	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado	1354	Kg/m <sup>3</sup>
Peso específico de masa	2.45	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa saturado y superficialmente seco	2.55	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente	2.71	g/cm <sup>3</sup>
Absorción	3.90	%
Contenido de humedad	0.69	%

Tamaño máximo nominal	$\frac{3}{4}$ " (19 mm)	-
Módulo de finura	6.78	-
Material más fino que el tamiz N°200 (75 $\mu$ m)	0.84	%
Abrasión	31.71	%

### 3.6.2 Resultados de los ensayos de esclerometría para determinar la resistencia a compresión del concreto endurecido

En la Tabla N°18 se muestran los resultados de la resistencia a compresión mediante esclerometría como método no destructivo en las áreas representativas.

Tabla N°18: *Resultados de los ensayos de esclerometría*

Ensayo	Ubicación	Lectura promedio del N° de golpes	Resistencia a compresión del ábaco del esclerómetro (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Losa de pavimento del Jirón Jorge Chávez Cuadra 1	34.90	319.00
02	Losa de pavimento del Jirón Jorge Chávez Cuadra 1	36.40	335.00
03	Losa de pavimento del Jirón Jorge Chávez Cuadra 1	33.30	296.00

<b>04</b>	Losa de pavimento del Jirón Jorge Chávez Cuadra 1	34.70	317.00
<b>05</b>	Losa de pavimento intersección Jr. Jorge Chávez y Jr. Sánchez Hoyos	33.50	300.00
<b>06</b>	Losa de pavimento del Jirón Sánchez Hoyos Cuadra 1	33.10	292.00
<b>07</b>	Losa de pavimento del Jirón Sánchez Hoyos Cuadra 1	34.20	312.00
<b>08</b>	Losa de pavimento del Jirón Sánchez Hoyos Cuadra 1	35.00	320.00
<b>09</b>	Losa de pavimento del Jirón Sánchez Hoyos Cuadra 1	35.10	310.00
<b>10</b>	Losa de pavimento del Jirón Sánchez Hoyos Cuadra 1	35.60	332.00
	<b>Promedio</b>	<b>34.58</b>	<b>313.30</b>

### 3.6.3 Resultados de los diseños de mezcla

En la Tabla N° 19 se muestra la dosificación de 4 tipos de mezclas, que han sido obtenidas mediante el método de volúmenes absolutos del Comité 211 del ACI, utilizando los parámetros de la Norma ACI 522R-10 y las propiedades de los agregados obtenidas en el numeral 3.6.1. Todas las mezclas fueron compactadas en 3 capas, 25 golpes / capa. Los diseños de mezcla se muestran en el ANEXO III.

Tabla N°19: *Diseños de mezcla de concreto permeable por m<sup>3</sup>*

Materiales	Unidad	Diseño			
		Patrón	10 % A.G.R.	20 % A.G.R.	30 % A.G.R.
<b>Cemento Portland Tipo I</b>	(Kg / m <sup>3</sup> )	319.01	319.01	319.01	319.01
<b>Agregado fino húmedo</b>	(Kg / m <sup>3</sup> )	227.94	227.94	227.94	227.94
<b>Agregado grueso húmedo</b>	(Kg / m <sup>3</sup> )	1,389.79	1,250.81	1,11.83	972.86
<b>Agregado grueso reciclado húmedo</b>	(Kg / m <sup>3</sup> )	0.00	130.55	261.10	391.66
<b>Agua efectiva</b>	(Lt / m <sup>3</sup> )	109.73	112.97	116.21	119.46
<b>Aditivo</b>	(Lt / m <sup>3</sup> )	2.39	2.39	2.39	2.39

### 3.6.4 Resultados de las propiedades del concreto permeable

En la Tabla N° 20 se muestra el conjunto de propiedades físicas y mecánicas del concreto permeable estudiadas.

Tabla N°20: *Resumen de propiedades del concreto permeable*

Diseño	Peso unitario promedio		Permeabilidad Coeficiente de permeabilidad Promedio	Porosidad Promedio	Esfuerzo a la compresión f'c promedio obtenido (Kg/cm <sup>2</sup> )		
	Fresco (Kg/m <sup>3</sup> )	Endurecido (Kg/m <sup>3</sup> )			EDAD		
			k(cm/s)	%	7 días	14 días	28 días
Patrón	2,054	2,034	0.45	17.67	153.79	186.54	217.81
					% del f'c		
					73.23	88.83	103.72
10 % A.G.R.	2,067	2,049	0.35	17.09	159.40	187.20	220.80
					% del f'c		
					75.91	89.14	105.14
20 % A.G.R.	2,108	2,089	0.26	15.24	170.52	194.46	251.61
					% del f'c		
					81.20	92.60	119.82
30 % A.G.R.	2,122	2,103	0.17	14.41	169.13	195.84	243.54
					% del f'c		
					80.54	93.26	115.97

#### 3.6.4.1 Resistencia a compresión del concreto

En la Tabla N° 21 se presentan los resultados obtenidos de la resistencia a compresión para los cuatro diseños de mezcla elaboradas y ensayadas según la Norma ASTM C39, a las edades de 7,14 y 28 días, los valores son el promedio obtenido para cada grupo de diseño.

Tabla N°21: *Resultados de resistencia a compresión del concreto por tipo de diseño y edad*

(A.S.T.M. C39/ N.T.P. 339.034)

Diseño	Edad					
	7 días		14 días		28 días	
	f'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c obtenido (%)	f'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c obtenido (%)	f'c promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	f'c obtenido (%)

<b>Patrón</b>	153.79	73.23	186.54	88.83	217.81	103.72
<b>10 % A.G.R.</b>	159.40	75.91	187.20	89.14	220.80	105.14
<b>20 % A.G.R.</b>	170.52	81.20	194.46	92.60	251.61	119.82
<b>30 % A.G.R.</b>	169.13	80.54	195.84	93.26	243.54	115.97

### 3.6.4.2 Resultados de peso unitario del concreto

En la tabla N° 22 se presenta el resumen de los ensayos de peso unitario en estado fresco y endurecido, los valores son el promedio de diez ensayos por grupo de diseño.

Tabla N°22: *Resultados de peso unitario del concreto*

(A.S.T.M. C138/ N.T.P. 339.034)

<b>Diseño</b>	<b>Fresco</b>	<b>Endurecido</b>
	<b>(Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>(Kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Patrón</b>	2,053.88	2,033.73
<b>10 % A.G. R</b>	2,067.28	2,048.59
<b>20 % A.G. R</b>	2,108.01	2,088.77
<b>30 % A.G. R</b>	2,122.24	2,103.34

### 3.6.4.3 Resultados de permeabilidad del concreto

A continuación, se presenta la Tabla N° 23 que muestra los resultados del coeficiente de permeabilidad, estos valores han sido obtenidos del promedio de 10 ensayos por grupo de diseño.

Tabla N°23: *Resultados de permeabilidad del concreto - Coeficiente de permeabilidad (k)*

(ACI 522 R -10)

<b>Diseño</b>	<b>Coeficiente de permeabilidad</b>	
	<b>k (cm/s)</b>	<b>k (mm/s)</b>
<b>Patrón</b>	0.45	4.52
<b>10 % A.G.R.</b>	0.35	3.48
<b>20 % A.G.R.</b>	0.26	2.59

---

<b>30 % A.G.R.</b>	0.17	1.66
--------------------	------	------

---

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS EN ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA**

Según los ensayos de esclerometría, existe una uniformidad superficial de las resistencias de las áreas seleccionadas, es así que el valor promedio de estas es 313.30 Kg/cm<sup>2</sup>, superando a la resistencia especificada de diseño en un 49.20%, representando un alto porcentaje y un factor importante para que las resistencias a compresión de los especímenes con reemplazo de ACR sean mayores, ya que según Gallo & Posada (2017) existe una relación directa entre las propiedades del agregado reciclado y su concreto de origen.

## 4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

Todas las propiedades de los agregados presentadas en las Tablas N° 17 y N°18 cumplen con los parámetros definidos en las NTP, estas se detallan a continuación:

### ▪ **Peso Específico**

El peso específico de masa y el saturado superficialmente seco del agregado grueso son 6.4 % y 3.7% mayores que el agregado reciclado; sin embargo, el peso específico aparente fue menor en 1%; por lo que, no existe una coincidencia total con la bibliografía del autor Navarro (2014) que indica que el peso específico es mayor en agregados extraídos de cantera que agregados reciclados, surgiendo variaciones en casos específicos como este.

### ▪ **Absorción**

La absorción promedio del agregado grueso es 0.957 % y del agregado reciclado 3.90%; estos parámetros coinciden con la bibliografía del autor Navarro (2014), ya que indica que el agregado reciclado tiene tendencia a una mayor absorción.

### ▪ **Granulometría**

La curva granulométrica del agregado fino está dentro del límite superior e inferior del huso “M”; además, su módulo de finura es 3.03, encontrándose entre los valores 2.3 y 3.1 dentro del rango permisible; adicionalmente se la clasifica como una arena gruesa. Las curvas granulométricas del agregado grueso y reciclado están dentro del límite superior e inferior del huso N°67, indicado para agregados con un TMN de  $\frac{3}{4}$ ”, por lo que se los considera como agregados bien gradados.

### ▪ **Material más fino que el tamiz N°200 (75 $\mu$ m)**

El agregado fino posee un porcentaje de finos promedio del 3.67 %, un valor menor al límite máximo permisible del 5 %.

El agregado grueso y reciclado poseen un porcentaje de finos promedio de 0.48% y 0.84% respectivamente, valores inferiores al límite máximo permisible del 1%; además comparados entre sí, el agregado reciclado posee un porcentaje de finos mayor que el agregado grueso, estos parámetros coinciden con la bibliografía presentada por los autores Bazalar & Cadenillas (2019).

- **Abrasión**

En cuanto a esta propiedad, ambos agregados gruesos poseen porcentajes de desgaste promedio del 27.62 % y 31.71%; se puede observar al comparar estos valores que, el agregado reciclado posee una resistencia a la fragmentación menor; sin embargo, ambos valores son menores al valor máximo permisible del 50 %, por ende, se los considera como agregados resistentes a la trituración.

### **4.3 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

De los resultados, la resistencia a compresión promedio y los porcentajes de resistencia referidos a la resistencia de diseño  $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$  de los especímenes de concreto permeable, se observa que:

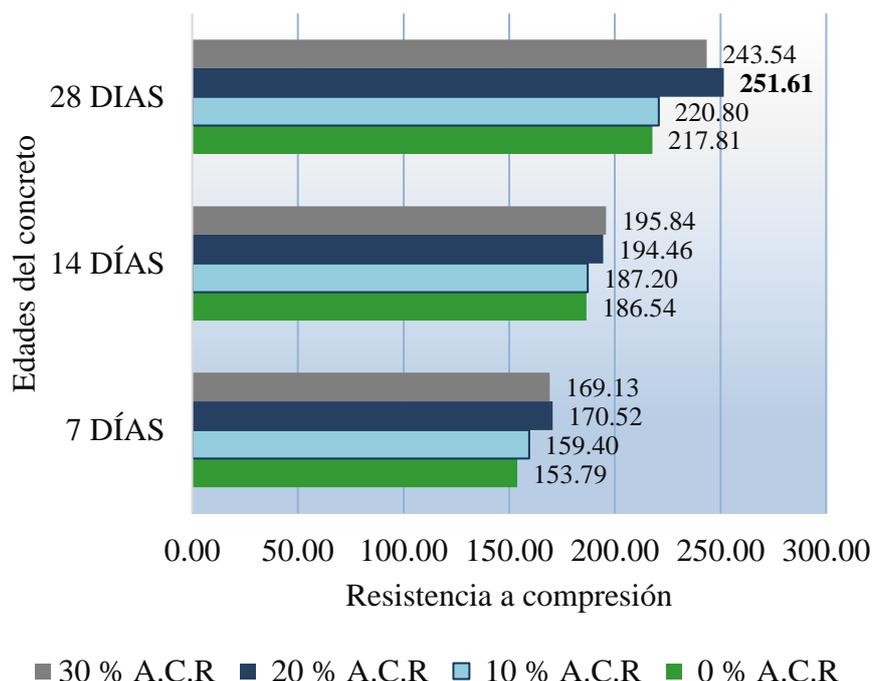
- A la edad de 7 días, los valores de resistencia especificada se ubican entre 73.23 % y 81.20%.
- A los 14 días, los valores de resistencia especificada se ubican entre 88.83 % y 93.26%.
- A los 28 días, los valores de resistencia especificada se ubican entre 103.72% y 119.82%.

La tasa de desarrollo de la resistencia en los especímenes con ACR es más alta en comparación a los sin ACR, coincidiendo con la bibliografía presentada por los autores Bazalar y Cadenillas (2019) que mencionan, que esto se debe al mortero no hidratado adherido a la superficie del agregado reciclado que reacciona con el agua y aumenta la tasa de desarrollo.

En la Figura N°11 se observa que, los diseños con ACR han alcanzado mayores resistencias respecto a los sin ACR, es así que:

- A la edad de 28 días, el diseño con 10% de reemplazo de agregado grueso reciclado alcanzó una resistencia promedio de  $220.80 \text{ Kg/cm}^2$ , mayor en 1.37%.
- A la edad de 28 días, el diseño con 20% de reemplazo de agregado grueso reciclado alcanzó una resistencia promedio de  $251.61 \text{ Kg/cm}^2$ , mayor en 15.52%.
- A la edad de 28 días, el diseño con 30% de reemplazo de agregado grueso reciclado alcanzó una resistencia promedio de  $243.54 \text{ Kg/cm}^2$ , mayor en 11.81%.

Figura N°11: Resistencia a compresión según edad y tipo de diseño del concreto permeable



#### 4.4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN COMPARADOS CON EL PESO UNITARIO DEL CONCRETO PERMEABLE

En las Figuras N°12 y N°13 se observa la variación de la resistencia a compresión a los 28 días y el peso unitario fresco y endurecido del concreto permeable; es así que, los valores de las resistencias aumentan progresivamente con mayor reemplazo de ACR, hasta alcanzar el máximo valor de 251.61 Kg/cm<sup>2</sup> con el 20% de sustitución; sin embargo, esta disminuye con el 30% de reemplazo; así mismo, el peso unitario también aumenta con mayor reemplazo de ACR; teniendo una relación directamente proporcional con la resistencia a compresión hasta un máximo de reemplazo del 20 % de ACR.

Figura N°12: Resistencia a la compresión a los 28 días y peso unitario fresco de los especímenes de concreto permeable

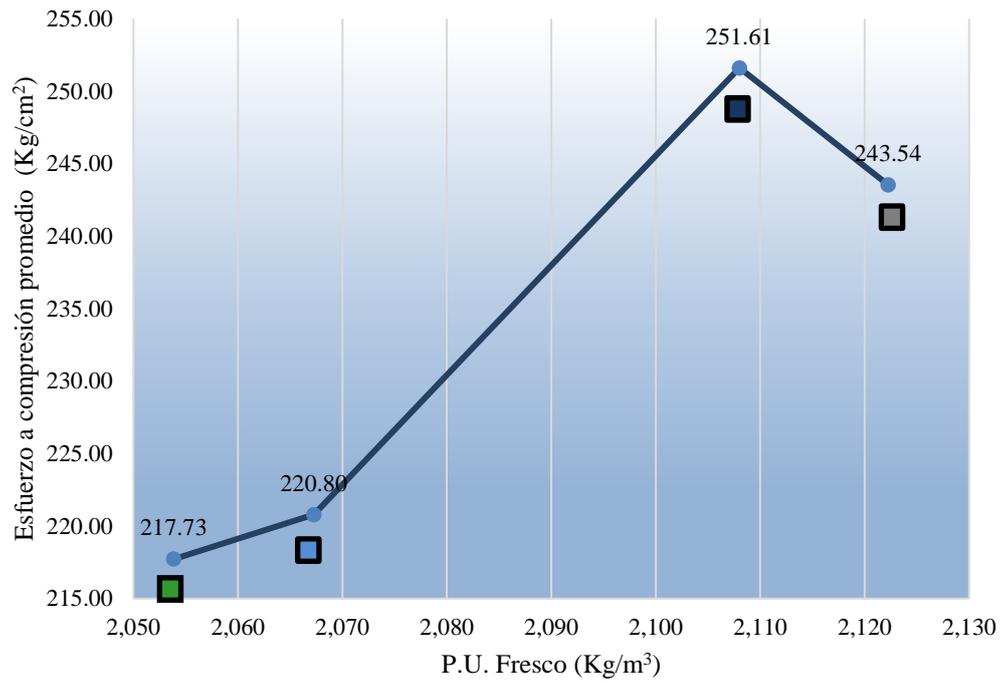
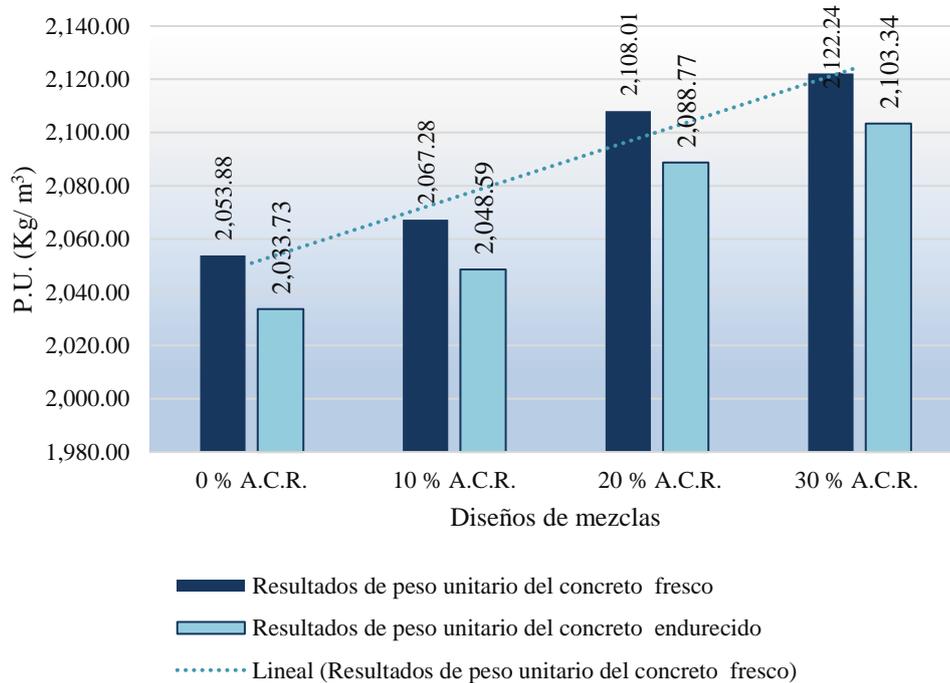


Figura N° 15: *Peso unitario en estado fresco y endurecido de los especimenes de concreto permeable*



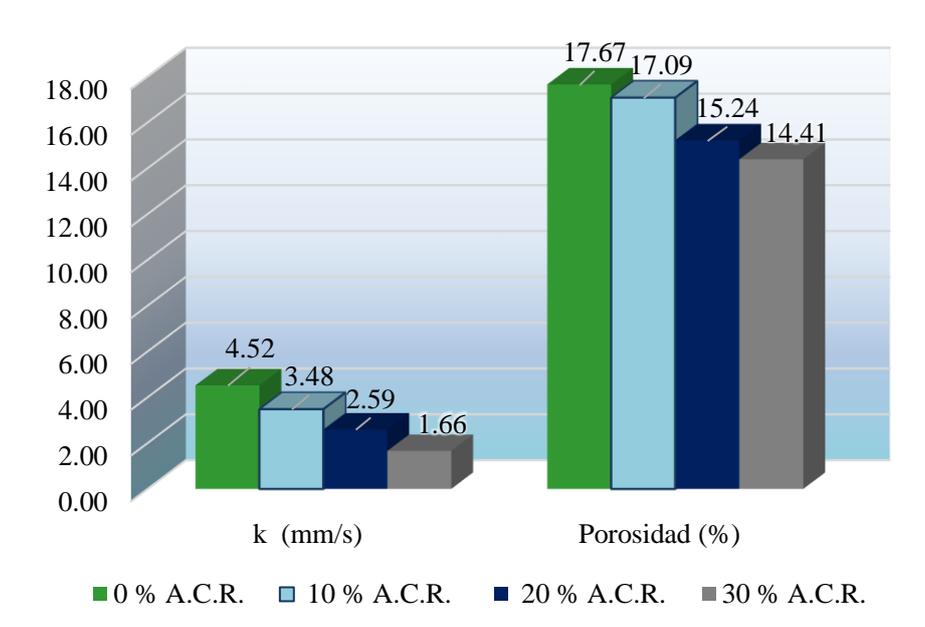
#### 4.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN COMPARADOS CON LA PERMEABILIDAD Y POROSIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE

De los resultados, se observa que existe una relación inversamente proporcional entre la resistencia a compresión y la permeabilidad de los especímenes de concreto permeable; ya que, a medida que hay una mayor resistencia, la permeabilidad va disminuyendo. Estos valores comparados con la Norma ACI 522R-10 coinciden, puesto que, a medida que aumenta la resistencia a compresión del concreto permeable, la permeabilidad y porosidad de este se reducen.

En la Figura N°14 se observa que, el coeficiente de permeabilidad de las mezclas disminuye aproximadamente en la razón de 1 mm/s por cada aumento del 10% de sustitución de ACR; además, los coeficientes de permeabilidad del concreto con 0%, 10% y 20% cumplen el rango especificado por la Norma ACI 522 R; sin embargo, el coeficiente de permeabilidad del concreto con 30% de reemplazo de ACR no cumple.

En la Figura N°14 se observa que, la porosidad de los especímenes sin ACR es 17.67% y de las probetas con reemplazo de agregado reciclado al 10, 20 y 30 % es 17.09%, 15.24 % y 14.41 % respectivamente; disminuyendo a medida que aumenta la sustitución.

Figura N°14: *Permeabilidad y porosidad de los especímenes de concreto permeable*



#### **4.6 DISCUSIÓN DE RESULTADOS CONTRASTADOS CON LA HIPÓTESIS**

Los resultados se contrastan parcialmente con la hipótesis planteada, puesto que, a la edad de 28 días, la variación de la resistencia a compresión promedio, de los especímenes:

- Con 10% de ACR fue 1.37 % mayor, respecto a los especímenes sin ACR, divergiendo con la hipótesis de alcanzar variaciones mayores a 10 %; es decir, una variación poco significativa de la resistencia.
- Con 20% de ACR fue 15.52 % mayor, respecto a los especímenes sin ACR, coincidiendo con la hipótesis de alcanzar variaciones mayores a 10 %; es decir, una variación altamente significativa de la resistencia.
- Con 30% de ACR fue 11.81 % mayor, respecto a los especímenes sin ACR, concordando con la hipótesis de alcanzar variaciones mayores a 10 %; considerándose también como, una variación altamente significativa de la resistencia.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones de la presente investigación son las siguientes:

- La variación de la resistencia a compresión del concreto permeable con sustitución de ACR, respecto a los especímenes sin ACR, se contrasta parcialmente con la hipótesis; ya que, a la edad de 28 días, en las probetas con 10% de ACR, la variación es menor al 10 % y en las probetas con 20% y 30% de ACR, la variación es mayor al 10 %, demostrando en el presente estudio que, el concreto permeable a partir de un 20% de sustitución genera variaciones significativas.
- La resistencia a compresión promedio del concreto permeable, con el 10 % de sustitución de agregado grueso por ACR, a los 28 días alcanzó 220.80 Kg/cm<sup>2</sup>, que comparada con la resistencia de los especímenes sin ACR es 1.37% mayor.
- La mayor resistencia a compresión promedio del concreto permeable, con el 20% de sustitución de ACR, a los 28 días alcanzó 251.61 Kg/cm<sup>2</sup>, que comparada con la resistencia de los especímenes sin ACR es 15.52% mayor.
- La resistencia a compresión promedio del concreto permeable, con el 30 % de sustitución de ACR, a los 28 días alcanzó 243.54 Kg/cm<sup>2</sup>, que comparada con la resistencia de los especímenes sin ACR es 11.81 % mayor.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones se recomienda utilizar mezclas de concreto permeable con 20% de ACR como punto de referencia para conseguir variaciones significativas en la resistencia, ya que, en el presente estudio este porcentaje de sustitución alcanzó la óptima resistencia a compresión promedio a los 28 días.
- Se recomienda que, en futuros estudios se haga uso de diferentes fuentes de extracción de agregado reciclado, obteniendo resultados más representativos, ya que, en la presente tesis, solamente se tuvo en cuenta el pavimento proveniente de los jirones Jorge Chávez y Sánchez Cerro de la ciudad de Cajamarca.
- Como suele utilizarse este tipo de concreto en la aplicación de pavimentos rígidos, se recomienda evaluar las propiedades que no fueron tomadas en cuenta en esta investigación y que son muy importantes para el diseño de pavimentos, como la resistencia a flexión, tracción, desgaste, resistencia al descongelamiento del concreto permeable.

## CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, Y., Ulloa, V., Uribe, M., Paz, D., Torres, B. & Gasch, I. (2018). *“Comportamiento del hormigón permeable con áridos reciclados combinados”*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Asencio, A. (2014). *“Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Barahona, R., Martínez, M., & Zelaya, E. (2013). *“Comportamiento del concreto permeable utilizando agregado grueso de las canteras, El Carmen, Aramuaca, La Pedrera, de la zona oriental de El Salvador”*. Universidad El Salvador, San Miguel, El Salvador.
- Bazalar, L. & Cadenillas, M. (2019). *Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  en estructuras aporticadas en la ciudad de lima para reducir la contaminación*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Benites, J. (2014). *Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera río Jequetepeque y el aditivo Chemaplast*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Cárdenas E., Albiter A. & Jaimes J. (2016). *Pavimentos permeables. Una aproximación convergente en la construcción de vialidades urbanas y en la preservación del recurso agua*. Universidad Autónoma del Estado de México, México.
- Cabello, S., Zapata, P., Pardo, A., Campuzano, L., Espinoza, J. & Sánchez, C. (2015). *Concreto poroso: Constitución, Variables influyentes y Protocolos para su caracterización*. Cumbres, Revista Científica. 64 – 69.
- Choque, H. & Ccana, J. (2016). *Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras vicho y*

zurite, adicionando aditivo súper plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Universidad Andina del Cuzco, Cuzco, Perú.

Collantes, J. & Eslava, D. (2018) “*Influencia del agregado reciclado sobre la compresión, abrasión, asentamiento y permeabilidad en el concreto permeable no estructural*”. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Cruz, N. & Ramírez, D. (2021). “*Evaluación de muestras del agregado grueso proveniente de residuos de concreto para producir nuevos concretos*”. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Del Valle, M. (2018). *Hormigón poroso con materiales locales, una contribución para la gestión de las aguas de lluvia*. Universidad tecnológica nacional, Buenos Aires, Argentina.

Díaz, J. (2017). *Diseño de mezcla de concreto permeable elaborado con aditivo y adición de fibra de polipropileno para uso en pavimentos, en la ciudad de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Fernández, R. (2011). *Concreto permeable: Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad*. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

Flores, C. & Pacompia, I. (2015). *Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Gallo, G. & Posada, E. (2017). “*Diseño de un pavimento en concreto poroso con adición de agregados de concreto reciclado para la construcción de un modelo a escala*”. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

Gómez, J. (2008). *Identificación y cuantificación de algunos factores en la permeabilidad de concretos y morteros*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Navarro, A. (2014). *Uso y fomento del árido reciclado en hormigón estructural como oportunidad de mejora medioambiental y económica: aplicación a la comunidad autónoma de la Rioja*. Universidad de la Rioja, La Rioja, España.

- Meléndez, A. (2016). *Utilización del concreto reciclado como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Huaraz*. Universidad San Pedro, Huaraz, Perú.
- Porras, J. (2017). *Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.
- Sika (2019). *Sikament® 290N. Aditivo polifuncional para concreto*, Perú.
- Soutsos M., Tang. K. & Millard S. (2011). *Bloques de construcción de hormigón hechos con áridos de demolición reciclados*. Universidad de Liverpool, Inglaterra.
- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E. & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Santiago de Chile, Chile.
- Velásquez, L. (2015). *Propiedades físico-mecánicas del concreto reciclado para Lima Metropolitana*. Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Velez, L. (2010). *Permeabilidad y porosidad del concreto*. Instituto Tecnológico Metropolitano, Lima, Perú.
- GRC, (2019). *Escenario de riesgos por movimientos en masa e inundaciones en el periodo de lluvias enero-marzo 2020 en el departamento de Cajamarca*. Cajamarca, Perú.

## **NORMAS**

ACI 116R-2000. *Terminología del Cemento y el Hormigón.*

ACI 211.3R-2002. *Guide To Selecting Concrete Proportioning Without Slump.* Michigan: American Concrete Institute.

ACI 522R-2010. *Report on Pervious Concrete.* Michigan: American Concrete Institute.

ASTM C125-20. *Terminología estándar relacionada con el hormigón y los agregados de hormigón.*

ASTM C131 – 03. *Método de prueba estándar para resistencia a degradación de agregado grueso de tamaño pequeño por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles.*

ASTM C 143. *Método de prueba estándar para el asentamiento del hormigón de cemento hidráulico.*

ASTM C138. *Método de ensayo normalizado de densidad (Peso unitario), rendimiento, y contenido de aire (gravimétrico) del concreto.*

ASTM C150/C150M-11. *Especificación normalizada para cemento Portland.*

ASTM C33-03. *Especificación normalizada de agregados para concreto.*

ASTM C39. *Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.*

ASTM D448 - 2017. *Clasificación Estándar para Tamaños de Áridos para Construcción De Carreteras Y Puentes.*

ASTM C494 / 494M. *Especificación Estándar para Aditivos Químicos para Concreto.*

ASTM C 1688 / 1688M. *Método de ensayo estándar para la determinación del contenido de vacíos y densidad de la mezcla de concreto permeable en estado fresco.*

ASTM D 75 – 97. *Procedimiento normalizado para el muestreo de los áridos.*

Decreto Supremo N° 019-2016-MVCS. Normas Legales, N° 27314. Diario Oficial El Peruano.

NTP 339 088. *Hormigón (concreto). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos.*

NTP 339.147. *Método de ensayo de permeabilidad de suelos granulares.*

NTP 339 181. *Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido.*

NTP 339.185. *Método de ensayo normalizado para determinar el contenido de humedad total evaporable de los áridos por secado.*

NTP 400.011- 2008. *Agregados. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).*

NTP 400.012. *Método estándar de ensayo para análisis por tamizado de agregados fino y grueso.*

NTP 400.017. *Método de prueba estándar para densidad de masa (“Peso unitario”) y vacíos en agregado.*

NTP 400.022. *Método de prueba estándar para densidad, densidad relativa, y absorción del agregado fino.*

NTP 400.037. *Método de ensayo estándar para material más fino que la malla N° 200 (75  $\mu$ m) en agregado mineral por lavado.*

NTP 400.053. *Manejo de residuos de la actividad de la construcción. Reciclaje de concreto de demolición.*

## **ANEXOS**

### **ANEXO I. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS**

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS PARA CONCRETO

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA, 25 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS PARA CONCRETO / A.S.T.M.C -33**

**TESIS:** "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

**TESISTA:** BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

**ASESOR:** DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

**CANTERA:** MARGARITA

**FECHA:** 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
*Davis Frank Velásquez Hilario*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

**A) CALCULO DEL PESO ESPECIFICO DEL AGUA**

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la fiola en (g) =	140	140	140	
Peso de la fiola +agua (g) =	638.96	639.14	638.5	
Volumen de la fiola (cm <sup>3</sup> ) =	500.00	500.00	500.00	
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> ) =	0.99792	0.99828	0.99700	0.99773
<b>P.e en (Kg/m<sup>3</sup>) =</b>	<b>997.92</b>	<b>998.28</b>	<b>997.00</b>	<b>997.73</b>

**B) CALCULO DEL Factor f**

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Molde (g) =	4228.00	4228.00	4228.00	
Peso del Molde +Agua (g) =	13603.00	13598.00	13602.00	
Peso Agua (Kg) =	9.3750	9.3700	9.3740	
<b>f (1/m<sup>3</sup>) =</b>	<b>106.425</b>	<b>106.482</b>	<b>106.436</b>	<b>106.448</b>

**1.00 Peso Unitario Suelto (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205)**

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso del recipiente	g	4228.00	4228.00	4228.00	
1.03	Peso de muestra suelta + recipiente	g	18105.00	18129.00	18116.00	
1.04	Peso de la muestra suelta	g	13877.00	13901.00	13888.00	
1.05	Factor (f)	1/m <sup>3</sup>	106.448	106.448	106.448	
1.06	Peso Unitario Suelto	g/cm <sup>3</sup>	1.477	1.480	1.478	1.478
	<b>Peso Unitario Suelto</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1477</b>	<b>1480</b>	<b>1478</b>	<b>1478</b>

**2.00 Peso Unitario Compactado (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205)**

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
2.01	Peso del recipiente	g	4228.00	4228.00	4228.00	
2.02	Peso de muestra Compactada + recipiente	g	19284.00	19303.00	19298.00	
2.03	Peso de la muestra suelta	g	15056.00	15075.00	15070.00	
2.04	Factor (f)		106.448	106.448	106.448	
2.05	Peso Unitario Compactado	g/cm <sup>3</sup>	1.603	1.605	1.604	1.604
	<b>Peso Unitario Compactado</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1603</b>	<b>1605</b>	<b>1604</b>	<b>1604</b>

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS PARA CONCRETO / A.S.T.M.C -33**

**TESIS:** "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

**TESISTA:** BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

**ASESOR:** DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

**CANTERA:** MARGARITA

**FECHA:** 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA

**3.00** Peso Específico - ASTM C -127 / MTC E 204 / NTP 400.021

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
3.01	Peso de muestra SSS + canastilla sumergida	g	2738.50	2742.20	2742.30	
3.02	Peso de canastilla sumergida	g	875.00	875.00	875.00	
3.03	Peso de la muestra superficialmente Seca	g	2000.00	2000.00	2000.00	
3.04	Peso de la muestra secada al horno	g	1981.00	1981.40	1980.70	
3.05	Peso de la muestra sumergida en el agua	g	1244.00	1243.40	1242.90	
	<b>Peso Específico de Masa</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	2.620	2.619	2.616	<b>2.618</b>
	<b>Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	2.646	2.643	2.642	<b>2.644</b>
	<b>Peso Específico de Aparente</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	2.688	2.685	2.685	<b>2.686</b>

**4.00** Absorción (%) ASTM C -127 / MTC E 204 / NTP 400.021

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
4.01	Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	2000.00	2000.00	2000.00	
4.02	Peso de la muestra secada al horno	g	1981.00	1981.40	1980.70	
	<b>Absorción (%)</b>	<b>%</b>	0.959	0.939	0.974	<b>0.960</b>

**5.00** Contenido de Humedad (%) A.S.T.M.C -566 / MTC E 118 / NTP 339.185

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
5.01	Peso del Recipiente	g	132.90	127.00	133.50	
5.02	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	2199.00	2263.00	2184.00	
5.03	Peso del Recipiente + muestra seca	g	2193.00	2257.00	2177.70	
	<b>Contenido de humedad</b>	<b>W %</b>	0.29	0.28	0.31	0.29

ENSAYO DE ABRASIÓN / NTP 400.019 / ASTM C 702 / MTC E 207

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CANTERA: MARGARITA

FECHA: 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

MATERIAL : AGREGADO GRUESO – PIEDRA CHANCADA

Gradación	Equipo Mecánico	N° de Esferas	Velocidad (Rev./mim)	N° de Revoluciones	Tamaño Máx. Nominal	Peso de la Muestra en (g.)
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500.00	3/4"	5000.00
N° DE ENSAYOS				1°	2°	3°
Peso Inicial de la muestra seca al horno (g.)				5000	5000	5000
Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)				3628	3609	3620
% Desg. = $((Pi - Pf) / Pi) \times 100$				27.44	27.82	27.60
Abrasión % Desgaste Promedio				27.62		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 / AASHTO T- 27/ MTC E 202

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

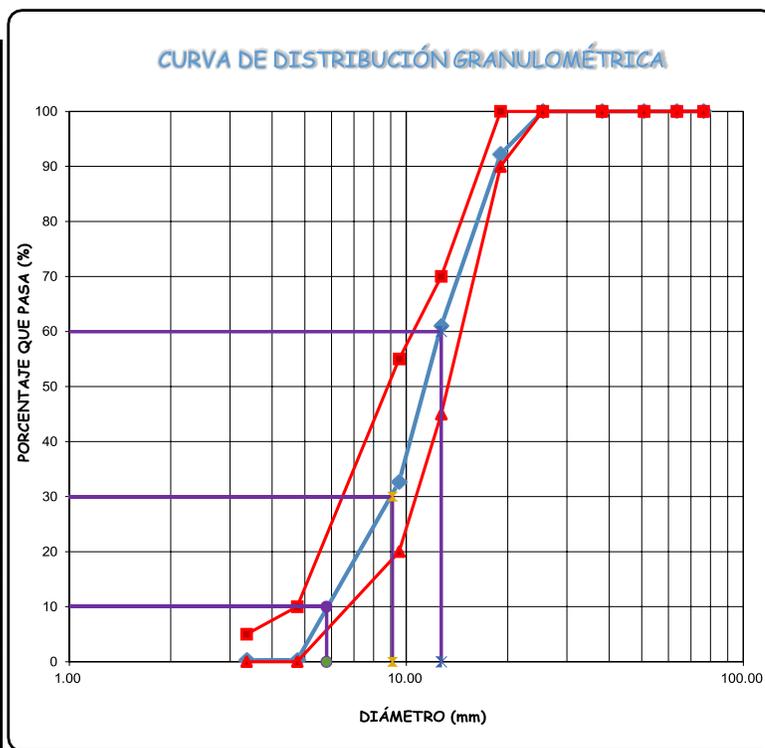
ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CANTERA: MARGARITA

FECHA: 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

ENSAYO: ENSAYO 1

Peso Seco Inicial =		5500.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		16.00			
Tamiz	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	
2 ½"	63.50	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	
1 ½"	38.10	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	
¾"	19.05	428.00	7.78	92.22	
½"	12.70	1715.00	31.18	61.04	
⅜"	9.53	1560.00	28.36	32.67	
N°4	4.75	1781.00	32.38	99.71	
N°8	3.36	0.00	0.00	99.71	
N 16	1.18	0.00	0.00	99.71	
N 30	0.60	0.00	0.00	99.71	
N 50	0.30	0.00	0.00	99.71	
N 100	0.15	0.00	0.00	99.71	
N 200	0.075	0.00	0.00	99.71	
Cazoleta	--	16	0.29	100.00	
TOTAL		5500.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.734			



D60 =	13.00	D30 =	9.10	D10 =	5.80
Cu =	2.24	Cc =	1.10		

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.734.



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
 ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
 SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
 CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
 TELF: 076-633319

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 /AASHTO T- 27/ MTC E 202

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

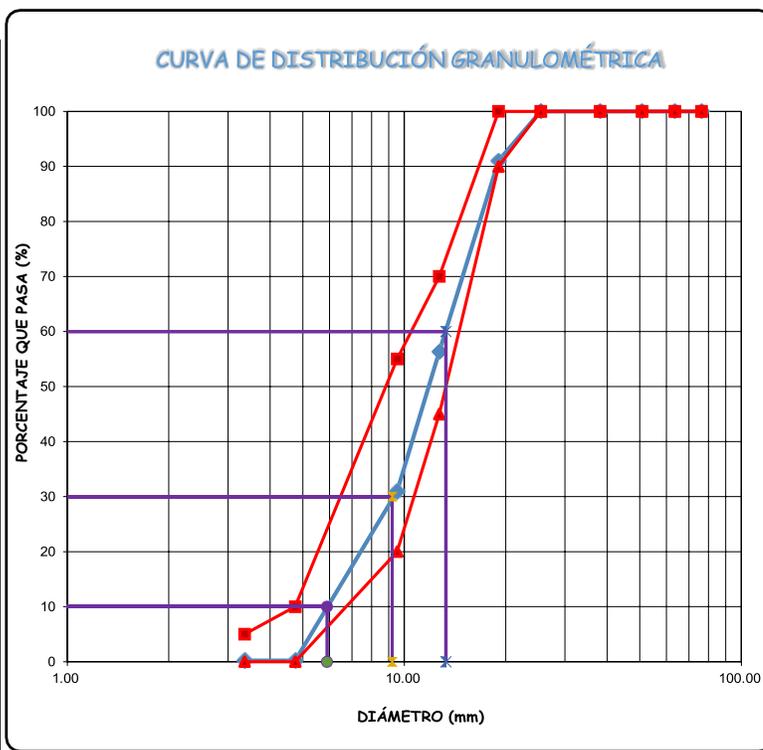
ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CANTERA: MARGARITA

FECHA: 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

ENSAYO: ENSAYO 2

Peso Seco Inicial =		5500.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		12.00			
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	492.00	8.95	8.95	91.05
1/2"	12.70	1909.00	34.71	43.65	56.35
3/8"	9.53	1396.00	25.38	69.04	30.96
N°4	4.75	1691.00	30.75	99.78	0.22
N°8	3.36	0.00	0.00	99.78	0.22
N 16	1.18	0.00	0.00	99.78	0.22
N 30	0.60	0.00	0.00	99.78	0.22
N 50	0.30	0.00	0.00	99.78	0.22
N 100	0.15	0.00	0.00	99.78	0.22
N 200	0.075	0.00	0.00	99.78	0.22
Cazoleta	--	12	0.22	100.00	0.00
TOTAL		5500.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.767			



D60 =	13.00	D30 =	9.20	D10 =	5.90
Cu =	2.20	Cc =	1.10		

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.767.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
 Davis Frank Velásquez Hilario  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 195303

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 / AASHTO T- 27/ MTC E 202

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

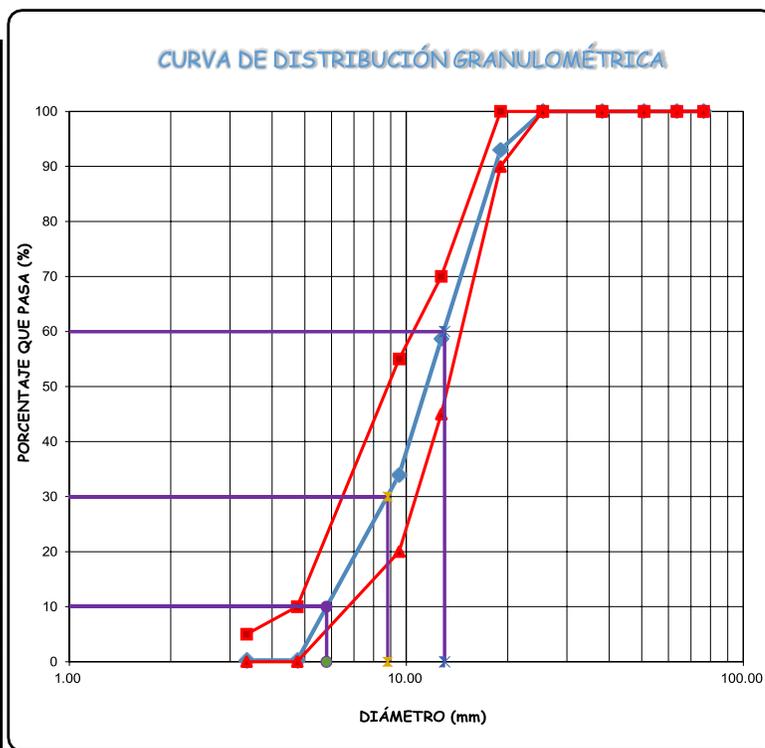
ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CANTERA: MARGARITA

FECHA: 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

ENSAYO: ENSAYO 3

Peso Seco Inicial =		5500.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		14.00			
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	383.00	6.96	6.96	93.04
½"	12.70	1891.00	34.38	41.35	58.65
⅜"	9.53	1359.00	24.71	66.05	33.95
N°4	4.75	1853.00	33.69	99.75	0.25
N°8	3.36	0.00	0.00	99.75	0.25
N 16	1.18	0.00	0.00	99.75	0.25
N 30	0.60	0.00	0.00	99.75	0.25
N 50	0.30	0.00	0.00	99.75	0.25
N 100	0.15	0.00	0.00	99.75	0.25
N 200	0.075	0.00	0.00	99.75	0.25
Cazoleta	--	14	0.25	100.00	0.00
TOTAL		5500.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.715			



D60 =	13.00	D30 =	8.80	D10 =	5.80
Cu =	2.24	Cc =	1.03		

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.715.



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

MATERIAL MÁS FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 (ASTM.C -117 / NTP 400.018)

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CANTERA: MARGARITA

FECHA: 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

MATERIAL : AGREGADO GRUESO – PIEDRA CHANCADA

1.00 Ensayo partículas < N° 200 para el Agregado Grueso

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso de Muestra Original	g	3500.00	3500.00	3500.00	
1.02	Peso de la muestra Lavada	g	3485.33	3482.94	3481.17	
1.03	Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	g	14.67	17.06	18.83	
	% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	0.42%	0.49%	0.54%	0.482%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
*Davis Frank Velásquez Hilario*  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADO FINO

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZDR. ING.

ASESOR: MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CANTERA: MARGARITA

FECHA: 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

MATERIAL : AGREGADO FINO DE RÍO

A) CALCULO DEL PESO ESPECIFICO DEL AGUA

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
*Davis Frank Velásquez Hilario*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la fiola en (g) =	140	140	140	
Peso de la fiola en (g) =	638.96	639.14	638.5	
Volumen de la fiola (cm <sup>3</sup> ) =	500.00	500.00	500.00	
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> ) =	0.99792	0.99828	0.99700	0.99773
Pe. en (Kg/m <sup>3</sup> ) =	<b>997.92</b>	<b>998.28</b>	<b>997.00</b>	<b>997.73</b>

B) CALCULO DEL Factor f

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Molde (g) =	1996.00	1996.00	1996.00	
Peso del Molde +Agua (g) =	4838.00	4848.00	4795.00	
Peso Agua (Kg) =	2.8420	2.8520	2.7990	
f (1/m <sup>3</sup> ) =	<b>351.067</b>	<b>349.836</b>	<b>356.461</b>	<b>352.455</b>

1.00 Peso Unitario Suelto (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205)

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso del recipiente	g	1996.00	1996.00	1996.00	
1.03	Peso de muestra suelta + recipiente	g	6614.00	6597.00	6602.00	
1.04	Peso de la muestra suelta	g	4618.00	4601.00	4606.00	
1.05	Factor (f)		352.455	352.455	352.455	
1.06	Peso Unitario Suelto	g/cm <sup>3</sup>	1.628	1.622	1.623	1.624
Peso Unitario Suelto		Kg/m <sup>3</sup>	1627.64	1621.64	1623.41	1624

2.00 Peso Unitario Compactado (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205)

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
2.01	Peso del recipiente	g	1996.00	1996.00	1996.00	
2.02	Peso de muestra Compactada + recipiente	g	7263.00	7244.00	7250.00	
2.03	Peso de la muestra suelta	g	5267.00	5248.00	5254.00	
2.04	Factor (f)	1/m <sup>3</sup>	352.455	352.455	352.455	
2.05	Peso Unitario Compactado	g/cm <sup>3</sup>	1.856	1.850	1.852	1.853
Peso Unitario Compactado		Kg/m <sup>3</sup>	1856	1850	1852	1853

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADO FINO**

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO".

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CANTERA: MARGARITA

FECHA: 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

MATERIAL : AGREGADO FINO DE RÍO

3.00 Peso Específico / NTP 400.022 / A.S.T.M.C -128 / AASHTO T84 / MTC E 203.

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
3.01	Peso de fiola	g	140.00	140.00	140.00	
3.02	Peso de la fiola +agua hasta menizco	g	642.30	642.50	641.80	
3.03	peso de la fiola +agua + muestra	g	935.10	935.60	935.40	
3.04	Peso de la muestra superficialmente Seca	g	490.00	490.00	490.00	
3.05	Peso de la muestra secada al horno	g	484.30	484.00	484.40	
3.06	volumen de agua añadida al frasco (g)	g	305.1	305.6	305.4	
	Peso Específico de Masa	$\text{g/m}^3$	2.619	2.625	2.624	2.623
	Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco	$\text{g/m}^3$	2.650	2.657	2.654	2.654
	Peso Específico de Aparente	$\text{g/m}^3$	2.703	2.713	2.706	2.707

4.00 Absorción (%) / NTP 400.022 / A.S.T.M.C -128 / AASHTO T84 / MTC E 203.

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
4.01	Peso de la muestra Superficialmente Seca	g	490.00	490.00	490.00	
4.02	Peso de la muestra secada al horno	g	484.30	484.00	484.40	
	Absorción (%)	%	1.18	1.24	1.16	1.190

5.00 Contenido de Humedad (%) A.S.T.M.C -566 / MTC E 118 / NTP 339.185

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
5.01	Peso del Recipiente	g	127.00	127.00	127.00	
5.02	Peso del Recipiente + muestra húmeda	g	1697.20	1551.70	1838.20	
5.03	Peso del Recipiente + muestra seca	g	1668.30	1525.60	1806.20	
	Contenido de humedad	W %	1.88	1.87	1.91	1.88



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
 ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
 SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
 CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
 TELF: 076-633319

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012/AASHTO T- 27/ MTC E 202

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

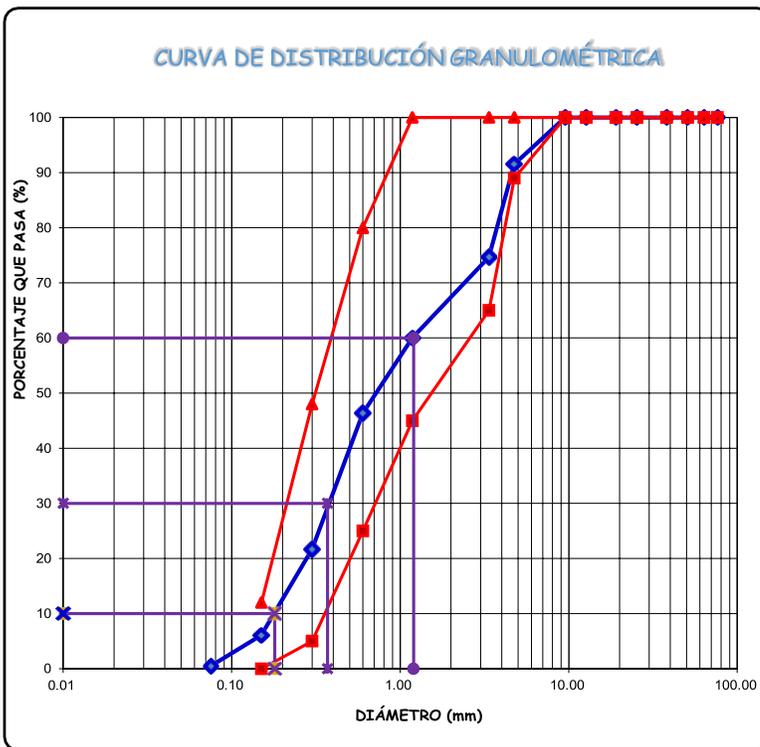
ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

FECHA: 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

CANTERA: MARGARITA

ENSAYO: ENSAYO 1

Peso Seco Inicial =		1500.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		7.00			
Tamiz	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	
2 ½"	63.50	0.00	0.00	100.00	
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	
1 ½"	38.10	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	
¾"	19.05	0.00	0.00	100.00	
½"	12.70	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.53	0.00	0.00	100.00	
N°4	4.75	127.00	8.47	8.47	91.53
N°8	3.36	253.00	16.87	25.33	74.67
N 16	1.18	220.00	14.67	40.00	60.00
N 30	0.60	205.00	13.67	53.67	46.33
N 50	0.30	370.00	24.67	78.33	21.67
N 100	0.15	234.00	15.60	93.93	6.07
N 200	0.075	84.00	5.60	99.53	0.47
Cazoleta	--	7.00	0.47	100.00	0.00
TOTAL		1500.0			
MÓDULO DE FINURA =		2.997			



D60 =	1.20	D30 =	0.37	D10 =	0.18
Cu =	6.67	Cc =	0.63		

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE EL HUSO GRANULOMETRICO "M" DE LA NORMA N.T.P. 400.037 - ATMC-33

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO ESTUDIADO ES DE 92.997.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
*Frank Velásquez*  
 Davis Frank Velásquez Hilario  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 195303



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
 ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
 SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
 CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
 TELF: 076-633319

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012/AASHTO T- 27/ MTC E 202

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

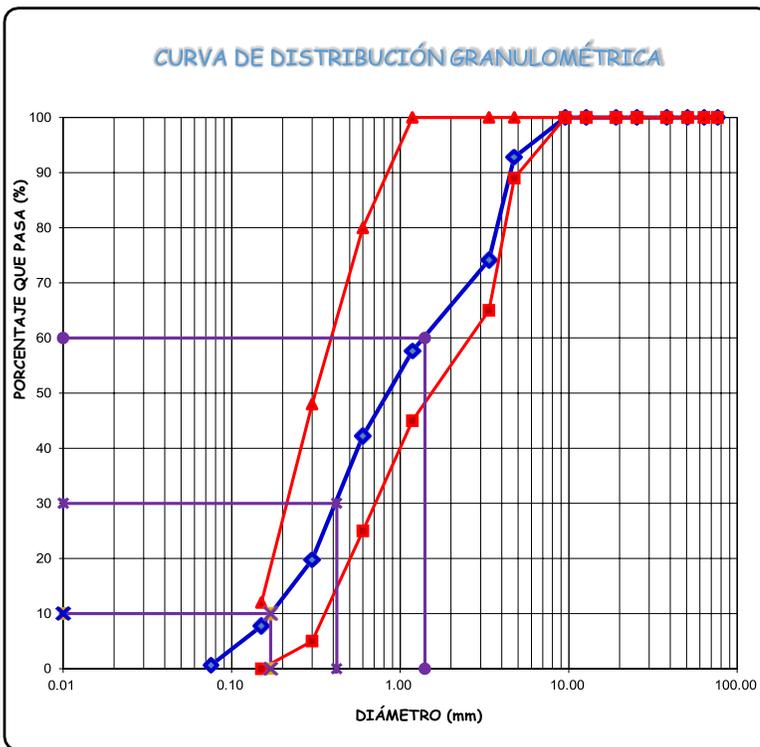
ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CANTERA: MARGARITA

FECHA: 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

ENSAYO: ENSAYO 2

Peso Seco Inicial =		1500.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		9.00			
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	108.00	7.20	7.20	92.80
N°8	3.36	280.00	18.67	25.87	74.13
N 16	1.18	248.00	16.53	42.40	57.60
N 30	0.60	231.00	15.40	57.80	42.20
N 50	0.30	337.00	22.47	80.27	19.73
N 100	0.15	180.00	12.00	92.27	7.73
N 200	0.075	107.00	7.13	99.40	0.60
Cazoleta	--	9.00	0.60	100.00	0.00
TOTAL		1500.0			
MÓDULO DE FINURA =		3.058			



D60 =	1.40	D30 =	0.42	D10 =	0.17
Cu =	8.24	Cc =	0.74		

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE EL HUSO GRANULOMETRICO "M" DE LA NORMA N.T.P. 400.037 - ATMC-33

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO ESTUDIADO ES DE 93.997.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
*Fuente*  
 Davis Frank Velásquez Hilario  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 195303

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012/AASHTO T- 27/ MTC E 202

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

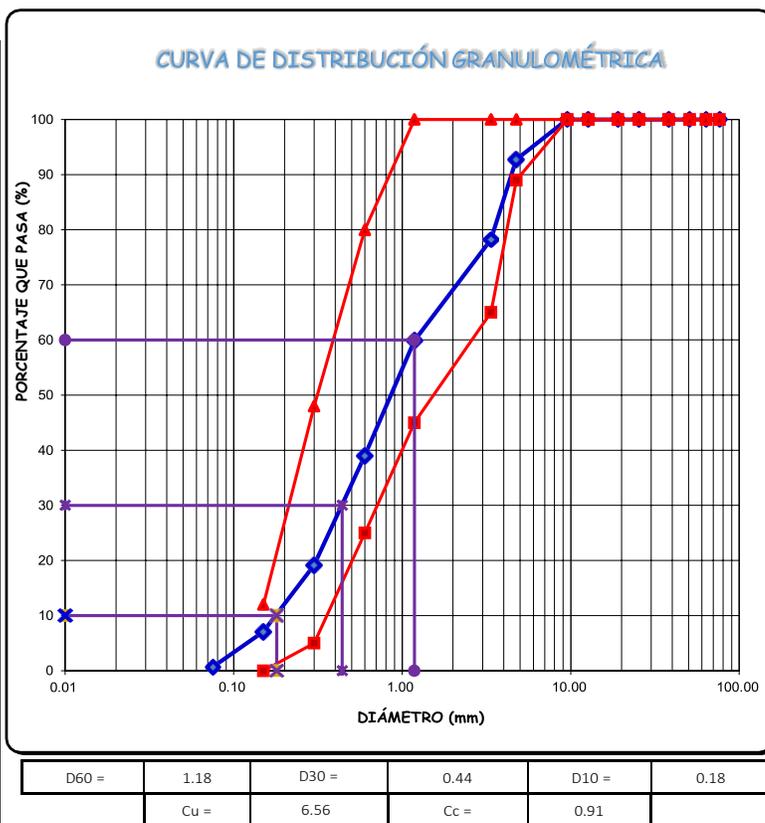
ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CANTERA: MARGARITA

FECHA: 25 DE NOVIEMBRE DEL 2019.

ENSAYO: ENSAYO 2

Peso Seco Inicial =		1500.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		10.00			
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	109.00	7.27	7.27	92.73
N°8	3.36	218.00	14.53	21.80	78.20
N 16	1.18	275.00	18.33	40.13	59.87
N 30	0.60	313.00	20.87	61.00	39.00
N 50	0.30	298.00	19.87	80.87	19.13
N 100	0.15	181.00	12.07	92.93	7.07
N 200	0.075	96.00	6.40	99.33	0.67
Cazoleta	--	10.00	0.67	100.00	0.00
TOTAL		1500.0			
MÓDULO DE FINURA =		3.040			



OBSERVACIONES:

LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE EL HUSO GRANULOMETRICO "M" DE LA NORMA N.T.P. 400.037 - ATMC-33

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO ESTUDIADO ES DE 3.040.



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

MATERIAL MÁS FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 (ASTM.C -117 / NTP 400.018)

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

FECHA: 09 DE MARZO DEL 2020.

MATERIAL : AGREGADO FINO DE RÍO

1 .00 Ensayo partículas < N° 200 para el Agregado Fino

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso de Muestra Original	g	500.00	500.00	500.00	
1.02	Peso de la muestra Lavada	g	482.00	481.30	481.60	
1.03	Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	g	18.00	18.70	18.40	
	% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	3.60%	3.74%	3.68%	3.67%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
*Davis Frank Velásquez Hilario*  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / TEL. 076 633319

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS PARA CONCRETO

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN  
CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON  
ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL  
REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL  
AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO  
RECICLADO.”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA, 09 DE MARZO DEL 2020.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS PARA CONCRETO / A.S.T.M.C -33**

**TESIS:** "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO REICLADO."

**TESISTA:** BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

**ASESOR:** DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

**FECHA:** 09 DE MARZO DEL 2020.

**MATERIAL :** AGREGADO GRUESO - REICLADO

**A) CALCULO DEL PESO ESPECIFICO DEL AGUA**

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
*David Frank Velásquez Hilario*  
David Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso de la fiola en (g) =	140	140	140	
Peso de la fiola +agua (g) =	638.96	639.14	638.5	
Volumen de la fiola (cm <sup>3</sup> ) =	500.00	500.00	500.00	
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> ) =	0.99792	0.99828	0.99700	0.99773
<b>Pe. en (Kg/m<sup>3</sup>) =</b>	<b>997.92</b>	<b>998.28</b>	<b>997.00</b>	<b>997.73</b>

**B) CALCULO DEL Factor f**

Descripción	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso del Molde (g) =	4228.00	4228.00	4228.00	
Peso del Molde +Agua (g) =	13603.00	13598.00	13602.00	
Peso Agua (Kg) =	9.3750	9.3700	9.3740	
<b>f (1/m<sup>3</sup>) =</b>	<b>106.425</b>	<b>106.482</b>	<b>106.436</b>	<b>106.448</b>

**1.00 Peso Unitario Suelto (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205)**

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso del recipiente	g	4231.00	4231.00	4231.00	
1.03	Peso de muestra suelta + recipiente	g	16487.00	16368.00	16391.00	
1.04	Peso de la muestra suelta	g	12256.00	12137.00	12160.00	
1.05	Factor (f)	1/m <sup>3</sup>	106.448	106.448	106.448	
1.06	Peso Unitario Suelto	g/cm <sup>3</sup>	1.305	1.292	1.294	1.297
	<b>Peso Unitario Suelto</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1305</b>	<b>1292</b>	<b>1294</b>	<b>1297</b>

**2.00 Peso Unitario Compactado (NTP 400.017, NTP 400.037 /A.S.T.M.C -29 / MTC E 205)**

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
2.01	Peso del recipiente	g	4231.00	4231.00	4231.00	
2.02	Peso de muestra Compactada + recipiente	g	16857.00	16972.00	17033.00	
2.03	Peso de la muestra suelta	g	12626.00	12741.00	12802.00	
2.04	Factor (f)		106.448	106.448	106.448	
2.05	Peso Unitario Compactado	g/cm <sup>3</sup>	1.344	1.356	1.363	1.354
	<b>Peso Unitario Compactado</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>1344</b>	<b>1356</b>	<b>1363</b>	<b>1354</b>

**PROPIEDADES FÍSICAS DE AGREGADOS PARA CONCRETO / A.S.T.M.C -33**

**TESIS:** "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

**TESISTA:** BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

**ASESOR:** DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

**FECHA:** 09 DE MARZO DEL 2020.

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - RECICLADO

**3.00** Peso Específico - ASTM C -127 / MTC E 204 / NTP 400.021

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
3.01	Peso de muestra SSS + canastilla sumergida	g	2738.50	2742.20	2742.30	
3.02	Peso de canastilla sumergida	g	875.00	875.00	875.00	
3.03	Peso de la muestra superficialmente Seca	g	2347.00	2363.00	2370.00	
3.04	Peso de la muestra secada al horno	g	2260.00	2273.00	2281.00	
3.05	Peso de la muestra sumergida en el agua	g	1415.00	1431.00	1453.00	
	<b>Peso Específico de Masa</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.425</b>	<b>2.439</b>	<b>2.487</b>	<b>2.450</b>
	<b>Peso Específico de Masa Saturado Superficialmente Seco</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.518</b>	<b>2.535</b>	<b>2.585</b>	<b>2.546</b>
	<b>Peso Específico de Aparente</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.675</b>	<b>2.700</b>	<b>2.755</b>	<b>2.710</b>

**4.00** Absorción (%) ASTM C -127 / MTC E 204 / NTP 400.021

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
4.01	Peso de la muestra superficialmente seca	g	2347.00	2363.00	2370.00	
4.02	Peso de la muestra secada al horno	g	2260.00	2273.00	2281.00	
	<b>Absorción (%)</b>	<b>%</b>	<b>3.850</b>	<b>3.960</b>	<b>3.902</b>	<b>3.900</b>

**5.00** Contenido de Humedad (%) A.S.T.M.C -566 / MTC E 118 / NTP 339.185

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
5.01	Peso del recipiente	g	134.90	126.00	138.70	
5.02	Peso del recipiente + muestra húmeda	g	2246.00	2555.00	2482.00	
5.03	Peso del recipiente + muestra seca	g	2232.00	2538.00	2466.00	
	<b>Contenido de humedad</b>	<b>W %</b>	<b>0.67</b>	<b>0.70</b>	<b>0.69</b>	<b>0.69</b>

ENSAYO DE ABRASIÓN / NTP 400.019 / ASTM C 702 / MTC E 207

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

FECHA: 09 DE MARZO DEL 2020.

MATERIAL : AGREGADO GRUESO - RECICLADO

Gradación	Equipo Mecánico	N° de Esferas	Velocidad (Rev./min)	N° de Revoluciones	Tamaño Máx. Nominal	Peso de la Muestra en (g.)
B	Máquina de los Ángeles	11	30 - 33	500.00	3/4"	5000.00
N° DE ENSAYOS				1°	2°	3°
Peso Inicial de la muestra seca al horno (g.)				5000	5000	5000
Peso retenido en la malla N° 12 Lavado y secado al horno en (g)				3406	3421	3417
% Desg. = $((P_i - P_f) / P_i) \times 100$				31.88	31.58	31.66
Abrasión % Desgaste Promedio				31.71		

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
 -----  
 Davis Frank Velásquez Hilario  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 195303

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO- RECICLADO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 /AASHTO T- 27/ MTC E 202

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

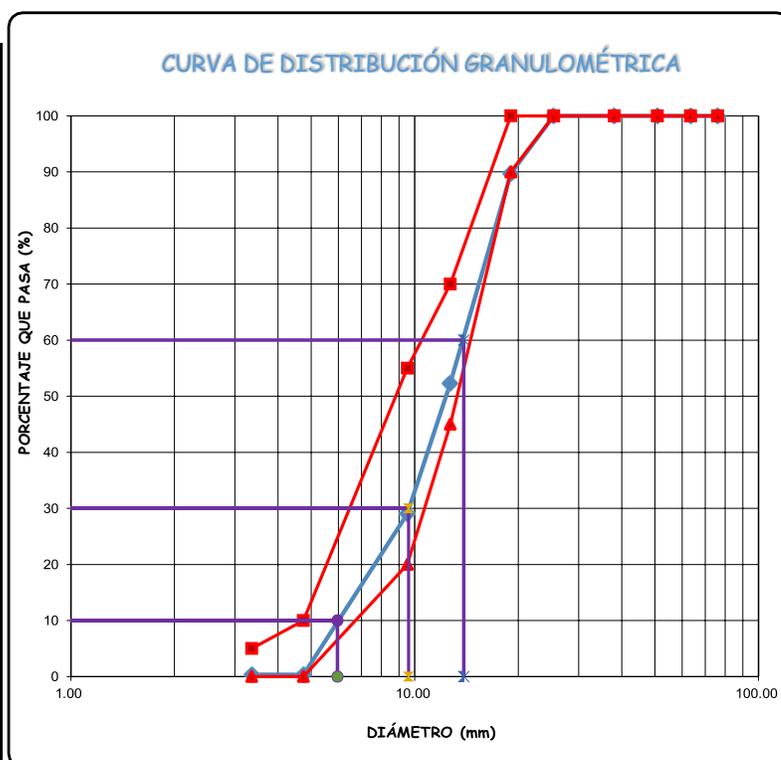
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

FECHA: 09 DE MARZO DEL 2020.

ENSAYO: ENSAYO 1

Peso Seco Inicial =		5500.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		19.00			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	565.00	10.27	10.27	89.73
½"	12.70	2055.00	37.36	47.64	52.36
3/8"	9.53	1284.00	23.35	70.98	29.02
N°4	4.75	1577.00	28.67	99.65	0.35
N°8	3.36	0.00	0.00	99.65	0.35
N 16	1.18	0.00	0.00	99.65	0.35
N 30	0.60	0.00	0.00	99.65	0.35
N 50	0.30	0.00	0.00	99.65	0.35
N 100	0.15	0.00	0.00	99.65	0.35
N 200	0.075	0.00	0.00	99.65	0.35
Cazoleta	--	19	0.35	100.00	0.00
TOTAL		5500.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.792			



D60 =	13.00	D30 =	9.60	D10 =	5.96
Cu =	2.18	Cc =	1.19		

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.792.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO- RECICLADO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 / AASHTO T- 27/ MTC E 202

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

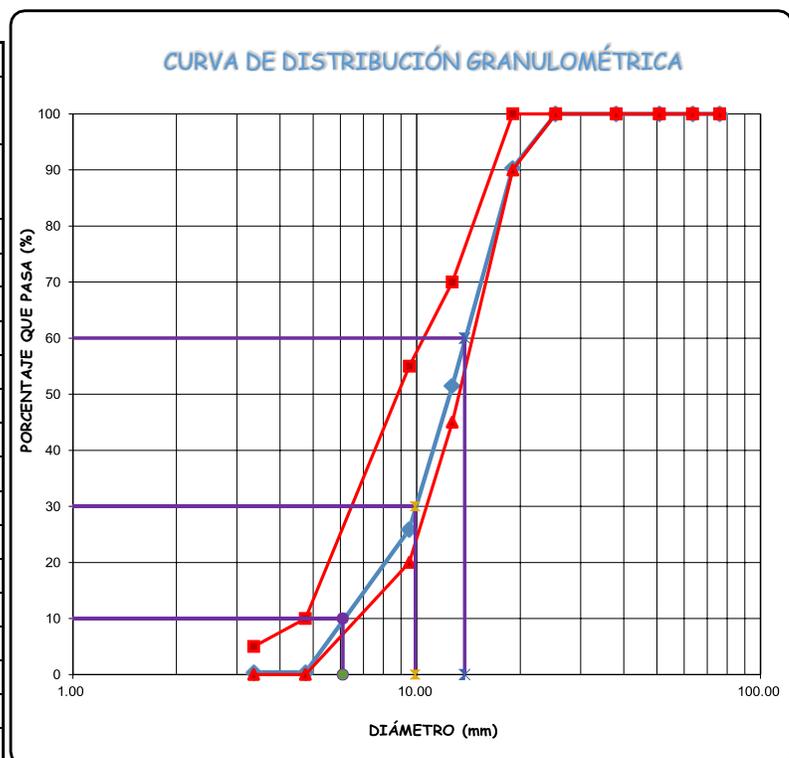
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

FECHA: 09 DE MARZO DEL 2020.

ENSAYO: ENSAYO 2

Peso Seco Inicial =		5500.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		22.00			
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	531.00	9.65	9.65	90.35
½"	12.70	2137.00	38.85	48.51	51.49
⅜"	9.53	1409.00	25.62	74.13	25.87
N°4	4.75	1401.00	25.47	99.60	0.40
N°8	3.36	0.00	0.00	99.60	0.40
N 16	1.18	0.00	0.00	99.60	0.40
N 30	0.60	0.00	0.00	99.60	0.40
N 50	0.30	0.00	0.00	99.60	0.40
N 100	0.15	0.00	0.00	99.60	0.40
N 200	0.075	0.00	0.00	99.60	0.40
Cazoleta	--	22	0.40	100.00	0.00
TOTAL		5500.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.814			



D60 =	13.00	D30 =	9.90	D10 =	6.10
Cu =	2.13	Cc =	1.24		

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.814.

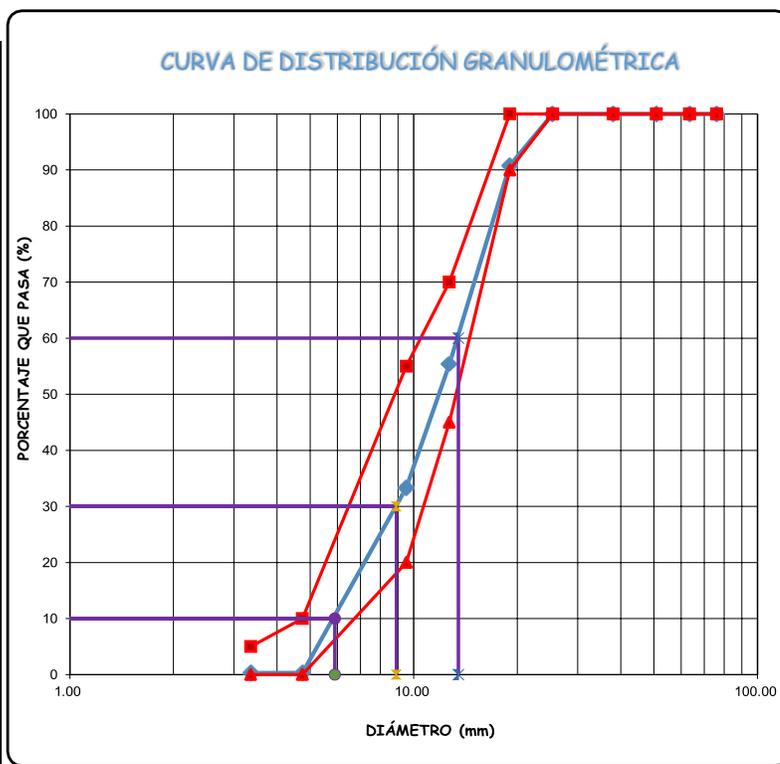


SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
 ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
 SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
 CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
 TELF: 076-633319

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO- RECICLADO: A.S.T.M. C 136 / NTP 400.012 /AASHTO T- 27/ MTC E 202

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."  
 TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ  
 ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL  
 FECHA: 09 DE MARZO DEL 2020.  
 ENSAYO: ENSAYO 3

Peso Seco Inicial =		5500.00			
PESO SECO MENOR QUE 0.075 mm. (MALLA N° 200) =		17.00			
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	507.00	9.22	9.22	90.78
½"	12.70	1947.00	35.40	44.62	55.38
3/8"	9.53	1213.00	22.05	66.67	33.33
N°4	4.75	1816.00	33.02	99.69	0.31
N°8	3.36	0.00	0.00	99.69	0.31
N 16	1.18	0.00	0.00	99.69	0.31
N 30	0.60	0.00	0.00	99.69	0.31
N 50	0.30	0.00	0.00	99.69	0.31
N 100	0.15	0.00	0.00	99.69	0.31
N 200	0.075	0.00	0.00	99.69	0.31
Cazoleta	--	17	0.31	100.00	0.00
TOTAL		5500.00			
MÓDULO DE FINURA =		6.740			



D60 =	13.00	D30 =	8.90	D10 =	5.90
Cu =	2.20	Cc =	1.03		

OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO CUMPLE EL USO GRANULOMETRICO N° 67 DE LA NORMA A.S.T.M. C 33M-16.

EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO ESTUDIADO ES DE 6.740.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
 Davis Frank Velásquez Hilario  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 195303



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488  
TELF: 076-633319

MATERIAL MÁS FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 (ASTM.C -117 / NTP 400.018)

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

ASESOR: DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

FECHA: 09 DE MARZO DEL 2020.

MATERIAL : AGREGADO GRUESO – RECICLADO

1.00 Ensayo partículas < N° 200 para el Agregado Grueso

Ítem	Descripción	Und.	M-1	M-2	M-3	Promedio
1.01	Peso de Muestra Original	g	3500.00	3500.00	3500.00	
1.02	Peso de la muestra Lavada	g	3471.6	3470.8	3469.5	
1.03	Peso del Material que pasa el Tamiz N° 200	g	28.40	29.20	30.50	
	% de Material que Pasa el Tamiz N° 200	%	0.81%	0.83%	0.87%	0.839%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
 Davis Frank Velásquez Hilario  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 195303

**ANEXO II. ENSAYOS PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A  
COMPRESIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO MEDIANTE  
ESCLEROMETRÍA**



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA.  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS.  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / RUC: 20602101488

Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín - Cajamarca  
CORREO:guersaningenieros@gmail.com

## MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 805M-13a)

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN  
DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$   
kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT®  
290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES  
PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR  
AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY  
DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA, 12 DE FEBRERO DEL 2020

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

	<b>“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”</b>		<b>GI-CCCe-007-02-20</b>
			<b>Fecha:</b> 12/02/2020
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTA:</b>	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL		
<b>ENSAYO N° 01</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/02/2020	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	Piedra de río con TMN 3/4"
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	10 años	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A Instruments - ZC3-A	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Concreto endurecido
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	22/11/2019	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA "A" - Jirón Jorge Chávez Cuadra 1		<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b> $\alpha = -90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	38	VÁLIDO	
2	34	VÁLIDO	
3	38	VÁLIDO	
4	32	VÁLIDO	
5	34	VÁLIDO	
6	37	VÁLIDO	
7	36	VÁLIDO	
8	34	VÁLIDO	
9	31	VÁLIDO	
10	35	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	34.90	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	2.38
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		319 kg/cm <sup>2</sup>	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Davis Frank Velásquez Hilario INGENIERO CIVIL CIP. N° 195303	

	<b>“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”</b>		<b>GI-CCCe-007-02-20</b>
			<b>Fecha:</b> 12/02/2020
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTA:</b>	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL		
<b>ENSAYO N° 02</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/02/2020	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	Piedra de río con TMN 3/4"
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	10 años	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A Instruments - ZC3-A	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Concreto endurecido
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	22/11/2019	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA "B" - Jirón Jorge Chávez Cuadra 1		<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b> $\alpha = -90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	33	VÁLIDO	
2	45	NO VÁLIDO	
3	38	VÁLIDO	
4	40	VÁLIDO	
5	32	VÁLIDO	
6	34	VÁLIDO	
7	39	VÁLIDO	
8	36	VÁLIDO	
9	35	VÁLIDO	
10	32	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	36.40	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	2.85
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		335 kg/cm <sup>2</sup>	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Davis Frank Velásquez Hilario INGENIERO CIVIL CIP. N° 195303	

	<b>“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”</b>		<b>GI-CCCe-007-02-20</b>
			<b>Fecha:</b> 12/02/2020
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTA:</b>	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL		
<b>ENSAYO N° 03</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/02/2020	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	Piedra de río con TMN 3/4"
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	10 años	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A Instruments - ZC3-A	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Concreto endurecido
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	22/11/2019	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA "C" - Jirón Jorge Chávez Cuadra 1		<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b> $\alpha = -90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	33	VÁLIDO	
2	36	VÁLIDO	
3	37	VÁLIDO	
4	29	VÁLIDO	
5	32	VÁLIDO	
6	36	VÁLIDO	
7	30	VÁLIDO	
8	34	VÁLIDO	
9	32	VÁLIDO	
10	34	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	33.30	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	2.49
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		296 kg/cm <sup>2</sup>	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Davis Frank Velásquez Hilario INGENIERO CIVIL CIP. N° 195303	

	<b>“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”</b>		<b>GI-CCCe-007-02-20</b>
			<b>Fecha:</b> 12/02/2020
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTA:</b>	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL		
<b>ENSAYO N° 04</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/02/2020	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	Piedra de río con TMN 3/4"
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	10 años	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A Instruments - ZC3-A	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Concreto endurecido
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	22/11/2019	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA "D" - Jirón Jorge Chávez Cuadra 1		<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b> $\alpha = -90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	34	VÁLIDO	
2	37	VÁLIDO	
3	36	VÁLIDO	
4	33	VÁLIDO	
5	33	VÁLIDO	
6	32	VÁLIDO	
7	36	VÁLIDO	
8	36	VÁLIDO	
9	38	VÁLIDO	
10	32	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	34.70	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	2.05
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		317 kg/cm <sup>2</sup>	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Davis Frank Velásquez Hilario INGENIERO CIVIL CIP. N° 195303	

	<b>“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”</b>		<b>GI-CCCe-007-02-20</b>
			<b>Fecha:</b> 12/02/2020
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTA:</b>	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL		
<b>ENSAYO N° 05</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/02/2020	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	Piedra de río con TMN 3/4"
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	10 años	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A Instruments - ZC3-A	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Concreto endurecido
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	22/11/2019	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA "E" - Intersección Jr. Jorge Chávez y Sánchez Hoyos		<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b> $\alpha = -90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	33	VÁLIDO	
2	31	VÁLIDO	
3	35	VÁLIDO	
4	36	VÁLIDO	
5	31	VÁLIDO	
6	37	VÁLIDO	
7	31	VÁLIDO	
8	34	VÁLIDO	
9	34	VÁLIDO	
10	33	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	33.50	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	2.01
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		300 kg/cm <sup>2</sup>	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Davis Frank Velásquez Hilario INGENIERO CIVIL CIP. N° 195303	

	<b>“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”</b>		<b>GI-CCCe-007-02-20</b>
			<b>Fecha:</b> 12/02/2020
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTA:</b>	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL		
<b>ENSAYO N° 06</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/02/2020	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	Piedra de río con TMN 3/4"
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	10 años	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A Instruments - ZC3-A	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Concreto endurecido
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	22/11/2019	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA "F" - Jirón Sánchez Hoyos Cuadra 1	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	$\alpha = -90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	30	VÁLIDO	
2	36	VÁLIDO	
3	36	VÁLIDO	
4	38	VÁLIDO	
5	33	VÁLIDO	
6	35	VÁLIDO	
7	34	VÁLIDO	
8	36	VÁLIDO	
9	34	VÁLIDO	
10	32	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	34.4	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	2.20
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		314 kg/cm <sup>2</sup>	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Davis Frank Velásquez Hilario INGENIERO CIVIL CIP. N° 195303	

	<b>“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”</b>		<b>GI-CCCe-007-02-20</b>
			<b>Fecha:</b> 12/02/2020
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTA:</b>	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL		
<b>ENSAYO N° 07</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/02/2020	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	Piedra de río con TMN 3/4"
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	10 años	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm2
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A Instruments - ZC3-A	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Concreto endurecido
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	22/11/2019	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA "G" - Jirón Sánchez Hoyos Cuadra 1	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	$\alpha = -90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	38	NO VÁLIDO	
2	34	VÁLIDO	
3	34	VÁLIDO	
4	36	VÁLIDO	
5	32	VÁLIDO	
6	36	VÁLIDO	
7	33	VÁLIDO	
8	35	VÁLIDO	
9	32	VÁLIDO	
10	32	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	34.2	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	1.94
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		312 kg/cm <sup>2</sup>	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Davis Frank Velásquez Hilario INGENIERO CIVIL CIP. N° 195303	

	<b>“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”</b>		<b>GI-CCCe-007-02-20</b>
			<b>Fecha:</b> 12/02/2020
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTA:</b>	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL		
<b>ENSAYO N° 08</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/02/2020	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	Piedra de río con TMN 3/4"
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	10 años	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm2
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A Instruments - ZC3-A	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Concreto endurecido
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	22/11/2019	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA "H" - Jirón Sánchez Hoyos Cuadra 1	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	$\alpha = -90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	37	VÁLIDO	
2	34	VÁLIDO	
3	34	VÁLIDO	
4	35	VÁLIDO	
5	38	NO VÁLIDO	
6	33	VÁLIDO	
7	35	VÁLIDO	
8	38	NO VÁLIDO	
9	33	VÁLIDO	
10	33	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	35.0	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	1.80
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		320 kg/cm2	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Davis Frank Velásquez Hilario INGENIERO CIVIL CIP. N° 195303	

	<b>“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”</b>		<b>GI-CCCe-007-02-20</b>
			<b>Fecha:</b> 12/02/2020
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTA:</b>	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL		
<b>ENSAYO N° 09</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/02/2020	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	Piedra de río con TMN 3/4"
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	10 años	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm2
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A Instruments - ZC3-A	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Concreto endurecido
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	22/11/2019	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA "I" - Jirón Sánchez Hoyos Cuadra 1	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	$\alpha = -90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	36	VÁLIDO	
2	35	VÁLIDO	
3	32	VÁLIDO	
4	35	VÁLIDO	
5	34	VÁLIDO	
6	35	VÁLIDO	
7	32	VÁLIDO	
8	45	NO VÁLIDO	
9	34	VÁLIDO	
10	33	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	35.1	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	1.41
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		310 kg/cm2	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Davis Frank Velásquez Hilario INGENIERO CIVIL CIP. N° 195303	

	<b>“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”</b>		<b>GI-CCCe-007-02-20</b>
			<b>Fecha:</b> 12/02/2020
<b>MÉTODO ESTÁNDAR DEL NÚMERO DE REBOTE EN CONCRETO ENDURECIDO (A.S.T.M. C 805M-13a)</b>			
<b>TESISTA:</b>	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ		
<b>ASESOR:</b>	DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL		
<b>ENSAYO N° 10</b>			
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>		<b>INFORMACIÓN ACERCA DEL CONCRETO</b>	
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	12/02/2020	<b>TIPO DE AGREGADO Y MEZCLA EMPLEADA:</b>	Piedra de río con TMN 3/4"
<b>EDAD DEL CONCRETO:</b>	10 años	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN ESPECIFICADA:</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>
<b>IDENTIFICACIÓN DEL MARTILLO:</b>		<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO</b>	
<b>MARCA - MODELO:</b>	A&A Instruments - ZC3-A	<b>TIPO DE SUPERFICIE:</b>	Concreto endurecido
<b>N° DE SERIE:</b>	503	<b>CONDICIÓN DE CURADO:</b>	Ninguna
<b>FECHA DE CALIBRACIÓN:</b>	22/11/2019	<b>CONDICIÓN DE HUMEDAD:</b>	Seco
<b>INFORMACIÓN DEL NÚMERO DE REBOTES</b>			
<b>ESTRUCTURA:</b>	ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA "I" - Jirón Sánchez Hoyos Cuadra 1	<b>ÁNGULO DE IMPACTO:</b>	$\alpha = -90$
<b>REGISTRO DE LECTURAS</b>			
<b>N° LECTURA</b>	<b>REBOTE (R)</b>	<b>ACEPTACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES INDIVIDUALES</b>
1	37	VÁLIDO	
2	36	VÁLIDO	
3	33	VÁLIDO	
4	38	VÁLIDO	
5	36	VÁLIDO	
6	37	VÁLIDO	
7	32	VÁLIDO	
8	36	VÁLIDO	
9	33	VÁLIDO	
10	38	VÁLIDO	
<b>PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA</b>			
<b>PROMEDIO DE LECTURAS VÁLIDAS:</b>	35.6	<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LECTURAS:</b>	2.06
<b>CORRELACIÓN ENTRE EL NÚMERO PROMEDIO DE REBOTE (R) Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DEL CONCRETO (*):</b>		332 kg/cm <sup>2</sup>	
(*) Valor de la tabla de correlaciones del esclerómetro empleado.			
<b>OBSERVACIONES:</b>		<b>REVISADO Y APROBADO POR:</b>	
		 GUERSAN INGENIEROS S.R.L. Davis Frank Velásquez Hilario INGENIERO CIVIL CIP. N° 195303	

**ANEXO III. DISEÑOS DE MEZCLA DE CONCRETO**

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 - Barrio San Martín - Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA, 01 DE DICIEMBRE DEL 2019.

## INFORME TÉCNICO DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### 1.0. GENERALIDADES:

#### 1.1. Objetivo del Informe:

El presente informe tiene por finalidad dar a conocer a BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ, el diseño de mezcla de concreto para la tesis: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.". Diseño sobre el cual se rige la dosificación de materiales para el abastecimiento de concreto para el estudio.

### 2.0. DATOS DE TESIS:

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### 3.0. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

CANTERA DE AGREGADO FINO : MARGARITA  
CANTERA DE AGREGADO GRUESO : MARGARITA

#### 3.1. CEMENTO

- PORTLAND TIPO I - A.S.T.M.C -150
- PESO ESPECÍFICO:  $3.10 \text{ g/cm}^3$

3.2. AGREGADO FINO : DE CANTERA

PESO ESPECIFICO MASA :  $2.62 \text{ g/cm}^3$

PESO UNITARIO SUELTO SECO :  $1624 \text{ kg/m}^3$

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO :  $1853 \text{ kg/m}^3$

HUMEDAD NATURAL : 1.88 %

ABSORCIÓN : 1.19 %

MÓDULO DE FINURA : 3.03

MATERIAL MÁS FINO TAMIZ N°200 : 3.67 %

3.3.	AGREGADO GRUESO	:	PIEDRA CHANCADA
	PERFIL	:	Angular
	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	:	3/4"
	PESO ESPECIFICO MASA	:	2.62 g/cm <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SUELTO SECO	:	1478 kg/m <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	:	1604 kg/m <sup>3</sup>
	HUMEDAD NATURAL	:	0.29 %
	ABSORCIÓN	:	0.96 %
	MÓDULO DE FINURA	:	6.74
	MATERIAL MÁS FINO TAMIZ N° 200	:	0.48 %
	ABRASIÓN	:	27.62 %

4.0. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL CONCRETO:

- RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DISEÑO :  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO:  $f'c = 252 \text{ Kg/cm}^2$
- ASENTAMIENTO : 0"
- RELACION AGUA / CEMENTO : 0.32

5.0. CANTIDAD DE MATERIALES POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO

5.1. MATERIALES DE DISEÑO POR M<sup>3</sup>

- CEMENTO : 319.01 Kg.
- AGREGADO FINO SECO : 223.73 Kg.
- AGREGADO GRUESO SECO : 1385.72 Kg.
- AGUA DE DISEÑO : 102.08 Lt.
- ADITIVO (SIKAMENT 290 N) : 2.39 Lt.
- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO : 17.81 %

5.2. MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M<sup>3</sup>

- CEMENTO : 319.01 Kg. (7.32 bls)
- AGREGADO FINO HÚMEDO : 227.94 Kg.
- AGREGADO GRUESO SECO : 1389.79 Kg.
- AGUA DE EFECTIVA : 109.73 Lt.
- ADITIVO (SIKAMENT 290 N) : 2.39 Lt.
- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO : 17.81 %

---

6.0. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

6.1. PROPORCIONAMIENTO EN PESO.

1.00: 0.71: 4.36 / 14.60 Lt/ 318.81cm<sup>3</sup>

6.2. PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN APARENTE.

1.00: 0.64: 4.41 / 14.60 Lt/318.81cm<sup>3</sup> /bolsa.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
-----  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

7.0. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- La curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico de la norma técnica N.T.P. 400.037 y la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N°67 de la norma técnica A.S.T.M. C 33M-16.
- Para elaborar las mezclas de concreto, se recomienda lavar previamente el agregado fino, debido a que éste contiene mayor porcentaje de partículas finas menores que el tamiz N° 200, acorde a la Norma Técnica vigente A.S.T.M. C-33M-16.
- El material más fino que el tamiz N° 200, contenido en los agregados, se ha determinado utilizando el procedimiento de ensayo acorde a la norma A.S.T.M. C-117 (N.T.P. 400.018).
- El agua a utilizarse en la mezcla de concreto cumple con lo estipulado en la Norma NTP 339.088.
- Se recomienda realizar, un muestreo de especímenes de concreto, acorde con la Norma Técnica A.S.T.M. C 172, los mismos que serán curados de acuerdo a la Norma Técnica A.S.T.M. C 31M-12 y ensayados según la Norma Técnica A.S.T.M. C 39M – 14, lo que determinará la resistencia a compresión del concreto.

CAJAMARCA, 01 DE DICIEMBRE DEL 2019

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
-----  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 - Barrio San Martín - Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

### DISEÑO:

10% ACR

CAJAMARCA, 12 DE MARZO DEL 2020.

## INFORME TÉCNICO DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### 1.0. GENERALIDADES:

#### 1.1. Objetivo del Informe:

El presente informe tiene por finalidad dar a conocer a BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ, el diseño de mezcla de concreto para la tesis: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.". Diseño sobre el cual se rige la dosificación de materiales para el abastecimiento de concreto para el estudio.

### 2.0. DATOS DE TESIS:

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### 3.0. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

CANTERA DE AGREGADO FINO : MARGARITA  
CANTERA DE AGREGADO GRUESO : MARGARITA

#### 3.1. CEMENTO

- PORTLAND TIPO I - A.S.T.M.C -150
- PESO ESPECÍFICO:  $3.10 \text{ g/cm}^3$

3.2. AGREGADO FINO : DE CANTERA

PESO ESPECIFICO MASA :  $2.62 \text{ g/cm}^3$

PESO UNITARIO SUELTO SECO :  $1624 \text{ kg/m}^3$

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO :  $1853 \text{ kg/m}^3$

HUMEDAD NATURAL : 1.88 %

ABSORCIÓN : 1.19 %

MÓDULO DE FINURA : 3.03

MATERIAL MÁS FINO TAMIZ N°200 : 3.67 %

3.3.	AGREGADO GRUESO	:	AGREGADO GRUESO
	PERFIL	:	Angular
	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	:	3/4"
	PESO ESPECIFICO MASA	:	2.62 g/cm <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SUELTO SECO	:	1478 kg/m <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	:	1604 kg/m <sup>3</sup>
	HUMEDAD NATURAL	:	0.29 %
	ABSORCIÓN	:	0.96 %
	MÓDULO DE FINURA	:	6.74
	MATERIAL MÁS FINO TAMIZ N° 200	:	0.48 %
	ABRASIÓN	:	27.62 %
3.4.	AGREGADO GRUESO	:	AGREGADO GRUESO RECICLADO
	PERFIL	:	Angular
	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	:	3/4"
	PESO ESPECIFICO MASA	:	2.45 g/cm <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SUELTO SECO	:	1297 kg/m <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	:	1354 kg/m <sup>3</sup>
	HUMEDAD NATURAL	:	0.69 %
	ABSORCIÓN	:	3.90 %
	MÓDULO DE FINURA	:	6.78
	MATERIAL MÁS FINO TAMIZ N° 200	:	0.84 %
	ABRASIÓN	:	31.71 %

4.0. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL CONCRETO:

- RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DISEÑO :  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO:  $f'cr = 252 \text{ Kg/cm}^2$
- ASENTAMIENTO : 0" - 2"
- RELACION AGUA / CEMENTO : 0.32
- AGREGADO RECICLADO : 10%

5.0. CANTIDAD DE MATERIALES POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO

5.1. MATERIALES DE DISEÑO POR M<sup>3</sup>

- CEMENTO : 319.01 Kg.
- AGREGADO FINO SECO : 223.73 Kg.
- AGREGADO GRUESO SECO : 1247.15 Kg.
- AGREGADO GRUESO RECICLADO SECO : 129.66 Kg.
- AGUA DE DISEÑO : 102.08 Lt.
- ADITIVO (SIKAMENT 290 N) : 2.39 Lt.
- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO : 17.09 %

5.2. MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M<sup>3</sup>

- CEMENTO : 319.01 Kg. (7.32 bls)
- AGREGADO FINO HÚMEDO : 227.94 Kg.
- AGREGADO GRUESO SECO : 1250.81 Kg.
- AGREGADO GRUESO RECICLADO SECO : 130.55 Kg.
- AGUA DE EFECTIVA : 112.97 Lt.
- ADITIVO (SIKAMENT 290 N) : 2.39 Lt.
- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO : 17.09 %

6.0. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

6.1. PROPORCIONAMIENTO EN PESO.

1.00: 0.71: 3.92: 0.41/ 15.10 Lt/ 318.41cm<sup>3</sup>

6.2. PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN APARENTE.

1.00: 0.64: 3.97: 0.47/ 15.10 Lt/318.41cm<sup>3</sup> /bolsa.

7.0. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- La curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico de la norma técnica N.T.P. 400.037 y la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N°67 de la norma técnica A.S.T.M. C 33M-16.
- Para elaborar las mezclas de concreto, se recomienda lavar previamente el agregado fino, debido a que éste contiene mayor porcentaje de partículas finas menores que el tamiz N° 200, acorde a la Norma Técnica vigente A.S.T.M. C-33M-16.
- El material más fino que el tamiz N° 200, contenido en los agregados, se ha determinado utilizando el procedimiento de ensayo acorde a la norma A.S.T.M. C-117 (N.T.P. 400.018).
- El agua a utilizarse en la mezcla de concreto cumple con lo estipulado en la Norma NTP 339.088.
- Se recomienda realizar, un muestreo de especímenes de concreto, acorde con la Norma Técnica A.S.T.M. C 172, los mismos que serán curados de acuerdo a la Norma Técnica A.S.T.M. C 31M-12 y ensayados según la Norma Técnica A.S.T.M. C 39M – 14, lo que determinará la resistencia a compresión del concreto.

CAJAMARCA, 12 DE MARZO DEL 2020.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
-----  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 - Barrio San Martín - Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

### DISEÑO:

20% ACR

CAJAMARCA, 12 DE MARZO DEL 2020.

## INFORME TÉCNICO DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### 1.0. GENERALIDADES:

#### 1.1. Objetivo del Informe:

El presente informe tiene por finalidad dar a conocer a BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ, el diseño de mezcla de concreto para la tesis: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.". Diseño sobre el cual se rige la dosificación de materiales para el abastecimiento de concreto para el estudio.

### 2.0. DATOS DE TESIS:

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### 3.0. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

CANTERA DE AGREGADO FINO : MARGARITA  
CANTERA DE AGREGADO GRUESO : MARGARITA

#### 3.1. CEMENTO

- PORTLAND TIPO I - A.S.T.M.C -150
- PESO ESPECÍFICO:  $3.10 \text{ g/cm}^3$

3.2. AGREGADO FINO : DE CANTERA

PESO ESPECIFICO MASA :  $2.62 \text{ g/cm}^3$

PESO UNITARIO SUELTO SECO :  $1624 \text{ kg/m}^3$

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO :  $1853 \text{ kg/m}^3$

HUMEDAD NATURAL : 1.88 %

ABSORCIÓN : 1.19 %

MÓDULO DE FINURA : 3.03

MATERIAL MÁS FINO TAMIZ N°200 : 3.67 %

---

3.3.	AGREGADO GRUESO	:	AGREGADO GRUESO
	PERFIL	:	Angular
	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	:	3/4"
	PESO ESPECIFICO MASA	:	2.62 g/cm <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SUELTO SECO	:	1478 kg/m <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	:	1604 kg/m <sup>3</sup>
	HUMEDAD NATURAL	:	0.29 %
	ABSORCIÓN	:	0.96 %
	MÓDULO DE FINURA	:	6.74
	MATERIAL MÁS FINO TAMIZ N° 200	:	0.48 %
	ABRASIÓN	:	27.62 %
3.4.	AGREGADO GRUESO	:	AGREGADO GRUESO RECICLADO
	PERFIL	:	Angular
	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	:	3/4"
	PESO ESPECIFICO MASA	:	2.45 g/cm <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SUELTO SECO	:	1297 kg/m <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	:	1354 kg/m <sup>3</sup>
	HUMEDAD NATURAL	:	0.69 %
	ABSORCIÓN	:	3.90 %
	MÓDULO DE FINURA	:	6.78
	MATERIAL MÁS FINO TAMIZ N° 200	:	0.84 %
	ABRASIÓN	:	31.71 %

#### 4.0. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL CONCRETO:

- RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DISEÑO :  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO:  $f'cr = 252 \text{ Kg/cm}^2$
- ASENTAMIENTO : 0" - 2"
- RELACION AGUA / CEMENTO : 0.32
- AGREGADO RECICLADO : 20%

#### 5.0. CANTIDAD DE MATERIALES POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO

##### 5.1. MATERIALES DE DISEÑO POR M<sup>3</sup>

- CEMENTO : 319.01 Kg.
- AGREGADO FINO SECO : 223.73 Kg.
- AGREGADO GRUESO SECO : 1108.58 Kg.
- AGREGADO GRUESO RECICLADO SECO : 259.32 Kg.
- AGUA DE DISEÑO : 102.08 Lt.
- ADITIVO (SIKAMENT 290 N) : 2.39 Lt.
- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO : 15.24 %

##### 5.2. MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M<sup>3</sup>

- CEMENTO : 319.01 Kg. (7.32 bls)
- AGREGADO FINO HÚMEDO : 227.94 Kg.
- AGREGADO GRUESO SECO : 1111.83 Kg.
- AGREGADO GRUESO RECICLADO SECO : 261.10 Kg.
- AGUA DE EFECTIVA : 116.21 Lt.
- ADITIVO (SIKAMENT 290 N) : 2.39 Lt.
- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO : 15.24 %

#### 6.0. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

##### 6.1. PROPORCIONAMIENTO EN PESO.

**1.00: 0.71: 3.49: 0.82/ 15.50 Lt/ 318.41cm<sup>3</sup>**

##### 6.2. PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN APARENTE.

**1.00: 0.64: 3.53: 0.94/ 15.50 Lt/318.41cm<sup>3</sup> /bolsa.**

7.0. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- La curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico de la norma técnica N.T.P. 400.037 y la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N°67 de la norma técnica A.S.T.M. C 33M-16.
- Para elaborar las mezclas de concreto, se recomienda lavar previamente el agregado fino, debido a que éste contiene mayor porcentaje de partículas finas menores que el tamiz N° 200, acorde a la Norma Técnica vigente A.S.T.M. C-33M-16.
- El material más fino que el tamiz N° 200, contenido en los agregados, se ha determinado utilizando el procedimiento de ensayo acorde a la norma A.S.T.M. C-117 (N.T.P. 400.018).
- El agua a utilizarse en la mezcla de concreto cumple con lo estipulado en la Norma NTP 339.088.
- Se recomienda realizar, un muestreo de especímenes de concreto, acorde con la Norma Técnica A.S.T.M. C 172, los mismos que serán curados de acuerdo a la Norma Técnica A.S.T.M. C 31M-12 y ensayados según la Norma Técnica A.S.T.M. C 39M – 14, lo que determinará la resistencia a compresión del concreto.

CAJAMARCA, 12 DE MARZO DEL 2020.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
-----  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 133333

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 - Barrio San Martín - Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

### DISEÑO:

30% ACR

CAJAMARCA, 12 DE MARZO DEL 2020.

## INFORME TÉCNICO DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### 1.0. GENERALIDADES:

#### 1.1. Objetivo del Informe:

El presente informe tiene por finalidad dar a conocer a BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ, el diseño de mezcla de concreto para la tesis: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.". Diseño sobre el cual se rige la dosificación de materiales para el abastecimiento de concreto para el estudio.

### 2.0. DATOS DE TESIS:

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### 3.0. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.

CANTERA DE AGREGADO FINO : MARGARITA  
CANTERA DE AGREGADO GRUESO : MARGARITA

#### 3.1. CEMENTO

- PORTLAND TIPO I - A.S.T.M.C -150
- PESO ESPECÍFICO:  $3.10 \text{ g/cm}^3$

3.2. AGREGADO FINO : DE CANTERA

PESO ESPECIFICO MASA :  $2.62 \text{ g/cm}^3$

PESO UNITARIO SUELTO SECO :  $1624 \text{ kg/m}^3$

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO :  $1853 \text{ kg/m}^3$

HUMEDAD NATURAL : 1.88 %

ABSORCIÓN : 1.19 %

MÓDULO DE FINURA : 3.03

MATERIAL MÁS FINO TAMIZ N°200 : 3.67 %

3.3.	AGREGADO GRUESO	:	AGREGADO GRUESO
	PERFIL	:	Angular
	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	:	3/4"
	PESO ESPECIFICO MASA	:	2.62 g/cm <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SUELTO SECO	:	1478 kg/m <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	:	1604 kg/m <sup>3</sup>
	HUMEDAD NATURAL	:	0.29 %
	ABSORCIÓN	:	0.96 %
	MÓDULO DE FINURA	:	6.74
	MATERIAL MÁS FINO TAMIZ N° 200	:	0.48 %
	ABRASIÓN	:	27.62 %
3.4.	AGREGADO GRUESO	:	AGREGADO GRUESO RECICLADO
	PERFIL	:	Angular
	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	:	3/4"
	PESO ESPECIFICO MASA	:	2.45 g/cm <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SUELTO SECO	:	1297 kg/m <sup>3</sup>
	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	:	1354 kg/m <sup>3</sup>
	HUMEDAD NATURAL	:	0.69 %
	ABSORCIÓN	:	3.90 %
	MÓDULO DE FINURA	:	6.78
	MATERIAL MÁS FINO TAMIZ N° 200	:	0.84 %
	ABRASIÓN	:	31.71 %

4.0. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL CONCRETO:

- RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE DISEÑO :  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO:  $f'cr = 252 \text{ Kg/cm}^2$
- ASENTAMIENTO : 0" - 2"
- RELACION AGUA / CEMENTO : 0.32
- AGREGADO RECICLADO : 30%

5.0. CANTIDAD DE MATERIALES POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO

5.1. MATERIALES DE DISEÑO POR M<sup>3</sup>

- CEMENTO : 319.01 Kg.
- AGREGADO FINO SECO : 223.73 Kg.
- AGREGADO GRUESO SECO : 970.01 Kg.
- AGREGADO GRUESO RECICLADO SECO : 388.97 Kg.
- AGUA DE DISEÑO : 102.08 Lt.
- ADITIVO (SIKAMENT 290 N) : 2.39 Lt.
- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO : 14.41 %

5.2. MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M<sup>3</sup>

- CEMENTO : 319.01 Kg. (7.32 bls)
- AGREGADO FINO HÚMEDO : 227.94 Kg.
- AGREGADO GRUESO SECO : 972.86 Kg.
- AGREGADO GRUESO RECICLADO SECO : 391.66 Kg.
- AGUA DE EFECTIVA : 119.46 Lt.
- ADITIVO (SIKAMENT 290 N) : 2.39 Lt.
- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO : 14.41 %

6.0. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

6.1. PROPORCIONAMIENTO EN PESO.

1.00: 0.71: 3.05: 1.23/ 15.90 Lt/ 318.41cm<sup>3</sup>

6.2. PROPORCIONAMIENTO EN VOLUMEN APARENTE.

1.00: 0.64: 3.09: 1.41/ 15.90 Lt/318.41cm<sup>3</sup> /bolsa.

7.0. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- La curva granulométrica del agregado fino cumple con el huso granulométrico de la norma técnica N.T.P. 400.037 y la curva granulométrica del agregado grueso cumple con el huso granulométrico N°67 de la norma técnica A.S.T.M. C 33M-16.
- Para elaborar las mezclas de concreto, se recomienda lavar previamente el agregado fino, debido a que éste contiene mayor porcentaje de partículas finas menores que el tamiz N° 200, acorde a la Norma Técnica vigente A.S.T.M. C-33M-16.
- El material más fino que el tamiz N° 200, contenido en los agregados, se ha determinado utilizando el procedimiento de ensayo acorde a la norma A.S.T.M. C-117 (N.T.P. 400.018).
- El agua a utilizarse en la mezcla de concreto cumple con lo estipulado en la Norma NTP 339.088.
- Se recomienda realizar, un muestreo de especímenes de concreto, acorde con la Norma Técnica A.S.T.M. C 172, los mismos que serán curados de acuerdo a la Norma Técnica A.S.T.M. C 31M-12 y ensayados según la Norma Técnica A.S.T.M. C 39M – 14, lo que determinará la resistencia a compresión del concreto.

CAJAMARCA, 12 DE MARZO DEL 2020.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
.....  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

## DETALLE DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

**TESIS:** “VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”.

**TESISTA:** BACH. ING. LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

**UBICACIÓN:** CAJAMARCA - CAJAMARCA- PERÚ

**DISEÑO:** PATRÓN

**MÉTODO:** COMITÉ 211 DEL ACI

**FECHA:** DICIEMBRE 2019

### I.- MATERIALES

CEMENTO	TIPO: PORTLAND TIPO I / ASTM C 150	P.E: 3.100	g/cm <sup>3</sup>
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS</b>		<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>
Tamaño máximo nominal			3/4"
Peso específico de masa	2.62	g/cm <sup>3</sup>	2.62 g/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa sss	2.65	g/cm <sup>3</sup>	2.64 g/cm <sup>3</sup>
Peso específico de aparente	2.71	g/cm <sup>3</sup>	2.69 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto seco	1,624	Kg/m <sup>3</sup>	1,478 Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1,853	Kg/m <sup>3</sup>	1,604 Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	1.88	%	0.29 %
Absorción	1.19	%	0.96 %
Módulo de finura	3.03	-	6.74 -
Abrasión	-	%	27.62 %
Partículas que pasan la malla N° 200	3.67	%	0.482 %
<b>ADITIVO UTILIZADO</b>	(SIKAMENT 290 N, SIKA)	% del P. CEM	0.90 P.E: 1.200 g/cm <sup>3</sup>

2.- DOSIFICACIÓN**RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA**

F'c	210.00	Kg/cm <sup>2</sup>	
F'cr = f'c *1.2	252.00	Kg/cm <sup>2</sup>	<i>Por condiciones intermedias en obra</i>

**CONDICIONES DE DISEÑO**

Asentamiento	0	Pulgadas	
Aire total	15.00	%	<i>(De la Figura N° 4)</i>
Relación A/C	0.32	-	
Contenido de pasta	0.20	m <sup>3</sup>	<i>(De la Figura N° 5)</i>
Agregado fino	5.00	%	
Agregado grueso	95.00	%	

**CÁLCULO DE PESOS DE MATERIALES POR M<sup>3</sup>**

Agregado grueso seco	1,539.692	Kg/m <sup>3</sup>	$b/b_0 = 0.96$	<i>(Según Tabla N° 13)</i>
Cemento	311.245	Kg/m <sup>3</sup>	7.32	<i>Bolsas/m<sup>3</sup></i>
Aditivo	2.334	Lt/m <sup>3</sup>		
Agua de diseño	99.598	Lt/m <sup>3</sup>		

**CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS POR M<sup>3</sup>**

Cemento	0.100402	m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.588016	m <sup>3</sup>
Agua	0.099598	m <sup>3</sup>
Aditivo	0.002334	m <sup>3</sup>
Aire	0.150000	m <sup>3</sup>
Suma	0.940350	m <sup>3</sup>
<b>VOLUMEN AGREGADO FINO</b>	0.059650	m <sup>3</sup>
<b>PESO AGREGADO FINO SECO</b>	156.44	Kg/m <sup>3</sup>

**CÁLCULO DEL APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS:**

Aporte del agregado fino	1.08	Lt/m <sup>3</sup>
Aporte del agregado grueso	-10.22	Lt/m <sup>3</sup>
Suma	-9.14	Lt/m <sup>3</sup>

**3.- RESUMEN DE PESOS DE MATERIALES****PESOS SECOS DE MATERIALES DE DISEÑO POR M<sup>3</sup>**

Cemento	311.25	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	156.44	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	1,539.69	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	99.60	Lt/m <sup>3</sup>
Aditivo	2.33	Lt/m <sup>3</sup>
Aire	15.00	%

**PESOS DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M<sup>3</sup>**

Cemento	311.25	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino húmedo	159.38	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso húmedo	1,544.21	Kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	108.74	Lt/m <sup>3</sup>
Aditivo	2.33	Lt/m <sup>3</sup>
Aire	15.00	%

**4.- PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES****PROPORCION EN PESO**

Cemento	1	
Agregado fino	0.51	
Agregado grueso	4.96	
Agua	14.80	(Lt / Bolsa)
Aditivo	318.15	(cm <sup>3</sup> /Bolsa)

**PROPORCION EN VOLUMEN**

Cemento	1	
Agregado fino	0.46	
Agregado grueso	5.02	
Agua	14.80	(Lt / Bolsa)
Aditivo	318.15	(cm <sup>3</sup> /Bolsa)

5.- **MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD PARA 3 ESPECÍMENES (V = 0.02 m<sup>3</sup>)**

---

**MATERIALES POR TANDA**

<b>Volumen de tanda</b>	0.02	m <sup>3</sup>
Cemento	6,225.00	g
Agua efectiva	2,174.80	g
Agregado fino húmedo	3,187.60	g
Agregado grueso húmedo	30,884.20	g
Aditivo	7.64	g
Σtanda	42,479.64	g

---

**REAJUSTE DE MEZCLA DE DISEÑO PATRÓN**

---

**DATOS DE PRUEBA DE LABORATORIO**

Asentamiento	0	Pulgadas
Agua adicional	-82	g
Peso Unitario del Concreto Fresco	2,072.25	Kg/m <sup>3</sup>

**RENDIMIENTO DE LA MEZCLA**

Rendimiento	Σtanda / PUC°F	
Rendimiento	0.020499088	m <sup>3</sup>

**VOLUMENES ABSOLUTOS DE LOS MATERIALES SIN CONSIDERAR LOS VACÍOS EN LA MEZCLA DEL ENSAYO INICIAL**

Aporte de humedad superficial	-0.182748	
Agregado grueso	0.011682	m <sup>3</sup>
Agregado fino	0.001201	m <sup>3</sup>
Cemento	0.002008	m <sup>3</sup>
Agua	0.001910	m <sup>3</sup>
Aditivo	0.000047	m <sup>3</sup>
Suma	0.016848	m <sup>3</sup>
<b>PORCENTAJE DE VACÍOS</b>	17.809760	%

---

**NUEVO CONTENIDO DE AGUA:**

Agua de diseño:	2.09	Lt/tanda
Agua de mezclado por m <sup>3</sup> :	102.08	Lt/ m <sup>3</sup>

**NUEVO CONTENIDO DE CEMENTO:**

Relación A/C:	0.32	-
Cemento:	319.01	Kg/ m <sup>3</sup>

**NUEVO CONTENIDO DE ADITIVO:**2.393 Lt/ m<sup>3</sup>**CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO:**Peso AG 1,385.723 Kg/ m<sup>3</sup>

$$b/b_0 = 0.86 \quad \text{10\% menos para mejorar las propiedades reológicas de la mezcla.}$$

**CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS POR M<sup>3</sup>**

Cemento	0.102907	m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.529214	m <sup>3</sup>
Agua	0.102083	m <sup>3</sup>
Aditivo	0.002393	m <sup>3</sup>
Aire	0.178098	m <sup>3</sup>
Suma	0.914695	m <sup>3</sup>
<b>VOLUMEN AGREGADO FINO</b>	0.085305	m <sup>3</sup>
<b>PESO AGREGADO FINO SECO</b>	223.73	Kg/ m <sup>3</sup>

**APORTE HUMEDAD AGREGADOS**

Aporte del agregado fino	1.55	Lt/ m <sup>3</sup>
Aporte del agregado grueso	-9.20	Lt/ m <sup>3</sup>
Suma	-7.65	Lt/ m <sup>3</sup>

**- RESUMEN DE PESOS DE MATERIALES****MATERIALES DE DISEÑO**

Cemento	319.01	Kg/ m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	223.73	Kg/ m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	1,385.72	Kg/ m <sup>3</sup>
Agua de diseño	102.08	Lt/ m <sup>3</sup>
Aditivo	2.39	Lt/ m <sup>3</sup>
Aire	17.81	%

**MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD**

Cemento	319.01	Kg/ m <sup>3</sup>
Agregado fino húmedo	227.94	Kg/ m <sup>3</sup>
Agregado grueso húmedo	1,389.79	Kg/ m <sup>3</sup>
Agua efectiva	109.73	Lt/ m <sup>3</sup>
Aditivo	2.39	Lt/ m <sup>3</sup>
Aire	17.81	%

<b>PROPORCION EN PESO</b>		<b>PROPORCION EN VOLUMEN</b>	
Cemento	1	Cemento	1
Agregado fino	0.71	Agregado fino	0.64
Agregado grueso	4.36	Agregado grueso	4.41
Agua	14.60 (Lt/ bolsa)	Agua	14.60 (Lt/bolsa)
Aditivo	318.81 (cm <sup>3</sup> /bolsa)	Aditivo	318.81 (cm <sup>3</sup> /bolsa)

- **MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD PARA 3 ESPECÍMENES (V = 0.02 m<sup>3</sup>)**

<b>Volumen de tanda</b>	0.02	m <sup>3</sup>
Cemento	6,380.20	g
Agua efectiva	2,194.60	g
Agregado fino húmedo	4,558.80	g
Agregado grueso húmedo	27,795.80	g
Aditivo	7.65	g
Σtanda	40,937.05	g

- **2° REAJUSTE DE MEZCLA**

**DATOS DE PRUEBA DE LABORATORIO**

Asentamiento	0	Pulgadas
Agua adicional	0	g
Peso Unitario del Concreto Fresco=	2,057.70	Kg/m <sup>3</sup>

**RENDIMIENTO DE LA MEZCLA**

Rendimiento	Σtanda / PUC°F	
Rendimiento	0.019894567	m <sup>3</sup>

**VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS MATERIALES SIN CONSIDERAR LOS VACÍOS EN LA MEZCLA DEL ENSAYO INICIAL**

Aporte de humedad superficial	-0.153006	
Agregado grueso	0.010514	m <sup>3</sup>
Agregado fino	0.001718	m <sup>3</sup>
Cemento	0.002058	m <sup>3</sup>
Agua	0.002042	m <sup>3</sup>
Aditivo	0.000048	m <sup>3</sup>
Suma	0.016380	m <sup>3</sup>

<b>PORCENTAJE DE VACÍOS</b>	17.67	%
-----------------------------	-------	---

## DETALLE DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - 10 % ACR

**TESIS:** “VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”.

**TESISTA:** BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

**UBICACIÓN:** CAJAMARCA - CAJAMARCA- PERÚ

**DISEÑO:** 10% ACR

**MÉTODO:** COMITÉ 211 DEL ACI

**FECHA:** MARZO 2020

### I.- MATERIALES

CEMENTO	PORTLAND TIPO I / ASTM C 150			P.E. 3.100	g/cm <sup>3</sup>
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS</b>					
		<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>	
Tamaño máximo nominal			3/4	3/4	Pulgadas
Peso específico de masa		2.62	2.62	2.45	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa sss		2.65	2.64	2.55	g/cm <sup>3</sup>
Peso específico de aparente		2.71	2.69	2.71	g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto		1,624	1,478	1297	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado		1,853	1,604	1354	Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad		1.88	0.29	0.69	%
Absorción		1.19	0.96	3.90	%
Módulo de finura		3.03	6.74	6.78	-
Abrasión		-	27.62	31.71	%
Partículas que pasan la malla N° 200		3.67	0.48	0.84	%
<b>ADITIVO UTILIZADO</b>	SIKAMENT 290 N, SIKA	% del P CEM.	0.90	P.E. 1.200	g/cm <sup>3</sup>

## 2.- DOSIFICACIÓN

### RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA

F'c	210.00	Kg/cm <sup>2</sup>	
F'cr = f'c *1.2	252.00	Kg/cm <sup>2</sup>	<i>Por condiciones intermedias en obra</i>

### CONDICIONES DE DISEÑO

Asentamiento	0	Pulgadas
Relación A/C	0.32	-

## 3.- RESUMEN DE MATERIALES PARA 1 M<sup>3</sup> CON AGREGADOS

### PESOS SECOS DE MATERIALES DE DISEÑO POR M<sup>3</sup>

Cemento	319.01	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	223.73	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	1,385.72	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	102.08	Lt/m <sup>3</sup>
Aditivo	2.39	Lt/m <sup>3</sup>
Aire	15.00	%

### APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

<b>A. F</b>	<b>A.G.</b>	<b>A.G.R.</b>	<b>Suma</b>
1.55	-8.28	-4.16	-10.89

#### 4.- RESUMEN DE MATERIALES PARA 1 M<sup>3</sup> CON 10% REEMPLAZO DE AGR

##### PESOS SECOS DE MATERIALES DE DISEÑO POR M<sup>3</sup>

Cemento	319.01	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	223.73	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	1,247.15	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso reciclado seco	129.66	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	102.08	Lt/m <sup>3</sup>
Aditivo	2.39	Lt/m <sup>3</sup>
Aire	15.00	%

##### PESOS DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M<sup>3</sup>

Cemento	319.01	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino húmedo	227.94	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso húmedo	1,250.81	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso reciclado húmedo	130.55	Kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	112.97	Lt/m <sup>3</sup>
Aditivo	2.39	Lt/m <sup>3</sup>
Aire	15.00	%

#### 5.- PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

##### PROPORCION EN PESO

Cemento	1	
Agregado fino	0.71	
Agregado grueso	3.92	
Agregado grueso reciclado	0.41	
Agua	15.10	(Lt / Bolsa)
Aditivo	318.41	(cm <sup>3</sup> /Bolsa)

##### PROPORCION EN VOLUMEN

Cemento	1	
Agregado fino	0.64	
Agregado grueso	3.97	
Agregado grueso reciclado	0.47	
Agua	15.10	(Lt / Bolsa)
Aditivo	318.41	(cm <sup>3</sup> /Bolsa)

**6.- MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD PARA 3 ESPECÍMENES ( $V = 0.02 \text{ m}^3$ )**

---

**MATERIALES POR TANDA**

<b>Volumen de tanda</b>	0.02	$\text{m}^3$
Cemento	6,380.20	g
Agua efectiva	2,259.40	g
Agregado fino húmedo	4,558.80	g
Agregado grueso húmedo	25,016.20	g
Agregado grueso reciclado húmedo	2,611.00	g
Aditivo	7.64	g
$\Sigma$ tanda	38,222.24	g

**DATOS DE PRUEBA DE LABORATORIO**

Asentamiento	0	Pulgadas
Agua adicional	0	g
Peso unitario del concreto fresco=	2,067.28	$\text{Kg/ m}^3$

**RENDIMIENTO DE LA MEZCLA**

Rendimiento	$\Sigma$ tanda / PUC°F	
Rendimiento	0.018489173	$\text{m}^3$

**VOLUMENES ABSOLUTOS DE LOS MATERIALES SIN CONSIDERAR LOS VACÍOS EN LA MEZCLA DEL ENSAYO**

**INICIAL:**

Aporte de humedad superficial	-0.217800	
Agregado grueso	0.009463	$\text{m}^3$
Agregado grueso reciclado	0.001024	$\text{m}^3$
Agregado fino	0.001718	$\text{m}^3$
Cemento	0.002058	$\text{m}^3$
Agua	0.002042	$\text{m}^3$
Aditivo	0.000048	$\text{m}^3$
Suma	0.015329	$\text{m}^3$

<b>PORCENTAJE DE VACÍOS</b>	17.09	%
-----------------------------	-------	---

---

## DETALLE DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO - 20% ACR

**TESIS:** “VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”.

**TESISTA:** BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

**UBICACIÓN:** CAJAMARCA - CAJAMARCA- PERÚ

**DISEÑO:** 20% ACR

**MÉTODO:** COMITÉ 211 DEL ACI

**FECHA:** MARZO 2020

### I.- MATERIALES

CEMENTO	PORTLAND TIPO I / ASTM C 150	P.E.	3.100	g/cm <sup>3</sup>
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS</b>				
		<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>
Tamaño máximo nominal			3/4	3/4
Peso específico de masa		2.62	2.62	2.45
Peso específico de masa sss		2.65	2.64	2.55
Peso específico de aparente		2.71	2.69	2.71
Peso unitario suelto		1,624	1,478	1297
Peso unitario compactado		1,853	1,604	1354
Contenido de humedad		1.88	0.29	0.69
Absorción		1.19	0.96	3.90
Módulo de finura		3.03	6.74	6.78
Abrasión		-	27.62	31.71
Partículas que pasan la malla N° 200		3.67	0.48	0.84
<b>ADITIVO UTILIZADO</b>	(SIKAMENT 290 N, SIKA)	% del P. CEM	0.90	P.E. 1.200
				g/cm <sup>3</sup>

**2.- DOSIFICACIÓN****RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA**

F'c	210.00	Kg/cm <sup>2</sup>	
F'cr = f'c *1.2	252.00	Kg/cm <sup>2</sup>	<i>Por condiciones intermedias en obra</i>

**CONDICIONES DE DISEÑO**

Asentamiento	0	Pulgadas
Relación A/C	0.32	-

**3.- RESUMEN DE MATERIALES PARA 1 M<sup>3</sup> CON AGREGADOS****PESOS SECOS DE MATERIALES DE DISEÑO POR M<sup>3</sup>**

Cemento	319.01	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	223.73	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	1,385.72	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	102.08	Lt/m <sup>3</sup>
Aditivo	2.39	Kg/m <sup>3</sup>
Aire	15.00	%

**APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

<b>A. F</b>	<b>A.G.</b>	<b>A.G.R.</b>	<b>Suma</b>
1.55	-7.36	-8.32	-14.13

#### 4.- RESUMEN DE MATERIALES PARA 1 M<sup>3</sup> CON 20% REEMPLAZO DE AGR

##### PESOS SECOS DE MATERIALES DE DISEÑO POR M<sup>3</sup>

Cemento	319.01	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	223.73	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	1,108.58	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso reciclado seco	259.32	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	102.08	Lt/m <sup>3</sup>
Aditivo	2.39	Lt/m <sup>3</sup>
Aire	15.00	%

##### PESOS DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M<sup>3</sup>

Cemento	319.01	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino húmedo	227.94	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso húmedo	1,111.83	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso reciclado húmedo	261.10	Kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	116.21	Lt/m <sup>3</sup>
Aditivo	2.39	Lt/m <sup>3</sup>
Aire	15.00	%

#### 5.- PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

##### PROPORCION EN PESO

Cemento	1	
Agregado fino	0.71	
Agregado grueso	3.49	
Agregado grueso reciclado	0.82	
Agua	15.50	(Lt / Bolsa)
Aditivo	318.41	(cm <sup>3</sup> /Bolsa)

##### PROPORCION EN VOLUMEN

Cemento	1	
Agregado fino	0.64	
Agregado grueso	3.53	
Agregado grueso reciclado	0.94	
Agua	15.50	(Lt / Bolsa)
Aditivo	318.41	(cm <sup>3</sup> /Bolsa)

**6.- MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD PARA 3 ESPECÍMENES ( $V = 0.02 \text{ m}^3$ )**

---

**MATERIALES POR TANDA**

<b>Volumen de tanda</b>	0.02	$\text{m}^3$
Cemento	6,380.20	g
Agua efectiva	2,324.20	g
Agregado fino húmedo	4,558.80	g
Agregado grueso húmedo	22,236.60	g
Agregado grueso reciclado húmedo	5,222.00	g
Aditivo	7.64	g
$\Sigma$ tanda	35,507.44	g

**DATOS DE PRUEBA DE LABORATORIO**

Asentamiento	0	Pulgadas
Agua adicional	0	g
Peso unitario del concreto fresco	2,108.01	$\text{Kg}/\text{m}^3$

**RENDIMIENTO DE LA MEZCLA**

Rendimiento	$\Sigma$ tanda / PUC $^{\circ}$ F	
Rendimiento	0.016844042	$\text{m}^3$

**VOLUMENES ABSOLUTOS DE LOS MATERIALES SIN CONSIDERAR LOS VACÍOS EN LA MEZCLA DEL ENSAYO INICIAL**

Aporte de humedad superficial	-0.282600	
Agregado grueso	0.008411	$\text{m}^3$
Agregado grueso reciclado	0.002049	$\text{m}^3$
Agregado fino	0.001718	$\text{m}^3$
Cemento	0.002058	$\text{m}^3$
Agua	0.002042	$\text{m}^3$
Aditivo	0.000048	$\text{m}^3$
Suma	0.014277	$\text{m}^3$

<b>PORCENTAJE DE VACÍOS</b>	15.24	%
-----------------------------	-------	---

---

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO- 30 % ACR

**TESIS:** “VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO”.

**TESISTA:** BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

**UBICACIÓN:** CAJAMARCA - CAJAMARCA- PERÚ

**DISEÑO:** 30% ACR

**MÉTODO:** COMITÉ 211 DEL ACI

**FECHA:** MARZO 2020

### I.- MATERIALES

<b>CEMENTO</b>	PORTLAND TIPO I / ASTM C 150			P.E. 3.100	$\text{g/cm}^3$
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS</b>		<b>AGREGADO FINO</b>	<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>AGREGADO GRUESO RECICLADO</b>	
Tamaño máximo nominal			3/4	3/4	Pulgadas
Peso específico de masa		2.62	2.62	2.45	$\text{g/cm}^3$
Peso específico de masa sss		2.65	2.64	2.55	$\text{g/cm}^3$
Peso específico de aparente		2.71	2.69	2.71	$\text{g/cm}^3$
Peso unitario suelto		1,624	1,478	1297	$\text{Kg/m}^3$
Peso unitario compactado		1,853	1,604	1354	$\text{Kg/m}^3$
Contenido de humedad		1.88	0.29	0.69	%
Absorción		1.19	0.96	3.90	%
Módulo de finura		3.03	6.74	6.78	-
Abrasión		-	27.62	31.71	%
Partículas que pasan la malla N° 200		3.67	0.48	0.84	%
<b>ADITIVO UTILIZADO</b>	(SIKAMENT 290 N, SIKA)	% del P. CEM	0.90	P.E. 1.200	$\text{g/cm}^3$

**2.- DOSIFICACIÓN****RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA**

F'c	210.00	Kg/cm <sup>2</sup>	
F'cr = f'c *1.2	252.00	Kg/cm <sup>2</sup>	<i>Por condiciones intermedias en obra</i>

**CONDICIONES DE DISEÑO**

Asentamiento	0	Pulgadas
Relación A/C	0.32	-

**3.- RESUMEN DE MATERIALES PARA 1 M<sup>3</sup> CON AGREGADOS****PESOS SECOS DE MATERIALES DE DISEÑO POR M<sup>3</sup>**

Cemento	319.01	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	223.73	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	1,385.72	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	102.08	Lt/m <sup>3</sup>
Aditivo	2.39	Lt/m <sup>3</sup>
Aire	15.00	%

**APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

<b>A. F.</b>	<b>A.G.</b>	<b>A.G.R.</b>	<b>Suma</b>
1.55	-6.44	-12.49	-17.38

#### 4.- RESUMEN DE MATERIALES PARA 1 M<sup>3</sup> CON 30% REEMPLAZO DE AGR

##### PESOS SECOS DE MATERIALES DE DISEÑO POR M<sup>3</sup>

Cemento	319.01	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino seco	223.73	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso seco	970.01	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso reciclado seco	388.97	Kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	102.08	Lt/m <sup>3</sup>
Aditivo	2.39	Lt/m <sup>3</sup>
Aire	15.00	%

##### PESOS DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M<sup>3</sup>

Cemento	319.01	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino húmedo	227.94	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso húmedo	972.86	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado grueso reciclado húmedo	391.66	Kg/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	119.46	Lt/m <sup>3</sup>
Aditivo	2.39	Lt/m <sup>3</sup>
Aire	15.00	%

#### 5.- PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

##### PROPORCION EN PESO

Cemento	1	
Agregado fino	0.71	
Agregado grueso	3.05	
Agregado grueso reciclado	1.23	
Agua	15.90	(Lt / Bolsa)
Aditivo	318.41	(cm <sup>3</sup> /Bolsa)

##### PROPORCION EN VOLUMEN

Cemento	1	
Agregado fino	0.64	
Agregado grueso	3.09	
Agregado grueso reciclado	1.41	
Agua	15.90	(Lt / Bolsa)
Aditivo	318.41	(cm <sup>3</sup> /Bolsa)

6.- **MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD PARA 3 ESPECÍMENES (V = 0.02 m<sup>3</sup>)**

**MATERIALES POR TANDA**

<b>Volumen de tanda</b>	0.02	m <sup>3</sup>
Cemento	6,380.20	g
Agua efectiva	2,389.20	g
Agregado fino húmedo	4,558.80	g
Agregado grueso húmedo	19,457.20	g
Agregado grueso reciclado húmedo	7,833.20	g
Aditivo	7.64	g
Σtanda	32,793.04	g

**DATOS DE PRUEBA DE LABORATORIO**

Asentamiento	0	Pulgadas
Agua adicional	0	g
Peso unitario del concreto fresco	2,122.24	Kg/m <sup>3</sup>

**RENDIMIENTO DE LA MEZCLA**

Rendimiento	Σtanda / PUC°F	
Rendimiento	0.015452126	m <sup>3</sup>

**VOLUMENES ABSOLUTOS DE LOS MATERIALES SIN CONSIDERAR LOS VACÍOS EN LA MEZCLA DEL ENSAYO INICIAL**

Aporte de humedad superficial	-0.347600	
Agregado grueso	0.007360	m <sup>3</sup>
Agregado grueso reciclado	0.003073	m <sup>3</sup>
Agregado fino	0.001718	m <sup>3</sup>
Cemento	0.002058	m <sup>3</sup>
Agua	0.002042	m <sup>3</sup>
Aditivo	0.000048	m <sup>3</sup>
Suma	0.013226	m <sup>3</sup>

**PORCENTAJE DE VACÍOS**

Porcentaje de vacíos	14.41	%
----------------------	-------	---

**ANEXO IV. PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE**

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA, 03 DE ENERO DEL 2020

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

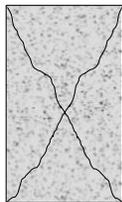
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 13/12/2019

DISEÑO: PATRON

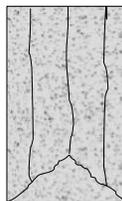
N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	PP7-1	PP7-2	PP7-3	PP7-4	PP7-5
FECHA VACIADO	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019
FECHA ROTURA	13/12/2019	13/12/2019	13/12/2019	13/12/2019	13/12/2019
EDAD (días)	7	7	7	7	7
DIAMETRO (cm)	15.27	15.08	15.14	15.20	15.02
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	3	5	5	3	5
CARGA MÁXIMA (kN)	283.14	292.54	275.07	263.85	254.92
CARGA MÁXIMA (kg)	28795.34	29830.30	28048.89	26904.78	25994.19
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	183.13	178.60	180.02	181.45	177.18
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	157.24	167.02	155.81	148.27	146.71
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	74.88%	79.53%	74.19%	70.61%	69.86%

Esquema de los patrones de tipos de fractura:



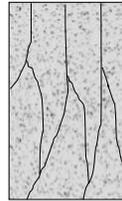
Tipo 1:

Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



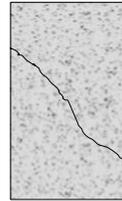
Tipo 2:

Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



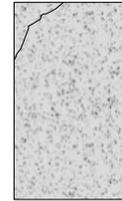
Tipo 3:

Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



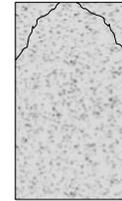
Tipo 4:

Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:

Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

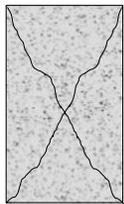
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 13/12/2019

DISEÑO: PATRON

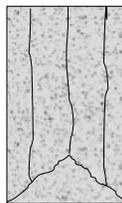
N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	PP7-6	PP7-7	PP7-8	PP7-9	PP7-10
FECHA VACIADO	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019
FECHA ROTURA	13/12/2019	13/12/2019	13/12/2019	13/12/2019	13/12/2019
EDAD (días)	7	7	7	7	7
DIAMETRO (cm)	15.13	15.22	15.33	15.40	15.25
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	3	5	6	3	5
CARGA MÁXIMA (kN)	278.37	259.42	267.89	274.75	288.63
CARGA MÁXIMA (kg)	28385.39	26453.06	27316.74	28016.26	29431.60
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	179.79	181.93	184.57	186.26	182.65
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	157.88	145.40	148.00	150.41	161.14
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	75.18%	69.24%	70.48%	71.63%	76.73%

Esquema de los patrones de tipos de fractura:



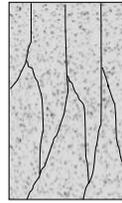
Tipo 1:

Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



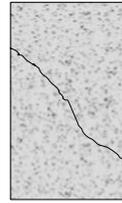
Tipo 2:

Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



Tipo 3:

Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



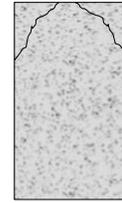
Tipo 4:

Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:

Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

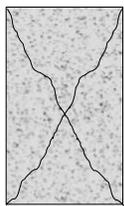
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 20/12/2019

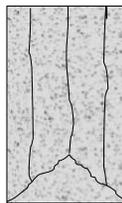
DISEÑO: PATRON

N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	PP14-1	PP14-2	PP14-3	PP14-4	PP14-5
FECHA VACIADO	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019
FECHA ROTURA	20/12/2019	20/12/2019	20/12/2019	20/12/2019	20/12/2019
EDAD (días)	14	14	14	14	14
DIAMETRO (cm)	15.39	15.20	15.17	15.04	15.25
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	5	5	6	5
CARGA MÁXIMA (kN)	327.61	320.74	332.5	329.62	334.8
CARGA MÁXIMA (kg)	33406.39	32705.86	33905.03	33611.35	34139.56
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	186.02	181.45	180.74	177.65	182.65
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	179.59	180.24	187.59	189.20	186.91
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	85.52%	85.83%	89.33%	90.09%	89.01%

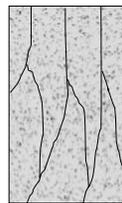
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



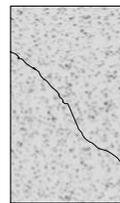
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



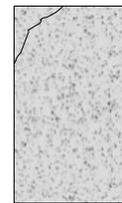
Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



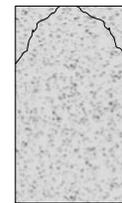
Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

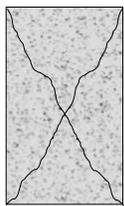
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 20/12/2019

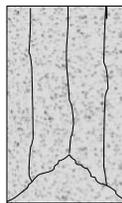
DISEÑO: PATRON

N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	PP14-6	PP14-7	PP14-8	PP14-9	PP14-10
FECHA VACIADO	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019
FECHA ROTURA	20/12/2019	20/12/2019	20/12/2019	20/12/2019	20/12/2019
EDAD (días)	14	14	14	14	14
DIAMETRO (cm)	15.19	15.22	15.24	15.38	15.07
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	2	6	6	5
CARGA MÁXIMA (kN)	327.14	338.4	344.62	329.57	340.28
CARGA MÁXIMA (kg)	33358.47	34506.65	35140.90	33606.25	34698.35
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	181.22	181.93	182.41	185.78	178.36
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	184.08	189.67	192.65	180.90	194.54
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	87.66%	90.32%	91.74%	86.14%	92.64%

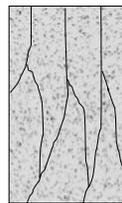
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



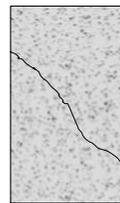
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



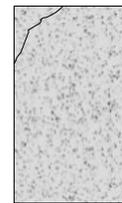
Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



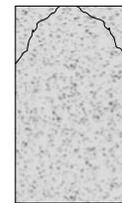
Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:  $a = 0.40$   
 $b = 0.85$   
 $t = \text{Edad (días)}$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

	<b>CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL</b> <b>(A.S.T.M. C 39M - 2020)</b>	<b>GI-CCC-</b> <b>005-01-20</b>
		<b>Fecha:</b> <b>03/01/2020</b>

**TESIS:** "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

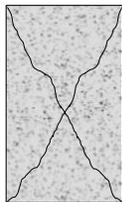
**TESISTA:** BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

**FECHA:** 03/01/2020

**DISEÑO:** PATRON

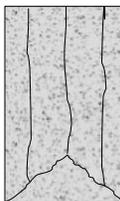
N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	PP28-1	PP28-2	PP28-3	PP28-4	PP28-5
FECHA VACIADO	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019
FECHA ROTURA	3/01/2020	3/01/2020	3/01/2020	3/01/2020	3/01/2020
EDAD (días)	28	28	28	28	28
DIAMETRO (cm)	15.33	15.21	15.13	15.29	15.16
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	5	3	3	5
CARGA MÁXIMA (kN)	395.63	387.3	392.94	395.46	372.01
CARGA MÁXIMA (kg)	40342.60	39492.98	40068.09	40325.06	37933.86
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	184.57	181.69	179.79	183.61	180.50
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	218.57	217.36	222.86	219.62	210.16
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	104.08%	103.51%	106.13%	104.58%	100.08%

Esquema de los patrones de tipos de fractura:



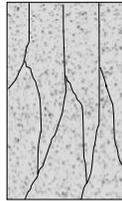
Tipo 1:

Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



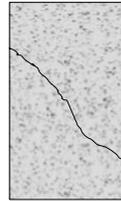
Tipo 2:

Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



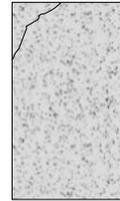
Tipo 3:

Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



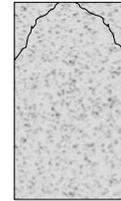
Tipo 4:

Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:

Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

**OBSERVACIONES:**

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

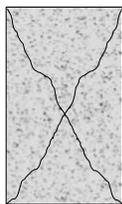
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 03/01/2020

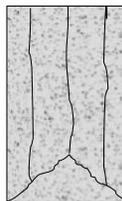
DISEÑO: PATRON

N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	PP28-6	PP28-7	PP28-8	PP28-9	PP28-10
FECHA VACIADO	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019
FECHA ROTURA	3/01/2020	3/01/2020	3/01/2020	3/01/2020	3/01/2020
EDAD (días)	28	28	28	28	28
DIAMETRO (cm)	15.24	15.22	15.31	15.42	15.11
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	3	5	5	5	5
CARGA MÁXIMA (kN)	401.6	395.25	383.94	398.47	374.98
CARGA MÁXIMA (kg)	40951.15	40303.64	39150.36	40631.99	38236.71
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	182.41	181.93	184.09	186.74	179.31
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	224.50	221.53	212.67	217.58	213.24
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	106.90%	105.49%	101.27%	103.61%	101.54%

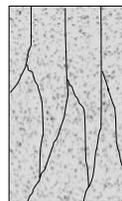
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



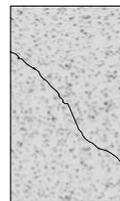
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



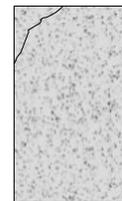
Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



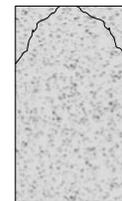
Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{c28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / TEL. 076 633319

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA, 03 DE AGOSTO DEL 2020

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

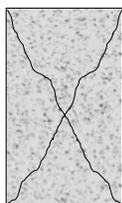
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 13/07/2020

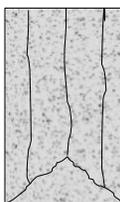
DISEÑO: 10% ACR

N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	AR107-1	AR107-2	AR107-3	AR107-4	AR107-5
FECHA VACIADO	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020
FECHA ROTURA	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020
EDAD (días)	7	7	7	7	7
DIAMETRO (cm)	15.41	15.23	15.22	15.28	15.06
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	5	5	5	5
CARGA MÁXIMA (kN)	295.25	265.29	320.41	285.70	304.60
CARGA MÁXIMA (kg)	30106.64	27051.62	32672.21	29132.83	31060.06
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	186.50	182.17	181.93	183.37	178.13
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	161.43	148.50	179.58	158.88	174.37
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	76.87%	70.71%	85.52%	75.65%	83.03%

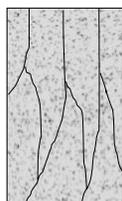
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



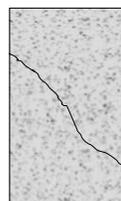
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



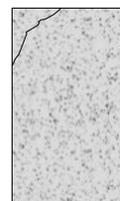
Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



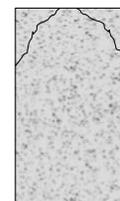
Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

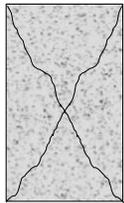
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 13/07/2020

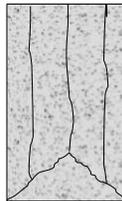
DISEÑO: 10% ACR

N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	AR107-6	AR107-7	AR107-8	AR107-9	AR107-10
FECHA VACIADO	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020
FECHA ROTURA	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020
EDAD (días)	7	7	7	7	7
DIAMETRO (cm)	15.32	15.07	15.31	15.29	15.40
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	3	3	5	5
CARGA MÁXIMA (kN)	269.10	256.70	304.40	283.20	273.60
CARGA MÁXIMA (kg)	27440.13	26175.70	31039.67	28877.90	27898.99
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	184.33	178.36	184.09	183.61	186.26
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	148.86	146.75	168.61	157.28	149.78
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	70.89%	69.88%	80.29%	74.89%	71.33%

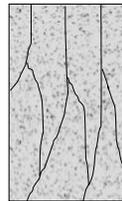
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



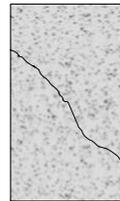
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



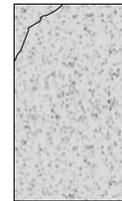
Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:  $a = 0.40$   
 $b = 0.85$   
 $t = \text{Edad (días)}$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior. La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

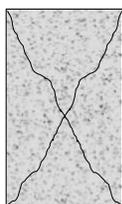
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 20/07/2020

DISEÑO: 10% ACR

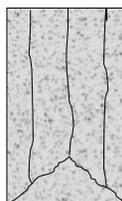
N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	AR1014-1	AR1014-2	AR1014-3	AR1014-4	AR1014-5
FECHA VACIADO	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020
FECHA ROTURA	20/07/2020	20/07/2020	20/07/2020	20/07/2020	20/07/2020
EDAD (días)	14	14	14	14	14
DIAMETRO (cm)	15.19	15.16	15.05	15.27	15.18
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	2	3	5	3
CARGA MÁXIMA (kN)	330.60	344.00	341.90	352.53	348.19
CARGA MÁXIMA (kg)	33711.28	35077.68	34863.54	35947.48	35504.93
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	181.22	180.50	177.89	183.13	180.98
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	186.03	194.34	195.98	196.30	196.19
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	88.59%	92.54%	93.33%	93.47%	93.42%

Esquema de los patrones de tipos de fractura:



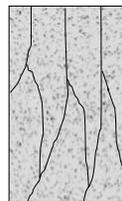
Tipo 1:

Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



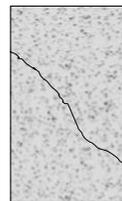
Tipo 2:

Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



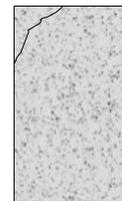
Tipo 3:

Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:

Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:

Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right]^* f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

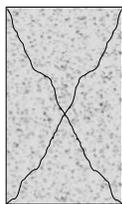
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 20/07/2020

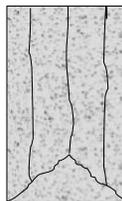
DISEÑO: 10% ACR

N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	AR1014-6	AR1014-7	AR1014-8	AR1014-9	AR1014-10
FECHA VACIADO	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020
FECHA ROTURA	20/07/2020	20/07/2020	20/07/2020	20/07/2020	20/07/2020
EDAD (días)	14	14	14	14	14
DIAMETRO (cm)	15.02	15.13	15.30	15.22	15.32
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	5	5	3	3
CARGA MÁXIMA (kN)	287.19	294.60	355.90	327.50	343.20
CARGA MÁXIMA (kg)	29284.76	30040.36	36291.12	33395.18	34996.10
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	177.18	179.79	183.85	181.93	184.33
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	165.28	167.09	197.40	183.56	189.86
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	78.71%	79.57%	94.00%	87.41%	90.41%

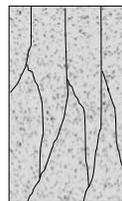
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



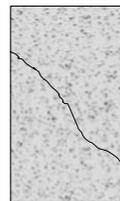
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



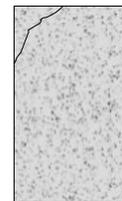
Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.



**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAXIAL  
(A.S.T.M. C 39M - 2020)**

**GI-CCC-020-08-20**  
**Fecha:**  
**03/08/2020**

**TESIS:** "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

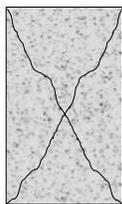
**TESISTA:** BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

**FECHA:** 3/08/2020

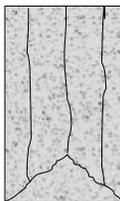
**DISEÑO:** 10% ACR

N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	AR1028-1	AR1028-2	AR1028-3	AR1028-4	AR1028-5
FECHA VACIADO	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020
FECHA ROTURA	3/08/2020	3/08/2020	3/08/2020	3/08/2020	3/08/2020
EDAD (días)	28	28	28	28	28
DIAMETRO (cm)	15.19	15.23	15.13	15.25	15.18
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	3	3	5	2
CARGA MÁXIMA (kN)	380.67	416.36	404.34	406.90	394.80
CARGA MÁXIMA (kg)	38816.92	42456.23	41230.55	41491.59	40257.76
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	181.22	182.17	179.79	182.65	180.98
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	214.20	233.06	229.33	227.16	222.45
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	102.00%	110.98%	109.21%	108.17%	105.93%

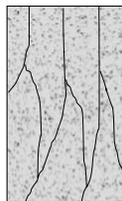
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



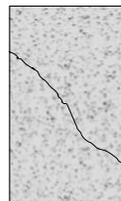
**Tipo 1:**  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



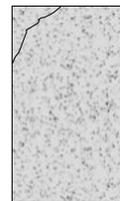
**Tipo 2:**  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



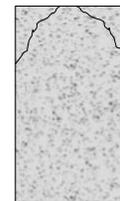
**Tipo 3:**  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



**Tipo 4:**  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



**Tipo 5:**  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



**Tipo 6:**  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:  $a = 0.40$   
 $b = 0.85$   
 $t = \text{Edad (días)}$

**OBSERVACIONES:**

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior. La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
*Fuente*  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

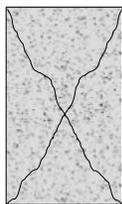
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 3/08/2020

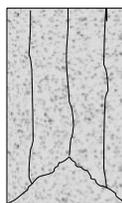
DISEÑO: 10% ACR

N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	AR1028-6	AR1028-7	AR1028-8	AR1028-9	AR1028-10
FECHA VACIADO	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020	6/07/2020
FECHA ROTURA	3/08/2020	3/08/2020	3/08/2020	3/08/2020	3/08/2020
EDAD (días)	28	28	28	28	28
DIAMETRO (cm)	15.09	15.28	15.32	15.21	15.12
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	3	3	2	5
CARGA MÁXIMA (kN)	380.00	409.40	382.20	376.50	378.10
CARGA MÁXIMA (kg)	38748.60	41746.52	38972.93	38391.71	38554.86
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	178.84	183.37	184.33	181.69	179.55
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	216.67	227.66	211.43	211.30	214.73
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	103.18%	108.41%	100.68%	100.62%	102.25%

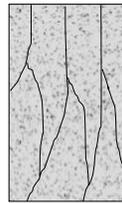
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



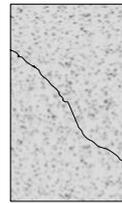
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



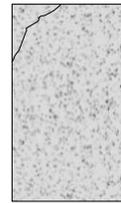
Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



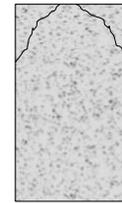
Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:  $a = 0.40$   
 $b = 0.85$   
 $t = \text{Edad (días)}$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior. La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Davis Frank Velásquez Hilario*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / TEL. 076 633319

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA, 06 DE AGOSTO DEL 2020

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

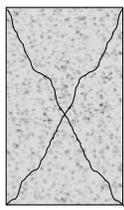
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 16/07/2020

DISEÑO: 20% ACR

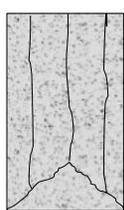
N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	AR207-1	AR207-2	AR207-3	AR207-4	AR207-5
FECHA VACIADO	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020
FECHA ROTURA	16/07/2020	16/07/2020	16/07/2020	16/07/2020	16/07/2020
EDAD (días)	7	7	7	7	7
DIAMETRO (cm)	15.33	15.35	15.20	15.19	15.13
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	5	5	5	3
CARGA MÁXIMA (kN)	317.19	297.23	289.54	275.70	304.85
CARGA MÁXIMA (kg)	32343.86	30309.73	29524.39	28113.13	31085.55
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	184.57	185.05	181.45	181.22	179.79
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	175.24	163.79	162.71	155.14	172.90
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	83.45%	77.99%	77.48%	73.87%	82.33%

Esquema de los patrones de tipos de fractura:



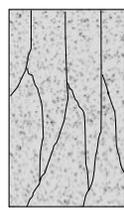
Tipo 1:

Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



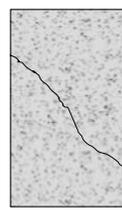
Tipo 2:

Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



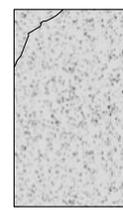
Tipo 3:

Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



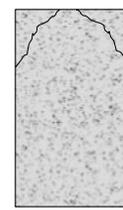
Tipo 4:

Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:

Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDA D	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

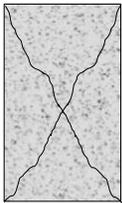
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 16/07/2020

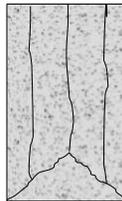
DISEÑO: 20% ACR

N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	AR207-6	AR207-7	AR207-8	AR207-9	AR207-10
FECHA VACIADO	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020
FECHA ROTURA	16/07/2020	16/07/2020	16/07/2020	16/07/2020	16/07/2020
EDAD (días)	7	7	7	7	7
DIAMETRO (cm)	15.23	15.39	15.08	15.12	15.37
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	3	5	5	3	5
CARGA MÁXIMA (kN)	300.14	325.82	322.62	313.73	302.93
CARGA MÁXIMA (kg)	30605.28	33223.87	32897.56	31991.05	30889.77
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	182.17	186.02	178.60	179.55	185.54
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	168.00	178.61	184.20	178.17	166.49
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	80.00%	85.05%	87.71%	84.85%	79.28%

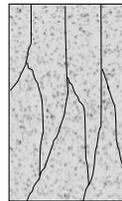
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



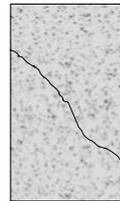
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



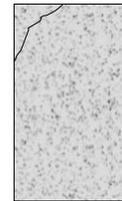
Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:  $a = 0.40$   
 $b = 0.85$   
 $t = \text{Edad (días)}$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior. La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo serresponsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

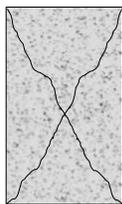
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 23/07/2020

DISEÑO: 20% ACR

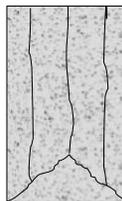
N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	AR2014-1	AR2014-2	AR2014-3	AR2014-4	AR2014-5
FECHA VACIADO	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020
FECHA ROTURA	23/07/2020	23/07/2020	23/07/2020	23/07/2020	23/07/2020
EDAD (días)	14	14	14	14	14
DIAMETRO (cm)	15.22	15.16	15.04	15.25	15.32
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	2	5	5	3	3
CARGA MÁXIMA (kN)	369.45	318.33	342.54	356.31	339.25
CARGA MÁXIMA (kg)	37672.82	32460.11	34928.80	36332.93	34593.32
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	181.93	180.50	177.65	182.65	184.33
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	207.07	179.83	196.61	198.92	187.67
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	98.61%	85.64%	93.62%	94.72%	89.37%

Esquema de los patrones de tipos de fractura:



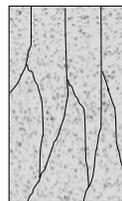
Tipo 1:

Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



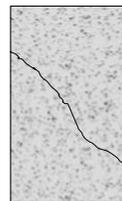
Tipo 2:

Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



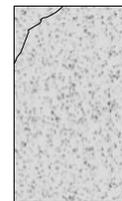
Tipo 3:

Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:

Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:

Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

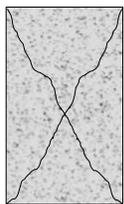
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 23/07/2020

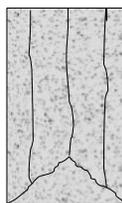
DISEÑO: 20% ACR

N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	AR2014-6	AR2014-7	AR2014-8	AR2014-9	AR2014-10
FECHA VACIADO	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020
FECHA ROTURA	23/07/2020	23/07/2020	23/07/2020	23/07/2020	23/07/2020
EDAD (días)	14	14	14	14	14
DIAMETRO (cm)	15.18	15.35	15.03	15.09	15.17
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	3	5	3	3	5
CARGA MÁXIMA (kN)	345.43	359.70	354.90	364.64	300.89
CARGA MÁXIMA (kg)	35223.50	36678.61	36189.15	37182.34	30681.75
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	180.98	185.05	177.42	178.84	180.74
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	194.63	198.21	203.98	207.91	169.76
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	92.68%	94.38%	97.13%	99.01%	80.84%

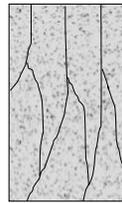
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



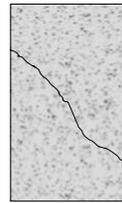
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

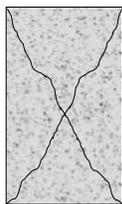
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 06/08/2020

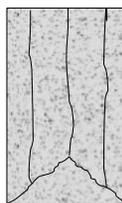
DISEÑO: 20% ACR

N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	AR2028-1	AR2028-2	AR2028-3	AR2028-4	AR2028-5
FECHA VACIADO	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020
FECHA ROTURA	6/08/2020	6/08/2020	6/08/2020	6/08/2020	6/08/2020
EDAD (días)	28	28	28	28	28
DIAMETRO (cm)	15.08	15.19	15.39	15.33	15.13
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	5	5	5	5
CARGA MÁXIMA (kN)	462.95	438.69	421.97	449.68	479.90
CARGA MÁXIMA (kg)	47207.01	44733.22	43028.28	45853.87	48935.40
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	178.60	181.22	186.02	184.45	179.79
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	264.32	246.85	231.31	248.60	272.19
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	125.87%	117.55%	110.15%	118.38%	129.61%

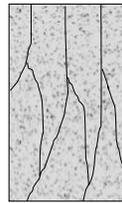
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



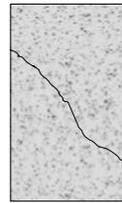
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



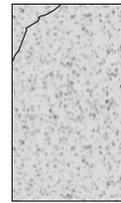
Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

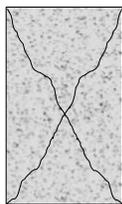
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 06/08/2020

DISEÑO: 20% ACR

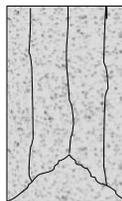
N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	AR2028-6	AR2028-7	AR2028-8	AR2028-9	AR2028-10
FECHA VACIADO	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020
FECHA ROTURA	6/08/2020	6/08/2020	6/08/2020	6/08/2020	6/08/2020
EDAD (días)	28	28	28	28	28
DIAMETRO (cm)	15.28	15.32	15.07	15.20	15.36
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	3	2	2	5	3
CARGA MÁXIMA (kN)	441.02	472.50	465.00	403.61	460.81
CARGA MÁXIMA (kg)	44970.81	48180.83	47416.05	41156.11	46988.80
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	183.37	184.33	178.36	181.45	185.29
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	245.25	261.38	265.84	226.81	253.59
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	116.78%	124.47%	126.59%	108.01%	120.76%

Esquema de los patrones de tipos de fractura:



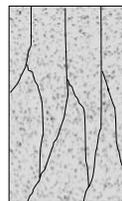
Tipo 1:

Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



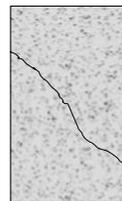
Tipo 2:

Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



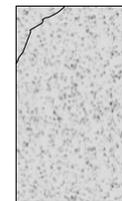
Tipo 3:

Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:

Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:

Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / TEL. 076 633319

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## ENSAYO A COMPRESIÓN UNIAXIAL

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”

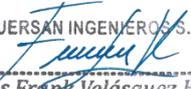
### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA, 10 DE AGOSTO DEL 2020

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

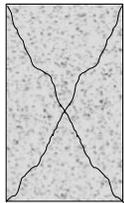
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 20/07/2020

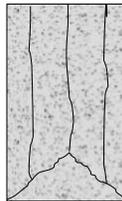
DISEÑO: 30% ACR

N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	AR307-1	AR307-2	AR307-3	AR307-4	AR307-5
FECHA VACIADO	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020
FECHA ROTURA	20/07/2020	20/07/2020	20/07/2020	20/07/2020	20/07/2020
EDAD (días)	7	7	7	7	7
DIAMETRO (cm)	15.38	15.08	15.36	15.20	15.32
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	2	6	6	5	5
CARGA MÁXIMA (kN)	273.55	314.42	319.60	294.81	306.69
CARGA MÁXIMA (kg)	27893.89	32061.41	32589.61	30061.78	31273.18
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	185.78	178.60	185.29	181.45	184.33
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	150.15	179.51	175.88	165.67	169.66
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	71.50%	85.48%	83.75%	78.89%	80.79%

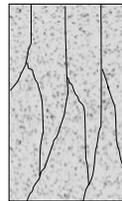
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



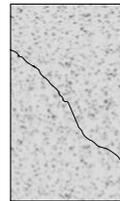
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:  $a = 0.40$   
 $b = 0.85$   
 $t = \text{Edad (días)}$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior. La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

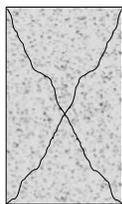
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 20/07/2020

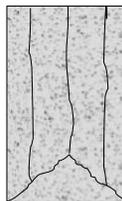
DISEÑO: 30% ACR

N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	AR307-6	AR307-7	AR307-8	AR307-9	AR307-10
FECHA VACIADO	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020
FECHA ROTURA	20/07/2020	20/07/2020	20/07/2020	20/07/2020	20/07/2020
EDAD (días)	7	7	7	7	7
DIAMETRO (cm)	15.12	15.18	15.17	15.03	15.16
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	3	2	5	5	5
CARGA MÁXIMA (kN)	315.88	292.21	305.70	288.60	297.43
CARGA MÁXIMA (kg)	32210.28	29796.65	31172.23	29428.54	30328.94
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	179.55	180.98	180.74	177.42	180.50
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	179.40	164.64	172.47	165.87	168.03
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	85.43%	78.40%	82.13%	78.99%	80.01%

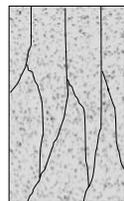
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



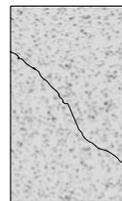
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

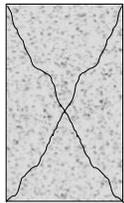
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 27/07/2020

DISEÑO: 30% ACR

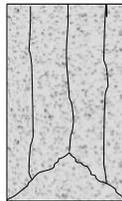
N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	AR3014-1	AR3014-2	AR3014-3	AR3014-4	AR3014-5
FECHA VACIADO	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020
FECHA ROTURA	27/07/2020	27/07/2020	27/07/2020	27/07/2020	27/07/2020
EDAD (días)	14	14	14	14	14
DIAMETRO (cm)	15.12	15.28	15.03	15.19	15.21
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	2	5	5	6
CARGA MÁXIMA (kN)	344.16	333.05	359.34	338.12	345.36
CARGA MÁXIMA (kg)	35094.00	33961.11	36641.90	34478.10	35216.36
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	179.55	183.37	177.42	181.22	181.69
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	195.46	185.21	206.53	190.26	193.82
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	93.07%	88.19%	98.35%	90.60%	92.30%

Esquema de los patrones de tipos de fractura:



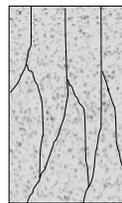
Tipo 1:

Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



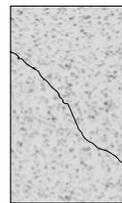
Tipo 2:

Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



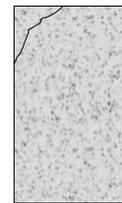
Tipo 3:

Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:

Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:

Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

*Davis Frank Velásquez Hilario*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

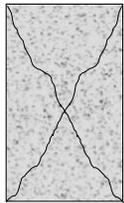
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 27/07/2020

DISEÑO: 30% ACR

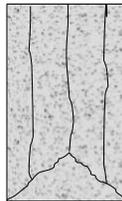
N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	AR3014-6	AR3014-7	AR3014-8	AR3014-9	AR3014-10
FECHA VACIADO	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020
FECHA ROTURA	27/07/2020	27/07/2020	27/07/2020	27/07/2020	27/07/2020
EDAD (días)	14	14	14	14	14
DIAMETRO (cm)	15.35	15.31	15.08	15.17	15.14
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	3	5	2	6	6
CARGA MÁXIMA (kN)	359.12	364.25	345.97	353.47	336.30
CARGA MÁXIMA (kg)	36619.47	37142.57	35278.56	36043.34	34292.51
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	185.05	184.09	178.60	180.74	180.02
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	197.89	201.76	197.53	199.42	190.49
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	94.23%	96.08%	94.06%	94.96%	90.71%

Esquema de los patrones de tipos de fractura:



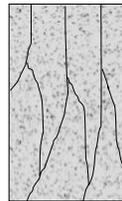
Tipo 1:

Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



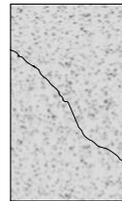
Tipo 2:

Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



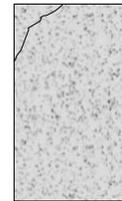
Tipo 3:

Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:

Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:

Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

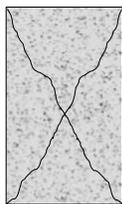
TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 10/08/2020

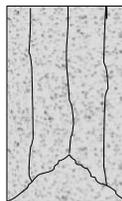
DISEÑO: 30% ACR

N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	AR3028-1	AR3028-2	AR3028-3	AR3028-4	AR3028-5
FECHA VACIADO	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020
FECHA ROTURA	10/08/2020	10/08/2020	10/08/2020	10/08/2020	10/08/2020
EDAD (días)	28	28	28	28	28
DIAMETRO (cm)	15.23	15.33	15.16	15.20	15.28
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	5	3	6	5
CARGA MÁXIMA (kN)	424.92	436.65	425.88	412.49	446.30
CARGA MÁXIMA (kg)	43329.09	44525.20	43426.98	42061.61	45509.21
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	182.17	184.57	180.50	181.45	183.37
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	237.85	241.24	240.59	231.80	248.18
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	113.26%	114.87%	114.57%	110.38%	118.18%

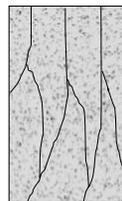
Esquema de los patrones de tipos de fractura:



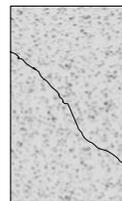
Tipo 1:  
Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



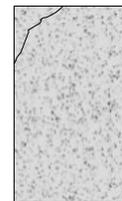
Tipo 2:  
Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



Tipo 3:  
Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:  
Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:  
Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:  
Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{cmt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

$$a = 0.40$$

$$b = 0.85$$

$$t = \text{Edad (días)}$$

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.



**CERTIFICADO DE ENSAYOS A COMPRESIÓN UNIAxIAL  
(A.S.T.M. C 39M - 2020)**

**GI-CCC-020-08-20**  
**Fecha:**  
**10/08/2020**

**TESIS:** "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."

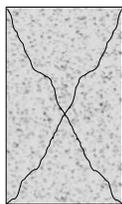
**TESISTA:** BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

**FECHA:** 10/08/2020

**DISEÑO:** 30% ACR

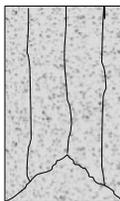
N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	AR3028-6	AR3028-7	AR3028-8	AR3028-9	AR3028-10
FECHA VACIADO	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020
FECHA ROTURA	10/08/2020	10/08/2020	10/08/2020	10/08/2020	10/08/2020
EDAD (días)	28	28	28	28	28
DIAMETRO (cm)	15.24	15.07	15.42	15.03	15.19
FACTOR DE CORRECCIÓN	1	1	1	1	1
TIPO DE FALLA	5	3	5	5	3
CARGA MÁXIMA (kN)	420.95	458.21	459.20	432.91	424.55
CARGA MÁXIMA (kg)	42924.27	46723.67	46824.62	44143.83	43291.36
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	182.41	178.36	186.74	177.42	181.22
RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	210	210	210	210	210
RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	235.32	261.96	250.74	248.81	238.89
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	112.06%	124.74%	119.40%	118.48%	113.76%

Esquema de los patrones de tipos de fractura:



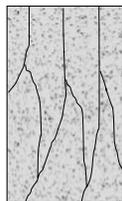
Tipo 1:

Conos razonables bien formados, en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.



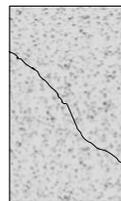
Tipo 2:

Cono bien formado, sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en las otras partes.



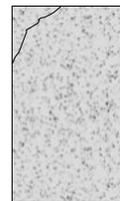
Tipo 3:

Grietas verticales columnares en ambas bases, conos no bien formados.



Tipo 4:

Fractura diagonal sin grietas en las bases, golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.



Tipo 5:

Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente con las capas de embonado.



Tipo 6:

Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Resistencia promedio del concreto en función del día (Valores referenciales)		
EDAD	RESISTENCIA (%)	
	MINIMO	IDEAL
7.00	55.00	70.00
14.00	70.00	85.00
21.00	80.00	95.00
28.00	100.00	115.00

Valor Ideal con formula del ACI -209 (A-17)

$$f_{emt} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] * f_{cm28}$$

Donde:

a = 0.40

b = 0.85

t = Edad (días)

OBSERVACIONES:

Los testigos se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

La empresa no ha intervenido en la elaboración y muestreo de los especímenes de concreto en obra; por tanto, sólo se responsabiliza por los ensayos a compresión realizados con los especímenes en el Laboratorio.

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
*Fuente*  
**Davis Frank Velásquez Hilario**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / TEL. 076 633319

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## ENSAYOS DE PESO UNITARIO DE CONCRETO (A.S.T.M. C138 / NTP 339.046)

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA, 03 DE ENERO DEL 2020

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303



**CERTIFICADO DE ENSAYOS DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO  
(A.S.T.M. C138 / NTP 339.046)**

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 3/01/2020

DISEÑO: PATRON

N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	PP-1	PP-2	PP-3	PP-4	PP-5
FECHA VACIADO	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019
FECHA ROTURA	3/01/2020	3/01/2020	3/01/2020	3/01/2020	3/01/2020
DIAMETRO (cm)	15.27	15.08	15.14	15.20	15.02
ALTURA (cm)	30.20	30.10	30.10	30.10	30.20
PESO C° FRESCO (g)	11301	11215	10875	10447	11387
PESO C° ENDURECIDO (g)	11191	11119	10761	10342	11264
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	5530	5376	5419	5462	5351
ESBELTEZ	2	2	2	2	2
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	183.13	178.60	180.02	181.45	177.18
PESO UNITARIO C° FRESCO (Kg/m <sup>3</sup> )	2043.58	2086.12	2006.83	1912.67	2128.01
PESO UNITARIO C° ENDUR (Kg/m <sup>3</sup> )	2023.69	2068.27	1985.79	1893.45	2105.03

N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	PP-6	PP-7	PP-8	PP-9	PP-10
FECHA VACIADO	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019	6/12/2019
FECHA ROTURA	3/01/2020	3/01/2020	3/01/2020	3/01/2020	3/01/2020
DIAMETRO (cm)	15.13	15.22	15.33	15.40	15.25
ALTURA (cm)	30.30	30.30	30.20	30.30	30.20
PESO C° FRESCO (g)	11693	11481	11502	11340	11363
PESO C° ENDURECIDO (g)	11568	11384	11407	11228	11236
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	5448	5513	5574	5644	5516
ESBELTEZ	2	2	2	2	2
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	179.79	181.93	184.57	186.26	182.65
PESO UNITARIO C° FRESCO (Kg/m <sup>3</sup> )	2146.29	2082.53	2063.51	2009.21	2060.01
PESO UNITARIO C° ENDUR (Kg/m <sup>3</sup> )	2123.35	2064.94	2046.47	1989.37	2036.98

  
 GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
 Davis Frank Velásquez Hilario  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 195303



**CERTIFICADO DE ENSAYOS DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO  
(A.S.T.M. C138 / NTP 339.046)**

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 06/08/2020

DISEÑO: 20% ACR

N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	PR20-1	PR20-2	PR20-3	PR20-4	PR20-5
FECHA VACIADO	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020
FECHA ROTURA	6/08/2020	6/08/2020	6/08/2020	6/08/2020	6/08/2020
DIAMETRO (cm)	15.33	15.35	15.20	15.19	15.03
ALTURA (cm)	30.30	30.20	30.20	30.10	30.20
PESO C° FRESCO (g)	11142	11033	11775	10570	11807
PESO C° ENDURECIDO (g)	11024	10947	11659	10461	11710
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	5593	5589	5480	5455	5358
ESBELTEZ	2	2	2	2	2
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	184.57	185.05	181.45	181.22	177.42
PESO UNITARIO C° FRESCO (Kg/m <sup>3</sup> )	1992.13	1974.06	2148.72	1937.67	2203.62
PESO UNITARIO C° ENDUR (Kg/m <sup>3</sup> )	1971.04	1958.67	2127.55	1917.69	2185.52

N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	PR20-6	PR20-7	PR20-8	PR20-9	PR20-10
FECHA VACIADO	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020	9/07/2020
FECHA ROTURA	6/08/2020	6/08/2020	6/08/2020	6/08/2020	6/08/2020
DIAMETRO (cm)	15.23	15.39	15.08	15.12	15.37
ALTURA (cm)	30.20	30.20	30.10	30.10	30.10
PESO C° FRESCO (g)	12006	12381	11702	12130	11263
PESO C° ENDURECIDO (g)	11893	12274	11604	12015	11165
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	5502	5618	5376	5404	5585
ESBELTEZ	2	2	2	2	2
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	182.17	186.02	178.60	179.55	185.54
PESO UNITARIO C° FRESCO (Kg/m <sup>3</sup> )	2182.12	2203.81	2176.71	2244.63	2016.65
PESO UNITARIO C° ENDUR (Kg/m <sup>3</sup> )	2161.58	2184.76	2158.48	2223.35	1999.10

  
 GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
 Davis Frank Velásquez Hilario  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 195303



**CERTIFICADO DE ENSAYOS DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO  
(A.S.T.M. C138 / NTP 339.046)**

TESIS: "VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.

TESISTA: BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

FECHA: 10/08/2020

DISEÑO: 30% ACR

N.º DE TESTIGO	1	2	3	4	5
IDENTIFICACIÓN	PR30-1	PR30-2	PR30-3	PR30-4	PR30-5
FECHA VACIADO	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020
FECHA ROTURA	10/08/2020	10/08/2020	10/08/2020	10/08/2020	10/08/2020
DIAMETRO (cm)	15.38	15.08	15.36	15.20	15.32
ALTURA (cm)	30.10	30.20	30.10	30.10	30.30
PESO C° FRESCO (g)	12142	11833	11771	10570	11107
PESO C° ENDURECIDO (g)	12038	11734	11656	10466	11015
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	5592	5394	5577	5462	5585
ESBELTEZ	2	2	2	2	2
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	185.78	178.60	185.29	181.45	184.33
PESO UNITARIO C° FRESCO (Kg/m <sup>3</sup> )	2171.32	2193.73	2110.63	1935.19	1988.72
PESO UNITARIO C° ENDUR (Kg/m <sup>3</sup> )	2152.72	2175.38	2090.01	1916.15	1972.25

N.º DE TESTIGO	6	7	8	9	10
IDENTIFICACIÓN	PR30-6	PR30-7	PR30-8	PR30-9	PR30-10
FECHA VACIADO	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020	13/07/2020
FECHA ROTURA	10/08/2020	10/08/2020	10/08/2020	10/08/2020	10/08/2020
DIAMETRO (cm)	15.12	15.18	15.17	15.03	15.16
ALTURA (cm)	30.30	30.10	30.30	30.20	30.20
PESO C° FRESCO (g)	11798	12281	11802	11630	11303
PESO C° ENDURECIDO (g)	11709	12172	11706	11527	11179
VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	5440	5447	5476	5358	5451
ESBELTEZ	2	2	2	2	2
SECCIÓN TRASVERSAL (cm <sup>2</sup> )	179.55	180.98	180.74	177.42	180.50
PESO UNITARIO C° FRESCO (Kg/m <sup>3</sup> )	2168.75	2254.64	2155.22	2170.59	2073.56
PESO UNITARIO C° ENDUR (Kg/m <sup>3</sup> )	2152.39	2234.62	2137.69	2151.36	2050.82

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
 Davis Frank Velásquez Hilario  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 195303



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / TEL. 076 633319

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## ENSAYOS DE PERMEABILIDAD- COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K) (ACI 522 R -10)

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA, ENERO DEL 2020

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

	<b>CERTIFICADO ENSAYOS DE PERMEABILIDAD - COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K) (ACI 522 R -10)</b>
TESIS:	"VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."
UBICACIÓN:	PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION DE CAJAMARCA
TESISTA:	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ
FECHA:	ENERO 2020
DISEÑO:	PATRON

CÓDIGO DE PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ALTURA "L" (cm)	ÁREA DE PROBETA "A" (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE TUBERÍA "a" (cm <sup>2</sup> )	ALTURA INICIAL DE AGUA "h1" (cm)	ALTURA FINAL DE AGUA "h2" (cm)	TIEMPO (s)	k (cm/s)	k (mm/s)
P-1	5.08	15	81.07	81.07	30	25	5.93	0.46	4.61
P-2	5.08	15	81.07	81.07	30	25	5.81	0.47	4.71
P-3	5.08	15	81.07	81.07	30	25	6.14	0.45	4.45
P-4	5.08	15	81.07	81.07	30	25	6.3	0.43	4.34
P-5	5.08	15	81.07	81.07	30	25	6.25	0.44	4.38
P-6	5.08	15	81.07	81.07	30	25	6.49	0.42	4.21
P-7	5.08	15	81.07	81.07	30	25	6.4	0.43	4.27
P-8	5.08	15	81.07	81.07	30	25	6.02	0.45	4.54
P-9	5.08	15	81.07	81.07	30	25	5.6	0.49	4.88
P-10	5.08	15	81.07	81.07	30	25	5.73	0.48	4.77



SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA  
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS  
CEL. 939291809 / TEL. 076 633319

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

## ENSAYOS DE PERMEABILIDAD - COEFICIENTE De PERMEABILIDAD (K) (ACI 522 R -10)

### TESIS:

“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”

### TESISTA:

BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ

### ASESOR:

DR. ING. MOSQUEIRA MORENO, MIGUEL ANGEL

CAJAMARCA, AGOSTO DEL 2020

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
  
Davis Frank Velásquez Hilario  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 195303

	<b>CERTIFICADO ENSAYOS DE PERMEABILIDAD - COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K) (ACI 522 R -10)</b>
TESIS:	“VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO.”
UBICACIÓN:	PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION DE CAJAMARCA
TESISTA:	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ
FECHA:	AGOSTO 2020
DISEÑO:	10% ACR

CÓDIGO DE PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ALTURA “L” (cm)	ÁREA DE PROBETA “A” (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE TUBERÍA “a” (cm <sup>2</sup> )	ALTURA INICIAL DE AGUA “h1” (cm)	ALTURA FINAL DE AGUA “h2” (cm)	TIEMPO (s)	k (cm/s)	k (mm/s)
P10-1	5.08	15	81.07	81.07	30	25	8.18	0.33	3.34
P10-2	5.08	15	81.07	81.07	30	25	8.11	0.34	3.37
P10-3	5.08	15	81.07	81.07	30	25	6.83	0.40	4.00
P10-4	5.08	15	81.07	81.07	30	25	7.14	0.38	3.83
P10-5	5.08	15	81.07	81.07	30	25	8.05	0.34	3.4
P10-6	5.08	15	81.07	81.07	30	25	8.43	0.32	3.24
P10-7	5.08	15	81.07	81.07	30	25	7.64	0.36	3.58
P10-8	5.08	15	81.07	81.07	30	25	8.29	0.33	3.3
P10-9	5.08	15	81.07	81.07	30	25	8.25	0.33	3.31
P10-10	5.08	15	81.07	81.07	30	25	7.97	0.34	3.43

	<b>CERTIFICADO ENSAYOS DE PERMEABILIDAD - COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K) (ACI 522 R -10)</b>
TESIS:	"VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE $f'_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."
UBICACIÓN:	PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION DE CAJAMARCA
TESISTA:	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ
FECHA:	AGOSTO 2020
DISEÑO:	20%ACR

CÓDIGO DE PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ALTURA "L" (cm)	ÁREA DE PROBETA "A" (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE TUBERÍA "a" (cm <sup>2</sup> )	ALTURA INICIAL DE AGUA "h1" (cm)	ALTURA FINAL DE AGUA "h2" (cm)	TIEMPO (s)	k (cm/s)	k (mm/s)
P20-1	5.08	15	81.07	81.07	30	25	9.31	0.29	2.94
P20-2	5.08	15	81.07	81.07	30	25	10.52	0.26	2.6
P20-3	5.08	15	81.07	81.07	30	25	12.19	0.22	2.24
P20-4	5.08	15	81.07	81.07	30	25	12.25	0.22	2.23
P20-5	5.08	15	81.07	81.07	30	25	10.16	0.27	2.69
P20-6	5.08	15	81.07	81.07	30	25	9.8	0.28	2.79
P20-7	5.08	15	81.07	81.07	30	25	10.72	0.26	2.55
P20-8	5.08	15	81.07	81.07	30	25	12.03	0.23	2.27
P20-9	5.08	15	81.07	81.07	30	25	9.59	0.29	2.85
P20-10	5.08	15	81.07	81.07	30	25	10.06	0.27	2.72

	<b>CERTIFICADO ENSAYOS DE PERMEABILIDAD - COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K) (ACI 522 R -10)</b>
<b>TESIS:</b>	"VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO PERMEABLE DE $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> CON ADITIVO PLASTIFICANTE SIKAMENT® 290N AL REEMPLAZAR EN DIFERENTES PORCENTAJES EL AGREGADO GRUESO POR AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO."
<b>UBICACIÓN:</b>	PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGION DE CAJAMARCA
<b>TESISTA:</b>	BACH. ING. CIVIL LIZANDRA CRISTELL CACHAY DÍAZ
<b>FECHA:</b>	AGOSTO 2020
<b>DISEÑO:</b>	30% ACR

CÓDIGO DE PROBETA	DIÁMETRO (cm)	ALTURA "L" (cm)	ÁREA DE PROBETA "A" (cm <sup>2</sup> )	ÁREA DE TUBERÍA "a" (cm <sup>2</sup> )	ALTURA INICIAL DE AGUA "h1" (cm)	ALTURA FINAL DE AGUA "h2" (cm)	TIEMPO (s)	k (cm/s)	k (mm/s)
P30-1	5.08	15	81.07	81.07	30	25	14.65	0.19	1.87
P30-2	5.08	15	81.07	81.07	30	25	15.26	0.18	1.79
P30-3	5.08	15	81.07	81.07	30	25	18.61	0.15	1.47
P30-4	5.08	15	81.07	81.07	30	25	17.55	0.16	1.56
P30-5	5.08	15	81.07	81.07	30	25	16.62	0.16	1.65
P30-6	5.08	15	81.07	81.07	30	25	18.15	0.15	1.51
P30-7	5.08	15	81.07	81.07	30	25	17.27	0.16	1.58
P30-8	5.08	15	81.07	81.07	30	25	18.33	0.15	1.49
P30-9	5.08	15	81.07	81.07	30	25	15.04	0.18	1.82
P30-10	5.08	15	81.07	81.07	30	25	15.03	0.18	1.82

## ANEXO V. REGISTRO DE INDECOPI DE LABORATORIO “GUERSAN INGENIEROS SRL”



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

### Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00102926

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 020280-2017/DSD - INDECOPI de fecha 29 de septiembre de 2017, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación GUERSAN INGENIEROS SRL y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo adjunto

Distingue : Servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño en estos ámbitos; servicios de análisis e investigación industriales; diseño y desarrollo de equipos informáticos y de software

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0713930-2017

Titular : GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

País : Perú

Vigencia : 29 de septiembre de 2027

Tomo : 0515

Folio : 140

RAY MELONI GARCIA  
Director  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI

**Estimado Usuario,**

Para cuidar el registro obtenido, le recomendamos tener en cuenta, entre otros aspectos, la siguiente información:

**a) Uso de la marca**

- ✓ Cualquier persona interesada puede solicitar la **cancelación por falta de uso** del registro otorgado, si han transcurrido tres (03) años durante los cuales **la marca no ha sido utilizada**.
- ✓ Frente a una solicitud de cancelación de registro, **usted deberá demostrar** que viene usando la marca; de lo contrario, el registro será cancelado y perderá el derecho sobre la marca.
- ✓ **El uso** de la marca **debe ser demostrado** de conformidad con lo establecido en el artículo 165 y siguientes de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, Régimen Común Sobre Propiedad Industrial.

**b) Actualización de datos del titular**

- ✓ En caso exista algún cambio respecto de su domicilio procesal durante el plazo de vigencia del registro otorgado, deberá informarlo a la Dirección de Signos Distintivos.
- ✓ Es importante que informe respecto del cambio de su **domicilio procesal** toda vez que, en caso algún tercero solicitara la cancelación o nulidad del registro otorgado, se le notificará al último domicilio procesal consignado por usted, y esta notificación se tendrá por válida.

**c) Renovación del registro**

- ✓ La vigencia del registro otorgado es de diez (10) años **renovables**.
- ✓ Si desea renovar su registro, debe hacerlo dentro de los seis (06) meses anteriores o dentro de los seis (06) meses posteriores al vencimiento del registro.
- ✓ Si no solicita la renovación de su registro, éste **caducará** y usted perderá el derecho sobre el mismo.

**d) Lemas Comerciales**

- ✓ La cancelación, nulidad o caducidad del registro de una marca a la que se vincule un lema comercial, determinará también la cancelación, nulidad o caducidad, respectivamente, del registro del lema comercial, aun cuando no haya vencido el plazo de diez (10) años de vigencia del mismo.

**Recuerde que en INDECOPI trabajamos para proteger los derechos de propiedad intelectual de todos nuestros usuarios.**



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI

DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS

**RESOLUCIÓN N° 020280-2017/DSD-INDECOPI**

EXPEDIENTE: 713930-2017  
 SOLICITANTE: GUERSAN INGENIEROS S.R.L.  
 Lima, 29 de septiembre de 2017

**1. ANTECEDENTES:**

Con fecha 24 de julio de 2017, GUERSAN INGENIEROS S.R.L., de Perú, solicita el registro de marca de servicio constituida por null, para distinguir servicios de la Clase 42 de la Clasificación Internacional.

**2. EXAMEN DE REGISTRABILIDAD:**

Realizado el examen de registrabilidad del signo solicitado con relación a los servicios que pretende distinguir, y habiendo tenido a la vista la totalidad de antecedentes fonéticos y figurativos en la clase solicitada, se concluye que cumple con los requisitos previstos en el artículo 134 de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y no se encuentra comprendido en las prohibiciones señaladas en los artículos 135 y 136 del dispositivo legal referido.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 36, 40 y 41 de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, concordante con el artículo 4 del Decreto Legislativo N° 1075.

**3. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS:**

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de servicio de la Propiedad Industrial, a favor de GUERSAN INGENIEROS S.R.L., de Perú, la marca de servicio constituida por null que se consignará en el certificado correspondiente; para distinguir servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño en estos ámbitos; servicios de análisis e investigación industriales; diseño y desarrollo de equipos informáticos y de software, de la Clase 42 de la Clasificación Internacional.

El presente registro queda bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado a partir de la fecha de la presente Resolución.

Regístrese y Comuníquese

CARLOS CAMPOS FRANCO  
 DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS  
 INDECOPI

Pág. 1 de 1

## ANEXO VI. FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PORTLAND TIPO I



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
Calle La Colonia Nro. 130 Urb. El Viveiro de Montero Santiago de Surco - Lima  
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
Teléfono 317 - 6000



### Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150  
Pacasmayo, 15 de Agosto del 2019

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.8	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.66	Máximo 1.5
PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3650	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	NO ESPECIFICA
<b>Resistencia Compresión :</b>			
Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	26.5 (271)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	34.3 (350)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	39.8 (406)	Mínimo 28.0 (Mínimo 288)
<b>Tiempo de Fraguado Vicat :</b>			
Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	261	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-07-2019 al 31-07-2019.  
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Junio 2019.  
(\*) Requisito opcional.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas  
Superintendente de Control de Calidad

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

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

## ANEXO VII. FICHA TÉCNICA DEL ADITIVO SIKAMENT 290 N



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## Sikament®-290 N

## ADITIVO POLIFUNCIONAL PARA CONCRETO

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikament®-290N es un aditivo polifuncional para concretos que puede ser empleado como plastificante o superplastificante según la dosificación utilizada. Muy adecuado para plantas de concreto al obtener con un único aditivo dos efectos diferentes sólo por la variación de la proporción del mismo. Sikament®-290N no contiene cloruros y no ejerce ninguna acción corrosiva sobre las armaduras.

## USOS

- Sikament®-290N está particularmente indicado para:
- Todo tipo de concretos fabricados en plantas concretoras con la ventaja de poder utilizarse como plastificante o superplastificante con sólo variar la dosificación.
  - En concretos bombeados porque permite obtener consistencias adecuadas sin aumentar la relación agua/cemento.
  - Transporte a largas distancias sin pérdidas de trabajabilidad.
  - Concretos fluidos que no presentan segregación ni exudación.

## CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Aumento de las resistencias mecánicas.
- Terminación superficial de alta calidad.
- Mayor adherencia a las armaduras.
- Permite obtener mayores tiempos de manejabilidad de la mezcla a cualquier temperatura.
- Permite reducir hasta el 25% del agua de la mezcla.
- Aumenta considerablemente la impermeabilidad y durabilidad del concreto.
- Facilita el bombeo del concreto a mayores distancias y alturas.
- Proporciona una gran manejabilidad de la mezcla evitando segregación y la formación de cangrejeras.
- Reductor de agua.

## CERTIFICADOS / NORMAS

Como plastificante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo D y como superplastificante con la Norma ASTM C 494, tipo G.

## INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cilindro x 200 L</li> <li>• Balde x 20 L</li> <li>• Dispenser x 1000 L</li> <li>• Granel x 1L</li> </ul>
<b>Apariencia / Color</b>	Líquido pardo oscuro
<b>Vida Útil</b>	1 año
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto debe de ser almacenado en su envase original bien cerrado y bajo techo en lugar fresco resguardado de heladas. Para el transporte debe tomarse las precauciones normales para el manejo de un producto químico.

Hoja De Datos Del Producto  
Sikament®-290 N  
Junio 2019, Versión 03.01  
021.302011000000115

Densidad 1.2 +/- 0.01

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

**Dosificación Recomendada**

- Como plastificante: del 0,3 % – 0,7 % del peso del cemento.
- Como superplastificante: del 0,7 % - 1,4 % del peso del cemento.

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### Como Plastificante

Debe incorporarse junto con el agua de amasado.

### Como Superplastificante

Debe incorporarse preferentemente una vez amasado el concreto y haciendo un re-amasado de al menos 1 minuto por cada m<sup>3</sup> de carga de la amasadora o camión concretero.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.



## ANEXO VIII. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO: MÁQUINA PARA PRUEBAS DE MEDICIÓN TIPO LOS ÁNGELES

 <b>METROLOGÍA &amp; TÉCNICAS S.A.C.</b> <small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>		
<b>Área de Metrología</b> <i>Laboratorio de Tiempo y Frecuencia</i>		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>MT - LTF - 001 - 2020</b>
		<small>Página 1 de 3</small>
<b>1. Expediente</b>	<b>200056</b>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA &amp; TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>2. Solicitante</b>	<b>GUERSAN INGENIEROS S.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Pj. Diego Ferre N° 295 Bar. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA	
<b>4. Instrumento de medición</b>	<b>MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES</b>	
<b>Fabricante</b>	<b>A&amp;A INSTRUMENTS</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>190952</b>	
<b>Modelo</b>	<b>STMH-3</b>	
<b>Alcance de Indicación</b>	<b>0 a 9999 rpm</b>	
<b>Div. de escala / Resolución</b>	<b>1 rpm</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>CHINA</b>	
<b>Tipo de indicación</b>	<b>DIGITAL</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2020-01-27</b>	
<b>6. Lugar de calibración</b>	<b>Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.</b> <b>Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima</b>	
<b>Fecha de Emisión</b>	<b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b>	<b>Sello</b>
<b>2020-01-27</b>	 <b>WILLIAMS PÉREZ COELLO</b>	
<hr/> <p><b>Metrología &amp; Técnicas S.A.C.</b>          Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú          Telf.: (511) 540-0642          Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282          RPC: 940037490</p> <p style="text-align: right;"><small>email: metrologia@metrologiatecnicas.com          ventas@metrologiatecnicas.com          calidad@metrologiatecnicas.com          WEB: www.metrologiatecnicas.com</small></p>		

**METROTEC****METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LTF - 001 - 2020***Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia*

Página 2 de 3

**7. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al DM / INACAL tomado como referencia la norma internacional ASTM C131 "Resistance to Degradation of Small Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine".

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	26,2 °C	27,1 °C
Presión Atmosférica	63 %	63 %

**9. Patrones de referencia**

Se utilizaron patrones trazables al SNM-INDECOPI, con los siguientes certificados de calibración:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Generador de Funciones LTF-C-096-2019	TACÓMETRO ÓPTICO Incertidumbre del orden de 0,4 rpm	C-IN-0005-19
Cinta Métrica clase I LLA-256-2019	CINTA MÉTRICA con incertidumbre de medición de 0,9 mm.	L-0930-2019
Magnificador Óptico LLA-080-2018		
PATRONES DE REFERENCIA DE Dirección de Metrología - INACAL	BALANZA - OHAUS Con clase de exactitud II	MT-LM-065-2019

**10. Resultados**

Características de las esferas

Nº	MEDICIÓN DE LAS ESFERAS	
	Diámetro ( mm )	Peso ( g )
1	46,78	418,9
2	46,77	418,7
3	46,77	418,9
4	46,77	418,1
5	46,77	418,8
6	46,76	418,9
7	46,76	418,9
8	46,78	418,2
9	46,78	418,9
10	46,77	418,9
11	46,78	418,9
12	46,77	418,2

Metrología &amp; Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LTF - 001 - 2020***Área de Metrología**Laboratorio de Tiempo y Frecuencia*

Página 3 de 3

## Determinación del vuelta/tiempo

Tiempo (seg)	INDICACIÓN DEL PATRÓN			Giro de la Máquina ( rpm )
	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	NÚMERO DE VUELTAS	
60	32	32	31	31,7
120	64	63	63	31,7
180	95	95	94	31,3
240	127	127	126	32,0
300	159	158	158	31,7
360	190	190	189	31,3
420	222	221	221	31,7
480	254	253	252	31,7
540	285	284	284	31,3
600	317	316	315	31,7
660	349	347	346	31,3
720	380	379	378	31,7
780	412	411	410	32,0
840	444	442	441	31,3
900	475	474	472	31,3



**Nota 1.-** El peso adecuado para las esferas debe ser de entre 390 g y 445 g. el diámetro debe estar entre 46,38 mm y 47,63 mm.

**Nota 2.-** El cilindro del equipo debe girar a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm.

**Nota 3.-** El rango admisible para el diámetro interior del tambor del equipo es de  $711 \pm 5$  mm.

**Nota 4.-** El rango admisible para la longitud interior del tambor del equipo es de  $508 \pm 5$  mm.

**11. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.

Fin del documento

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)[calidad@metrologiatecnicas.com](mailto:calidad@metrologiatecnicas.com)WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

# ANEXO IX. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO: ESCLERÓMETRO

 <b>METROLOGÍA &amp; TÉCNICAS S.A.C.</b> <small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>		
<b>Área de Metrología</b> <i>Laboratorio de Dureza</i>		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>MT - LD - 038 - 2019</b>
		Página 1 de 3
<b>1. Expediente</b>	<b>191013</b>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA &amp; TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>2. Solicitante</b>	<b>GUERSAN INGENIEROS S.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Jr. Juan Beato Masias N° 261 Bar. San Martín de Porres, Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA	
<b>4. Instrumento de medición</b>	<b>MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO</b>	
<b>Marca</b>	<b>A&amp;A INSTRUMENTS</b>	
<b>Modelo</b>	<b>ZC3-A</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>503</b>	
<b>Alcance de Indicación</b>	<b>100 Número de Rebote</b>	
<b>Div. Escala / Resolución</b>	<b>2 Número de Rebote</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>CHINA</b>	
<b>Tipo</b>	<b>ANALOGICO</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2019-11-22</b>	
<b>Fecha de Emisión</b>	<b>Jefe de Laboratorio de Metrología</b>	<b>Sello</b>
<b>2019-11-22</b>	 <b>Juan C. Quispe Morales</b> <small>Licenciado en Física</small> <small>CFP N° 0664</small>	
<hr/> <p><b>Metrología &amp; Técnicas S.A.C.</b>          Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú          Telf.: (511) 540-0642          Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282          RPC: 940037490</p> <p align="right">             email: <a href="mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com">metrologia@metrologiatecnicas.com</a>  <a href="mailto:ventas@metrologiatecnicas.com">ventas@metrologiatecnicas.com</a>  <a href="mailto:calidad@metrologiatecnicas.com">calidad@metrologiatecnicas.com</a>              WEB: <a href="http://www.metrologiatecnicas.com">www.metrologiatecnicas.com</a> </p>		

**METROTEC****METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LD - 038 - 2019***Área de Metrología**Laboratorio de Dureza*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración fue efectuada mediante una serie de mediciones del instrumento a calibrar en comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración considerando las especificaciones requeridas en la norma internacional ASTM C 805 "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete".

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de Dureza de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

**8. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,4 °C
Humedad Relativa	66 %	66 %

**9. Patrones de referencia**

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Yunque de Calibración de marca FORNEY	LABORATORIO DE MATERIALES PUCP MAT-JUL-0896/2019

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El yunque de calibración se colocó sobre una base rígida para obtener números de rebote confiable.
- La calibración en el yunque de calibración, no garantiza que el martillo dará lecturas repetibles en otros puntos de la escala de lectura.

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

RPC: 940037490

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)[calidad@metrologiatecnicas.com](mailto:calidad@metrologiatecnicas.com)WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

**METROTEC****METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LD - 038 - 2019***Área de Metrología  
Laboratorio de Dureza*

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

Número de Mediciones	Lectura Indicada del Instrumento a Calibrar
1	79,0
2	80,0
3	80,0
4	79,0
5	79,0
6	79,0
7	80,0
8	80,0
9	80,0
10	79,0
<b>PROMEDIO</b>	<b>79,5</b>
<b>Dev. Estándar</b>	<b>0,53</b>



**Nota 1.-** Para una mejor toma de datos se subdividió la división mínima del equipo en 2 partes.

**Nota 2.-** El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de  $80 \pm 2$ , según norma internacional ASTM C805.

Fin del documento

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Telf.: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282

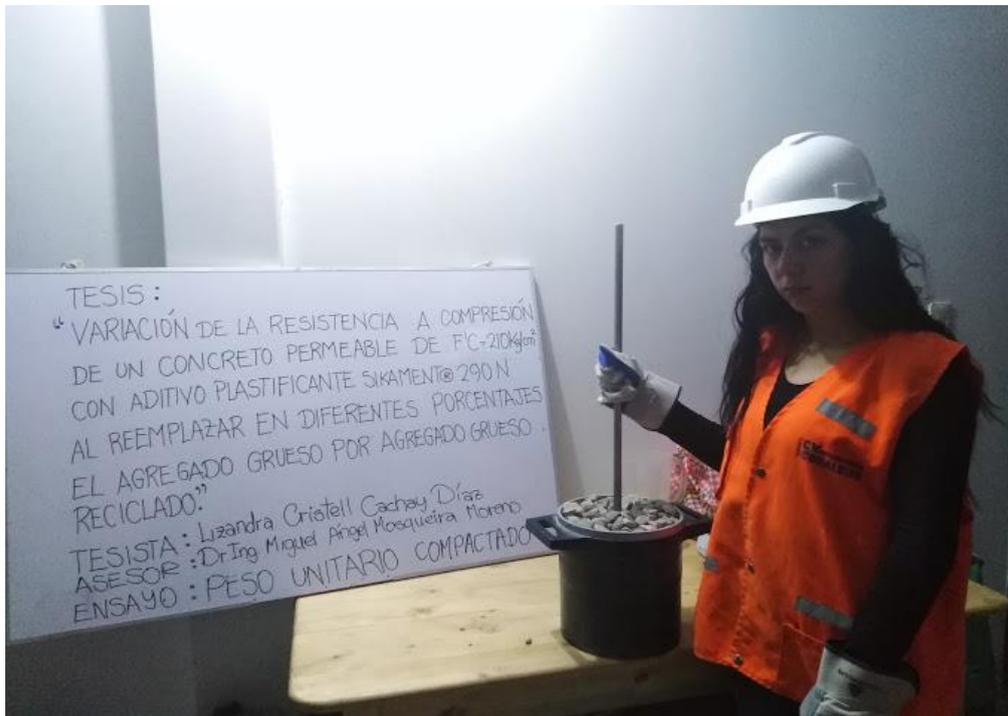
RPC: 940037490

email: [metrologia@metrologiatecnicas.com](mailto:metrologia@metrologiatecnicas.com)[ventas@metrologiatecnicas.com](mailto:ventas@metrologiatecnicas.com)[calidad@metrologiatecnicas.com](mailto:calidad@metrologiatecnicas.com)WEB: [www.metrologiatecnicas.com](http://www.metrologiatecnicas.com)

## ANEXO X. PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía N°1: Ensayo de peso unitario suelto seco



Fotografía N°2: Ensayo de peso unitario seco compactado



Fotografía N°3: Ensayo de análisis granulométrico



Fotografía N°4: Ensayo para la determinación de porcentaje de material más fino que el tamiz N°200



Fotografía N°5: Ensayo de peso específico y absorción



Fotografía N°6: Ejecución de ensayo de esclerometría



*Fotografía N°7: Bloques de concreto reciclado*



*Fotografía N°8: Tituración de bloques de concreto y obtención de ACR*



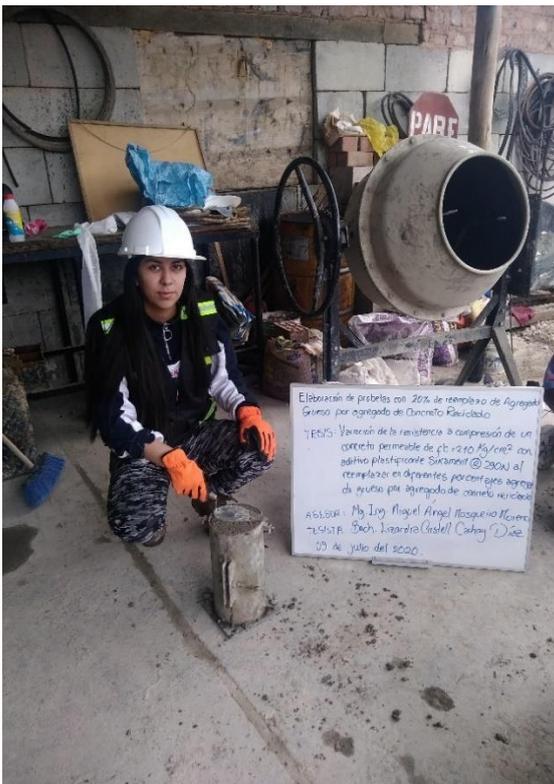
*Fotografía N°9: Peso de materiales*



*Fotografía N°10: Mezcla de materiales*



Fotografía N°11: Modelado de concreto permeable



Fotografía N°12: Enrase de superficies de especímenes cilíndricos



*Fotografía N°13: Compactación de especímenes*



*Fotografía N°14: Especímenes cilíndricos en estado fresco*



*Fotografía N°15: Peso de especímenes cilíndricos en estado fresco*



*Fotografía N°16: Desmolde de especímenes cilíndricos*



*Fotografía N°17: Especímenes cilíndricos desencofrados*



*Fotografía N°18: Curado de especímenes cilíndricos*



Fotografía N°19: Especímenes posteriormente al proceso de curado



Fotografía N°20: Enrase de superficie de especímenes cilíndricos



*Fotografía N°21: Medición de diámetros de especímenes en estado endurecido*



*Fotografía N°22: Peso de probetas en estado endurecido*



Fotografía N°23: Prensa hidráulica para ensayos a compresión uniaxial



Fotografía N°24: Ejecución de ensayo a compresión uniaxial



Fotografía N°25: Ejecución de ensayo de permeabilidad