

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO
AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD
DE HUÁNUCO**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CONSTRUCCIÓN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TESISTAS:

LOYOLA TELLO, ANDRES VICTOR

CUEVA LAGUNA, ANDRES YOEL

ASESOR:

Ing. TANGOA BERNARDO, Earle

HUANUCO – PERU

2023

DEDICATORIA

A Dios por el infinito amor que tengo hacia él y que gracias a su bendición esto es posible, a mi madre Elia estupenda fuente de mi inspiración y superación.

A mis hermanos (as) que me brindaron el apoyo moral e incondicional, que generan en mí el impulso para salir adelante en todas las etapas de mi formación, para ellos toda mi gratitud.

A mis docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Hermilio Valdizan, por la experiencia y conocimientos impartida, a ellos mis respetos y gratitud.

Andrés Víctor Loyola Tello

La presente tesis va dedicado a mis padres, Andrés Cueva Tucto e Celina Laguna Gómez por apoyarme en mi formación académica inculcándome siempre la superación.

A mis hermanos (julio, Jeel y Rubén) por el apoyo moral en mi formación académica, a ellos las gracias totales.

A mis abuelos (Adrián y victoria) por sentar las bases en mi persona en nunca rendirse ante los sueños y persistir hasta lograrlos.

Andrés Yoel Cueva Laguna

AGRADECIMIENTO

A mi gloriosa universidad Hermilio Valdizan. Mi alma mater que me acogió durante mi formación profesional.

A mi amada escuela profesional de Ingeniería Civil y Arquitectura, por la formación en el campo de la ingeniería.

A Adolfo Fernando un grandioso hermano, por mostrarme su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.

A Cecilia Loyola Tello, más que una hermana una confidente y estoy completamente seguro de que desde el cielo sonrío por la bendición que Dios me brinda.

De igual manera un agradecimiento profundo a mi asesor de tesis, principal colaborador durante todo este proceso; por su apoyo incondicional y haberme brindado de sus conocimientos y experiencias en área de la ingeniería.

A todas las maravillosas personas que Dios puso en mi camino en este sendero de la vida, que son motivo de inspiración para salir adelante.

A esta vida de esperanza porque nunca dejara de enseñarme y del cual siempre estaré agradecido.

Andrés Víctor Loyola Tello

Los agradecimientos a dios por la salud hacia mi familia y mi persona, y todos mis familiares por el apoyo moral.

De igual manera los agradecimientos a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, A la escuela Profesional de Ingeniería Civil:” por haber sido los pilares en mi formación académica”.

Andres Yoel Cueva Laguna

RESUMEN

Esta investigación fue llevada a cabo con el propósito de examinar las variaciones en los costos y la resistencia entre el concreto autocompactante (CAC) y el concreto convencional en Huánuco. El concreto autocompactante, también denominado Hormigón Autocompactable (HAC) según el EFNARC y Self Consolidating Concrete (SCC) según las Normas ACI 237R, surge como una respuesta a las deficiencias observadas en el proceso constructivo de obras en Huánuco. Estas deficiencias incluyen la presencia de cangrejas, segregación del concreto durante el vertido de elementos estructurales, formación de vacíos internos y la elección de acabados, entre otros aspectos.

Las deficiencias mencionadas son consecuencia de un inadecuado proceso de vibrado durante la construcción de los elementos estructurales. Tras una investigación, se sugiere que la implementación de concreto autocompactante podría solucionar estas deficiencias en el proceso constructivo. Por ende, el objetivo principal de este estudio es determinar las variaciones en costos y resistencia entre el concreto autocompactante y el concreto convencional en la ciudad de Huánuco.

En el desarrollo de esta investigación, se siguieron los lineamientos establecidos por las normativas ACI 237R y EFNARC.

En lo que respecta a los resultados obtenidos, la resistencia a la compresión del concreto autocompactante demostró ser superior en comparación con el concreto convencional. A los 7 días, el concreto convencional alcanzó una resistencia promedio de $f'c=201.02$ kg/cm², mientras que el concreto autocompactante registró $f'c=233.27$ kg/cm². A los 14 días, el concreto convencional presentó una resistencia promedio $f'c=259.20$ kg/cm², y el concreto autocompactante $f'c=278.82$

kg/cm². A los 21 días, el concreto convencional exhibió una resistencia promedio $f'c=252.42$ kg/cm², mientras que el concreto autocompactante alcanzó $f'c=278.82$ kg/cm². Finalmente, a los 28 días, el concreto convencional obtuvo una resistencia promedio $f'c=285.20$ kg/cm², y el concreto autocompactante $f'c=333.20$ kg/cm². Estos resultados reflejan un aumento del 16.04% a los 7 días, 2.70% a los 14 días, 10.46% a los 21 días y 16.83% a los 28 días, evidenciando la mejora progresiva de la resistencia del concreto autocompactante en comparación con el concreto convencional a lo largo del tiempo de curado.

El análisis de costos reveló que el concreto autocompactante resultó más caro en comparación con el concreto convencional. En el caso de columnas, el costo del concreto convencional fue de 556.03 soles por metro cúbico, mientras que el concreto autocompactante fue de 647.29 soles por metro cúbico. Para vigas, el costo del concreto convencional fue de 392.28 soles por metro cúbico, mientras que el concreto autocompactante fue de 524.12 soles por metro cúbico. En las losas aligeradas, el costo del concreto convencional fue de 380.40 soles por metro cúbico, y el concreto autocompactante fue de 505.63 soles por metro cúbico. Esto representó un aumento del 16.41% en el costo del concreto para columnas, un 33.61% para vigas, y un 32.92% para losas aligeradas, evidenciando un incremento significativo en el gasto al optar por el uso de concreto autocompactante en comparación con el concreto convencional en estos elementos estructurales.

En conclusión, se evidencia que el concreto autocompactante exhibe una mayor resistencia a la compresión en comparación con el concreto convencional. Además, se establece que representa una alternativa efectiva para abordar los problemas asociados con el proceso constructivo, especialmente aquellos vinculados a los concretos convencionales. Asimismo, se concluye que, a pesar de su mayor costo, el concreto autocompactante resulta más rentable al

utilizarlo en elementos estructurales verticales, dado su incremento de costo menor en comparación con otros elementos estructurales.

Palabras clave: Resistencia, Autocompactante, Convencional.

SUMMARY

This research was carried out with the purpose of examining variations in costs and strength between self-compacting concrete (SCC) and conventional concrete in Huánuco. Self-compacting concrete, also known as Hormigón Autocompactable (HAC) according to EFNARC and Self Consolidating Concrete (SCC) according to ACI 237R Standards, emerges as a response to deficiencies observed in the construction process of projects in Huánuco. These deficiencies include the presence of honeycombing, segregation of concrete during the pouring of structural elements, formation of internal voids, and the choice of finishes, among other aspects.

The mentioned deficiencies result from inadequate vibration during the construction of structural elements. Following an investigation, it is suggested that the implementation of self-compacting concrete could address these deficiencies in the construction process. Therefore, the main objective of this study is to determine the variations in costs and strength between self-compacting concrete and conventional concrete in the city of Huánuco.

In the development of this research, the guidelines established by ACI 237R and EFNARC were followed.

Regarding the results obtained, the compressive strength of self-compacting concrete proved to be superior compared to conventional concrete. At 7 days, conventional concrete reached an average strength of $f'c=201.02$ kg/cm², while self-compacting concrete recorded $f'c=233.27$ kg/cm². At 14 days, conventional concrete showed an average strength of $f'c=259.20$ kg/cm², and self-compacting concrete $f'c=278.82$ kg/cm². At 21 days, conventional concrete exhibited an average strength of $f'c=252.42$ kg/cm², while self-compacting concrete reached $f'c=278.82$ kg/cm². Finally, at 28 days, conventional concrete obtained an average strength of $f'c=285.20$ kg/cm², and self-compacting concrete $f'c=333.20$ kg/cm². These results reflect an increase of 16.04% at 7 days, 2.70% at 14 days, 10.46% at 21 days, and 16.83% at 28 days, showing the progressive improvement in the compressive strength of self-compacting concrete compared to conventional concrete over the curing period.

The cost analysis revealed that self-compacting concrete was more expensive compared to conventional concrete. For columns, the cost of conventional concrete was 556.03 soles per cubic meter, while self-compacting concrete was 647.29 soles per cubic meter. For beams, the cost of conventional concrete was 392.28 soles per cubic meter, while self-compacting concrete was 524.12 soles per cubic meter. In lightweight slabs, the cost of conventional concrete was 380.40 soles per cubic meter, and self-compacting concrete was 505.63 soles per cubic meter. This represented an increase of 16.41% in the cost of concrete for columns, 33.61% for beams, and 32.92% for lightweight slabs, indicating a significant increase in expenses when opting for the use of self-compacting concrete compared to conventional concrete in these structural elements.

In conclusion, it is evident that self-compacting concrete exhibits higher compressive strength compared to conventional concrete. Additionally, it is established as an effective alternative to address problems associated with the construction process, especially those related to conventional concretes. Furthermore, it is concluded that, despite its higher cost, self-compacting concrete is more cost-effective when used in vertical structural elements, given its lower cost increase compared to other structural elements.

Keywords: Resistance, Self-compacting, Conventional.

RESUMEN INDICE GENERAL

¡Error! Marcador no definido.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACION	1
1.1. FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN GENERAL Y ESPECÍFICOS	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICAS	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. JUSTIFICACIÓN	3
1.5. LIMITACIONES	4
1.6. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	4
1.6.1. Hipótesis general.....	4
1.6.2. Hipótesis específicas	5
1.7. VARIABLES	5

1.7.1. Variable independiente.....	5
1.7.2. Variable dependiente.....	6
1.8. DEFINICIONES TEÓRICAS Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	7
II. MARCO TEORICO	12
2.1. ANTECEDENTES	12
2.1.1. Antecedentes internacionales	12
2.1.2. Antecedentes nacionales	16
2.1.3. Antecedentes locales	23
2.2. BASES TEORICOS	23
2.2.1. Concreto autocompactante	23
2.2.2. Concreto convencional.....	24
2.2.3. Costo del concreto.....	25
2.2.4. Resistencia del concreto.....	25
2.3. BASES CONCEPTUALES.....	25
2.4. BASES EPISTEMOLÓGICAS	35
III. METODOLOGÍA	47
3.1. ÁMBITO.....	47

3.2. POBLACIÓN.....	47
3.3. MUESTRA	48
<i>Fuente: Elaboración Propia</i>	49
3.4. NIVEL Y TIPO DE ESTUDIO	50
3.4.1. Nivel de investigación.....	50
3.4.2. Tipo de investigación	50
3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	51
3.6. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTO	53
3.6.1. Método:.....	53
3.6.2. Técnica	53
3.6.3. Instrumento	54
3.7. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO.....	56
3.8. PROCEDIMIENTO.....	57
3.8.1. Recolección de la información.....	57
3.8.2. Fabricación de los equipos para el ensayo del concreto en estado fresco.....	57
3.8.3. Adquisición de materiales	62
3.9. TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS.....	68

3.9.1. Ensayo de los agregados	68
3.9.2. Diseño de mezcla de concreto convencional por el método ACI ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).....	81
3.9.3. Diseño de mezcla del concreto autocompactante.....	90
3.9.4. Grupo control	98
3.9.5. Grupo experimental.....	103
3.9.6. Ensayo a compresión de las probetas.....	111
3.9.7. Análisis de datos	120
3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS	125

IV. RESULTADOS

127

4.1. Resumen de los resultados del ensayo de laboratorio de los agregados fino y grueso.....	127
4.2. Resultados del diseño de mezcla para en concreto convencional y autocompactante.....	128
4.3. Resultados de la resistencia a compresión de los concreto convencional y autocompactante	
	130
4.3.1. Resultados del costo por 1 m ³ del concreto convencional y autocompactante	132

V. DISCUSION

133

5.1. Resistencia promedio a la comprensión del concreto autocompactante frente al concreto convencional.	133
5.2. Costo del concreto autocompactante frente al concreto convencional.	134
5.3. Contrastación de la hipótesis general.....	135
5.4. Contrastación de las hipótesis específicos	135

BIBLIOGRAFÍA

140

I. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la ciudad de Huánuco las construcciones se realizan a base de concretos convencionales y el control de calidad es deficientes en la gran mayoría de las construcciones por lo que casi siempre se presentan deficiencias durante el proceso constructivo, las deficiencias más comunes son la segregación y el inadecuado colocación del concreto produciendo cangrejeras en los elementos estructurales, éstas deficiencias se presentan debido a la falta del vibrado o el inadecuado vibrado del concreto durante el proceso constructivo, éstas deficiencias afectan al elemento estructural par lo que fue diseñada así como a la resistencia del concreto y por ende a su calidad en él acabado del concreto. En ese sentido la preocupación por solucionar este tipo de deficiencias que se tiene y siendo una de las alternativas de solución, utilizar el concreto autocompactante debido a que este tipo de concreto no necesita realizar vibraciones internas o externas al concreto se realizó la presente investigación para comparar las variaciones del costo y resistencia del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco, de esta manera poder promover el uso del concreto autocompactante como una alternativa de solución frentes a las deficiencias del proceso constructivo de la obra.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.2.1. Problema general

¿Como variaría el costo y la resistencia del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco?

1.2.2. Problemas específicos

¿Como influirá el aditivo superplastificante en el costos y resistencia del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco?

¿Como influirá la autocompactación en el costo y resistencia del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco?

¿Como influirá la granulometría de los agregados en el costo y resistencia del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco?

¿Como variará el análisis de costos unitarios del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco?

¿Cómo variará la resistencia a compresión del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco?

1.3.FORMULACIÓN DE OBJETIVOS GENERALES Y ESPECIFICAS

1.3.1. Objetivo general

Conocer la variación del costo y resistencia del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco.

1.3.2. Objetivos específicos

Conocer la influencia del aditivo superplastificante en el costo y resistencia del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco

Conocer la influencia de la autocompactación en el costo y resistencia del concreto autocompactante frente al convencional en la ciudad de Huánuco.

Conocer la influencia de la granulometría de los agregados en el costo y resistencia del concreto autocompactante frente al convencional en la ciudad de Huánuco - 2021.

Conocer la variación el análisis de costos unitarios del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco - 2021

Conocer la variación de la resistencia a compresión del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco - 2021

1.4.JUSTIFICACIÓN

La investigación actual tendrá un aporte de brindar información de las ventajas y beneficios del concreto autocompactante, así como el costo y la resistencia, estas informaciones servirán a la población para que lo puedan utilizar este tipo de concreto en

sus futuras construcciones como una alternativa de solución a las deficiencias que se presentan cuando se utiliza el concreto tradicional en la ciudad de Huánuco.

1.5.LIMITACIONES

No existe Normativa en el Perú para el diseño del concreto autocompactante por lo que se utilizó las normativas internacionales el ACI 237R y EFNARC.

Los laboratorios de suelos de la ciudad de Huánuco no cuentan con los instrumentos necesarios para llevar a cabo los ensayos del concreto en su estado fresco, esta limitación nos impide poder realizar los ensayos correspondientes al concreto autocompactante, para la presente investigación se tuvo que mandar a fabricar estos moldes.

Los aditivos superplastificantes para el diseño del concreto autocompactante no son comerciales por lo que solo se consiguen en la misma fabrica.

Los aditivos superplastificantes no comercializan en cantidades pequeñas, generalmente lo comercializan a partir de 200 litros.

Para la presente investigación cuando mencionamos al concreto convencional no referimos al concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

1.6.FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.6.1. Hipótesis general

El incremento del costo y la resistencia, son directamente proporcionales en el concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco – 2021

1.6.2. **Hipótesis específicas**

- El aditivo superplastificante influirá en el incremento de costo e incrementará la resistencia del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco – 2021
- La autocompactación influirá en la reducción del costo e incrementará la resistencia del concreto autocompactante frente al convencional en la ciudad de Huánuco – 2021
- La granulometría de los agregados influirá en el incremento de costo y resistencia del concreto autocompactante frente al convencional en la ciudad de Huánuco – 2021
- El análisis de costos unitarios variará en la cuantificación de su relación de insumos del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco – 2021
- La resistencia a compresión se incrementará del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco – 2021

1.7.VARIABLES

1.7.1. **Variable independiente**

La variable independiente (x) se refiere a la característica o propiedad que se presume como la causa del fenómeno estudiado y que no puede ser controlada (Baena Paz, 2017, p. 93).

La variable independiente es:

X: Concreto autocompactante frente al concreto convencional

1.7.2. **Variable dependiente**

La variable dependiente (y) es la que presenta modalidades o valores que se relacionan con las variaciones de la variable independiente (Baena Paz, 2017, p. 93).

La variable dependiente es:

Y: Costo y resistencia del concreto

1.8.DEFINICIONES TEÓRICAS Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables de la variable independiente

1. VARIABLES	2. TIPO DE VARIABLES	3. OPERACIONALIZACIÓN	4. CATEGORÍAS O DIMENSIONES
<p>Variable independiente.</p> <p>Concreto autocompactante frente al concreto convencional</p>	<p>Cuantitativo</p>	<p>Definición conceptual Concreto autocompactante: Consta de hormigón muy fluida, concreto no segregado que se puede esparcir en su lugar, llene el encofrado y encapsula el refuerzo sin ninguna consolidación mecánica. En general, el Hormigón autocompactante está hecho con materiales del Hormigón convencional y algunos aditivos modificadores de viscosidad. El Hormigón autocompactante también ha sido descrito como Hormigón autoconsolidable y Hormigón autonivelante (Fuente: ACI 237-7R, pág. 5).</p> <p>Concreto que tiene la capacidad de fluir por su propio peso y ocupar completamente el molde, incluso en presencia de una armadura densa, sin requerir vibración alguna, y al mismo tiempo, conserva su homogeneidad. (Fuente EFNARC, pág. 2)</p> <p>El Concreto autocompactante se caracteriza por su capacidad para fluir dentro del encofrado de manera natural, llenándolo sin necesidad de vibración, y distribuyéndose entre las barras de armadura para</p>	<p>Aditivo superplastificante</p>
			<p>Autocompactación</p>

		<p>consolidarse únicamente bajo la influencia de su propio peso (Okamura, 1997)</p> <p>Concreto convencional: Es la combinación compuesta por cemento, agregados, agua y posiblemente aditivos, en proporciones apropiadas para alcanzar las propiedades predefinidas (Fuente: RNE-E060, pag.246). Se trata de una mezcla de cemento, arena, grava, agua y aditivo que tiene la capacidad de endurecer con el tiempo, desarrollando características que la hacen ampliamente utilizada en la construcción. En su estado fresco, presenta un tiempo suficiente de manejabilidad y, al endurecer, exhibe una excelente cohesividad. (Fuente: https://www.cemexnicaragua.com/productos-y-servicios/concreto/convencional)</p> <p>Definición operacional: La medición de la variable se llevará a cabo a través de un diseño de mezcla para determinar la dosificación apropiada para ambos tipos de concreto. Posteriormente, se tomarán muestras en probetas cilíndricas con un diámetro de 6 pulgadas en la base y una altura de 12 pulgadas. Estas muestras serán sometidas a ensayos de compresión..</p>				Granulometría de los agregados
5. DEFINICIÓN		6. INDICADOR	7. NIVEL DE MEDICIÓN	8. UNIDAD DE MEDIDA	9. ÍNDICE	10. VALOR
<p>constituyen un elemento crucial en el HAC para lograr la fluidez adecuada. En caso necesario, pueden adicionarse otros tipos, como Agentes Modificadores de la Viscosidad (VEA) para mejorar la estabilidad, aditivos incluyentes de aire para reforzar la resistencia ante ciclos de congelación y descongelación, retardadores de fraguado, entre otros. (Fuente: EFNARC, pag.3)</p>		Fluidez	Proporción	plg	Rango de valores	Valores obtenidos

<p>Es la habilidad para compactarse mediante su propio peso sin requerir compactación a través de agentes externos. Una mezcla de concreto solo puede considerarse autocompactante si satisface los requisitos de las siguientes tres características:</p> <p>- Capacidad de relleno.- Es la capacidad del concreto autocompactante para fluir y ocupar de manera completa todos los espacios dentro del encofrado únicamente mediante su propio peso.</p> <p>- Capacidad de paso.- Es la habilidad del concreto autocompactante para desplazarse entre las armaduras sin experimentar segregación ni bloqueos..</p> <p>- Resistencia a la Segregación.- Es la capacidad del concreto autocompactante de preservar de manera homogénea su composición durante el transporte y la colocación en la obra (fuente: EFNARC, pág. 2, 4)</p>	Capacidad de relleno		mm y seg.		
	Capacidad de paso		% y mm		
	Resistencia a la segregación		seg.		
<p>La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través de análisis de los tamices. (Fuente: https://issuu.com/williamgamboa/docs/granulometr__a)</p>	Agregado fino		mm		
	Agregado grueso		mm		

Fuente: *Elaboración Propia*

Tabla 2

Operacionalización de variables de la variable dependiente

1. VARIABLES	2. TIPO DE VARIABLES	3. OPERACIONALIZACIÓN	4. CATEGORÍAS O DIMENSIONES
--------------	----------------------	-----------------------	-----------------------------

<p>Variable dependiente:</p> <p>Costo y resistencia del concreto</p>	<p>Cuantitativo</p>	<p>Definición conceptual Costo del concreto es la cuantificación de la relación de los insumos que componen el concreto para una determinada resistencia diseñada.</p> <p>La resistencia a la compresión se describe como la capacidad del concreto utilizado en el diseño, evaluada de acuerdo con las pautas del Capítulo 5 y expresada en MPa. Cuando esta cantidad está representada bajo un signo radical, se pretende indicar únicamente la raíz cuadrada del valor numérico, de manera que el resultado se exprese en MPa. (Fuente: RNE-E060/SENCICO, pag.29).</p> <p>Definición Operacional: La variable será medido mediante el análisis de precios unitarios del costo de producción por metro cúbico y la resistencia será medido mediante ensayo de resistencia a la compresión de concreto a los 7, 14, 21 y 28 días.</p>	<p>Análisis de costos unitarios</p>		<p>Resistencia a la compresión</p>	
<p>5. DEFINICIÓN</p>		<p>6. INDICADOR</p>	<p>7. NIVEL DE MEDICIÓN</p>	<p>8. UNIDAD DE MEDIDA</p>	<p>9. ÍNDICE</p>	<p>10. VALOR</p>
<p>La evaluación de los costos unitarios puede ser conceptualizada de manera general para una partida específica, como la suma de los recursos o contribuciones de mano de obra y/o materiales y/o equipos (herramientas), influenciados por su respectivo precio unitario. Este proceso tiene como resultado la obtención de un costo total por unidad de medida para dicha partida. (m3, m2, kg, p2, etc.). Fuente: Ing. Miguel Salinas Seminario.</p>		<p>Mano de obra</p> <p>Materiales</p> <p>Equipos</p> <p>Aditivos</p>	<p>Razón</p>	<p>hh</p> <p>kg</p> <p>hm</p> <p>kg</p>	<p>Razón</p>	<p>Valores obtenidos</p>

La resistencia a la compresión constituye la propiedad mecánica fundamental del concreto. Esta se define como la capacidad de resistir una carga por unidad de área y se expresa en términos de esfuerzo, comúnmente en kg/cm², MPa, y a veces en libras por pulgada cuadrada (psi). (fuente: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion>)

Esfuerzo

kg/cm²

II. MARCO TEORICO

2.1.ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes internacionales

- **Palencia Torres, D. (2020).** En su tesis titulada: **Evaluación de las propiedades en estado fresco de un concreto autocompactante con adición de polietileno de alta densidad recuperado granulado.** Universidad Nacional De Colombia. El **objetivo** principal fue: Evaluar las características en condiciones recientes de un concreto autocompactante que contiene polietileno de alta densidad reciclado en forma de gránulos. En este análisis, se contrastarán los resultados de diversos ensayos orientados a la evaluación de características en la fase inicial, tales como la capacidad de llenado, la capacidad de fluidez, la resistencia, la segregación y las propiedades reológicas mediante el uso del reómetro ICAR 5000. Se llevó a cabo una evaluación adicional de la resistencia a la compresión como una propiedad en estado endurecido. La decisión se basó en la utilización de concentraciones de 8%, 10% y 12% de polietileno de alta densidad (PEAD) como parte del agregado fino. Las pruebas llevadas a cabo abarcan el ensayo de Slump Flow, que evalúa indirectamente la fluidez de la mezcla y guarda relación con la capacidad de llenado; el ensayo de Flujo Asentamiento T50cm o Flujo Libre, que ofrece una medida indirecta de la viscosidad de la mezcla; y el ensayo del Anillo Japonés o Anillo J, que proporciona una valoración indirecta de la resistencia al bloqueo y la fluidez; Además, se llevaron a cabo pruebas con la caja para evaluar la fluidez y la columna de segregación, las cuales miden de manera indirecta la segregación de la

mezcla. Según los resultados obtenidos, se llega a la conclusión de que la mezcla de concreto autocompactante cumple con los requisitos establecidos por las normas colombianas e internacionales para su aplicación. Una característica notable de estos tipos de concreto es su propensión a bloquearse significativamente en la prueba del Anillo J, lo que sugiere la necesidad de aplicar cuidadosamente energía de colocación durante el vertido del concreto, evitando excesos para prevenir la posible emergencia de polietileno de alta densidad (PEAD) en la superficie. En lo que respecta a los ensayos de capacidad de llenado y segregación, los resultados cumplen con los criterios establecidos en la literatura especializada.

- **Gonzales, Gonzales, Martínez y Rojo (2018)**, V Congreso Iberoamericano de Hormigón Autocompactante y Hormigones Especiales: Impacto de las fluctuaciones en los materiales en la reología de los hormigones autocompactantes reciclados: este estudio, llevado a cabo en la ciudad de Valencia, España, se centra en examinar cómo las variaciones en los materiales afectan el comportamiento reológico de los hormigones autocompactantes que incorporan árido grueso reciclado. Se desarrolla un concreto autocompactante convencional y tres versiones recicladas con tasas de sustitución del 20%, 50% y 100% en volumen. En cada una de estas mezclas, se realizan ajustes en los niveles de agua, superplastificante y cemento para simular las posibles variaciones que podrían surgir en las instalaciones de producción, con $\pm 3\%$ en el agua, $\pm 5\%$ en el superplastificante y $\pm 3\%$ en el cemento. Se lleva a cabo un análisis en estado fresco de todos los concretos mediante pruebas reológicas como el "stress growth test" y el "flow curve test". A través de la utilización de reógrafos, se examinan las alteraciones reológicas

que podrían surgir debido a incrementos o reducciones en los niveles de agua, superplastificante o cemento. Los resultados posibilitan el análisis de la susceptibilidad de un hormigón autocompactante reciclado (HACR) ante cambios en los materiales, permitiendo la determinación de los porcentajes de árido reciclado más aconsejables para alcanzar un concreto resistente y duradero.

- **Rozas, Castillo, Martínez y Castellote (2018)**, V Congreso Iberoamericano de Hormigón Autocompactante y Hormigones Especiales: **Procedimiento para la utilización de residuos en la producción de materiales cementicos: empleo de sedimentos dragados como parte integral en la composición de hormigón autocompactante**. En Valencia, España, este estudio se enfoca en la incorporación de materiales provenientes del dragado como componente esencial en la industria de la construcción. Este enfoque se presenta como una meta clave para el sector, considerando el aumento en la demanda de tales materiales y la creciente escasez de recursos provenientes del interior. Aunque la mayoría de las investigaciones se han centrado en la reutilización de residuos industriales y de demolición, la utilización de materiales derivados del dragado ha recibido menos atención, y aún no se han establecido protocolos sistemáticos para evaluar su viabilidad como materia prima en la fabricación de materiales basados en cemento. En este contexto, el objetivo central de la presente investigación consiste en establecer un protocolo para evaluar la adecuación de un residuo procedente de un puerto español como componente de un hormigón autocompactante (HAC). Para lograr esto, se realizará un análisis detallado de la composición química, mineralógica y granulométrica del sedimento. Una vez confirmada su idoneidad, se examinará la eficacia de su

incorporación en el HAC a través de pruebas de durabilidad y de compatibilidad ambiental. Estos ensayos evidenciarán que las propiedades del HAC obtenido se equiparan a las expectativas para un concreto convencional fabricado con un filler silíceo estándar.

- Canal Bautista A. (2018) en su tesis titulada: **Estudio experimental de hormigones autocompactantes extendido sometiendo a curar aceleradamente**. En Madrid, España. En esta investigación, se analiza el impacto de someter a un curado acelerado, caracterizado por altas temperaturas y humedad, a hormigones autocompactantes expansivos. Este método de curado acelera la hidratación del hormigón al emplear calor y humedad, dando como resultado una notable resistencia mecánica en un periodo breve. Este impacto resulta especialmente ventajoso y adecuado en la industria de la prefabricación de elementos de hormigón. El objetivo del proyecto se realizó una investigación experimental a través de una variedad de pruebas en las fases fresca y endurecida con el fin de evaluar los efectos que el curado acelerado podría tener en un hormigón autocompactante expansivo, comparándolo con técnicas de curado convencionales. En resumen, se llegó a la conclusión de que las propiedades expansivas y de resistencia inherentes a un hormigón autocompactante expansivo sometido a curado acelerado permitirían reducir la cantidad de cemento necesaria.
- **Fernando, Gordillo y Delvasto (2018)** en la revista DYNA: **Aprovechamiento y mejora del residuo proveniente de mampostería con el fin de fabricar concreto autocompactante**. En la ciudad de Medellín, Colombia, este estudio se centra en la tendencia en aumento de incorporar diferentes materiales cementicios

suplementarios (MCS) en la elaboración de concretos autocompactantes (CACs). En esta investigación, se exponen los resultados del estudio acerca de la aplicación del residuo de mampostería (RM) como MCS. Se llevaron a cabo pruebas de Frattini, índice de actividad de resistencia y termogravimetría para caracterizar el material. Se examinó la influencia del residuo de mampostería (RM) en las propiedades del concreto autocompactante (CAC) al sustituir el cemento Portland en proporciones que oscilan entre el 0% y el 50% en volumen. Las características en estado fresco de los CAC fueron evaluadas a través de ensayos de flujo de asentamiento con cono de Abrams, caja en L y embudo en V. Los resultados señalan que el residuo de mampostería (RM) exhibe propiedades puzolánicas y es apto como material cementicio suplementario (MCS). El concreto autocompactante (CAC) fabricado con RM demostró un buen desempeño en cuanto a autocompatibilidad; sin embargo, debido a la baja reactividad del RM en las fases iniciales del fraguado, se evidenció una reducción en la resistencia a la compresión en proporción al porcentaje de sustitución.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- **Huamaní Huaranca, I. (2018).** En su tesis titulada: “**Concreto autocompactante: Diseño, beneficios y consideraciones básicas para su uso en la ciudad de Ayacucho**”. En Ayacucho, Perú. El propósito principal de esta tesis fue reducir los huecos en el concreto fresco sin necesidad de vibración mediante el desarrollo del diseño óptimo del Concreto Autocompactante (CAC) para su implementación en la Ciudad de Ayacucho. La tarea incluyó la creación de métodos para producir un concreto innovador denominado

"Concreto Autocompactante (CAC)" con el objetivo de mejorar la trabajabilidad durante el vertido, así como la calidad, el tipo de acabado, la resistencia, la formación de huecos internos y la durabilidad. Se considera que este concreto autocompactante es una alternativa viable para aplicaciones en construcción y obras civiles en general. La investigación se enfoca en la variación del comportamiento del CAC en relación con el porcentaje de aditivo superplastificante utilizado, ya que este parámetro influye en su microestructura y, por ende, en su resistencia.

La metodología abarca la evaluación de las características del concreto en su fase fresca mediante pruebas de escurrimiento y embudo en V, junto con el análisis de la resistencia a la compresión en el estado endurecido. La estructura de investigación adoptada es de tipo experimental y correlacional, utilizando como muestra los ensayos realizados en el concreto. La manipulación de los datos se llevó a cabo mediante un diagrama de flujo.

Los resultados muestran que a medida que se aumenta la cantidad de superplastificante, la resistencia a la compresión tiende a disminuir, y la dosis óptima de aditivo es del 1% en peso del cemento. Estos hallazgos respaldan los objetivos establecidos y fundamentan la investigación. Una conclusión relevante es que la resistencia mecánica a la compresión (f'_c) del concreto autocompactante supera la del concreto convencional, evidenciando que la utilización de la superplastificante mejora la calidad del concreto.

- **Bustamante Tirado, M. (2018).** En su tesis titulada: **Análisis de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, usando el aditivo superplastificante glenium C313.** En Cajamarca, Perú. El propósito principal de esta investigación es analizar las propiedades mecánicas del concreto al incorporar el aditivo Glenium C 313 con una resistencia objetivo ($f'_c=300$ kg/cm²). Se fabricaron 225 especímenes de concreto, 150 cilíndricos y 75 prismáticos, utilizando diferentes proporciones del aditivo en relación con el peso del cemento (0.5%, 1%, 1.5% y 2%). Estos especímenes se sometieron a ensayos de compresión y flexión a los 7, 14 y 28 días. Los materiales empleados incluyeron cemento Pacasmayo Tipo I, agregados extraídos del Río Chonta, aditivo Glenium C 313 y agua del campus de la Universidad Nacional de Cajamarca.

El análisis de las propiedades del concreto en estado fresco se llevó a cabo mediante ensayos de fluidez, caja L, caja U y peso unitario del concreto. En estado endurecido, se evaluaron la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad. Los resultados revelaron que el mayor incremento en la resistencia a compresión, del 17.55% en comparación con el concreto patrón, se logró con una adición del 1% del aditivo con respecto al peso del cemento. Para la resistencia a la flexión, el aumento fue del 13.52% en comparación con el concreto patrón con una adición del 1% del aditivo por peso del cemento. No obstante, se observó que a medida que se aumenta el porcentaje del aditivo, la resistencia del concreto disminuye en un 11.02% a compresión y un 17.42% a flexión en comparación con el concreto patrón,

especialmente con una adición del 2% del aditivo en relación con el peso del cemento. La relación más favorable entre el costo y la resistencia a la compresión se logró al incorporar un 0.5% del aditivo respecto al peso del cemento. En síntesis, se deduce que el porcentaje ideal de aditivo es del 1% en peso del cemento, dado que logra un incremento significativo en la resistencia mecánica, superando el 10%.

- **Aquino Carreon, H. S. (2021).** En su tesis titulada: **Análisis de la resistencia de concretos autocompactantes con agregados artificiales para $f'c=210$ kg/cm², $f'c=280$ kg/cm², $f'c=315$ kg/cm² en Puno 2018.** El propósito principal de esta investigación fue examinar la resistencia de concretos autocompactantes que emplean agregados artificiales para $f'c=210$ kg/cm², $f'c=280$ kg/cm² y $f'c=315$ kg/cm² en la región de Puno durante el año 2018. Para llevar a cabo este objetivo, se analizó la variación en el comportamiento del concreto autocompactante en sus estados fresco y endurecido en relación con dosis de 1%, 1.5% y 2.5% de aditivo superplastificante (Sika Viscocrete 1110). Se fabricaron un total de 108 muestras para resistencias $f'c=210$ kg/cm², $f'c=280$ kg/cm² y $f'c=315$ kg/cm². Dentro de este conjunto, 27 muestras corresponden a concreto estándar, sin ninguna adición de aditivo en su composición. Las 27 muestras restantes se dividen equitativamente entre aquellas con un 1.0% de aditivo, las que tienen un 1.5% de aditivo y las que contienen un 2.5% de aditivo. La formulación de las mezclas se llevó a cabo considerando las pautas del comité 237 del Instituto Americano del Concreto, así como las Directrices Europeas para Concreto Autocompactante (EFNARC), y se siguió el método general propuesto por Okamura. Los resultados indican que al

incorporar aditivo en el diseño de la mezcla, la resistencia a la compresión a los 28 días del concreto patrón f'_c de 21MPA, 280 MPA y 315 MPA es la siguiente: 24.791 MPA, 27.126 MPA, 22.207 MPA para $f'_c=210$ kg/cm²; 337.82 kg/cm², 380.78 kg/cm², 294.59 kg/cm² para $f'_c=280$ kg/cm²; 402.54 kg/cm², 450.51 kg/cm², 340.39 kg/cm² para $f'_c=315$ kg/cm², con dosis de aditivo del 1.0%, 1.5% y 2.5%, respectivamente. Como conclusión, se determina que la resistencia de los concretos autocompactantes experimenta una mejora considerable al emplear agregados artificiales, específicamente para $f'_c=210$ kg/cm², $f'_c=280$ kg/cm² y $f'_c=315$ kg/cm², cuando se aplican dosis de aditivo del 1.0% y 1.5%. No obstante, para una dosis de 2.5%, la mejora no es significativa.

- **Lozano Villaseca, T. P. (2020).** En su tesis titulada: **Comportamiento mecánico de un concreto de alta resistencia y un concreto autocompactante, Lima-2020.**

La presente investigación tuvo como **objetivo** general: Examinar las propiedades mecánicas de un concreto de alta resistencia y un concreto autocompactante con el objetivo de mejorar su compactación, resistencia y trabajabilidad. Este análisis se llevó a cabo mediante una serie de pruebas tanto en el estado fresco como endurecido de ambos tipos de concreto, La conclusión obtenida es que el concreto autocompactante exhibe propiedades mecánicas notablemente superiores en comparación con el concreto de alta resistencia convencional, abarcando una mejor compactación, elevadas resistencias finales y una trabajabilidad óptima en los tres aspectos mencionados. Para esto, se llevó a cabo una comparación entre un concreto de alta resistencia con una resistencia $f'_c= 350$ kg/cm² y un concreto autocompactante, con el objetivo de identificar las diferencias en su

comportamiento mecánico, especialmente en términos de compactación, resistencia y trabajabilidad. Además, se diseñó un nuevo tipo de concreto, conocido como Concreto Autocompactante (CAC), para abordar desafíos en obras, como la compactación en estructuras densamente armadas. Estas estructuras, en muchos casos, dificultan el proceso de vibración, lo que puede dar lugar a problemas como cangrejeras o complicaciones en estructuras complejas. El CAC se desarrolló para abordar problemas como el tipo de acabado defectuoso, baja resistencia, presencia de vacíos internos y cangrejeras. Basándonos en los resultados derivados de los ensayos mencionados previamente, llegamos a la conclusión de que a medida que se aumentan las dosis de aditivo superplastificante en la mezcla, la resistencia a la compresión disminuye. Se establece que el rango óptimo de porcentaje de aditivo se sitúa entre el 1% y el 1.10% respecto al peso del cemento.

- **Palomino Román, J. H. (2017).** En su tesis titulada: **Estudio comparativo en la autoconstrucción de edificaciones utilizando concreto autocompactante con la incorporación de aditivo superplastificante frente al concreto tradicional.** En Abancay, Perú. El propósito principal de este estudio fue crear y formular un concreto autocompactante con el fin de mejorar significativamente la manejabilidad durante el proceso de vertido en las obras llevadas a cabo en la ciudad de Abancay. La intención era mejorar la facilidad de trabajo durante la preparación, transporte y colocación del concreto en los elementos estructurales de las construcciones. En la preparación de la tesis, propongo tres (03) formulaciones de mezclas para concreto autocompactante, cada una con distintos porcentajes de aditivo superplastificante. El objetivo es identificar la formulación que proporcione la mejor trabajabilidad en

el concreto utilizado en construcciones informales, sin comprometer sus características en estado fresco ni afectar su durabilidad a lo largo del tiempo. Se abordó también la comparación de resistencia y costos entre un concreto convencional con un asentamiento de 6 a 7 pulgadas y un concreto autocompactante que incorpora un porcentaje del 1.125% de aditivo superplastificante. En una de sus conclusiones, señala que la deficiencia en la calidad de los materiales no solo se origina exclusivamente en las plantas chancadoras, sino que también se manifiesta en los comerciantes minoristas de materiales ubicados en las afueras de la ciudad. Estos vendedores ofrecen materiales con un único tamaño de agregado (1", 3/4") en el caso de agregado grueso, lo cual limita la capacidad de obtener el concreto deseado: Con el objetivo de evaluar costos y beneficios, llevamos a cabo una comparación entre el concreto convencional de tipo B y el concreto autocompactante de tipo 2 con un 1.125% de aditivo. En este análisis, se observó que el concreto autocompactante presenta costos superiores, con una diferencia notable.

- **Rabanal, Su (2017)** en su tesis titulada: **Diseño de un concreto autocompactable**, en Pimentel, Perú. El **Objetivo** Principal fue: formular un concreto autocompactante para elevar la calidad de las estructuras de concreto en proyectos de edificación a gran escala. Esto implica ampliar el conocimiento sobre la implementación de nuevas tecnologías que involucran el uso de aditivos superplastificantes y comenzar a aplicar esta tecnología en obras de edificación que abarquen extensos volúmenes de concreto y estén fuertemente armadas. En una de las conclusiones, se evidenció que el concreto autocompactante diseñado fue de

calidad óptima, superando exitosamente todos los ensayos previstos y cumpliendo con los parámetros establecidos, así como con las características específicas de un Concreto Autocompactante (CAC). En otra conclusión, se confirmó que el concreto autocompactante presenta una variación del 19% en comparación con el concreto convencional en lo que respecta a su evaluación económica.

2.1.3. Antecedentes locales

No se encontraron estudios similares en nuestra región de Huánuco.

2.2.BASES TEORICOS

2.2.1. Concreto autocompactante

Es un hormigón muy fluido, concreto no segregado que se puede esparcir en su lugar, llene el encofrado y encapsula el refuerzo sin ninguna consolidación mecánica. En general, el Hormigón autocompactante está hecho con materiales del Hormigón convencional y algunos aditivos modificadores de viscosidad. El Hormigón autocompactable también ha sido descrito como Hormigón autoconsolidable y Hormigón autonivelante (ACI 237R, 2007, p. 5).

Concreto capaz de desplazarse por su propio peso y ocupar completamente el molde, incluso en presencia de una armadura densa, sin requerir vibración adicional, manteniendo al mismo tiempo su uniformidad (EFNARC, 2002, p. 2).

El concreto autocompactante se caracteriza por su capacidad de desplazarse y llenar el encofrado de manera natural, adaptándose entre las barras de armadura y consolidándose exclusivamente debido a su propio peso (Okamura, 1997).

En el concreto autocompactante, hay una mayor proporción de cemento en comparación con el concreto convencional, así como una mayor cantidad de agregado fino en relación con el agregado grueso, además de la inclusión del aditivo superplastificante Sika Viscocrete 4500 PE

En comparación con el concreto tradicional, el concreto autocompactante implica una reducción en la necesidad de mano de obra y equipos.

2.2.2. Concreto convencional

Se trata de una combinación que incluye cemento, agregados, agua y posiblemente aditivos, dispuestos en proporciones apropiadas para lograr las propiedades específicas establecidas (RNE - E060, 2006, p. 246).

Se refiere a una combinación de cemento, arena, grava, agua y aditivos que, con el tiempo, adquiere propiedades que lo vuelven ampliamente utilizado en la construcción. En su estado fresco, presenta un tiempo adecuado para manipulación y una excelente durabilidad cuando se endurece (CEMEX, s.f.).

2.2.3. Costo del concreto

El gasto asociado al concreto se establece mediante la evaluación de los costos relacionados con la mano de obra, materiales y equipos necesarios para una producción específica.

2.2.4. Resistencia del concreto

Se describe como la capacidad del concreto para resistir compresión, utilizada en el diseño y evaluada según los criterios expresados en MPa. Cuando se presenta bajo el símbolo radical, indica únicamente la raíz cuadrada del valor numérico, proporcionando el resultado en MPa (RNE - E060, 2006, p. 29).

La resistencia a la compresión simple representa la propiedad mecánica clave del concreto. Se define como la capacidad de soportar una carga por unidad de área, expresándose típicamente en términos de esfuerzo, ya sea en kg/cm², MPa o, en ocasiones, en libras por pulgada cuadrada (psi) (CEMEX, s.f.).

2.3. BASES CONCEPTUALES

Aditivos superplastificantes

Los aditivos superplastificantes son una parte esencial del Hormigón Autocompactante (HAC) para lograr la fluidez adecuada. Según sea necesario, pueden añadirse otros tipos de aditivos, como Agentes Modificadores de la Viscosidad (VEA) para mejorar la estabilidad, aditivos incluyentes de aire para fortalecer la resistencia frente a los ciclos de hielo y deshielo, retardadores de fraguado, entre otros. (EFNARC, 2002, p.3).

Autocompactación

Se refiere a la habilidad de compactarse naturalmente bajo la influencia de su propio peso, prescindiendo de la compactación a través de intervención externa.

Una mezcla de concreto se clasifica como autocompactante únicamente si satisface los criterios para las tres características siguientes: capacidad de llenado, capacidad de flujo y resistencia a la segregación (EFNARC, 2002).

- **Capacidad de relleno.** - Se refiere a la habilidad del concreto autocompactante de desplazarse y ocupar completamente todos los espacios dentro del encofrado mediante su propio peso, logrando una distribución uniforme.
- **Capacidad de paso.** - Se trata de la habilidad del concreto autocompactante de desplazarse entre las armaduras de manera continua y uniforme, sin experimentar segregación ni bloqueos.
- **Resistencia a la Segregación.** - Se refiere a la capacidad del concreto autocompactante de conservar su composición homogénea durante el transporte y la colocación en la obra.

Agregado fino

Se designa como agregado fino aquel que resulta de la desintegración natural o artificial de las rocas, que atraviesa el tamiz NTP 9.5 mm (3/8") y cumple con los parámetros definidos en la Norma NTP 400.037. El agregado fino puede comprender arena natural o

manufacturada, o una mezcla de ambas. Las partículas deben ser limpias, con una forma angular bien definida, y mostrar dureza, compacidad y resistencia.

La granulometría del agregado fino debe ajustarse a los límites establecidos en la Norma NTP 400.037. Se sugiere tener en consideración lo siguiente:

- La distribución granulométrica elegida debe ser preferiblemente ininterrumpida, con valores retenidos en las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 de la serie Tyler.
- En dos tamices consecutivos cualesquiera, el agregado fino debe retener más del 45%.
- En términos generales, se aconseja que la distribución granulométrica se sitúe dentro de los límites siguientes:

Gráfico 1

Límites de la granulometría de la arena gruesa

TABLA 3 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: RNE

El módulo de finura del agregado fino deberá mantenerse en un rango de más o menos 0.2 con respecto al valor asumido para la elección de las proporciones del concreto. Se sugiere que el valor asumido se encuentre entre 2.35 y 3.15 (Rivva López, 2014, pp. 22,23).

Agregado grueso

El agregado grueso se retiene en el tamiz Normalizado 4.75 (N° 4) y proviene de la desintegración natural o artificial de la roca, cumpliendo con los límites establecidos en esta normativa (NTP 400.037).

El agregado grueso puede estar compuesto por grava natural o triturada, piedra partida, así como por agregados metálicos naturales o artificiales. En la elaboración de concretos livianos, se permite el uso de agregado grueso tanto natural como artificial.

El agregado grueso debe consistir en partículas que sean limpias, tengan una forma angular o semiangular bien definida, sean duras, compactas, resistentes y cuenten con una textura rugosa.

El agregado grueso debe tener una graduación que se ajuste a los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 o en la Norma ASTM C 33, los cuales se detallan en la tabla 3.5.3.

Es aconsejable tener en cuenta lo siguiente:

- Se aconseja que la distribución granulométrica seleccionada sea preferiblemente continua, lo que implica que las partículas de los agregados deben abarcar un rango variado de tamaños sin brechas significativas en la gradación. Esto contribuye a una mejor compacidad y cohesión en la mezcla de concreto, mejorando sus propiedades en estado fresco y endurecido. Una granulometría continua también facilita la obtención de una mezcla más homogénea, lo que puede influir positivamente en la trabajabilidad y la resistencia del concreto resultante. Este

enfoque busca optimizar la composición de los agregados para lograr un desempeño integral del concreto en diversas aplicaciones constructivas.

- La granulometría elegida debe lograr la máxima densidad del concreto, asegurando simultáneamente una trabajabilidad y consistencia apropiadas acorde a las condiciones de colocación de la mezcla.
- La distribución granulométrica seleccionada debe cumplir con la condición de retener más del 5% del agregado en la malla de 1 ½” y, al mismo tiempo, permitir que más del 6% del agregado pase a través de la malla de ¼”. Este criterio busca garantizar una composición balanceada de los tamaños de partículas en la mezcla, promoviendo una adecuada cohesión y compactación en el concreto final. La retención en la malla de 1 ½” contribuye a la resistencia estructural, mientras que la presencia de partículas más finas, que pasan a través de la malla de ¼”, mejora la trabajabilidad y la capacidad de llenado de la mezcla durante la colocación. Este equilibrio en la granulometría es esencial para optimizar las propiedades mecánicas y de manejo del concreto en diversas aplicaciones constructivas.

Gráfico 2

Limites normalizados para el agregado grueso

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 ½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1 ½ in.)	25 mm (1 in.)	19 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 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 ½ in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N° 4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. a N° 4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N° 4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (¾ a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm 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 mm 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 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N° 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037

El tamaño máximo Nominal del agregado grueso no deberá ser mayor de:

- Un quinto de la menor separación entre los lados del encofrado.
- Un tercio de la altura de la losa de ser el caso
- Tres cuartos del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si se demuestra la trabajabilidad y los métodos de compactación con tales que el concreto se puede colocar sin la formación de vacíos o cangrejeras.

El porcentaje de partículas inconvenientes en el agregado grueso no deberá exceder de los siguientes valores: (Rivva López, 2014).

- Arcilla..... 0.25%
- Partículas delezables 5.00%
- Material más fino que la malla N° 200 1.00%
- Carbón y lignito:
 Cuando el acabado superficial del concreto es de importancia0.50%
- Otros concretos 1.00%

Cemento portland

Producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la Norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker. (NORMA ITINTEC 334.001).

Clinker o Clinker portland

El Clinker se forma tras calcinar caliza y arcilla a una temperatura que está entre 1350 y 1450 °C. El Clinker es el producto del horno que se muele para fabricar el cemento Portland. El promedio del diámetro de las partículas (o granulometría) de un cemento típico

es aproximadamente 15 micrómetros. Hay cuatro compuestos principales en el Clinker que totalizan el 90 % o más del peso del cemento Portland.

Se compone aproximadamente de:

- 60-70 % de silicato tricálcico,
- 10-20 % silicato dicálcico,
- 3-4 % aluminato tricálcico,
- 1-2 % Ferritoaluminato tetracálcico

(Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Clinker>)

Tipos, usos y características del cemento portland.

Tipo I:

Es cemento Normal, cuya mezcla se obtiene mezclando el Clinker con el yeso. Es adecuado para un importante porcentaje de construcciones civiles e industriales (viviendas, estructuras varias, pavimentos, etc.) (UMACON, s.f.).

Se utiliza en la mayoría de los proyectos, a no ser que la obra aconseje lo contrario. A favor del cemento Portland tipo I también juega el factor de la compatibilidad con la mayor parte de los materiales de construcción estándar, además de su resistencia inicial y el menor tiempo de desencofrado (UMACON, s.f.).

Tipo II:

En este caso se trata de un cemento modificado, especialmente útil en obras que exigen altos volúmenes de concreto (una presa, por ejemplo) y, sobre todo, en aquellas que están expuestas al ataque moderado de los cloruros y sulfatos (generalmente las que están en contacto con el agua) (UMACON, s.f.).

El Portland tipo II adquiere su resistencia más lentamente que el anterior, aunque finalmente lo iguala y se puede conseguir la misma resistencia. Entre sus ventajas destaca la resistencia a la corrosión y a la degradación, lo que convierte este material en un buen aliado para no tener grandes preocupaciones de mantenimiento a lo largo de la vida útil de la obra (UMACON, s.f.).

Tipo III:

Ofrece una elevada resistencia inicial y es tremendamente recomendable cuando necesitamos una resistencia acelerada. Destaca por incrementar la resistencia inicial a niveles muy altos, sobre todo en comparación con los tipos I y II (UMACON, s.f.).

No obstante, el Portland tipo III es relativamente similar al tipo I, exceptuando el pequeño detalle de que las partículas se someten a una molienda mucho más fina. ¿Qué implica esto? Que utilizarlo cuando se requiere remover encofrados lo más pronto posible -o cuando los tiempos son algo más comprimidos- es una gran idea (UMACON, s.f.).

Tipo IV:

Limitando los compuestos C3A y C3S se consigue crear un cemento con bajo calor de hidratación. También destinado a obras en las que se emplea concreto de forma masiva

(presas, túneles, etc.), la resistencia del Portland tipo IV se consigue tras superar un periodo de unos 30 días, aunque el proceso no se detiene en este punto y continua lentamente. Para fabricarlo entran en juego materiales calizos, arcillas o incluso materiales silicosos y aluminosos (UMACON, s.f.).

Tipo V:

Si para tu obra necesitas un cemento con gran resistencia a los sulfatos, el Portland tipo V es precisamente lo que estabas buscando. Losas, tuberías o cualquier estructura en contacto con superficies de alto contenido en sulfatos son las ideales para aplicar este cemento (UMACON, s.f.).

Su fabricación se consigue con la molienda conjunta de Clinker tipo V y yeso. ¿Pero cómo logra esa resistencia tan alta al sulfato? no es más que el resultado de minimizar el contenido C3A, ya que se trata de un compuesto muy susceptible a los ya mencionados sulfatos (UMACON, s.f.).

Análisis de costos unitarios

Análisis de costos unitarios se puede definir en términos generales de una partida determinada, como la sumatoria de recursos o aportes de mano de obra y/o materiales y/o equipos (herramientas), afectados por su precio unitario correspondiente, lo cual determina obtener un costo total por unidad de medida de dicha partida (m3, m2, kg, p2, etc.) (Salinas Seminario, p. 33).

Resistencia a compresión

Resistencia a la compresión es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y con alguna frecuencia en libras por pulgada cuadrada (psi) (ARGOS, s.f.)

2.4.BASES EPISTEMOLÓGICAS

Concreto:

Las primeras referencias sobre un aglomerante con características similares al concreto están dadas por Plinio, autor romano, quien se refiere a las proporciones de un aglomerante empleado en la construcción de las cisternas romanas, indicando que deben mezclarse “cinco partes de arena de gravilla pura, dos de cal calcinada más fuerte, y fragmentos de sílice”.

En sus construcciones tanto los griegos como los romanos empleaban materiales puzolánicos mezclado con cal para preparar morteros hidráulicos o concretos. Vitruvius, el gran arquitecto romano, decía de una tufa volcánica llamado puzolana: “hay una especie de arena la cual, por si misma, posee cualidades extraordinarias. Si se mezcla con cal y piedra, ella endurece tan bien bajo agua como en edificios comunes”. Los mejores concretos empleados en las más famosas construcciones romanas, fueron hechos de ladrillo roto, cal y puzolana. Primeras dosificaciones cuyos buenos resultados se evidencian hasta la fecha. El panteón de Adriano es un ejemplo de ello (Rivva López, 2014).

En 1756, las ingles John Smeaton efectúa una exhaustiva investigación de morteros en relación con la construcción del nuevo Faro del poblado de Eddystone, el Inglaterra.

Joseph Asphin y I.C. Johnson, a mediados de 1824, patentan el denominado cemento Portland estableciendo que éste debe ser fabricado combinando materiales calizos y arcillosos en proporciones determinados, calentando el material en un horno, y pulverizando el producto hasta conseguir un polvo muy fino. Aunque existe una gran diferencia entre este material y los cementos modernos, su descubrimiento permite el creciente desarrollo del concreto (Rivva López, 2014).

Alrededor de 1892, el francés Feret establece los primeros principios modernos para e proporciona miento de mezclas de mortero o concreto. Desarrolla interrelaciones entre las cantidades de cemento, aire y agua, y define inicialmente el papel de los poros en la mezcla de concreto. Sin embargo, no llega a establecer claramente las interrelaciones en la mezcla de concreto como un todo, tal como ellas han sido aplicadas en años posteriores (Rivva López, 2014).

En 1907, los norteamericanos Fuller y Thompson publican "Laws of Proportioning Concrete", basados en sus investigaciones en relación con el concreto a ser empleado por la Comisión del Acueducto de la ciudad de Nueva York. En este trabajo el énfasis está en la densidad del concreto y en el cómo lograrlo aplicando la conocida "Curva de Fuller" para graduar el agregado a máxima densidad. Aunque en la actualidad este concepto ha perdido significación en el diseño de mezclas de concreto, algunos ingenieros siguen empleándolo en mezclas en las que la fricción entre partículas puede ser de alguna importancia. Estos trabajos introducen un método de diseño que se basa en la granulometría del agregado, permitiendo seleccionar las proporciones para obtener concretos de máxima densidad. La experiencia demostró que las mezclas seleccionadas empleando este método

tendían a ser ásperas y poco trabajables y requerían compactación vigorosa (Rivva López, 2014).

Duff Abrams, en 1918, como conclusión de un programa de investigación realizado en el Lewis Institute de la ciudad de Chicago, desarrolla la primera teoría coherente sobre el proporcionamiento de mezclas de concreto al demostrar, para las resistencias en compresión de esa época, la interdependencia entre la resistencia y el volumen de agua por unidad de volumen de cemento en el concreto. Abrams desarrolla un procedimiento para el proporcionamiento de mezclas de concreto, el cual es detallado en el Boletín 1 del Structural Materials Research Laboratory del Lewis Institute. Este estudio da nacimiento a la conocida "Ley de la relación agua/cemento" o Ley de Abrams (Rivva López, 2014).

En 1923, el norteamericano Gilkey plantea las primeras observaciones a la ley de Abrams y sostiene que el agregado no es un material inerte de relleno, como aducen algunos de los seguidores de Abrams, sino que desempeña un papel importante en el comportamiento del concreto. Será necesario llegar a la década del 60 para aceptar oficialmente la validez de su teoría (Rivva López, 2014).

Por la misma época de Abrams, los Norteamericanos Edwards y Young estudian la significación del área superficial del agregado como medida de la granulometría y de los requisitos de cemento y agua de un concreto (Rivva López, 2014).

En este campo Edwards desarrolla curvas que relacionan la resistencia con el volumen del cemento, expresado este último en libras por pie cuadrado de área superficial del agregado. Young, en relación con la construcción de estructuras hidráulicas en Ontario,

aplica la idea de la relación agua/cemento de Abrams, pero determina el volumen del agregado sobre la base del área superficial y no del módulo de finura (Rivva López, 2014).

Talbot en 1921, y él conjuntamente con Richart en 1923, introducen la teoría de la relación vacíos cemento, como una nueva aproximación al enunciado de una teoría comprensible de las mezclas de concreto (Rivva López, 2014).

En un trabajo conjunto publicado en 1923 en el Boletín 137 de la Universidad de Illinois, Talbot y Richart indican procedimientos "para diseñar mezclas de concreto para diferentes densidades y resistencias cuando los vacíos del mortero, preparado con cemento y agregado fino dados, han sido determinados por ensayos de Laboratorio". Indican que "se ha encontrado conveniente emplear el volumen absoluto de los Ingredientes en términos de un volumen unitario del concreto en obra, y para este propósito el peso específico de los materiales debe ser conocido". En el mismo trabajo señalan que desde que el término "consistencia del concreto" puede ser considerado muy indefinido "la tabla de flujo y el ensayo de asentamiento fueron empleados para dar alguna medida de la densidad y trabajabilidad del concreto (Rivva López, 2014).

Siempre en el mismo trabajo, cuya importancia debe destacarse, Talbot y Richart introducen el concepto del coeficiente b/b_0 para relacionar el volumen de agregado grueso seco y compactado al volumen de concreto y determinar la cantidad de agregado grueso a ser empleada por unidad de volumen de concreto indicando que este procedimiento tiene la ventaja que el peso unitario seco y varillado del agregado grueso compensa automáticamente a las diferencias en granulometría, densidad de las partículas y perfil de las mismas (Rivva López, 2014).

En 1926, el norteamericano Bolomey propone una curva teórica modificada a ser utilizada en granulometrías continuas. En el tercio inferior de dicha curva, ésta contiene un volumen suficiente de partículas de tamaño menor como para asegurar una mezcla plástica o trabajable, la cual puede ser compactada fácilmente por procedimientos manuales (Rivva López, 2014).

Durante de las épocas de los años 30, Weymouth desarrolló la teoría de que "es necesario estudiar la estructura total y diferenciar entre los vacíos debidos la pasta, los efectos límites en la superficie de las partículas de agregado, y la interferencia entre partículas, antes de tener un claro entendimiento sobre la influencia de la granulometría de los agregados en la pasta de cemento y en las diversas características de la pasta fresca". A partir de sus conclusiones Weymouth presentó procedimientos para determinar buenas granulometrías del agregado fino a partir de una gráfica mortero vacíos; e igualmente estableció criterios para determinar la relación agua/cemento para una consistencia deseada en aquellos casos en que la interferencia entre partículas debido al agregado grueso N° es un factor (Rivva López, 2014).

En 1936, estudios realizados por diversos laboratorios de los Estados Unidos llevaron a la conclusión de que la incorporación voluntaria de aire a las mezclas, en forma de burbujas de muy pequeño diámetro mejora significativamente la durabilidad del concreto frente a los procesos de congelación y deshielo. El descubrimiento parte de la aceptación del hecho que el mejor comportamiento, densidad y trabajabilidad que presentan concretos con cementos de ciertas fábricas era debido a la acción de pequeños porcentajes de sustancias ajenas al cemento. La ventaja era debida a la incorporación de millones de pequeñas burbujas de aire en el concreto. El valor del aire incorporado sobre

la durabilidad del concreto en climas de baja temperatura fue confirmado por ensayos de concreto a condiciones severas de baja temperatura y acción de sales descongelantes. El conocimiento de las propiedades del aire incorporado y de su efecto sobre las del concreto introdujo cambios notables en los procedimientos de proporcionamiento de las mezclas (Rivva López, 2014).

En 1942, el argentino García Balado propone un método bastante práctico para el diseño de mezclas. El francés Vallete presenta interrelaciones entre la pasta y la granulometría del agregado. El ruso Mironof trabajaba en diseños con agregado integral. Otros investigadores, en diversos países, incorporan conceptos sobre el papel del agregado, el empleo de puzolanas, y la incorporación de aditivos a las mezclas (Rivva López, 2014).

Henry Kennedy presenta un método de proporcionamiento basado en la relación agua/cemento y el módulo de finura de la combinación de agregados para llegar a una adecuada proporción de las partículas de los agregados fino y grueso (Rivva López, 2014).

Posteriormente, W.F.Kellerman, después de cuidadosas investigaciones, encuentra que "para un contenido de cemento dado y una arena determinada, deberá emplearse una relación b/b_0 con cambios en el contenido de cemento y la granulometría de la arena, revelando por estos ensayos conjuntamente con las principios establecidos por Lyse en 1932, que para una combinación dada de materiales y una consistencia determinada, la cantidad total de agua por unidad de volumen de concreto es constante, independientemente del contenido de cemento, lo que hace posible simplificar considerablemente el diseño de mezclas de contenido variable de cemento" (Rivva López, 2014).

En 1944 el American Concrete Institute aprueba y publica "Recommended Practice for the design of concrete mixed" (ACI 613 44). Esta recomendación incluye un conjunto de pasos para el diseño de mezclas de concreto por el método de los volúmenes absolutos, basándose en la selección de la relación agua/cemento, en la resistencia deseada, y en las condiciones de servicio. Una Nota de pie de página en esta recomendación indicaba "cuando el contenido de aire es apreciable, como en los casos en que se emplea agentes incorporadores de aire, debe efectuarse una adecuada compensación considerando al aire como reemplazando a un volumen similar de arena" (Rivva López, 2014).

En 1952 se utiliza por primera vez cenizas, provenientes de la combustión del carbón, como materia de reemplazo de una parte del cemento, con la finalidad de reducir la velocidad de generación del calor en estructuras masivas. Más tarde se descubrirá su importancia como agentes formadores de gel para reducir los poros capilares (Rivva López, 2014).

En 1954, el American Concrete Institute, a través de su Comité 613, estudia y reemplaza a la recomendación del año 1944. La nueva incluye procedimientos para el diseño directo de concretos con y sin aire incorporado e igualmente reemplaza el procedimiento de seleccionar el porcentaje de agregado fino sobre la base de una variedad de factores por el de emplear el coeficiente b/b_0 para determinar la cantidad de agregado grueso por unidad de volumen del concreto. En este procedimiento se toma en consideración la angularidad y contenido de vacíos del agregado grueso en el peso unitario seco varillado del volumen de agregado, y el peso del agregado grueso en la unidad cúbica del concreto es calculada multiplicando el factor b/b_0 por el peso unitario seco varillado. Sin embargo, es discutible la apreciación de considerar constante la cantidad de agregado

grosso para diferentes contenidos de cemento, asentamientos, y concretos con y sin aire incorporado (Rivva López, 2014).

En la década de los 60, el grupo presidido por Stanton Walker presenta una aproximación poco complicada, basada fundamentalmente en la experiencia, para llegar a las proporciones de la mezcla. El método propuesto implica la selección del porcentaje de agregada fino en el agregado total a partir de una tabla empírica basada en el contenido de cemento y el tamaño máximo del agregado (Rivva López, 2014).

Por la misma época los investigadores Goldbeak y Gray desarrollan detallados procedimientos de proporcionamiento de mezclas basados en la relación b/b_0 para determinar la cantidad de agregado grueso, empleando tablas para calcular el contenido de agua por metro cúbico para una consistencia dada, el tamaño del agregado y la angularidad del mismo, y el contenido de cemento requerido basándose en la resistencia necesaria (Rivva López, 2014).

En 1963, el investigador norteamericano Gilkey, que ya en 1923 había formulado serias observaciones a la denominada Ley de Abrams, propone una versión ampliamente modificada de dicha Ley, propuesta que descansa en sus estudios de 1923 y en las investigaciones de Walker, Bloem y Gaynor en la universidad de Maryland. Su teoría sostiene que no sólo debe darse importancia a la relación agua/cemento, sino también a factores tales como la relación cemento - agregado, y la granulometría, dureza, resistencia, perfil, textura superficial y tamaño máximo del agregado empleado (Rivva López, 2014).

En los años terminales de la década de los 60 los estudios son continuados por numerosos investigadores de diferentes países, mereciéndose mencionar los trabajos

realizados por Popovich con la teoría de la influencia del tamaño máximo del agregado y por Powers con sus estudios sobre la importancia de la relación gel espacio. no menos importantes son los trabajos sobre la resistencia por adherencia pasta - agregado (Rivva López, 2014).

A partir de 1963 se desarrollan concretos en los cuales se adiciona fibra de acero relativamente fina y corta, o alternativamente fibra de vidrio. Su amplio desarrollo se basa en su incremento en la resistencia la tensión, su control del agrietamiento, su incremento en la resistencia al impacto, así como su aumento de las resistencias a la fatiga y abrasión. Este descubrimiento obliga a desarrollar nuevas técnicas de diseño de las mezclas (Rivva López, 2014).

También a comienza en esta década un desarrollo de los aditivos como modificadores de las propiedades del concreto. Acelerantes y plastificantes, incorporadores de aire, retardadores y acelerantes de fragua, impermeabilizantes, inhibidores de la corrosión, fungicidas, etc., crean nuevos desafíos a los ingenieros y los diseños de mezcla entran a una etapa experimental a nivel de trabajos de laboratorio. Ya en esta época no se acepta un diseño que previamente no haya sido analizado y experimentado a nivel de laboratorio y/u obra (Rivva López, 2014).

A partir de 1965 se desarrollan los cementos combinados; los concretos livianos y pesados; los concretos para centrales nucleares; los denominados concretos polímeros; los concretos con resistencia por encima del 700 kg/cm²; los concretos arquitectónicos y coloreados, etc. Todos tipos de concretos obligan a modificaciones en los criterios que

regían los diseños de mezclas, orientándose preferentemente a la experimentación en laboratorio (Rivva López, 2014).

En la década de los 70, los investigadores Walker, Bloem y Gaynor en Maryland y Cordón y Gillespie otros laboratorios, al investigar los factores que afectan la resistencia del concreto confirman que, en las mezclas medias y ricas, la resistencia es más alta para los menores tamaños máximos del agregado grueso siempre que se mantenga constante la relación agua/cemento. Estos trabajos eliminan definitivamente el error de quienes sostenían que los concretos más fuertes deberían obtenerse con el empleo del agregado grueso más grande posible desde que los concretos con agregado grande requerían menos agua y por lo tanto tendrían una menor relación agua/cemento para un contenido de cemento dado. Las investigaciones de Walker han llevado a la conclusión de que en los diseños de mezcla debe considerarse que para propósitos de resistencia el tamaño máximo óptimo del agregado grueso disminuye conforme el contenido de cemento, y por tanto el de pasta se incrementa. Hoy en los diseños de mezcla se considera que, para mezclas ricas de alta resistencia, agregado de 1/2" a 3/8" puede ser el más conveniente, en tanto que en mezclas de resistencia media es más conveniente emplear agregado grueso de 3/4" a 1 1/2", y para mezclas pobres los mejores resultados se obtendrían con tamaños máximos mayores (Rivva López, 2014).

En la década de los 70, el American Concrete Institute revisa la recomendación ACI 613 54 y la reemplaza por la ACI 211 71 "Recommended Practice for Selecting Proportions for Normal Weight Concrete", la cual ha experimentado diversas modificaciones hasta el año 1985. Esta norma toma consideración muchos de los conceptos expuestos. En La actualidad el Comité 211 ha preparado recomendaciones para concretos normales, sin

asentamiento, livianos, pesados, y ciclópeos. revisiones continuas de estas recomendaciones se realizan para proporcionar estándares que respondan a las diversas y crecientes necesidades de la industria de la construcción (Rivva López, 2014).

Entre 1965 y 2010 ya se hace difícil seguir la historia de la evolución del proceso de diseño de mezclas. Muchos son los protagonistas y países implicados. Algo hay en común: obtener un concreto que cumplan con todos los requisitos establecidos por el ingeniero proyectista, que ofrezca al usuario el máximo de seguridad, y que tenga el menor costo compatible con las exigencias anteriores (Rivva López, 2014).

Concreto autoconsolidable (SCC)

A comienzos de los años ochenta del siglo pasado, el problema de la durabilidad de las estructuras de hormigón empezó a cobrar importancia en Japón.

Los japoneses observaron que una solución para construir estructuras de hormigón duraderas se lograría si se conseguía elaborar un hormigón que fuese capaz de fluir en el interior del encofrado, rellenando de forma natural el volumen del mismo y consolidándose únicamente bajo la acción de su propio peso, sin compactación interna o externa, ósea un hormigón autocompactante.

La necesidad de crear este tipo de hormigón fue propuesta por el profesor Hijame Okamura, de la universidad de Tokio, en el año 1986.

El uso de SCC ha ganado una amplia aceptación en Japón desde finales de la década de 1980. Inicialmente, se desarrolló para garantizar una consolidación adecuada en aplicaciones en las que la durabilidad y la vida útil del hormigón eran una preocupación.

Posteriormente, el SCC se utilizó para facilitar las operaciones de construcción y reducir el tiempo y el costo de la construcción. Por ejemplo, se ha utilizado para fundir secciones con armaduras muy congestionadas y áreas que presentan acceso restringido a la colocación y consolidación, incluyendo la construcción de tramos de revestimiento de túneles y la fundición de columnas tubulares de acero híbridas rellenas de hormigón. Las siguientes referencias proporcionan varios ejemplos del uso temprano de SCC en aplicaciones de ingeniería civil: Tanaka et al. (1993); Hayakawa y col. (1993, 1995); Miura y col. (1993); Okamura y Ozawa (1994); Takeuchi y col. (1994); Izumi y col. (1995); Fukute y col. (1995); Kitamura y col. (1996); y Ushijima et al. (1995).

El SCC se ha utilizado recientemente en aplicaciones de reparación de hormigón en Canadá y Suiza, incluida la reparación de estribos de puentes y tapas de pilares, secciones de túneles, estacionamientos y muros de contención, donde aseguró el llenado adecuado de áreas restringidas y proporcionó una alta calidad superficial (Jacobs y Hunkeler 2001; Khayat y Morin 2002).

Desde el desarrollo inicial de SCC en Japón, esta nueva clase de hormigón de alto rendimiento se ha empleado en varios países en aplicaciones de colado in situ y prefabricado (RILEM 2000; Khayat y Aïtcin 1998; Skarendahl 2001; Walraven 2001; Ouchi 2001).

El uso de SCC en América del norte ha crecido drásticamente, especialmente en la industria de prefabricados, donde se ha utilizado en la producción regular en plantas de prefabricados en los Estados Unidos desde el año 2000. La mayoría de este hormigón se ha utilizado para producir elementos prefabricados para estacionamientos, estructuras y

paneles arquitectónicos. El volumen estimado de SCC en el mercado de prefabricados en los Estados Unidos fue de 177,000 yd³. (Fuente: Traducción del ACI 237R – 07).

III. METODOLOGÍA

3.1.ÁMBITO

En la presente investigación el ámbito es los estudios son concreto autocompactante y concreto convencional en la ciudad de Huánuco.

3.2.POBLACIÓN

Es el concreto autocompactante y concreto convencional ($f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$) realizadas con los agregados del rio Huallaga, el agregado fino fue de la cantera Chullqui y el agregado grueso fue de la chancadora Figueroa.

Imagen 1

Vista Panorámica de la ubicación de la cantera Chullqui (E:377370, N:8912307) y Chancadora Figueroa (E:364382, N:8894256)



Fuente: Google Earth

3.3.MUESTRA

La muestra no probabilística fue elegida por juicio o por conveniencia, en la presente investigación se tomaron como muestra 24 especímenes de los cuales 12 especímenes son de concreto convencional y 12 especímenes de concreto autocompactante, de los cuales estas muestras fueron ensayadas a pruebas de resistencia a compresión 3 especímenes a los 7, 14, 21 y 28 días de edad del concreto respectivamente.

Tabla 3
Tamaño de Muestra

TAMAÑO DE MUESTRA						
Descripción	Resistencia a la compresión	Cantidad de testigos según ensayo				Número de testigos
		7 días	14 días	21 días	28 días	

Concreto autocompactante	-	3	3	3	3	12
Concreto Convencional	210 kg/cm ²	3	3	3	3	12
Total						24

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4
Concreto Convencional

Descripción	Código	Fecha de muestreo	Fecha de rotura	Edad
Concreto convencional	CC-1	29/09/2021	06/10/2021	7 días
Concreto convencional	CC-2	29/09/2021	06/10/2021	7 días
Concreto convencional	CC-3	29/09/2021	06/10/2021	7 días
Concreto convencional	CC-4	29/09/2021	13/10/2021	14 días
Concreto convencional	CC-5	29/09/2021	13/10/2021	14 días
Concreto convencional	CC-6	29/09/2021	13/10/2021	14 días
Concreto convencional	CC-7	29/09/2021	20/10/2021	21 días
Concreto convencional	CC-8	29/09/2021	20/10/2021	21 días
Concreto convencional	CC-9	29/09/2021	20/10/2021	21 días
Concreto convencional	CC-10	29/09/2021	27/10/2021	28 días
Concreto convencional	CC-11	29/09/2021	27/10/2021	28 días
Concreto convencional	CC-12	29/09/2021	27/10/2021	28 días

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5
Concreto autocompactante

Descripción	Código	Fecha de muestreo	Fecha de rotura	Edad
Concreto autocompactante	CAC-1	30/09/2021	07/10/2021	7 días
Concreto autocompactante	CAC-2	30/09/2021	07/10/2021	7 días
Concreto autocompactante	CAC-3	30/09/2021	07/10/2021	7 días
Concreto autocompactante	CAC-4	30/09/2021	14/10/2021	14 días
Concreto autocompactante	CAC-5	30/09/2021	14/10/2021	14 días
Concreto autocompactante	CAC-6	30/09/2021	14/10/2021	14 días
Concreto autocompactante	CAC-7	30/09/2021	21/10/2021	21 días
Concreto autocompactante	CAC-8	30/09/2021	21/10/2021	21 días
Concreto autocompactante	CAC-9	30/09/2021	21/10/2021	21 días
Concreto autocompactante	CAC-10	30/09/2021	28/10/2021	28 días

Concreto autocompactante	CAC-11	30/09/2021	28/10/2021	28 días
Concreto autocompactante	CAC-12	30/09/2021	28/10/2021	28 días

Fuente: Elaboración propia

3.4.NIVEL Y TIPO DE ESTUDIO

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo por que se emplean modelos matemáticos y ensayos de laboratorio para obtener el resultado.

3.4.1. Nivel de investigación

Para la presente investigación el nivel de estudio es aplicativo porque nos permite mitigar los problemas que se suscitan en las construcciones durante la etapa de ejecución.

3.4.2. Tipo de investigación

Por su propósito

La presente investigación por su propósito **es Aplicada**, Lester y Lester (2012) consideran que los planteamientos son útiles para: 1) evaluar, 2) comparar, 3) interpretar, 4) establecer precedentes y 5) determinar causalidad y sus implicaciones. Esta tipología es muy adecuada para la investigación aplicada (incluyendo la que tiene como justificación adelantos y productos tecnológicos) y para las investigaciones de las que se derivan acciones (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, pág. 42).

Por su alcance

La presente investigación por su alcance **es correlacional**, este tipo. Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre

dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, pág. 93).

Por su naturaleza

La presente investigación por su naturaleza es cuantitativa por tener datos numéricos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, pág. 12).

Por la manipulación de datos

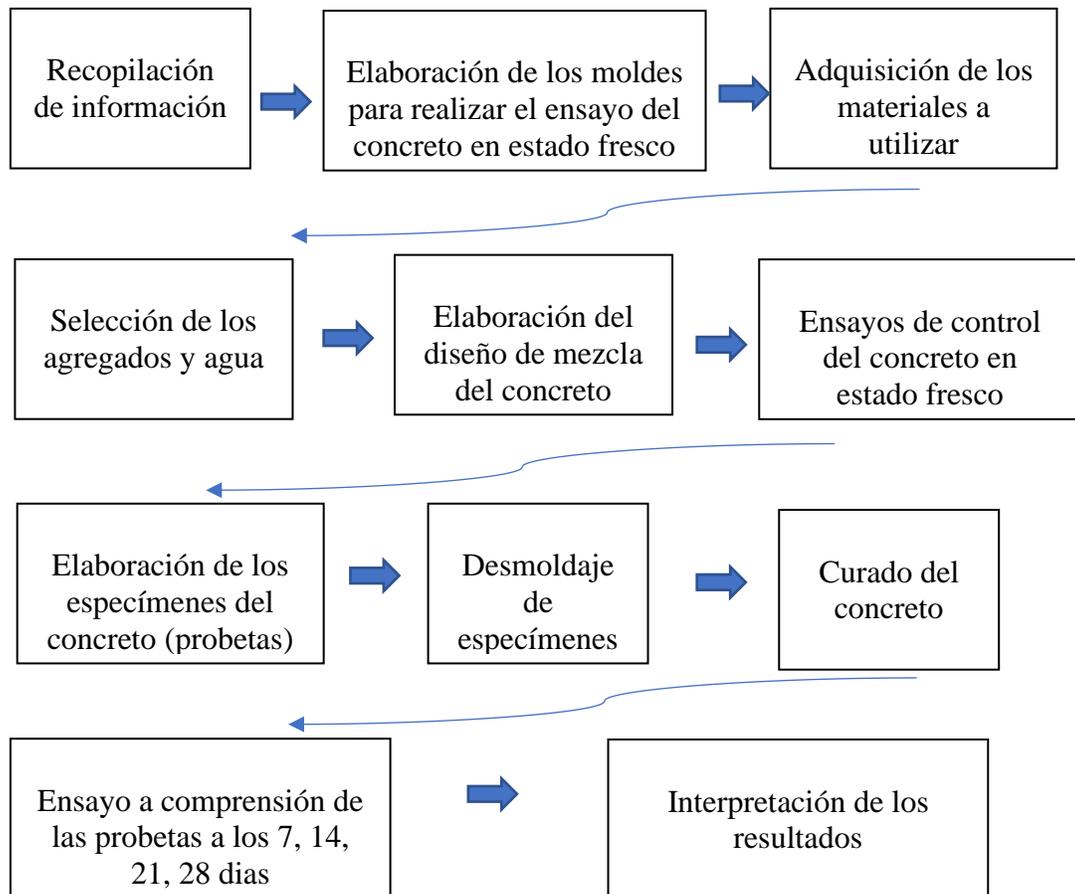
Para la presente investigación es de tipo experimental, Al manipular una variable independiente es necesario especificar qué se va a entender por esa variable en el experimento (definición operacional experimental). Es decir, trasladar el concepto teórico a un estímulo experimental (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, pág. 133).

3.5.DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Dado que el objetivo de la investigación será conocer la variación del costo y resistencia del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco – 2021, se va recurrir a un diseño experimental debido a que nuestra investigación realizamos la comparación de dos tipos de concreto. El concreto autocompactante y concreto convencional, los cuales serán sometidos a diversos ensayos tanto del estudio de los agregados y de los concretos en su estado fresco y endurecido, se procederá a su interpretación y evaluación los resultados obtenidos basados en experimentos con los cuales se podrá constatar y valorar las hipótesis planteadas.

El término experimento tiene al menos dos acepciones, una general y otra particular. La general se refiere a “elegir o realizar una acción” y después observar las consecuencias (Babbie, 2014).

ESQUEMA DEL DISEÑO



3.6.MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTO

3.6.1. Método:

El método para la presente investigación es empírico consiste en la recopilación de información e investigaciones de fuentes primarias existentes de tesis, normativas, manuales, y la recopilación de datos obtenidos en laboratorio.

Para la selección de los agregados se siguió las recomendaciones de la norma ASTM C33.

Para el diseño de mezcla se realizó mediante el método de Norma ACI 211, Norma ACI 237R y complementado con la norma EFNARC, en las cuales existen ciertos criterios y recomendaciones para el diseño de mezcla de los concretos convencionales y autocompactantes.

Gráfico 3

Lista de métodos de ensayo para las propiedades de trabajabilidad del HAC

	Método	Propiedad
1	Ensayo de flujo de asentamiento con cono Abrams	Capacidad de relleno
2	Flujo de asentamiento T _{50 cm}	Capacidad de relleno
3	Anillo J	Capacidad de paso
4	Embudo V	Capacidad de relleno
5	Embudo V a T _{5 minutos}	Resistencia a la segregación
6	Caja en L	Capacidad de paso
7	Caja en U	Capacidad de paso
0	Caja de relleno	Capacidad de paso
9	Ensayo de estabilidad GTM	Resistencia a la segregación
10	Orimet	Capacidad de relleno

Fuente: EFNARC

3.6.2. Técnica

En la presente investigación se utilizó la técnica de la observación para medir las variables cuantitativas de estudio de las dosificaciones elaborados para los concreto

autocompactante y el concreto convencional, para lo cual se emplearon equipos e instrumentos de laboratorio, equipos de ensayo a compresión, balanzas calibradas, tamices de acuerdo a las Normas NTP y ASTM, también se realizaron ensayos acordes a las Normas ACI 237R y EFNARC.

3.6.3. Instrumento

El instrumento utilizado en la presentación investigación es una tabla de criterios de aceptación para el concreto autocompactante elaborado teniendo en cuenta las normativas ACI 237R y EFNARC.

Tabla 6

Ensayos realizados al concreto en estado fresco teniendo en consideración las normativas ACI 237R y EFNARC

N°	Método	Unidad	Marguen Habitual de valores		Obtenido
			Mínimo	Máximo	
1	Flujo de asentamiento por cono de Abrams	mm	450	760	715*
2	Flujo de asentamiento T50 mm	segundos	2	5	3.02
3	Anillo J	mm	0	10	10**
4	Embudo en V	segundos	6	12	7.01
5	Embudo en V a T5 min	segundos	0	3	2.5***
6	Caja en L	(h2/h1)	0.8	1.0	0.89
7	Caja en U	(h2-h1) mm	0	30	20

* Es el promedio de los diámetros medidos perpendicularmente cuando el concreto se estabilice el flujo.

Imagen 2

Medición de los diámetros en el Flujo de asentamiento

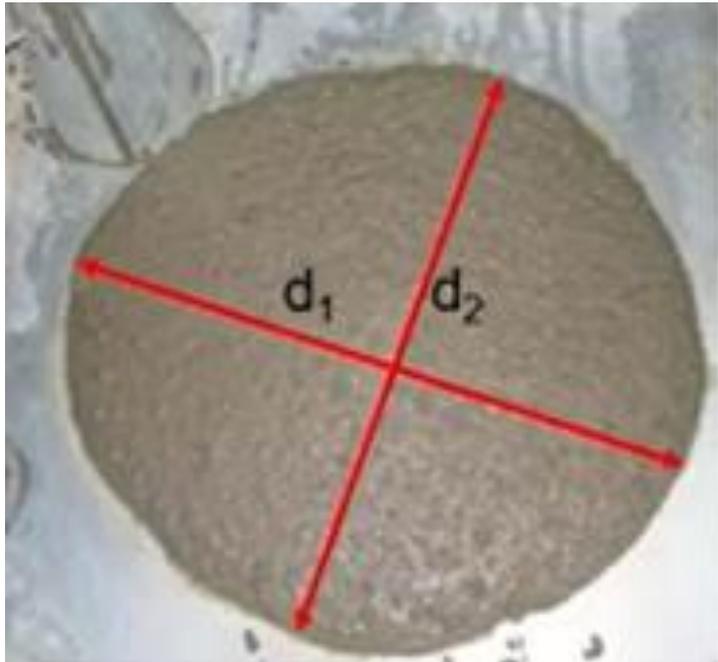


Imagen 3

Flujo de asentamiento utilizando el anillo J



** Es la diferencia del diámetro promedio medido en el flujo de asentamiento y el flujo de asentamiento utilizando el anillo J.

Imagen 4
Ensayo de embudo en V



*** Embudo en V a T5 min, es la diferencia del tiempo de descarga del embudo V luego de haber recientemente y el embudo en V llenado y dejado reposar por 5 minutos.

3.7.VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

La validación de los instrumentos utilizados para los ensayos en la presente investigación se basa a las normativas ACI. 237R, EFNARC y RNE.

La validación de los ensayos realizados, son aprobados por el ingeniero responsable del laboratorio INVERSIONES EHEC S.C.R.L

En la norma peruana (RNE) carece de información relacionado a concretos autocompactantes, esta normatividad solo hace referencia a concretos convencional por lo que se tuvo que recurrir a normas internacionales (ACI. 237R, EFNARC) para realizar los diseños y ensayos para el concreto autocompactante.

3.8.PROCEDIMIENTO

3.8.1. Recolección de la información

Para el desarrollo de la presente investigación se tuvo que buscar información relacionado al tema en estudio por lo que se empezó a recolectar las Normativas (ACI 237R, EFNARC, ASTM), las tesis realizadas por otros investigadores, revistas, etc.

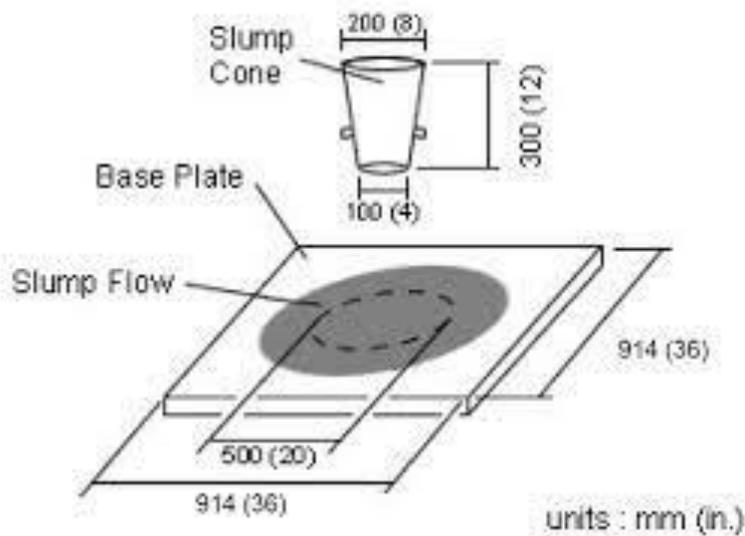
3.8.2. Fabricación de los equipos para el ensayo del concreto en estado fresco

Los equipos necesarios para realizar los ensayos del concreto en estado fresco se basaron de acuerdo a las normativas ACI 237R, EFNARC y ASTM.

- **Equipos para realizar el método de prueba estándar para flujo de asentamiento de hormigón autocompactante.**

La norma ASTM C1611/C 1611M Para la presente prueba nos indica utilizar una placa base sobre la que descansa el molde debe ser no absorbente, lisa, rígida, y tener un diámetro mínimo de 36 in (915 mm).

Imagen 5
Prueba de flujo de asentamiento

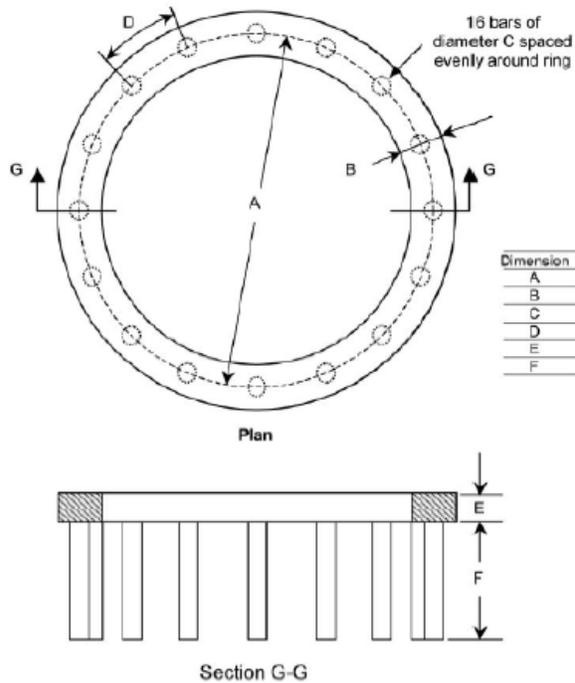


Fuente: ASTM C1611/C 1611M

- **Equipos para realizar el método de prueba estándar para la capacidad de paso del hormigón autocompactable por el anillo en J.**

Este método de prueba proporciona un procedimiento para determinar la capacidad de aprobación de la autoconsolidación mezclas de concreto. La diferencia entre el flujo de asentamiento y el flujo de anillo en J es una indicación de la capacidad de paso del hormigón. Una diferencia de menos de 1 pulgada (25 mm) indica una buena capacidad de pase y una diferencia superior a 2 pulgadas (50 mm) indica una pobre capacidad de paso. La orientación del cono de asentamiento para la prueba J-Ring y para el asentamiento la prueba de flujo sin el anillo en J será la misma.

Imagen 6
Dimensiones del anillo J



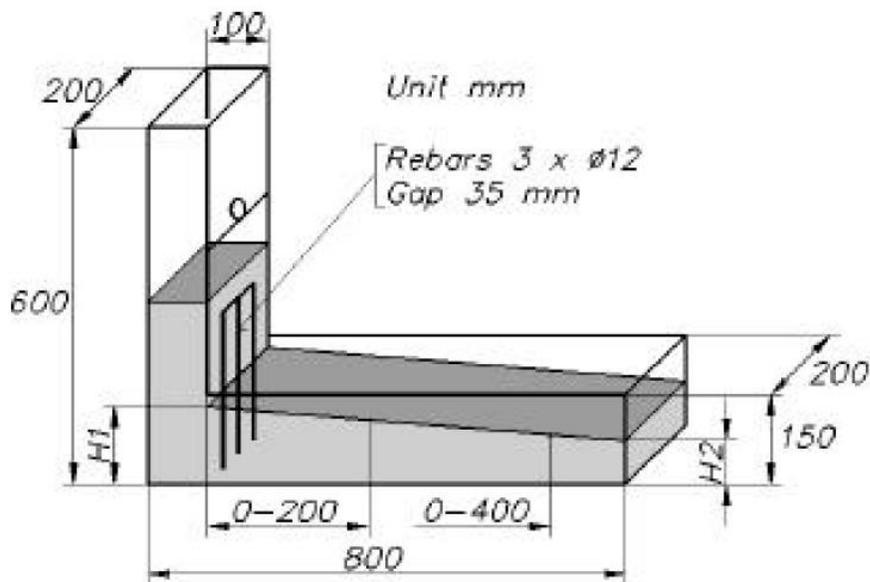
Dimension	in	mm
A	12.0 ± 0.13	300 ± 3.3
B	1.5 ± 0.06	38 ± 1.5
C	0.625 ± 0.13	16 ± 3.3
D	2.36 ± 0.06	58.9 ± 1.5
E	1.0 ± 0.06	25 ± 1.5
F	4.0 ± 0.06	200 ± 1.5

Fuente: ASTM C 1621/C 1621M

- **Equipos para realizar el método de prueba estándar para la capacidad de paso del hormigón autocompactable en la caja L.**

Si el hormigón fluye tan libremente como el agua, en descanso estará horizontal, de modo que $H_2/H_1 = 1$. En consecuencia, cuanto más cerca esté el valor de este ensayo, la “relación de bloqueo”, a la unidad, mejor será el flujo del hormigón. El equipo de investigación de la UE sugirió un valor mínimo aceptable de 0,8. Los períodos T20 y T40 pueden ofrecer una indicación sobre la capacidad de fluir, pero no hay un acuerdo general sobre los valores adecuados. Un bloqueo eficiente del árido grueso detrás de las barras de refuerzo puede detectarse visualmente.

Imagen 7
Medidas de la caja en L

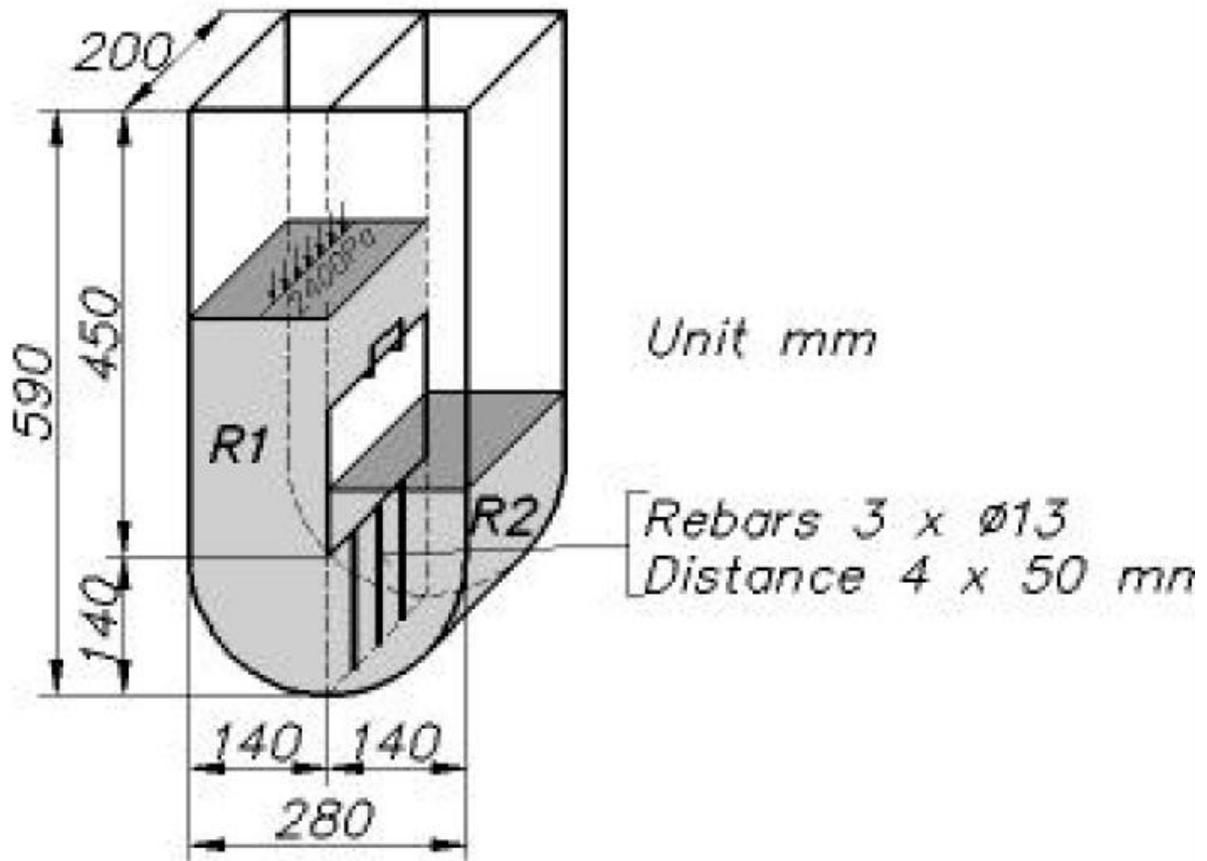


Fuente: EFNARC

- **Equipos para realizar el método de prueba estándar para la capacidad de paso del hormigón autocompactable en la caja U**

Este ensayo fue desarrollado por el Technology Research Centre (Centro de Investigación Tecnológica) de Taisei Corporation en Japón (4). En ocasiones el aparato se denomina ensayo “en forma de caja”. El ensayo se utiliza para medir la capacidad de relleno del hormigón autocompactable. El aparato consiste de un recipiente dividido por una pared intermedia en dos compartimientos, que aparecen como R1 y R2 en la figura.

Imagen 8
Dimensiones de la caja en U



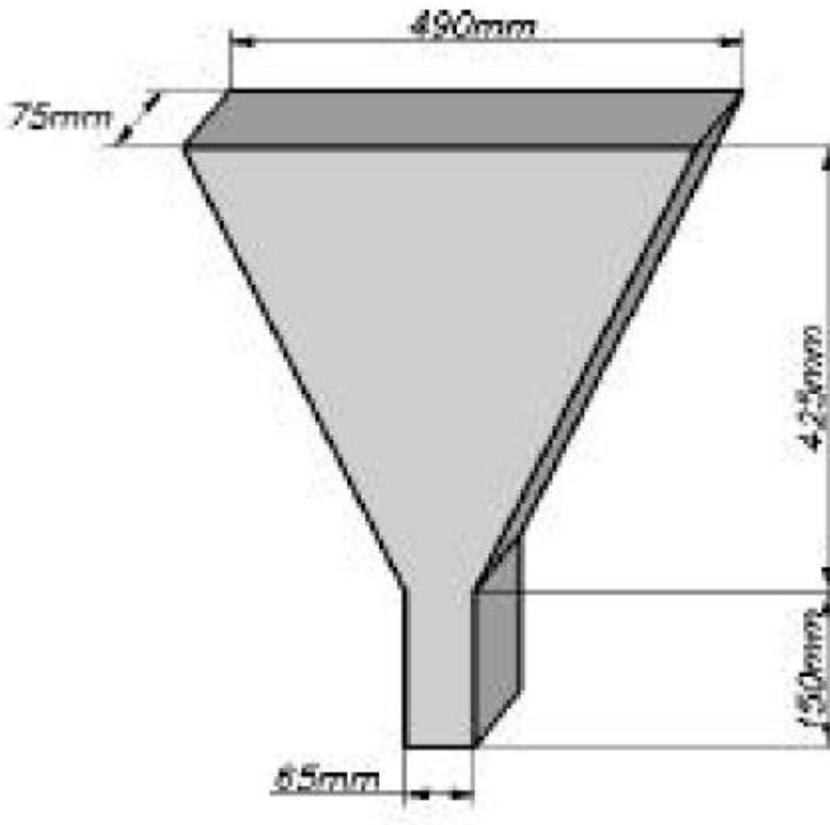
Fuente: EFNARC

- **Equipos para realizar el método de prueba estándar para la capacidad de relleno y segregación del hormigón autocompactable con el embudo V**

El ensayo de embudo V descrito se utiliza para determinar la capacidad de relleno (fluidez) del hormigón con un tamaño de árido máximo de 20 mm. El embudo se llena con aproximadamente 12 litros de hormigón y se mide el tiempo necesario para fluir a través del aparato.

Después del proceso, el embudo puede volver a llenarse con hormigón, que se deja aposentar durante 5 minutos. Si el hormigón muestra segregación, entonces el tiempo de flujo aumentará significativamente.

Imagen 9
Dimensiones del embudo V



Fuente: EFNARC

3.8.3. Adquisición de materiales

- **Aditivo superplastificante**

Se tuvo que buscar información acerca de los aditivos superplastificantes para la presente investigación, y se encontró dos aditivos superplastificantes en la marca Sika

cuyas especificaciones técnicas mencionan que estos aditivos se pueden emplear en concreto autocompactante, estos aditivos son: Sika ViscoCrete – 4500 PE y Sika Visco Flow – 6090 PE, de los cuales se optó para la presente investigación el aditivo Sika ViscoCrete – 4500 PE.

Imagen 10
Aditivo Superplastificante Sika Viscocrete 4500 PE



Fuente: Elaboración propia

- **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 esta NTP. Se les llama también áridos” (NTP 400.011, 2008).

“Los agregados empleados en la preparación de los concretos de peso normal (2200 a 2500 kg/m³) deberán cumplir con los requisitos de la Norma NTP 400.037 o de la

Norma ASTM C 33, así como las especificaciones técnicas del proyecto” (López, 2014, p. 21).

Para la presente investigación se realizó los ensayos de las canteras de Chullqui (piedra chancada y arena gruesa), Doroteo (arena gruesa) y Figueroa (piedra chancada). De los ensayos realizados se eligió los agregados que tengan una granulometría de acuerdo a las recomendaciones de la Norma ASTM C33 y NTP 400.037. Para la presente investigación se eligió el agregado grueso de la chancadora Figueroa (piedra chancada) y el agregado fino (arena gruesa) de la cantera Chullqui.

Imagen 11
Piedra Chancada - Cantera Figueroa



Fuente: Elaboración propia

Imagen 12
Piedra Chancada - Cantera de Chullqui



Fuente: Elaboración propia

Imagen 13
Arena Gruesa - Cantera Chullqui



Fuente: Elaboración propia

Imagen 14
Arena Gruesa - Cantera Doroteo



Fuente: Elaboración propia

- **Agua**

“El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia, potable” (López, 2014, p. 25).

Gráfico 4
Límites Permisibles para Agua de Mezcla y de Curado

Parámetro	ASTM	NTP	Límite (ppm)
Acidez y alcalinidad	D1067	-	1000 máximo
Calcio y magnesio	D511	-	150
Cloruros			
* Concreto pretensado, tableros de puentes	D512	339.076	500 máximo
* Concretos reforzados en ambientes húmedos			1000 máximo
Definición de términos relativos al agua	D1129	-	-
Partículas y materia disuelta en el agua	D1888	339.071	5000 máximo
pH	D1293	339.073	6 - 8
Sulfatos	D516	339.074	3000 máximo
Materia orgánica	-	-	3 a 10

Fuente: NTP 339.088

Para la presente investigación se utilizó el agua potable proveniente de la red pública de Pillcomarca – Huánuco.

- **Cemento**

“El cemento empleado en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la siguientes Normas” (López, 2014, p. 20).

- Los cementos Portland normal Tipo I, II o V respectivamente con las Normas NTP 334.009 o con la Norma ASTM C 150.
- Los cementos Portland puzolánicos Tipo IP y IPM deberán cumplir con los requisitos de la Norma NTP 334.090; o con la Norma ASTM C 595.

Para la presente investigación se eligió el cemento portland tipo I de la marca Andino por ser de uso común en las construcciones en la ciudad de Huánuco.

3.9.TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

3.9.1. Ensayo de los agregados

➤ **Análisis granulométrico**

Agregado fino (Cantera Chullqui)

Tabla 7

Tamizado del agregado fino de la cantera Chullqui

Tamiz	Diámetro	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que
N °	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	15.20	0.43	0.43	99.57
1/2"	12.7	49.30	1.40	1.84	98.16
3/8"	9.525	38.40	1.09	2.93	97.07
1/4"	6.35	61.20	1.74	4.67	95.33
N° 4	4.76	150.30	4.28	8.95	91.05
N° 8	2.6	238.60	6.80	15.75	84.25
N° 10	2	72.80	2.07	17.82	82.18
N° 16	1.18	352.40	10.04	27.86	72.14
N° 20	0.85	384.60	10.95	38.81	61.19
N° 30	0.6	495.80	14.12	52.93	47.07
N° 40	0.425	569.20	16.21	69.14	30.86
N° 50	0.3	462.10	13.16	82.30	17.70
N° 60	0.25	150.50	4.29	86.59	13.41
N° 80	0.18	97.50	2.78	89.36	10.64
N° 100	0.15	101.90	2.90	92.27	7.73
N° 200	0.074	111.70	3.18	95.45	4.55
Cazoleta	0.000	159.9	4.55	100.00	0.00

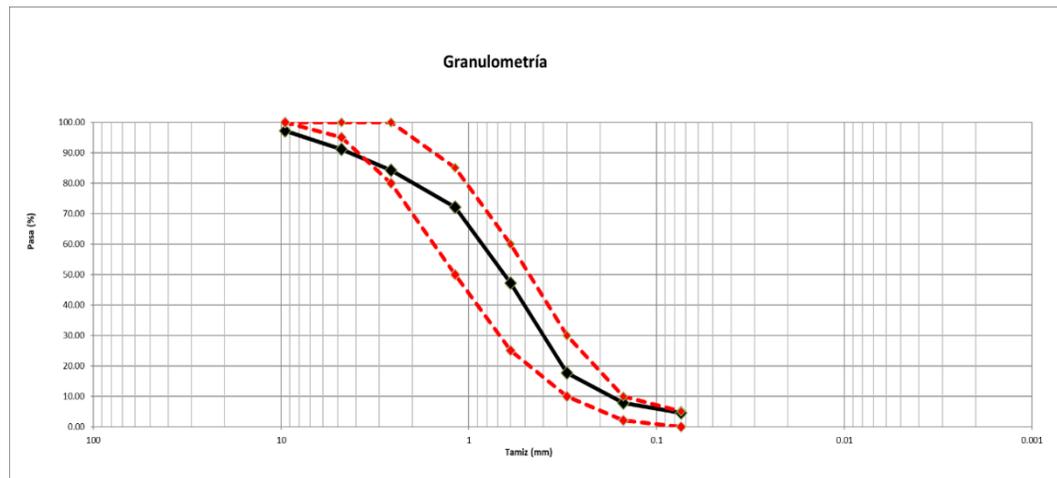
TOTAL	3511.4	100.00		
--------------	---------------	---------------	--	--

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de granulometría del agregado fino se realizó basados en la NTP 400.012, obteniendo un módulo de fineza de 2.80 = $(8.95+15.75+27.86+52.93+92.27)/100$

Gráfico 5

Limites granulométricos para el agregado fino de la cantera Chullqui



Fuente: *Elaboración propia*

La curva granulométrica de agregado fino como se observa en el gráfico anterior, se puede verificar no cumple con los límites granulométricos que corresponden al agregado fino según el ASTM C33.

Agregado fino (Cantera Doroteo)

Peso húmedo = 2043.60 Gr

Peso seco = 1950.20 Gr

% de Humedad = 4.79%

Tabla 8
Tamizado de agregado fino de la cantera Doroteo

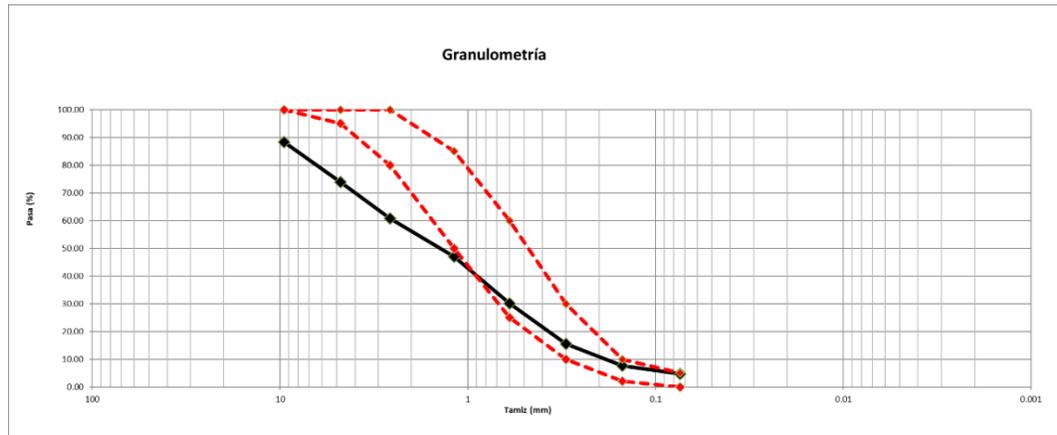
Tamiz	Diámetro	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que
N°	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7	215.20	6.07	6.07	93.93
3/8"	9.525	200.30	5.65	11.72	88.28
1/4"	6.35	209.40	5.91	17.63	82.37
N° 4	4.76	301.70	8.51	26.14	73.86
N° 8	2.6	462.80	13.05	39.19	60.81
N° 10	2	117.30	3.31	42.50	57.50
N° 16	1.18	370.10	10.44	52.94	47.06
N° 20	0.85	311.50	8.79	61.73	38.27
N° 30	0.6	288.90	8.15	69.88	30.12
N° 40	0.425	267.40	7.54	77.42	22.58
N° 50	0.3	249.30	7.03	84.45	15.55
N° 60	0.25	107.50	3.03	87.48	12.52
N° 80	0.18	72.50	2.05	89.53	10.47
N° 100	0.15	101.10	2.85	92.38	7.62
N° 200	0.074	105.90	2.99	95.37	4.63
Cazoleta	0.000	164.2	4.63	100.00	0.00
TOTAL		3545.1	100.00		

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de granulometría del agregado fino se realizó basados en la NTP 400.012, obteniendo un módulo de fineza de 3.65 =
 $(26.14+39.19+52.94+69.88+84.45+92.38)/100$

Gráfico 6

Curva granulométrica del agregado fino de la cantera Doroteo



Fuente: Elaboración propia.

La curva granulométrica de agregado fino como se observa en el gráfico anterior, se puede verificar no cumple con los límites granulométricos que corresponden al agregado fino según el ASTM C33.

Agregado grueso (Cantera Chullqui)

Tabla 9

Tamizado del agregado grueso de la cantera Chullqui

Tamiz	Diámetro	Peso	% retenido	% retenido	% que
N °	(mm)	Retenido	parcial	acumulado	pasa
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	318.10	4.86	4.86	95.14
1/2"	12.7	1571.60	24.00	28.85	71.15
3/8"	9.525	1012.90	15.47	44.32	55.68
1/4"	6.35	0.00	0.00	44.32	55.68
N° 4	4.76	2457.10	37.52	81.84	18.16

En el gráfico anterior, se puede visualizar que la curva granulométrica obtenida de los resultados del análisis granulométrico del agregado grueso no se encuentra dentro del rango de los límites granulométricos para el agregado grueso.

Agregado grueso (Cantera Figueroa)

Tabla 10
Tamizado del agregado grueso de la chancadora Figueroa

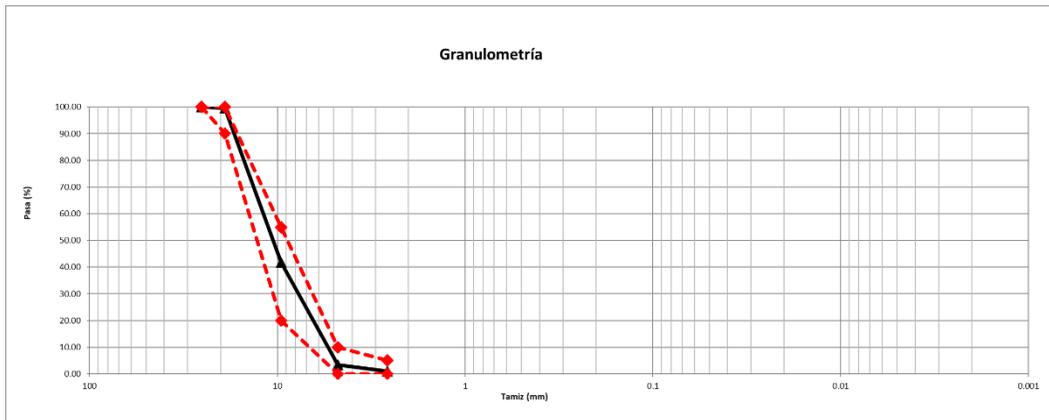
Tamiz	Diámetro	Peso	% Retenido	% Retenido	% Que
Nº	(mm)	retenido	parcial	acumulado	pasa
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	21.50	0.38	0.38	99.62
1/2"	12.7	1729.30	30.93	31.32	68.68
3/8"	9.525	1502.40	26.87	58.19	41.81
1/4"	6.35	0.00	0.00	58.19	41.81
Nº 4	4.76	2151.70	38.49	96.68	3.32
Nº 8	2.6	128.60	2.30	98.98	1.02
Nº 10	2	0.00	0.00	98.98	1.02
Nº 16	1.18	0.00	0.00	98.98	1.02
Nº 20	0.85	0.00	0.00	98.98	1.02
Nº 30	0.6	0.00	0.00	98.98	1.02
Nº 40	0.425	0.00	0.00	98.98	1.02
Nº 50	0.3	0.00	0.00	98.98	1.02
Nº 60	0.25	0.00	0.00	98.98	1.02
Nº 80	0.18	0.00	0.00	98.98	1.02
Nº 100	0.15	0.00	0.00	98.98	1.02
Nº 200	0.074	0.00	0.00	98.98	1.02
Cazoleta	0.000	57.0	1.02	100.00	0.00
TOTAL		5590.5	100.00		

Fuente: Elaboración propia

En el análisis granulométrico realizado al agregado grueso (piedra chancada), se determinó que presentó un módulo de fineza de 6.59, y un tamaño máximo Nominal (TMN) de 3/4”.

Gráfico 8

Curva granulométrica del agregado grueso de la chancadora Figueroa



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico anterior, se puede visualizar que la curva granulométrica obtenida de los resultados del análisis granulométrico del agregado grueso se encuentra dentro del rango de los límites granulométricos para el agregado grueso.

➤ **Contenido de humedad**

Tabla 11

Contenido de humedad del agregado fino de la cantera Chullqui

<u>ASTM D - 2216 Contenido de humedad agregado fino</u>				
MUESTRA	M - 1	M-2	M-3	M-4
Suelo Húmedo + Envase	500.0	500.0	500.0	500.0
Suelo seco + Envase	471.3	470.1	469.8	472.2

Peso de Envase	33.5	34.1	35.6	32.6
Peso del Agua	28.70	29.90	30.20	27.80
Peso de Suelo Seco	437.80	436.00	434.20	439.60
HUMEDAD %	6.56%	6.86%	6.96%	6.32%
PROMEDIO %	6.67%			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12

Contenido de humedad del agregado grueso de la cantera Chullqui

<u>ASTM D - 2216 Contenido de humedad agregado grueso</u>				
MUESTRA	M - 1	M-2	M-3	M-4
Suelo Húmedo + Envase	1200.0	1200.0	1200.0	1200.0
Suelo seco + Envase	1179.5	1179.8	1179.1	1178.3
Peso de Envase	30.5	31.5	32.6	33.4
Peso del Agua	20.50	20.20	20.90	21.70
Peso de Suelo Seco	1149.00	1148.30	1146.50	1144.90
Humedad %	1.78%	1.76%	1.82%	1.90%
Promedio %	1.82%			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13

Contenido de humedad del agregado fino de la cantera Doroteo

<u>ASTM D - 2216 Contenido de humedad agregado fino</u>				
MUESTRA	M - 1	M-2	M-3	M-4
Suelo Húmedo + Envase	500.0	500.0	500.0	500.0
Suelo seco + Envase	495.7	495.6	495.5	495.8
Peso de Envase	32.6	33.4	32.9	32.1
Peso del Agua	4.30	4.40	4.50	4.20

Peso de Suelo Seco	463.10	462.20	462.60	463.70
HUMEDAD %	0.93%	0.95%	0.97%	0.91%
PROMEDIO %	0.94%			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14

Contenido de humedad del agregado grueso de la chancadora Figueroa

<u>ASTM D - 2216 Contenido de humedad agregado grueso</u>				
MUESTRA	M - 1	M-2	M-3	M-4
Suelo Húmedo + Envase	1500.0	1500.0	1500.0	1500.0
Suelo seco + Envase	1433.2	1434.1	1432.5	1436.5
Peso de Envase	35.5	36.3	35.7	35.9
Peso del Agua	66.80	65.90	67.50	63.50
Peso de Suelo Seco	1397.70	1397.80	1396.80	1400.60
HUMEDAD %	4.78%	4.71%	4.83%	4.53%
PROMEDIO %	4.72%			

Fuente: Elaboración Propia

➤ **PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**

Tabla 15

Peso unitario suelto seco del agregado fino de la cantera Chullqui

AGREGADO FINO					
PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	6583	6628	6622	6601
Peso del recipiente	gr.	2290.00	2290.00	2290.00	2290.00
Volumen de recipiente	cm3.	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00

Peso del agregado grueso	gr.	4293.00	4338.00	4332.00	4311.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m3.	1516.43	1532.32	1530.20	1522.78
Peso Unitario Compacto seco		1525.43	Kg/m3.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16

Peso unitario suelto seco del agregado grueso de la cantera Chullqui

AGREGADO GRUESO					
PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	6741	6637	6687	6715
Peso del recipiente	gr.	2290.00	2290.00	2290.00	2290.00
Volumen de recipiente	cm3.	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	4451.00	4347.00	4397.00	4425.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m3.	1572.24	1535.50	1553.16	1563.05
Peso Unitario Compacto seco		1555.99			Kg/m3.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Peso unitario suelto seco del agregado fino de la cantera Doroteo

AGREGADO FINO					
PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	7205	7107	7151	7165
Peso del recipiente	gr.	2290.00	2290.00	2290.00	2290.00
Volumen de recipiente	cm3.	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	4915.00	4817.00	4861.00	4875.00

Peso unitario suelto seco	Kg/m3.	1736.14	1701.52	1717.06	1722.01
Peso Unitario Compacto seco	1719.18			Kg/m3.	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Peso unitario suelto seco del agregado grueso de la chancadora Figueroa

AGREGADO GRUESO					
PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	6144	6136	6092	6138
Peso del recipiente	gr.	2290.00	2290.00	2290.00	2290.00
Volumen de recipiente	cm3.	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	3854.00	3846.00	3802.00	3848.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m3.	1361.36	1358.53	1342.99	1359.24
Peso Unitario Compacto seco	1355.53			Kg/m3.	

Fuente: Elaboración propia

➤ **GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN**

CANTERA CHULLQUI

Tabla 19

Gravedad específica y absorción del agregado fino de la cantera Chullqui

AGREGADO FINO MTC E 205					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	150	150	150	
B	Peso Frasco + agua	361	354	358	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	511.0	504.0	508.0	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	455	448	452	
E	Vol. de masa + vol. de vacío = C-D (gr)	56.0	56.0	56.0	

F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	148.1	147.9	148.0	
G	Vol. de masa = E - (A - F) (gr)	54.1	53.9	54.0	Promedio
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.645	2.641	2.643	2.643
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.679	2.679	2.679	2.679
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.738	2.744	2.741	2.741
	% de absorción = ((A - F) / F) * 100	1.283	1.420	1.351	1.351

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20
Gravedad específica y absorción del agregado grueso de la cantera Chullqui

AGREGADO GRUESO MTC E 206					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1416	1443	1455	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	894	901	919	
C	Vol. de masa + vol. de vacíos = A-B (gr)	522.0	542.0	536.0	
D	Peso material seco en estufa (105°C) (gr)	1403	1427	1439	
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	509.0	526	520	Promedio
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.688	2.633	2.685	2.668
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.713	2.662	2.715	2.697
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.756	2.713	2.767	2.746
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.927	1.121	1.112	1.053

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21
Gravedad específica y porcentaje de absorción del agregado fino - cantera Doroteo

AGREGADO FINO MTC E 205					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	160	160	160	
B	Peso Frasco + agua	361	354	358	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	521.0	514.0	518.0	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	461	453	457	

E	Vol. de masa + vol. de vacío = C-D (gr)	60.0	61.0	61.0	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	156.1	154.2	155.3	
G	Vol. de masa = E - (A - F) (gr)	56.1	55.2	56.3	Promedio
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.602	2.528	2.546	2.558
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.667	2.623	2.623	2.638
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.783	2.793	2.758	2.778
	% de absorción = ((A - F) / F) * 100	2.498	3.761	3.026	3.095

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Gravedad específica y porcentaje de absorción del agregado grueso – cantera Figueroa

Datos y Resultados					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1571	1763	1654	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	983	1103	1035	
C	Vol. de masa + vol. de vacíos = A-B (gr)	588.0	660.0	619.0	
D	Peso material seco en estufa (105°C) (gr)	1555	1743	1637	
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	572.0	640	602	Promedio
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.645	2.641	2.645	2.643
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.672	2.671	2.672	2.672
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.719	2.723	2.719	2.720
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.029	1.147	1.038	1.072
Fuente: Elaboración propia					

➤ **RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS AGREGADOS**

Tabla 23

Resumen de los Resultados del Agregado Fino

Descripción	Cantera Chullqui	Cantera Doroteo	Unidad
Peso específico	2.643	2.558	Gr/cm ³
Humedad natural	6.67	0.94	%

% Absorción	1.351	3.095	%
Peso volumétrico suelto	1525.43	1719.18	Kg/m ³
Peso volumétrico compacto	1686.68	1870.72	Kg/m ³
Uso granulométrico	C	C	
% Material fino < 200	4.55	4.63	%
Módulo de fineza (MF)	2.80	3.65	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24

Resumen de los Resultados del Agregado Grueso

Descripción	Cantera Chullqui	Cantera Figueroa	Unidad
Peso específico	2.668	2.643	Gr/cm ³
Humedad natural	1.82	4.72	%
% Absorción	1.053	1.072	%
Peso volumétrico suelto	1555.99	1355.53	Kg/m ³
Peso volumétrico compacto	1689.07	1454.61	Kg/m ³
Uso granulométrico	C	C	
% Material fino < 200	4.12	1.02	%
Módulo de fineza (MF)	6.49	6.59	

Fuente: Elaboración propia

3.9.2. Diseño de mezcla de concreto convencional por el método ACI ($f'c=210\text{kg/cm}^2$)

DATOS

Cemento tipo I

Peso específico 3.12 g/cm³ 3120 kg/m³

Agua

Potable de la red pública de Huánuco 1000 kg/m³

Agregado fino (Cantera Chullqui)

Peso específico de la masa	2.643	g/cm ³	2643	kg/m ³
Absorción	1.351%			
Contenido de humedad	3.030%			
Módulo de finura	2.8			

Agregado grueso (Chancadora Figueroa)

Tamaño máximo Nominal	3/4"			
Peso específico de la masa	2.643	g/cm ³	2643	kg/m ³
Peso seco compactado AG	1454.61	kg/m ³	1454.61	kg/m ³
Absorción	1.072%			
Contenido de humedad	0.295%			

➤ **Determinación de la resistencia promedio**

Tabla 25
Resistencia a la comprensión promedio

Tabla 7.4.3	
F'c	F'cr
< 210	f'c +70
210 a 350	f'c +84
> 350	f'c +98

Fuente: Ing. Enrique Rivva López (pág. 46)

$$f'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$$

➤ **Selección de tamaño máximo Nominal**

La granulometría del agregado grueso le corresponde un TMN= 3/4"

➤ **Selección de asentamiento**

Tabla 26
Selección de asentamiento

Tabla N° 9.2.2		
Tipo de construcción	Máxima	Mínima
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: Ing. Enrique Rivva López (pág. 56)

➤ **Volumen unitario de agua**

Tabla 27
Selección del volumen unitario del agua

Tabla 10.2.1								
Asentamiento	Agua en L/m ³ para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

Fuente: Ing. Enrique Rivva López (pág. 58)

Para concreto con asentamiento de 3" a 4" y TMN de 3/4" del agregado grueso en una mezcla sin aire incorporado, el volumen de agua es de 205 lt/m³.

➤ **Contenido de aire**

Tabla 28
Selección de contenido del aire atrapado

Tabla 11.2.1	
Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: Ing. Enrique Rivva López (pág. 62)

De la tabla se determina el contenido de aire atrapado para un agregado de TMN=3/4" es de 2.0%

➤ **Relación agua / cemento**

Tabla 29
Criterio de selección de la relación agua cemento por resistencia

Tabla 12.2.2		
F'cr 28 días	Relación agua cemento - cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43
450	0.38

Fuente: Ing. Enrique Rivva López (pág. 66)

Interpolando para una resistencia promedio de 294 kg/cm²

$$a/c = 0.55 - ((300-294) * (0.55-0.62)) / (300-250)$$

$$a/c = 0.56$$

Para una resistencia promedio correspondiente a 294 kg/cm² se obtiene una relación agua/cemento por resistencia de 0.56

➤ **Factor cemento**

Factor cemento = Volumen unitario de agua / relación de agua cemento

$$\text{Factor cemento} = 205 / 0.56 = 366.071 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Factor cemento} = 366.071 / 42.5 = 8.61 \text{ bolsas/m}^3$$

➤ **Contenido de agregado grueso**

Tabla 30
Selección del contenido del agregado grueso

Tabla 16.2.2				
Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto				
Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diversos módulos de finura del fino (b/b ₀)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.80	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Ing. Enrique Rivva López (pág. 79)

De los datos del agregado fino el módulo de fineza es de 2.8 por lo tanto de la tabla se obtiene el volumen del agregado grueso seco compactado de $0.62 = 62\%$ del peso unitario seco compactado.

Volumen del agregado grueso seco compactado = 0.62

Peso unitario seco compactado (Dato Lab.) = 1454.61 kg/m³

Peso del agregado grueso en estado seco = $0.62 * 1454.61 = 901.858$ kg/m³

➤ **Calculo de volúmenes absolutos**

Cemento = factor cemento / peso específico del cemento

Cemento = $366.071 / 3120 = 0.117$ m³

Agua = Volumen Unitario de agua / peso específico del agua

Agua = $205 / 1000 = 0.205$ m³

Aire = 2% = 0.02 m³

Agregado grueso = Peso del agregado grueso seco / peso específico del agregado grueso

Agregado grueso = $901.858 / 2643 = 0.341$ m³

Σ Volumen absolutos conocidos = $0.117 + 0.205 + 0.02 + 0.341 = 0.683$ m³

➤ **Contenido de agregado fino**

Volumen absoluto de agregado fino = 1 - Volumen absolutos conocidos

Volumen absoluto de agregado fino = $1 - 0.683 = 0.317 \text{ m}^3$

Peso del agregado fino en estado seco = volumen absoluto del agregado fino * peso específico de masa

Peso del agregado fino en estado seco = $0.317 * 2643 = 837.831 \text{ kg/m}^3$

➤ **Valores de diseño de mezcla**

Cemento 366.071 kg/m³

Agua de diseño 205 lt/m³

Agregado fino seco 837.831 kg/m³

Agregado grueso seco 901.858 kg/m³

➤ **Corrección por humedad de los agregados**

Peso húmedo del agregado fino

Peso húmedo de agregado fino = peso del agregado fino seco + contenido de humedad * peso del agregado fino seco

Peso húmedo de agregado fino = $837.831 + (3.03\% * 837.831) = 863.217 \text{ kg/m}^3$

Peso húmedo del agregado grueso

Peso húmedo de agregado grueso = peso del agregado grueso seco + contenido de humedad * peso del agregado grueso seco.

Peso húmedo de agregado fino = $901.858 + (0.295\% * 901.858) = 904.518 \text{ kg/m}^3$.

Humedad superficial del agregado fino

Humedad superficial del agregado fino = contenido de humedad del agregado fino -
Absorción del agregado fino

$$\text{Humedad superficial del agregado fino} = 3.03\% - 1.351\% = 1.679\%$$

Humedad superficial del agregado grueso

Humedad superficial del agregado grueso = contenido de humedad del agregado
grueso - Absorción del agregado grueso

$$\text{Humedad superficial del agregado grueso} = 0.295\% - 1.072\% = -0.777\%$$

Aporte de humedad del agregado fino

Aporte de humedad del agregado fino = Peso del agregado fino en estado seco *
humedad superficial del agregado fino

$$\text{Aporte de humedad del agregado fino} = 837.831 * 1.679\% = 14.067 \text{ lt/m}^3$$

Aporte de humedad del agregado grueso

Aporte de humedad del agregado grueso = Peso del agregado grueso en estado seco *
humedad superficial del agregado grueso.

$$\text{Aporte de humedad del agregado grueso} = 901.858 * (-0.777\%) = -7.007 \text{ lt/m}^3$$

Aporte de humedad de los agregados

Aporte de humedad de los agregados = Aporte de humedad del agregado fino + Aporte de humedad del agregado grueso.

$$\text{Aporte de humedad de los agregados} = 14.067 + (-7.007) = 7.060 \text{ lt/m}^3$$

Agua efectiva

Agua efectiva = Contenido de agua - Aporte de humedad de los agregados

$$\text{Agua efectiva} = 205 - 7.007 = 197.940 \text{ lt/m}^3$$

➤ **Peso de los materiales corregidos por humedad de los agregados a ser empleados en la mezcla serán:**

$$\text{Cemento} \quad 366.071 = 366 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua efectiva} \quad 197.940 = 198 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado fino húmedo} \quad 863.217 = 863 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso húmedo} \quad 904.518 = 905 \text{ kg/m}^3$$

➤ **Proporción en peso por bolsa de cemento**

$$\text{Cemento} \quad 366/366 = 1.00$$

$$\text{Agua efectiva} \quad 198/8.61 = 23.00$$

$$\text{Agregado fino húmedo} \quad 863/366 = 2.36$$

$$\text{Agregado grueso húmedo} \quad 905/366 = 2.47$$

$$\text{Relación a/c} = 0.56 \text{ (diseño)}$$

$$\text{Relación a/c} = 23/42.5 = 0.54 \text{ (corregido)}$$

➤ **Peso por tanda de una bolsa de cemento**

$$\text{Cemento} \quad 42.5 \text{ kg/ bolsa}$$

$$\text{Agua efectiva} \quad 23.00 \text{ lt/bolsa}$$

$$\text{Agregado fino húmedo} \quad 42.5 * 2.36 = 100.30 \text{ kg/bolsa}$$

Agregado grueso húmedo $42.5 \times 2.47 = 104.98$ kg/bolsa

➤ **Cantidad de material para una determinada cantidad de probetas**

Cantidad de probetas 12

Altura de probetas 0.3 m

Diámetro de la probeta 0.15 m

Volumen = área de la base * altura

$$V = \pi \times ((0.15)^2 / 4) \times 0.3 = 0.06362 \text{ m}^3$$

Considerando 15% de desperdicio

Cemento $366 \times 0.06362 \times 1.15 = 26.78$ kg

Agua efectiva $198 \times 0.06362 \times 1.15 = 14.49$ lt

Agregado fino húmedo $863 \times 0.06362 \times 1.15 = 63.14$ kg

Agregado grueso húmedo $905 \times 0.06362 \times 1.15 = 66.21$ kg

3.9.3. Diseño de mezcla del concreto autocompactante

DATOS

Cemento tipo I

Peso específico

3.12

 g/cm³

3120

 kg/m³

Agua

Potable de la red pública de Huánuco

1000

 kg/m³

Aditivo Sika Viscocrete 4500 - PE

Densidad

1.11

 kg/lt

1110

 kg/m³

Porcentaje / peso de cemento

2.50%

 1 lt = 0.9009009 kg

Agregado fino (Cantera Chullqui)

Peso específico de la masa

2.643

 g/cm³

2643

 kg/m³

Peso seco compactado AF

1686.680

 kg/m³

1686.680

 kg/m³

Absorción

1.351%

Contenido de humedad

3.030%

Módulo de finura	2.80		
Agregado grueso (Chancadora Figueroa)			
Tamaño máximo Nominal	3/4"		
Peso específico de la masa	2.643	g/cm ³	2643 kg/m ³
Peso seco compactado AG	1454.610	kg/m ³	1454.61 kg/m ³
Absorción	1.072%		
Contenido de humedad	0.295%		

➤ **Elección de flujo**

Tabla 31
Objetivos de asentamiento

Tabla 2.5

CARACTERISTICA DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES		SLUMP FLOW		
		<550 mm	550 a 650mm	>650 mm
Nivel de refuerzo	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Elementos de forma complicada	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Elementos profundos	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Excelentes acabados superficiales	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Elementos largos	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Paredes delgadas	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Contenido de agregado grueso	Bajo			
	Medio			

	Alto			
Energía de colocación	Bajo			
	Medio			
	Alto			

Fuente: ACI 237-7R

Tabla 4.1

SLUMP FLOW				Para el diseño
mm	<550 mm	550 a 650mm	>650 mm	
Contenido de material cementicio	355 - 385 kg/m ³	385 - 445 kg/m ³	>458 kg/m ³	425

Fuente: ACI 237-7R

Volumen absoluto de agregado grueso*	28 a 32% (tamaño máximo Nominal 12mm)	0.25
Fracción de pasta (calculada en volumen)	34 a 40% (Volumen total de mezcla)	
Fracción de mortero	68 a 72% (Volumen total de mezcla)	0.75
Relación típica agua/material cementicio	0.32 a 0.45	0.43
Contenido de material cementicio	386 a 475 kg/m ³ (contenido menor usar agentes modificadores de viscosidad)	

* Hasta un 50% (tamaño máximo Nominal de 10 mm [3/8 pulg])

Fuente: ACI 237-7R

SEGÚN EFNARC

SF1 - Flujo de 550 a 650 mm	Para placas de viviendas, revestimiento de túneles, pilas o cimentaciones profundas
SF2 - Flujo de 660 a 750 mm	Para aplicaciones Normales, como muros y columnas
SF3 - Flujo de 760 a 850 mm	Formas complejas y de altísima densidad de acero. En elementos verticales, la resistencia a la segregación es difícil de controlar

➤ Selección de tamaño máximo Nominal

La granulometría del agregado grueso le corresponde un TMN= 3/4"

➤ Calculo de la cantidad de cemento

Tabla 32

Contenido de material cementante

SLUMP FLOW				Para el diseño
mm	<550 mm	550 a 650mm	>650 mm	
Contenido de material cementicio	355 - 385 kg/m ³	385 - 445 kg/m ³	>458 kg/m ³	425

Fuente: ACI 237-7R

Cemento = 425 kg/m³ = 10 bolsas/m³

➤ **Relación agua / cemento**

Tabla 33

Relación agua cemento

Relación típica agua/material cementicio	0.32 a 0.45
--	-------------

a/c=	0.43
------	------

Fuente: ACI 237R

➤ **Relación de agua unitaria**

Agua = 0.43*425= 182.75 lt/m³

➤ **Contenido de aire**

Tabla 34

Contenido de aire atrapado

Tabla 11.2.1	
Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%

3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: Ing. Enrique Rivva López (pág. 62)

Para TMN ¾" y sin aire atrapado, el aire es de 2%

➤ **Calculo de la pasta y mortero**

Calculo de la pasta

Cemento : $425 \text{ kg/m}^3 = 425/3120 = 0.136 \text{ m}^3$

Agua : $182.75 \text{ lt/m}^3 = 182.75/1000 = 0.183 \text{ m}^3$

Aire : $2\% = 2/100 = 0.02 \text{ m}^3$

Aditivo : $10.63 \text{ kg/m}^3 = 10.63/1000 = 0.0096 \text{ m}^3$

Tabla 35
Resumen de la pasta

Cemento	425	kg/m ³	0.1360	m ³
Agua	182.75	lt/m ³	0.1830	m ³
Aire	2.0%		0.0200	m ³
Aditivo	10.63	kg/m ³	0.0096	m ³
			0.349	m ³

Mortero (agregado fino + pasta)

Tabla 36
Rango del contenido del mortero

Fracción de mortero	68 a 72% (Volumen total de mezcla)
---------------------	------------------------------------

Fuente: ACI 237R

para la presente dosificación se consideró 75% = 0.75 m³

➤ **Cálculo de volumen de agregado fino**

Volumen de agregado fino = volumen de mortero – volumen de la pasta

Volumen de agregado fino = $0.75 - 0.349 = 0.401 \text{ m}^3$

Peso de agregado fino seco compactado = Volumen de agregado fino*Peso específico de la masa.

Peso de agregado fino seco compactado = $0.401 * 2643 = 1059.843 \text{ kg/m}^3$

➤ **Valores de diseño de mezcla**

Cemento	425 kg/m ³
Agua de diseño	182.75 lt/m ³
Agregado fino seco	1059.843 kg/m ³
Agregado grueso seco	661.881 kg/m ³
Aditivo (Sika Viscocrete 4500 PE)	10.625 kg/m ³

➤ **Corrección por humedad de agregado**

Cálculo del peso húmedo del agregado fino

Peso húmedo del agregado fino = $(1 + \text{contenido de humedad} * \text{peso del agregado fino seco compactado})$.

Peso húmedo del agregado fino = $(1 + 3.03/100) * 1059.843 = 1091.956 \text{ kg/m}^3$

Cálculo del peso húmedo del agregado grueso

Peso húmedo del agregado grueso = $(1 + \text{contenido de humedad} * \text{peso del agregado grueso seco compactado})$.

Peso húmedo del agregado grueso = $(1 + 0.295/100) * 661.881 = 663.834 \text{ kg/m}^3$

Humedad superficial de los agregados

Humedad superficial del agregado fino = contenido de humedad del agregado fino

- Absorción del agregado fino.

Humedad superficial del agregado fino = $3.03\% - 1.351\% = 1.679\%$

Humedad superficial del agregado grueso = contenido de humedad del agregado grueso - Absorción del agregado grueso.

$$\text{Humedad superficial del agregado grueso} = 0.295\% - 1.072\% = -0.777\%$$

Aporte de humedad de los agregados:

Aporte de humedad del agregado fino = Peso del agregado fino en estado seco compactado* Humedad superficial del agregado fino.

$$\text{Aporte de humedad del agregado fino} = 1059.843 * 1.679\% = 17.795 \text{ lt/m}^3$$

Aporte de humedad del agregado grueso = Peso del agregado grueso en estado seco compactado* Humedad superficial del agregado grueso.

$$\text{Aporte de humedad del agregado grueso} = 661.881 * (-0.777\%) = -5.143 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Aporte de humedad de los agregados} = 17.795 + (-5.143) = 12.652 \text{ lt/m}^3$$

Agua efectiva

Agua efectiva = Contenido de agua - Aporte de humedad de los agregados.

$$\text{Agua efectiva} = 182.75 - 12.652 = 170.098 \text{ lt/m}^3$$

Peso de los materiales corregidos por humedad de los agregados a ser empleados en la mezcla por m³ de concreto serán:

Cemento	425 kg/m ³
Agua efectiva	170.098 lt/m ³
Agregado fino húmedo	1091.956 kg/m ³
Agregado grueso húmedo	663.834 kg/m ³
Aditivo (Sika Viscocrete 4500 PE)	10.625 kg/m ³

➤ **Proporción en peso por saco de cemento**

$$\text{Cemento} : 425/425 = 1.00$$

Agua efectiva : $170.098/10 = 17.01$
 Agregado fino húmedo : $1091.956/425 = 2.57$
 Agregado grueso húmedo : $663.834/425 = 1.56$
 Aditivo (Sika Viscocrete 4500 PE) : $10.625/10 = 1.0625$

➤ **Peso por tanda de un saco de cemento**

Cemento : $42.5*1 = 42.5$ kg/saco
 Agua efectiva : $17.01*1 = 17.01$ lt/saco
 Agregado fino húmedo : $2.57*42.5 = 109.23$ kg/saco
 Agregado grueso húmedo : $1.56*42.5 = 66.30$ kg/saco
 Aditivo (Sika Viscocrete 4500 PE) : $1.0625*1 = 1.0625$ kg/saco

➤ **Cantidad de material para una determinada cantidad de probetas**

Probetas 12 und

Altura de la probeta $H = 0.3$ m

Diámetro de la probeta $D = 0.15$ m

Volumen de la probeta = $(\pi(D^2) /4) *H = 0.06362$ m³

Tabla 37

Resumen de las cantidades de los materiales para 12 probetas

Cemento	425.00	0.06362	27.04	kg
Agua efectiva	170.10	0.06362	10.82	kg
Agregado fino húmedo	1091.96	0.06362	69.47	kg
Agregado grueso húmedo	663.83	0.06362	42.23	kg
Aditivo (Sika ViscoCrete 4500 PE)	10.625	0.06362	0.676	kg

Fuente: Elaboración propia

Adicionando a cada material 15% por desperdicio

Tabla 38

Resumen de las cantidades de los materiales para 12 probetas (inc. 15% del desperdicio)

Cemento	31.094	kg	31094	gr
Agua efectiva	12.445	kg	12445	gr
Agregado fino húmedo	79.891	kg	79891	gr
Agregado grueso húmedo	48.568	kg	48568	gr
Aditivo (Sika ViscoCrete 4500 PE)	0.777	kg	777	gr

Fuente: Elaboración propia

3.9.4. Grupo control

➤ **Asentamiento**

El asentamiento del concreto convencional fue de 4 pulgadas

Imagen 15

Asentamiento del Concreto Convencional



Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Dimensiones de los especímenes**

En la presente investigación se realizó los especímenes de forma cilíndrica para los ensayos de compresión del concreto autocompactante y concreto convencional, los

especímenes cilíndricos tienen un diámetro de 6” y una altura de 12”, de acuerdo a lo que indica la norma ASTM C 31.

En cuanto a las probetas cilíndricas según la NTP 339.034, se determina que los valores indicados para el coeficiente de variación en laboratorio para cilindros de 150x300 mm son aplicables para aquellas resistencias a la compresión entre 15 MPa y 55 MPa y para cilindros de 100 mm x 200 mm son aplicables para resistencias a la compresión entre 17 MPa y 32 MPa.

“Los especímenes no serán ensayados si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro por más del 2 %” (NTP 339.034, 2015).

➤ **Moldes para probetas**

Los moldes empleados para realizar las probetas de concreto, son aquellas que debe de ser de material de acero o cualquier otro material no absorbente, que no elimine agua del diseño de mezcla y los moldes deben de ser de materiales que eviten alabeos o deformaciones.

Gráfico 9
Precisión

	Coeficiente de variación	Rango aceptable de resistencia de cilindros individuales	
		2 Cilindros	3 Cilindros
Cilindros de 150 mm x 300 mm			
Condiciones de laboratorio	2,4 %	6,6 %	7,8 %
Condiciones de Obra	2,9 %	8,0 %	9,5 %
Cilindros de 100 mm y 200 mm			
Condiciones de laboratorio.	3,2 %	9,0 %	10,6 %

Fuente: NTP 339.034

➤ **Varilla compactadora**

Según el Manual de ensayo de materiales (EM 2000) la varilla compactadora. Debe de ser de acero estructural, cilíndrica, y el extremo compactador debe ser hemisférico con radio igual al radio de la varilla. Según el diámetro y longitud, la varilla compactadora puede ser de dos tipos:

- Varilla compactadora larga. De diámetro igual a 16 mm (5/8”), y aproximadamente 600 mm (24”) de longitud.
- Varilla compactadora corta. De diámetro igual a 10 mm (3/8”) y aproximadamente 300 mm (12”) de longitud.

➤ **Muestreo**

Comience los ensayos de descenso de cono, temperatura y contenido de aire, dentro de los 5 minutos siguientes a la obtención de la última porción de la muestra compuesta. Realice estos ensayos lo más rápido posible. El moldeo de las probetas para ensayos de resistencia debe realizarse dentro de los 15 minutos siguientes a la preparación de la muestra compuesta. Utilice el menor tiempo posible para obtener y manipular la muestra; protéjala del sol, viento y otras fuentes que provoquen evaporación rápida, así como de una posible contaminación (ASTM C 172, 2004).

Imagen 16

Asentamiento del concreto convencional en estado fresco



Fuente: Elaboración propia

➤ **Preparación de probetas**

Según el Manual de ensayos de materiales (EM 2000) menciona que el concreto se debe recibir en un recipiente limpio y seco para agitarlo con un badilejo o pala hasta hacerlo uniforme y evitar la segregación.

Compactación. La selección del método de compactación debe hacerse con base en el asentamiento, a menos que el método sea establecido en las especificaciones bajo las cuales se trabaja (Tabla 1). Los dos métodos de compactación son:

apisonado (por varillado) y vibración (externa o interna). Si el concreto tiene un asentamiento mayor de 75 mm (3") debe usarse el método de apisonado. Si el asentamiento es de 25 a 75 mm (1 a 3") debe usarse el método de apisonado o el de vibración, prefiriéndose el método usado en la ejecución de la obra. Si el asentamiento es inferior a 25 mm (1") debe usarse el método de vibración. No se debe usar vibración interna para cilindros con diámetro inferior a 100 mm y para prismas de 100 mm de profundidad o menos. Los concretos con contenido de

agua tal que no pueden ser compactados por los ensayos aquí descritos no estarán contemplados por la presente norma.

Gráfico 10

Numero de capas requeridas en la elaboración de las muestras

Tipo de tamaño de La muestra en mm (pulgadas)	Método de compactación	Número de capas	Altura aproximada De la capa en mm (pulgadas)
CILINDROS			
Hasta 300(12)	Apisonado(varillado)	3 iguales	100(4)
Mayor que 300(12)	Apisonado(varillado)	Las requeridas	
Hasta 460(18)	Vibración	2 iguales	200(4)
Mayor que 460(18)	Vibración	3 ó más	
PRISMAS			
Hasta 200(8)	Apisonado(varillado)	2iguales	100(4)
Mayor que 200(8)	Apisonado(varillado)	3 o más	
Hasta 200(8)	Vibración	1	200(8) C 172
Mayor que 200(8)	Vibración	2 o más	

Fuente: Manual de ensayo de materiales (EM 2000)

Gráfico 11

Diámetro de varilla y numero de golpes por capa

CILINDROS		
Diámetro del cilindro en mm (pulgadas)	Diámetro de varilla en mm (pulgadas)	Número de golpes por cada
50 (2) a 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200(8)	16 (5/8)	50
250(10)	16 (5/8)	75
VIGAS Y PRISMAS		
Área de la superficie superior De la muestra en cm ² (pulg. ²)	Diámetro de varilla en mm (pulgada)	Número de golpes por capa
160(25)	10(3/8)	25
165(26) a 310 (49)	10(3/8)	1 por cada 7 cm ² (1 pulg. ²) de área
320(50) o más	16(5/8)	1 por cada 14m ² (2pulg. ²) de área

Fuente: Manual de ensayo de materiales (EM 2000)

➤ **Curado de probetas**

Cubrimiento después del acabado. Para evitar la evaporación de agua del concreto sin endurecer, los testigos deben ser cubiertos inmediatamente después del acabado, preferiblemente con una platina no reactiva con el concreto, o con una lámina de plástico dura e impermeable. Se permite el uso de lona húmeda para el cubrimiento de la muestra, pero se evitará el contacto directo de la muestra con la lona, la cual debe permanecer húmeda durante las 24 horas contadas a partir del acabado de la muestra (MTC E 702 , 2000).

3.9.5. Grupo experimental

➤ Flujo de Asentamiento

El hormigón se coloca en una sola elevación y no se consolida mediante ningún medio de agitación mecánica o manual. Se levanta el molde y se deja que el hormigón se hunda. El promedio de dos diámetros medidos perpendicularmente entre sí de la extensión resultante se informa como el flujo de asentamiento del concreto (ACI 237R, 2007).

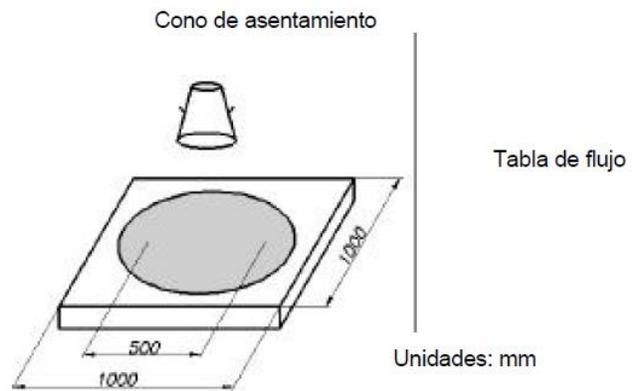
El valor de asentamiento permite comparar el caudal lateral y el potencial de llenado de diferentes mezclas de SCC. Un rango común de asentamiento para SCC es de 18" a 30". (450 a 760 mm). Cuanto mayor sea el flujo de asentamiento, más lejos puede viajar el SCC por debajo de su propia masa desde un punto de descarga dado, y más rápido puede llenar una forma o molde. El valor del flujo de asentamiento también se puede usar para evaluar la consistencia del SCC y no debe diferir en más de 2 pulgadas (50 mm) de una carga a otra (ACI 237R, 2007).

Imagen 17

Flujo de Asentamiento del concreto Autocompactante en estado fresco



Fuente: EFNARC



➤ **Índice de estabilidad visual**

Una muestra de hormigón recién mezclado se coloca en un molde con forma de tronco de cono. El hormigón se coloca en una sola elevación y no se consolida mediante ningún medio de agitación mecánica. Se levanta el molde y se deja que el hormigón se hunda. El promedio de dos diámetros, medidos perpendiculares entre sí, de la extensión resultante se informa como el asentamiento del hormigón. Se observa una observación visual del esparcimiento del hormigón para caracterizar la estabilidad de la mezcla. Se asigna un número VSI de 0, 1, 2 o 3 a la extensión para caracterizar la estabilidad de la mezcla, como se define en la Tabla 8.2.

Gráfico 12

Clasificación de índice de estabilidad visual

Tabla 8.2 — Clasificación del índice de estabilidad visual (VSI) de mezclas de SCC (Daczko y Kurtz 2001)

Valor de VSI	Criterios
0 = muy estable	No hay evidencia de segregación en la propagación del flujo de asentamiento.
1 = estable	Sin halo de mortero o pila de agregados en el flujo de asentamiento propagar
2 = inestable	Un ligero halo de mortero (<10 mm [3/8 pulg.]) O agregado pila, o ambos, en la dispersión del flujo de asentamiento
grande 3 = halo muy inestable (> 10 mm [3/8 pulg.]) O una pila de agregado grande en	Claramente segregado por la evidencia de un mortero grande en el centro de la extensión de hormigón, o ambos.

Fuente: ACI 237R

➤ T 50

Una muestra de hormigón recién mezclado se coloca en un molde con forma de tronco de cono. El hormigón se coloca en una sola elevación y no se consolida mediante ningún medio de agitación mecánica o manual. Se levanta el molde y se deja que el hormigón se hunda. La persona que realiza la prueba mide el tiempo que tarda, en segundos (T_{50}), para que cualquier parte del borde exterior de la extensión de concreto alcance un diámetro de 20 pulgadas (500 mm) desde el momento en que se levanta el molde por primera vez (ACI 237R, 2007).

Un tiempo T_{50} más largo indica una mezcla con una viscosidad más alta; lo contrario es cierto para un tiempo T_{50} más corto. Un tiempo T_{50} de 2 segundos o

menos típicamente caracteriza un SCC con una baja viscosidad, y un tiempo T50 de más de 5 segundos generalmente se considera una alta viscosidad mezcla SCC.

(ACI 237R, 2007).

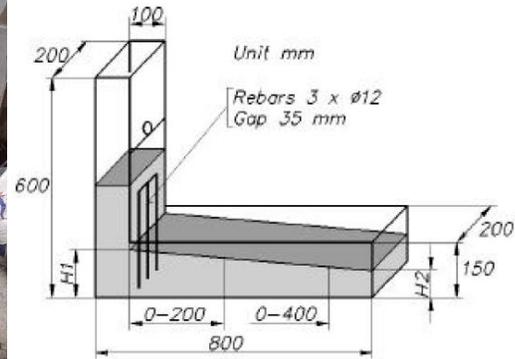
➤ **caja en L**

El aparato de ensayo consiste en una caja de sección rectangular en forma de L, de sección vertical y horizontal, separadas por una puerta móvil, frente a la cual se colocan tramos verticales de barra de refuerzo. La sección vertical se llena con SCC y luego la puerta se levanta para permitir que el SCC fluya hacia la sección horizontal. Cuando se detiene el flujo, la altura del SCC al final de la sección horizontal se expresa como una proporción de la que queda en la sección vertical (ACI 237R, 2007).

La relación mínima entre la altura en la sección horizontal y la sección vertical se considera 0,8. Si el SCC fluye tan libremente como el agua, será completamente horizontal y la relación será igual a 1.0 Por lo tanto, cuanto más cercana sea esta relación a 1.0, mejor será el potencial de flujo de la mezcla de SCC. Esta es una indicación de capacidad de paso, o el grado en el que se restringe el paso de SCC a través de las barras. El agregado grueso detrás de las barras de refuerzo (bloqueo) y la segregación al final de la sección horizontal se pueden detectar visualmente. Las mezclas de SCC con cualquiera de estas características deben volver a distribuirse para asegurar la estabilidad de la mezcla (ACI 237R, 2007).

Imagen 18

Ensayo de Capacidad de Paso (caja en L)



Fuente: EFNARC

➤ **Embudo en V**

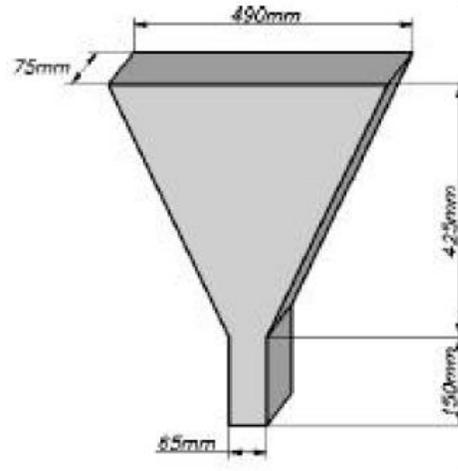
El ensayo de embudo V descrito se utiliza para determinar la capacidad de relleno (fluidez) del hormigón con un tamaño de árido máximo de 20 mm. El embudo se llena con aproximadamente 12 litros de hormigón y se mide el tiempo necesario para fluir a través del aparato. Después del proceso, el embudo puede volver a llenarse con hormigón, que se deja aposentar durante 5 minutos. Si el hormigón muestra segregación, entonces el tiempo de flujo aumentará significativamente (EFNARC, 2002).

Aunque el ensayo se ha diseñado para medir la fluidez, el resultado se ve afectado por propiedades del hormigón distintas a las del flujo. La forma de cono invertido consigue que cualquier tendencia del hormigón a bloquearse se refleje en el resultado, cuando, por ejemplo, hay demasiado árido grueso. Un tiempo de flujo elevado también puede asociarse con una escasa deformabilidad debido a una alta

Imagen 19

Ensayo de embudo en V

viscosidad de la pasta, y con una alta fricción entre las partículas. Aunque el aparato es sencillo, el efecto del ángulo del embudo y el efecto del muro sobre el flujo del hormigón no están claros (EFNARC, 2002).



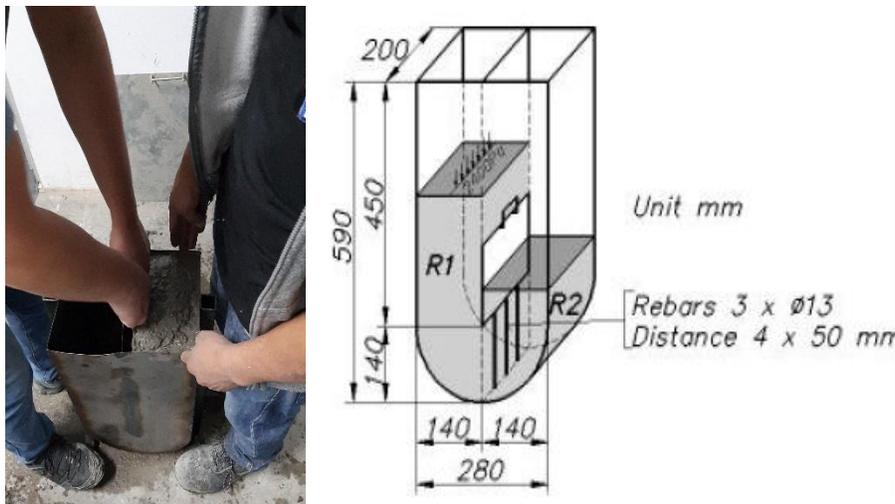
Fuente: EFNARC

➤ Caja en U

El ensayo se utiliza para medir la capacidad de relleno del hormigón autocompactable. El aparato consiste de un recipiente dividido por una pared intermedia en dos compartimientos, que aparecen como R1 y R2 (EFNARC, 2002). Se coloca una compuerta deslizante entre ambas secciones. Se instalan barras de refuerzo que presentan un diámetro nominal de 13 mm en la compuerta, con espacios entre ejes de 50 mm, de este modo se crea un espaciado libre de 35 mm entre las barras. La sección del lado izquierdo se llena con aproximadamente 20 litros de hormigón y a continuación se eleva la compuerta y el hormigón fluye *hacia arriba* hasta la otra sección. Se mide la altura del hormigón en ambas secciones (EFNARC, 2002).

Se trata de un ensayo fácil de realizar, aunque el equipamiento puede resultar difícil de fabricar. Ofrece una buena evaluación directa de la capacidad de relleno (esto es, literalmente, lo que tiene que hacer el hormigón) modificada por un requisito sin medir de la capacidad de paso. El espacio de 35 mm entre las secciones de armadura puede considerarse demasiado estrecho. La cuestión sigue abierta respecto a si una altura de llenado *inferior* a 30 cm sigue siendo aceptable (EFNARC, 2002).

Imagen 20
Caja en U



Fuente: EFNARC

➤ Anillo en J

Cuando el SCC se coloca en formas que contienen refuerzo de acero, la mezcla debe permanecer cohesiva y los agregados no deben separarse de la fracción de pasta de la mezcla cuando fluye entre obstáculos. Esta es una característica crítica de la mezcla cuando se utiliza en estructuras reforzadas muy congestionadas. La prueba del anillo en J se utiliza para caracterizar la capacidad del SCC para atravesar el acero de refuerzo (Bartos et al. 2002; Sonebi y Bartos 1999). La prueba es fácil de realizar en una planta de hormigón o en un lugar de trabajo (ACI 237R, 2007).

Una muestra de hormigón recién mezclado se coloca en un molde con forma de tronco de cono concéntrico con el anillo en J. El hormigón se coloca en una sola elevación y no se consolida mediante ningún medio de agitación mecánica o manual. Se eleva el molde y se deja que el hormigón pase a través del anillo en J, que consiste en un conjunto de anillo de acero que contiene barras de refuerzo, y se hunde. El promedio de dos diámetros de la extensión resultante, medidos perpendiculares entre sí, se informa como el flujo de anillo en J del hormigón (ACI 237R, 2007).

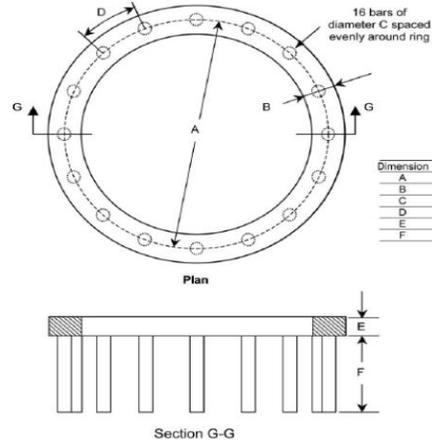
El asentamiento resultante es una indicación de la capacidad de paso del SCC a través del acero de refuerzo. Cuanto mayor sea el flujo de asentamiento del anillo en J, más lejos puede viajar el SCC a través de una barra de refuerzo debajo de su propia masa desde un punto de descarga dado, y más rápido puede llenar una forma o molde reforzado con acero. La diferencia entre el asentamiento del anillo en J y el asentamiento no confinado es una indicación del grado en que se restringe el paso de SCC a través de las barras de refuerzo (ACI 237R, 2007).

Fuente: Elaboración propia - ASTM C 1621

Imagen 21
Ensayo de Anillo J



Fuente: Elaboración propia



Dimension	in	mm
A	12.0 ± 0.13	300 ± 3.3
B	1.5 ± 0.06	38 ± 1.5
C	0.625 ± 0.13	16 ± 3.3
D	2.36 ± 0.06	58.9 ± 1.5
E	1.0 ± 0.06	25 ± 1.5
F	4.0 ± 0.06	200 ± 1.5

3.9.6. Ensayo a compresión de las probetas

➤ Equipos y materiales empleados

Cilindros de concreto con medidas que cumplan con las recomendaciones de la NTP 339.034, para la presente investigación se usaron las probetas de forma cilíndrica de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura.

La prensa hidráulica para rotura de probetas, es aquella que permite medir la lectura de la carga obtenida por cada probeta a compresión.

Imagen 22
Ensayo de rotura de probeta



Fuente: Elaboración propia

➤ **Procedimiento**

Colocación del espécimen: Colocar el bloque de rotura inferior. Con la cara endurecida hacia arriba, sobre la mesa o platina de la máquina de ensayo directamente debajo del bloque de apoyo del asiento esférico (superior). Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las del espécimen de ensayo y colocar el espécimen sobre el bloque inferior de rotura. Si se emplean almohadillas, limpiar las superficies del cojinete del anillo de retención y centrar la almohadilla o almohadillas sobre el espécimen. Cuidadosamente alinear los ejes

del espécimen con el centro de empuje de la rótula del bloque de asiento esférico (NTP 339.034, 2015).

Gráfico 13
Edades de Ensayos y Tolerancias Permisibles

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0,5 h ó 2,1 %
3 d	± 2 h ó 2,8 %
7 d	± 6 h ó 3,6 %
28 d	± 20 h ó 3,0 %
90 d	± 48 h ó 2,2%

Fuente: NTP 339.034

➤ **Determinación de la resistencia a la compresión**

Para la presente investigación se realizaron las roturas de probetas a los 7, 14, 21 y 28 días.

$$R = P/A$$

R (kg/cm²) = Resistencia a la compresión

P (kgf) = Máxima carga aplicada

A (cm²) = Área del espécimen

Imagen 23

Vista Panorámica de la Probeta en la Prensa Hidráulica



Fuente: Elaboración propia

➤ **Resistencia a la compresión del concreto**

Tabla 39

Resistencia a la compresión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días

Descripción	Código	Edad (días)	$f'c$ (kg/cm ²)
Concreto convencional	CC-1	7	200.21
Concreto convencional	CC-2	7	201.14
Concreto convencional	CC-3	7	201.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40

Resistencia a la compresión del concreto autocompactante a los 7 días

Descripción	Código	Edad en días	$f'c$ (kg/cm ²)
Concreto autocompactante	CAC-1	7	241.46

Concreto autocompactante	CAC-2	7	206.76
Concreto autocompactante	CAC-3	7	251.59

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Resistencia a la compresión del concreto convencional $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ a los 14 días

Descripción	Código	Edad en días	$f'c$ (kg/cm ²)
Concreto convencional	CC-4	14	257.04
Concreto convencional	CC-5	14	261.79
Concreto convencional	CC-6	14	258.78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Resistencia a la compresión del concreto autocompactante a los 14 días

Descripción	Código	Edad en días	$f'c$ (kg/cm ²)
Concreto autocompactante	CAC-4	14	292.52
Concreto autocompactante	CAC-5	14	247.47
Concreto autocompactante	CAC-6	14	258.61

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43

Resistencia a la compresión del concreto convencional $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ a los 21 días

Descripción	Código	Edad en días	$f'c$ (kg/cm ²)
Concreto convencional	CC-7	21	245.78
Concreto convencional	CC-8	21	257.31
Concreto convencional	CC-9	21	254.16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44

Resistencia a la compresión del concreto autocompactante a los 21 días

Descripción	Código	Edad en días	$f'c$ (kg/cm ²)
Concreto autocompactante	CAC-7	21	263.05
Concreto autocompactante	CAC-8	21	287.06
Concreto autocompactante	CAC-9	21	286.35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Resistencia a la compresión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días

Descripción	Código	Edad en días	$f'c$ (kg/cm ²)
Concreto convencional	CC-10	28	280.42
Concreto convencional	CC-11	28	288.92
Concreto convencional	CC-12	28	286.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46

Resistencia a la compresión del concreto autocompactante a los 28 días

Descripción	Código	Edad en días	$f'c$ (kg/cm ²)
Concreto autocompactante	CAC-10	28	303.49
Concreto autocompactante	CAC-11	28	307.56
Concreto autocompactante	CAC-12	28	388.55

Fuente: Elaboración propia

➤ **Costo del concreto autocompactante y concreto convencional**

Gráfico 14
Costo por m3 de Concreto Convencional en Columnas

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0402031 ANALISIS DE COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2021						Fecha presupuesto	26/11/2020
Subpresupuesto	001 CONCRETO CONVENCIONAL							
Partida	01.01 CONCRETO EN COLUMNAS F'c=210 KG/CM2 (CONCRETO CONVENCIONAL)							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3			556.03	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	26.08	41.73		
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	20.58	32.93		
0147010004	PEON	hh	12.0000	9.6000	18.60	178.56		
						253.22		
Materiales								
0205000042	PIEDRA CHANCADA DE TMN 3/4"	m3		0.3400	50.00	17.00		
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.3300	110.00	36.30		
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.6100	23.80	204.92		
0239050000	AGUA	m3		0.1979	5.00	0.99		
						259.21		
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	253.22	7.60		
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 - 11 P3	hm	1.0000	0.8000	30.00	24.00		
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.8000	15.00	12.00		
						43.60		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15
Costo por m3 de Concreto Convencional en Vigas

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0402031 ANALISIS DE COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2021						Fecha presupuesto	26/11/2020
Subpresupuesto	001 CONCRETO CONVENCIONAL							
Partida	01.02 CONCRETO EN VIGAS F'c=210 KG/CM2 (CONCRETO CONVENCIONAL)							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			392.28	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	26.08	20.86		
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	20.58	16.46		
0147010004	PEON	hh	10.0000	4.0000	18.60	74.40		
						111.72		
Materiales								
0205000042	PIEDRA CHANCADA DE TMN 3/4"	m3		0.3400	50.00	17.00		
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.3300	110.00	36.30		
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8.6100	23.80	204.92		
0239050000	AGUA	m3		0.1979	5.00	0.99		
						259.21		
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	111.72	3.35		
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 - 11 P3	hm	1.0000	0.4000	30.00	12.00		
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	15.00	6.00		
						21.35		

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16

Costo por m3 de Concreto Convencional en Losas Aligeradas

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0402031 ANALISIS DE COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2021				Fecha presupuesto	26/11/2020	
Subpresupuesto	001 CONCRETO CONVENCIONAL						
Partida	01.03 CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS F'C=210 KG/CM2 (CONCRETO CONVENCIONAL)						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000		Costo unitario directo por : m3		380.40
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	3.0000	0.9600	26.08	25.04
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.6400	20.58	13.17
0147010004	PEON		hh	11.0000	3.5200	18.60	65.47
							103.68
	Materiales						
0205000042	PIEDRA CHANCADA DE TMN 3/4"		m3		0.3400	50.00	17.00
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0.3300	110.00	36.30
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)		BOL		8.6100	23.80	204.92
0239050000	AGUA		m3		0.1979	5.00	0.99
							259.21
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	103.68	3.11
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 - 11 P3		hm	1.0000	0.3200	30.00	9.60
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	1.0000	0.3200	15.00	4.80
							17.51

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 17

Costo por m3 de Concreto Autocompactante en Columnas

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0402031 ANALISIS DE COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2021				Fecha presupuesto	26/11/2020	
Subpresupuesto	002 CONCRETO AUTOCOMPACTANTE						
Partida	02.01 CONCRETO EN COLUMNAS UTILIZANDO CONCRETO AUTOCOMPACTANTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m3		647.29
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	26.08	20.86
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.8000	20.58	16.46
0147010004	PEON		hh	10.0000	8.0000	18.60	148.80
							186.12
	Materiales						
0205000042	PIEDRA CHANCADA DE TMN 3/4"		m3		0.2512	50.00	12.56
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0.4132	110.00	45.45
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)		BOL		10.0000	23.80	238.00
0230850011	SIKA VISCOCRETE 4500 PE		kg		10.6250	12.68	134.73
0239050000	AGUA		m3		0.1701	5.00	0.85
							431.59
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	186.12	5.58
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 - 11 P3		hm	1.0000	0.8000	30.00	24.00
							29.58

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18

Costo por m3 de concreto autocompactante en vigas

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0402031 ANALISIS DE COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2021							
Subpresupuesto	002 CONCRETO AUTOCOMPACTANTE						Fecha presupuesto	26/11/2020
Partida	02.02 CONCRETO EN VIGAS UTILIZANDO CONCRETO AUTOCOMPACTANTE							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			524.12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	26.08	10.43		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	20.58	8.23		
0147010004	PEON	hh	8.0000	3.2000	18.60	59.52		
							78.18	
Materiales								
0205000042	PIEDRA CHANCADA DE TMN 3/4"	m3		0.2512	50.00	12.56		
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4132	110.00	45.45		
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10.0000	23.80	238.00		
0230850011	SIKA VISCOCRETE 4500 PE	kg		10.6250	12.68	134.73		
0239050000	AGUA	m3		0.1701	5.00	0.85		
							431.59	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	78.18	2.35		
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 - 11 P3	hm	1.0000	0.4000	30.00	12.00		
							14.35	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 19

Costo por m3 de concreto autocompactante en losas aligeradas

Análisis de precios unitarios								
Presupuesto	0402031 ANALISIS DE COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2021							
Subpresupuesto	002 CONCRETO AUTOCOMPACTANTE						Fecha presupuesto	26/11/2020
Partida	02.03 CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS UTILIZANDO CONCRETO AUTOCOMPACTANTE							
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3			505.63	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	26.08	8.35		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	20.58	6.59		
0147010004	PEON	hh	8.0000	2.5600	18.60	47.62		
							62.56	
Materiales								
0205000042	PIEDRA CHANCADA DE TMN 3/4"	m3		0.2512	50.00	12.56		
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.4132	110.00	45.45		
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10.0000	23.80	238.00		
0230850011	SIKA VISCOCRETE 4500 PE	kg		10.6250	12.68	134.73		
0239050000	AGUA	m3		0.1701	5.00	0.85		
							431.59	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	62.56	1.88		
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 - 11 P3	hm	1.0000	0.3200	30.00	9.60		
							11.48	

Fuente: Elaboración propia

3.9.7. Análisis de datos

La prueba de hipótesis llamadas también pruebas de significación sirven para comprobar las suposiciones de los valores estadísticos de la población. (Martínez, C. 2012).

➤ **Hipótesis nula**

Es aquella hipótesis donde se hace una afirmación sobre un dato que se va a comprobar con el resultado muestral, Para el caso de esta investigación se planteó la siguiente hipótesis nula: $H_0: u_1 \geq u_2$ Donde u_1 , u_2 representan la media del concreto convencional y concreto autocompactante.

➤ **Hipótesis alternativa**

Son los enunciados que se oponen a las hipótesis nulas; es decir, da una opción a la propuesta formulada por la hipótesis nula. Teniendo en cuenta el enunciado nuestra hipótesis alterna planteada es $H_0: u_1 < u_2$. Lo cual significa que la región crítica se encuentra en la cola inferior a la distribución normal formulada por el estadístico de prueba.

➤ **Selección de significancia**

El nivel de significancia sirve para maximizar la probabilidad de ocurrencia y minimizar el error cuyos valores están dados de acuerdo al tipo de significancia donde el 5% equivale a un resultado “significativo”; 1%, “altamente significativo” y el 10%, se considera “poco significativo”. Para los análisis que corresponden a las resistencias

del concreto se realizan con el nivel de significancia de 5%, por ser de uso común en el concreto.

➤ **Estadístico de prueba T student**

La distribución T Student es una distribución de probabilidad que se origina de los promedios de un grupo distribuido, siempre en cuando este grupo sea pequeño, considerándose muestras pequeñas al número de unidades menores a iguales a treinta y grandes mayores a treinta. En las pruebas de hipótesis cuando se conoce la desviación típica poblacional de un grupo experimental no importa que la muestra sea grande o pequeña para hacer la comparación de las hipótesis supuestas (Martínez, C. 2012-pág. 351).

➤ **Procedimiento de calculo**

Empieza con la determinación del estadístico de prueba t_p con n_1+n_2-2 grados de libertad que posteriormente será comparada con la significación del estadístico de la tabla (t_p).

Gráfico 20
Significancia Estadística

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \qquad t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

Donde:

- u1: Promedio de las resistencias del grupo de control.
- u2: Promedio de las resistencias del grupo experimental.
- n1 y n2: Son los tamaños de las muestras.
- σ_1 y σ_2 : Son las varianzas.

Fuente: Rogelio Cesar Bonifacio Cuzqui

Una vez obtenida el estudio estadístico de prueba t_p ; se procede a comparar con el estadístico de nivel de significancia 0.05 de la tabla (student) aceptando o rechazando las hipótesis alternas y nulas planteadas como menciona (Martínez, C. 2012).

Para la presente investigación se plantea las siguientes fronteras

Ho: si $u_2 \leq u_1$ y si $t_p > t$ rechazar Ho

Ho: si $u_2 > u_1$ Aceptar Ho

Tabla 47
T de student para diferentes grados de libertad

Valores de $T_{\alpha, v}$		$1 - \alpha = P (T \leq t_{\alpha, v})$						
$v \backslash 1-\alpha$	0.8	0.9	0.95	0.975	0.99	0.995	0.999	
1	1.376	3.078	6.314	12.706	31.821	63.656	318.289	
2	1.061	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.328	
3	0.978	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.214	
4	0.941	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	
5	0.920	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.894	
6	0.906	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	
7	0.896	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	
8	0.889	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	
9	0.883	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	
10	0.879	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	
11	0.876	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	
12	0.873	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	
13	0.870	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	
14	0.868	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	
15	0.866	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	
16	0.865	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	
17	0.863	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	
18	0.862	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	
19	0.861	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	
20	0.860	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	
21	0.859	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	
22	0.858	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	
23	0.858	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	
24	0.857	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	
25	0.856	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	
26	0.856	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	
27	0.855	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	
28	0.855	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	
29	0.854	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	
30	0.854	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	
31	0.853	1.309	1.696	2.040	2.453	2.744	3.375	
32	0.853	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	3.365	
33	0.853	1.308	1.692	2.035	2.445	2.733	3.356	
34	0.852	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	3.348	
35	0.852	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	3.340	
36	0.852	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	3.333	
37	0.851	1.305	1.687	2.026	2.431	2.715	3.326	
38	0.851	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	3.319	
39	0.851	1.304	1.685	2.023	2.426	2.708	3.313	
40	0.851	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	
41	0.850	1.303	1.683	2.020	2.421	2.701	3.301	
42	0.850	1.302	1.682	2.018	2.418	2.698	3.296	
43	0.850	1.302	1.681	2.017	2.416	2.695	3.291	
44	0.850	1.301	1.680	2.015	2.414	2.692	3.286	
45	0.850	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	3.281	
46	0.850	1.300	1.679	2.013	2.410	2.687	3.277	
47	0.849	1.300	1.678	2.012	2.408	2.685	3.273	
48	0.849	1.299	1.677	2.011	2.407	2.682	3.269	
49	0.849	1.299	1.677	2.010	2.405	2.680	3.265	
50	0.849	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.261	
51	0.849	1.298	1.675	2.008	2.402	2.676	3.258	
52	0.849	1.298	1.675	2.007	2.400	2.674	3.255	
53	0.848	1.298	1.674	2.006	2.399	2.672	3.251	
54	0.848	1.297	1.674	2.005	2.397	2.670	3.248	
55	0.848	1.297	1.673	2.004	2.396	2.668	3.245	
56	0.848	1.297	1.673	2.003	2.395	2.667	3.242	
57	0.848	1.297	1.672	2.002	2.394	2.665	3.239	
58	0.848	1.296	1.672	2.002	2.392	2.663	3.237	
59	0.848	1.296	1.671	2.001	2.391	2.662	3.234	
60	0.848	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	

Fuente: Tesis Kevin Mariano (2018).

- **Prueba de hipótesis de la resistencia a compresión del concreto convencional y el concreto autocompactante a los 28 días**

DATOS ESTADÍSTICOS OBTENIDOS:

Datos	Concreto convencional	Concreto Autocompactante
Nº de especímenes	3	3
Media (u)	285.20	333.20
Desviación Estándar (δ)	4.35	47.98

HIPÓTESIS:

u1: Resistencia a compresión del concreto convencional (grupo control)

u2: Resistencia a compresión del concreto autocompactante (grupo experimental)

Hipótesis nula

Ho: si $u2 \leq u1$ y si $tp > t$ rechazar Ho

La resistencia a compresión del concreto autocompactante es MENOR que el concreto convencional a los 28 días.

Hipótesis alterna

Ho: si $u2 > u1$ Aceptar Ho

La resistencia a compresión del concreto autocompactante es MAYOR que el concreto convencional 285.20 kg/cm² a los 28 días.

NIVEL DE SIGNIFICANCIA:

$\alpha = 0.05$ $t = 2.132$

ESTADÍSTICO DE PRUEBA:

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

$$S_p = 34.06$$

$$t_p = \frac{u_2 - u_1}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$T_p = 1.726$$

COMPARACION:

$$t = 2.132 \qquad t_p > t$$

$$t_p = 1.726 \qquad 2.132 > 1.726$$

se rechaza la Ho

CONCLUSION:

Puesto que la condición $\{t > t_p\}$ o $\{2.132 > 1.726\}$ es verdadera, se rechaza la Ho:

$u_2 \leq u_1$ con un nivel de significancia de 0.05 y una confiabilidad de 95%,

concluyendo que:

La resistencia a compresión del concreto autocompactante es mayor al concreto convencional 285.20 kg/cm² a los 28 días.

3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS

- **Valor:**

La presente investigación busca brindar información de los beneficios que presentan la utilización del concreto autocompactante, así como también conocer su

resistencia y costo de dicho concreto, de esta manera la población de Huánuco tenga la alternativa de poder utilizar este tipo de concreto en sus futuras construcciones.

- **Validez científica:**

La presente investigación fue realizada en base a los lineamientos de las normas internacionales (ACI 237R, EFNARC y ASTM), libros, revistas e investigaciones existentes relacionados con el tema de investigación.

- **Selección de seres humanos o sujetos debe de ser justa:**

En la presente investigación se tuvo participantes de apoyo durante su elaboración, los cuales fueron seleccionados sin ninguna preferencia, perjuicios o discriminación.

- **Proporción favorable de riesgo/beneficio:**

En la presente investigación se minimizó los riesgos en los participantes cumpliendo con los protocolos del covid-19 y se maximizó beneficios obtenidos en cuanto al conocimiento adquirido durante la elaboración de la presente investigación.

- **Consentimiento informado**

En la presente investigación los participantes fueron informados adecuadamente y oportunamente sobre el concreto autocompactante.

- **Respeto para los seres humanos participantes**

En la presente investigación se respetó las autorías de las normativas, libros, revistas e investigaciones existentes, los cuales fueron citados en la presente tesis de esta manera evitando el plagio.

IV.RESULTADOS

4.1.Resumen de los resultados del ensayo de laboratorio de los agregados fino y grueso

Tabla 48
Resumen de los resultados del agregado fino

Descripción	Cantera Chullqui	Cantera Doroteo	Unidad
Peso específico	2.643	2.558	Gr/cm ³
Humedad natural	6.67	0.94	%
% Absorción	1.351	3.095	%
Peso volumétrico suelto	1525.43	1719.18	Kg/m ³
Peso volumétrico compacto	1686.68	1870.72	Kg/m ³
Uso granulométrico	C	C	
% Material fino < 200	4.55	4.63	%
Módulo de fineza (MF)	2.80	3.65	

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño de mezcla de la presente investigación se eligió el agregado fino de la cantera Chullqui.

Tabla 49*Resumen de los Resultados del Agregado Grueso*

Descripción	Cantera Chullqui	Chancadora Figueroa	Unidad
Peso específico	2.668	2.643	Gr/cm ³
Humedad natural	1.82	4.72	%
% Absorción	1.053	1.072	%
Peso volumétrico suelto	1555.99	1355.53	Kg/m ³
Peso volumétrico compacto	1689.07	1454.61	Kg/m ³
Uso granulométrico	C	C	
% Material fino < 200	4.12	1.02	%
Módulo de fineza (MF)	6.49	6.59	

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño de mezcla de la presente investigación se eligió el agregado grueso de la chancadora Figueroa.

4.2.Resultados del diseño de mezcla para en concreto convencional y autocompactante.

Tabla 50*Dosificación del Concreto Convencional para 1 m³*

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	366.071	kg/m ³
Agua Efectiva	197.940	lt/m ³
Agregado Fino húmedo	863.217	kg/m ³
Agregado grueso húmedo	904.518	kg/m ³

*Fuente: Elaboración propia***Tabla 51***Dosificación del concreto autocompactante para 1 m³*

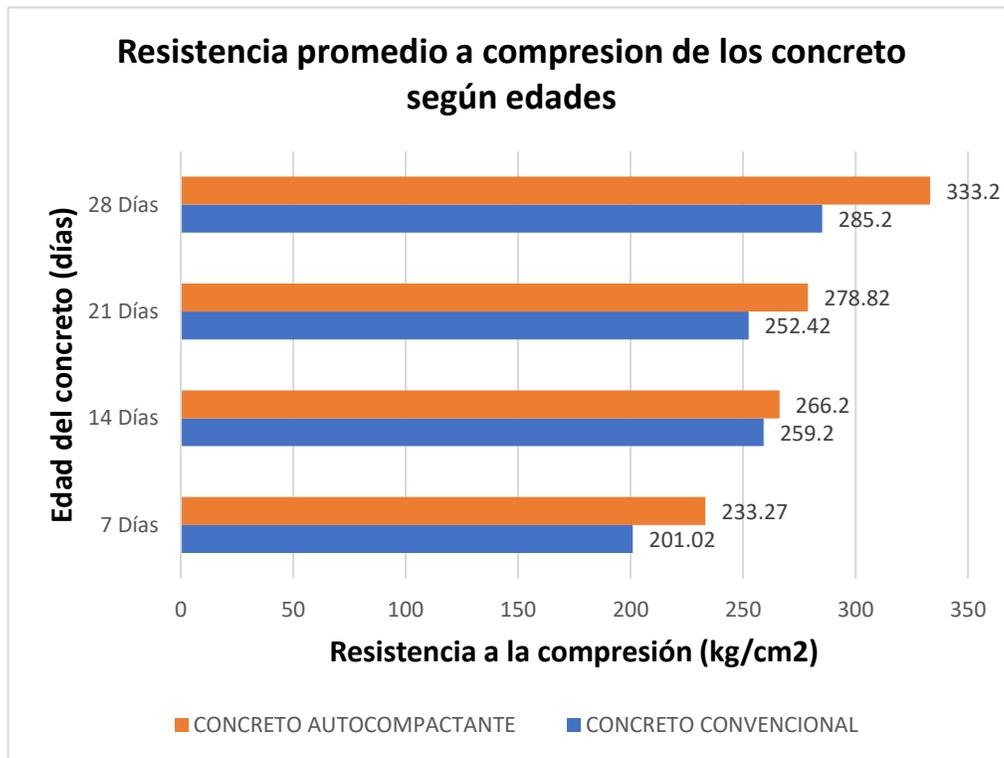
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	425.000	kg/m ³
Agua Efectiva	170.098	lt/m ³
Agregado Fino húmedo	1091.956	kg/m ³
Agregado grueso húmedo	663.834	kg/m ³
Aditivo (Sika Viscocrete 4500 PE)	10.625	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

4.3. Resultados de la resistencia a compresión de los concreto convencional y autocompactante

Gráfico 21

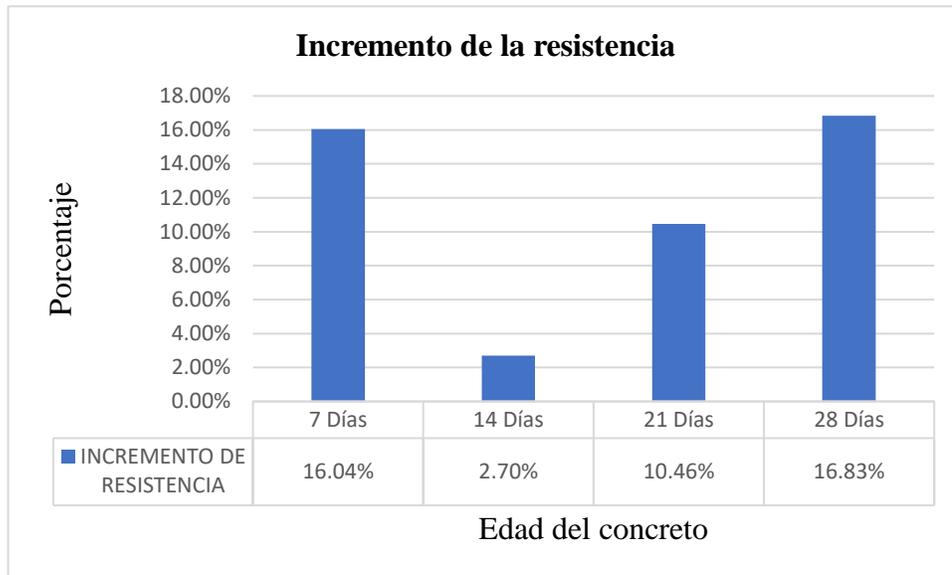
Resistencia promedio a compresión del concreto autocompactante y el concreto convencional $f'c=210$ kg/cm²



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 22

Incremento de la resistencia a compresión promedio del concreto autocompactante frente al concreto convencional $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

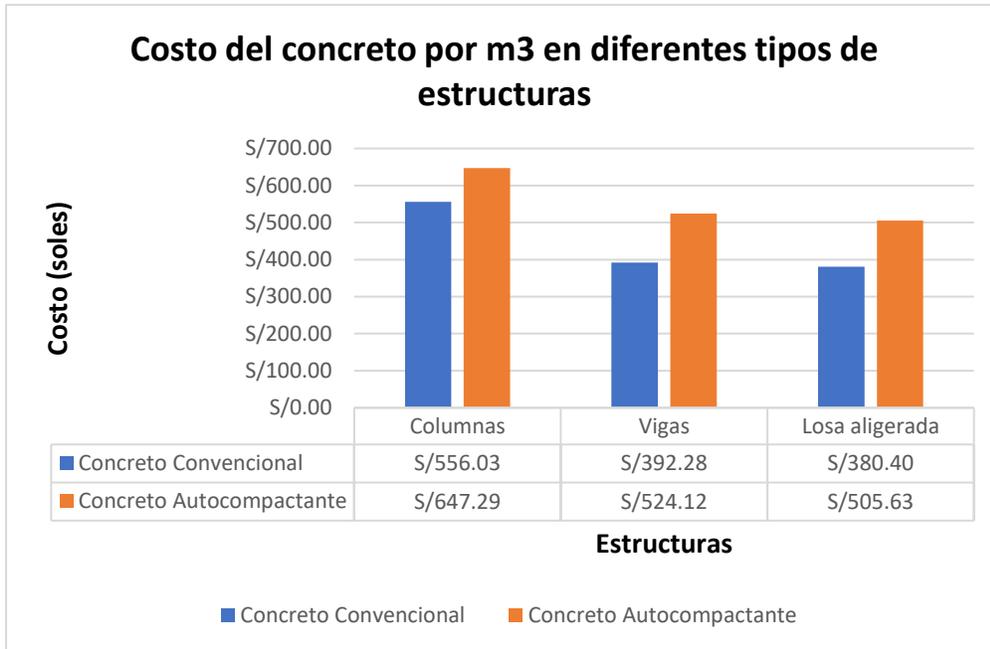


Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Resultados del costo por 1 m3 del concreto convencional y autocompactante

Gráfico 23

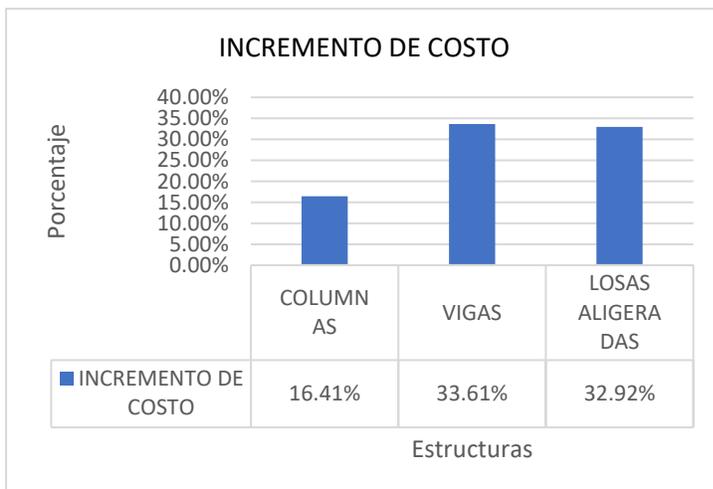
Costo por 1 m3 del concreto autocompactante y concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 24

Incremento del costo del concreto autocompactante frente al concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia

V.DISCUSION

5.1.Resistencia promedio a la compresión del concreto autocompactante frente al concreto convencional.

Tabla 52

Resumen de los resultados promedios del ensayo a la compresión

Edad (días)	Concreto convencional (kg/cm ²)	Concreto autocompactante (kg/cm ²)	Incremento de la resistencia
7	201.02	233.27	16.04%
14	259.2	266.2	2.70%
21	252.42	278.82	10.46%
28	285.2	333.2	16.83%

Fuente: elaboración propia

El concreto convencional a los 7 días obtiene una resistencia promedio de $f'c=201.02$ kg/cm² y el concreto autocompactante obtiene una resistencia promedio de $f'c=233.27$ kg/cm², teniendo un incremento de 16.04% del concreto autocompactante frente al concreto convencional.

El concreto convencional a los 14 días obtiene una resistencia promedio de $f'c=259.2$ kg/cm² y el concreto autocompactante obtiene una resistencia promedio de $f'c=266.2$ kg/cm², teniendo un incremento de 2.70% del concreto autocompactante frente al concreto convencional.

El concreto convencional a los 21 días obtiene una resistencia promedio de $f'c=252.42$ kg/cm² y el concreto autocompactante obtiene una resistencia promedio de $f'c=278.82$ kg/cm², teniendo un incremento de 10.46% del concreto autocompactante frente al concreto convencional.

El concreto convencional a los 28 días obtiene una resistencia promedio de $f'c=285.2$ kg/cm² y el concreto autocompactante obtiene una resistencia promedio de $f'c=333.2$ kg/cm², teniendo un incremento de 16.83% del concreto autocompactante frente al concreto convencional.

La resistencia promedio a la compresión del concreto autocompactante se incrementa frente al concreto convencional y dicho incremento guarda una proporcionalidad ensayadas a los 7 y 28 días siendo dicho incremento de 16.04% y 16.83% respectivamente.

5.2.Costo del concreto autocompactante frente al concreto convencional.

Tabla 53

Costos de los concretos para diferentes estructuras

Tipos de estructuras	Concreto Convencional	Concreto Autocompactante	Incremento de costos
Columnas	S/556.03	S/647.29	16.41%
Vigas	S/392.28	S/524.12	33.61%
Losa aligerada	S/380.40	S/505.63	32.92%

Fuente: elaboración propia

El costo de 1 m³ de concreto convencional en columnas es de 556.03 soles y del concreto autocompactante es de 647.29 soles teniendo un incremento de costos de 16.41%.

El costo de 1 m³ de concreto convencional en vigas es de 392.28 soles y del concreto autocompactante es de 524.12 soles teniendo un incremento de costos de 33.61%

El costo de 1 m³ de concreto convencional en losa aligerada es de 380.40 soles y del concreto autocompactante es de 505.63 soles teniendo un incremento de costos de 32.92%

El costo del concreto autocompactante es mayor frente al concreto convencional, siendo la menor variación de costos en concreto en columnas.

5.3. Contrastación de la hipótesis general

Se acepta la hipótesis planteada como podemos apreciar el costo y resistencia a la compresión del concreto autocompactante frente al concreto convencional, son directamente proporcional.

5.4. Contrastación de las hipótesis específicos

Se acepta la hipótesis específico planteada, el aditivo superplastificante influye en el incremento de la resistencia del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco.

CONCLUSIONES

1. El costo y la resistencia del concreto autocompactante resultó ser mayor que el concreto convencional, obteniéndose un incremento de resistencia a la compresión de un 16.83% a los 28 días; el incremento del costo evaluadas para un metro cubico de concreto puesto en obra fueron: de 16.41% en concreto en columnas, 33.61% en concreto en vigas y 32.92% en concreto en losa aligerada.
2. El aditivo superplastificante (Sika ViscoCrete 4500 PE) es un aditivo que permite reducir la relación agua cemento y por ende mejora la resistencia de concreto y por ser un insumo que se adiciona al diseño de mezcla esto hace que se incrementa el costo de concreto autocompactante frente al concreto convencional.
3. El concreto autocompactante como su propio nombre lo dice tiene la capacidad de autocompactarse por su propio peso cumpliendo con los tres requisitos de un concreto autocompactante (capacidad de relleno, capacidad de paso y resistencia a la segregación), de esta manera el concreto autocompactante presenta mejor homogeneidad en todo el elemento estructural y disminuyendo los espacios vacíos que se presentan en un concreto convencional, en ese sentido la autocompactación del concreto mejora la resistencia del concreto autocompactante frente al concreto convencional, por otro lado la autocompactación del concreto disminuye la mano de obra y equipo durante la colocación del concreto debido a que no es necesario realizar un vibrado interno o externo al concreto durante la colocación en obra.
4. Para la presente investigación se realizó los estudios de los agregados de las canteras Chullqui, cantera Doroteo y chancadora Figueroa, de los cuales para el diseño de los concretos convencionales y autocompactante se eligió el agregado fino de la cantera

Chullqui y el agregado grueso de TMN de $\frac{3}{4}$ " de la chancadora Figueroa, esta elección se realizó teniendo en cuenta la granulometría de los agregados que cumplan con lo recomendado en la ASTM C33. Por otro lado, mencionamos que, a mayor agregado grueso en nuestro diseño, la resistencia del concreto aumenta, pero también hay el riesgo de que no se logre obtener un concreto autocompactante por lo que las proporciones sea los óptimos asimismo a menor agregado grueso se incrementa el agregado fino y por ende el costo del concreto se incrementa debido a que el costo del agregado fino es mayor al agregado grueso en la ciudad de Huánuco.

5. El análisis de costo unitarios del concreto autocompactante difiere frente al concreto convencional como podemos mencionarlos: en un concreto autocompactante la mano de obra es menor, el agregado grueso es menor que el agregado fino, el cemento se incrementa, se reduce la utilización de equipos, se reduce la cantidad de agua y se adiciona el aditivo superplastificante en comparación al concreto convencional.
6. La resistencia promedio a la comprensión del concreto autocompactante fue mayor que el concreto convencional, obteniendo los resultados de $f'c=333.20\text{kg/cm}^2$ para el concreto autocompactante y $f'c=285.20\text{kg/cm}^2$ para el concreto convencional, dichas resistencia fueron evaluadas a los 28 días obteniendo un incremento de 16.83%.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIA

1. Se recomienda el uso del concreto autocompactante en columnas debido a su menor porcentaje de variación del costo a comparación de utilizar en vigas o losas aligeradas, asimismo podemos mencionar que las deficiencias que se suscitan durante el proceso constructivo (cangrejeras, segregación, etc.) son más frecuentes en elementos estructurales verticales (columnas y placas) y el concreto autocompactante es una de las alternativas de solución de estas deficiencias; para las vigas y losas aligeradas seguir utilizando concreto convencional.
2. Se recomienda no exceder significativamente en el uso del aditivo superplastificante respecto a las especificaciones técnicas del producto, si se tiene algún inconveniente durante las pruebas de control del concreto fresco se recomienda volver a realizar el reajuste del diseño de mezcla hasta conseguir el deseado.
3. En un concreto autocompactante al tener la capacidad de autocompactarse por su propio peso también ejerce una mayor presión en los encofrados por lo que se recomienda tener mayor control en el aseguramiento de los encofrados.
4. Se recomienda realizar la mezcla para la elaboración del concreto autocompactante utilizando proporciones en peso y evitar realizar en volumen, debido a que en el concreto autocompactante la precisión de las proporciones de los agregados influyen en los resultados. Por otro lado, se recomienda usar en futuras investigaciones utilizar como agregado grueso la gravilla, dicho agregado debe de cumplir con las recomendaciones del ASTM C33.
5. Se recomienda realizar el análisis de precios unitarios acorde a la realidad de la zona en estudio y teniendo en cuenta los precios del lugar de estudio de esta manera brindar un costo del concreto que corresponda al lugar en estudio.

6. Se recomienda utilizar agregados que cumplan la granulometría estrictamente con lo recomendado en el ASTM C33, por otro lado, se recomienda utilizar en futuras investigaciones agregado grueso de TMN de ½”.

BIBLIOGRAFÍA

ACI 237R. (2007). Self- Consolidating Concreto.

ARGOS. (s.f.). *Resistencia mecanica del concreto y resistencia a la compresión*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion>

ASTM C 172. (2004). Practica Normalizada para el Muestreo de la Mezcla de Hormigon Fresco.

Baena Paz, G. (2017). *Metodologia de la investigación* (3ra ed.). Grupo Editorial Patria.

Balestrini Acuña, M. (2006). *Como se elabora el proyecto de investigacion*. (7ma ed.).

CEMEX. (s.f.). *Artículos de Construcción*. Obtenido de <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->

CEMEX. (s.f.). *Concreto Convencional*. Obtenido de <https://www.cemexnicaragua.com/productos-y-servicios/concreto/convencional>

EFNARC. (Febrero de 2002). Especificaciones y directrices para el Hormigon autocompactable - HAC. España.

MTC E 702 . (2000). Manual de esnsayo de materiales.

NORMA ITINTEC 334.001. (s.f.).

NTP 339.034. (2015). Método de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la compresion del concreto en muestras cilindricas. Lima, Perú. Obtenido de <https://toaz.info/doc-viewer>

NTP 400.011. (2008). AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). 2da. Perú. Obtenido de https://kupdf.net/queue/ntp-400011-2008_5be44faae2b6f58e26c69034_pdf?queue_id=-1&x=1635693851&z=MjgwMDoyMDA6ZjhjODo5OGI1Ojk5NzM6NmVkYjphMzJjOmNiNGQ=

Okamura. (1997).

Rivva López, E. (2014). *Diseño de Mezclas* (2da ed.). Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.

RNE - E060. (2006). REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - CONCRETO ARMADO. PERU.

Romero, A. C. (2014). *Metodología integral innovadora para planes y tesis*. Mexico.

Salinas Seminario, M. (s.f.). Costos y presupuestos. Lima, Perú.

UMACON. (s.f.). Obtenido de <http://www.umacon.com/noticia.php/es/que-es-el-cementonoportland-tipos-y-caracteristicas/413>

ANEXOS

ANEXO 1 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

1. ARIABLES	2. TIPO DE VARIABLES	3. OPERACIONALIZACIÓN	4. CATEGORÍAS O DIMENSIONES
<p>Variable independiente</p> <p>•</p> <p>Concreto autocompactante frente al concreto convencional</p>	<p>Cuantitativo</p>	<p>Definición conceptual</p> <p>Concreto autocompactante: Consta de hormigón muy fluida, concreto no segregado que se puede esparcir en su lugar, llene el encofrado y encapsula el refuerzo sin ninguna consolidación mecánica. En general, el Hormigón autocompactante está hecho con materiales del Hormigón convencional y algunos aditivos modificadores de viscosidad. El Hormigón autocompactante también ha sido descrito como Hormigón autoconsolidable y Hormigón autonivelante (Fuente: ACI 237-7R, pág. 5).</p> <p>Concreto que tiene la capacidad de fluir por su propio peso y ocupar completamente el molde, incluso en presencia de una armadura densa, sin requerir vibración alguna, y al mismo tiempo, conserva su homogeneidad. (Fuente EFNARC, pág. 2)</p> <p>El Concreto autocompactante se caracteriza por su capacidad para fluir dentro del encofrado de manera natural, llenándolo sin necesidad de vibración, y distribuyéndose entre las barras de armadura para consolidarse únicamente bajo la influencia de su propio peso (Okamura, 1997)</p> <p>Concreto convencional: Es la combinación compuesta por cemento, agregados, agua y posiblemente aditivos, en proporciones apropiadas para alcanzar las propiedades predefinidas (Fuente: RNE-E060, pag.246). Se trata de una mezcla de cemento, arena, grava, agua y aditivo que tiene la capacidad de endurecer con el tiempo, desarrollando características que la hacen ampliamente utilizada en la construcción. En su estado fresco, presenta un tiempo suficiente de manejabilidad y, al endurecer, exhibe una excelente cohesividad. (Fuente: https://www.cemexnicaragua.com/productos-y-servicios/concreto/convencional)</p> <p>Definición operacional: La medición de la variable se llevará a cabo a través de un diseño de mezcla para determinar la dosificación apropiada para ambos tipos de concreto. Posteriormente, se tomarán muestras en probetas cilíndricas con un diámetro de 6 pulgadas en la base y una altura de 12 pulgadas. Estas muestras serán sometidas a ensayos de compresión.</p>	<p>Aditivo superplastificante</p> <hr/> <p>Autocompactación</p> <hr/> <p>Granulometría de los agregados</p>

ANEXO 2 – CONSENTIMIENTO INFORMADO
UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

*Responsables de la investigación: Andres Victor Loyola Tello/Andres Yoel Cueva
Laguna*

Correo electrónico: engineer.lhot725@gmail.com / cueva03@gmail.com

Asesor: Ing. Earle TANGO A BERNARDO

El objetivo general es: Conocer la variación del costo y resistencia del concreto autocompactante frente al concreto convencional en la ciudad de Huánuco..

Yo: Pajuelo Soto, Jose Carlos Ingeniero Civil de profesión identificado con CIP 168700 natural de la ciudad de Huánuco, acepto voluntariamente formar parte del estudio de investigación en la que participe en la recopilación de información de la parte de toma de datos de campo.

En señal de conformidad, con lo detallado, suscribe el presente documento.

Jose Carlos, Pajuelo Soto

ANEXO 3 – GRANULOMETRIA DE LA CANTERA CHULLQUI



PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"																																						
UBICACION:	CIUDAD DE HUÁNUCO																																						
PROPIETARIO:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO																																						
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO																																						
CANTERA:	CHULLQUI	MUESTRA:	M-1	UBICACION:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA																																		
DETALLE:	GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO - HUSO 67																																						
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023																																						
PESO INICIAL:	6549.10 Gr.	% DE HUMEDAD :	1.80%		MUESTRA HUMEDA INICIAL:	3369.20 Gr.																																	
FRACCION:	6549.10 Gr.				MUESTRA SECA INICIAL:	3309.60 Gr.																																	
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DETALLES Y DESCRIPCION																																	
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	Material granular equivalente a: <h3 style="margin: 0;">95.88%</h3> Observaciones : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Modulo de fineza (MF)</td> <td>6.49</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Limite liquido LL</td> <td>NP</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Limite plastico LP</td> <td>NP</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Indice plasticidad IP</td> <td>NP</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 4 (5mm):</td> <td>18.16</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):</td> <td>4.12</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>D60:</td> <td>10.41</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>D30:</td> <td>5.25</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>D10 (diámetro efectivo):</td> <td>3.50</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de uniformidad (Cu):</td> <td>2.97</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grado de curvatura (Cc):</td> <td>0.76</td> <td></td> </tr> </table>	Modulo de fineza (MF)	6.49		Limite liquido LL	NP		Limite plastico LP	NP		Indice plasticidad IP	NP		Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	18.16	%	Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	4.12	%	D60:	10.41	mm	D30:	5.25	mm	D10 (diámetro efectivo):	3.50	mm	Coefficiente de uniformidad (Cu):	2.97		Grado de curvatura (Cc):	0.76	
Modulo de fineza (MF)	6.49																																						
Limite liquido LL	NP																																						
Limite plastico LP	NP																																						
Indice plasticidad IP	NP																																						
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	18.16	%																																					
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	4.12	%																																					
D60:	10.41	mm																																					
D30:	5.25	mm																																					
D10 (diámetro efectivo):	3.50	mm																																					
Coefficiente de uniformidad (Cu):	2.97																																						
Grado de curvatura (Cc):	0.76																																						
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
3/4"	19.05	918.10	4.86	4.86	95.14																																		
1/2"	12.7	1571.80	24.00	28.85	71.15																																		
3/8"	9.525	1012.90	15.47	44.32	55.68																																		
1/4"	6.35	0.00	0.00	44.32	55.68																																		
No 4	4.76	2467.10	37.52	81.84	18.16																																		
No 8	2.6	919.30	14.04	95.88	4.12																																		
No 10	2	0.00	0.00	95.88	4.12																																		
No 16	1.18	0.00	0.00	95.88	4.12																																		
No 20	0.85	0.00	0.00	95.88	4.12																																		
No 30	0.6	0.00	0.00	95.88	4.12																																		
No 40	0.425	0.00	0.00	95.88	4.12																																		
No 50	0.3	0.00	0.00	95.88	4.12																																		
No 60	0.25	0.00	0.00	95.88	4.12																																		
No 80	0.18	0.00	0.00	95.88	4.12																																		
No 100	0.15	0.00	0.00	95.88	4.12																																		
No 200	0.074	0.00	0.00	95.88	4.12																																		
CAZOLETA	0.000	270.1	4.12	100.00	0.00																																		
TOTAL		6549.1	100.00																																				
Clasificación AASHTO																																							
Material granular																																							
Excelente a bueno como subgrado																																							
A-1-a (1) Fragmentos de roca, grava y arena																																							
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)																																							
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.																																							
Grava mal graduada GP																																							
Granulometría																																							

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"			
UBICACION:	CIUDAD DE HUÁNUCO			
PROPIETARIO:	BACH. ANDRÉS VÍCTOR LOYOLA TELLO			
SOLICITA:	BACH. ANDRÉS VÍCTOR LOYOLA TELLO			
CANTERA:	CHULLQUI	MUESTRA:	M-2	
DETALLE:	GRANULOMETRIA AGREGADO FINO		UBICACION:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023			

PESO INICIAL:	3511.40 Gr.	% DE HUMEDAD :	6.66%	MUESTRA HUMEDA INICIAL:	2151.50 Gr.
FRACCION:	3511.40 Gr.			MUESTRA SECA INICIAL:	2017.10 Gr.

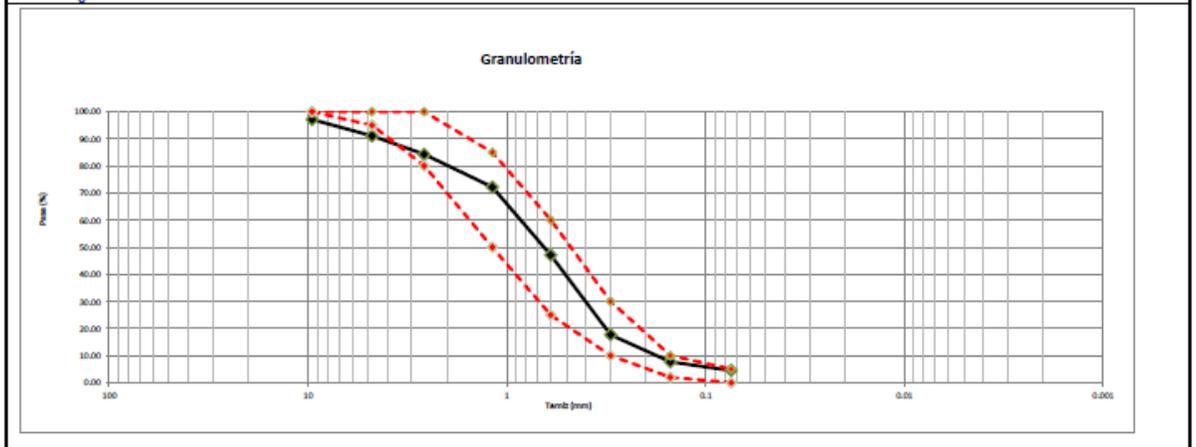
TAMZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DETALLES Y DESCRIPCION
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	Material granular equivalente a: 95.45% Observaciones :
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	15.20	0.43	0.43	99.57	
1/2"	12.7	49.30	1.40	1.84	98.16	
3/8"	9.525	38.40	1.09	2.93	97.07	
1/4"	6.35	81.20	1.74	4.67	95.33	
No 4	4.76	150.30	4.28	8.95	91.05	
No 8	2.6	238.60	6.80	15.75	84.25	
No 10	2	72.80	2.07	17.82	82.18	Modulo de fineza (MF) 2.80 Limite liquido LL NP Limite plastico LP NP Indice plasticidad IP NP Pasa tamiz Nº 4 (5mm): 91.05 % Pasa tamiz Nº 200 (0.080 mm): 4.55 % D60: 0.83 mm D30: 0.42 mm D10 (diámetro efectivo): 0.17 mm Coeficiente de uniformidad (Cu): 4.78 Grado de curvatura (Cc): 1.21
No 16	1.18	352.40	10.04	27.86	72.14	
No 20	0.85	384.60	10.95	38.81	61.19	
No 30	0.6	495.80	14.12	52.93	47.07	
No 40	0.425	569.20	16.21	69.14	30.86	
No 50	0.3	482.10	13.16	82.30	17.70	
No 60	0.25	150.50	4.29	86.59	13.41	
No 80	0.18	97.50	2.78	89.36	10.64	
No 100	0.15	101.90	2.90	92.27	7.73	
No 200	0.074	111.70	3.18	95.45	4.55	
CAZOLETA	0.000	189.9	4.55	100.00	0.00	
TOTAL		3511.4	100.00			

Clasificación AASHTO

Material granular
Excelente a bueno como subgrado
A-1-b (1) Fragmentos de roca, grava y arena

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena mal graduada SP





INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"				
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUANUCO				
PROPIETARIO:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO				
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO				
CANTERA:	CHULLQUI	UBICACION:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA		
DETALLE:	PESO UNITARIO SUELTO SECO				
PROFUNDIDAD:	2.00 m				
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023				
AGREGADO FINO					
PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	6583	6628	6622	6601
Peso del recipiente	gr.	2290.00	2290.00	2290.00	2290.00
Volumen de recipiente	cm ³ .	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	4293.00	4338.00	4332.00	4311.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1516.43	1532.32	1530.20	1522.78
Peso Unitario Compacto seco		1525.43	Kg/m³.		
AGREGADO GRUESO					
PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	6741	6637	6687	6715
Peso del recipiente	gr.	2290.00	2290.00	2290.00	2290.00
Volumen de recipiente	cm ³ .	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	4451.00	4347.00	4397.00	4425.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1572.24	1535.50	1553.16	1563.05
Peso Unitario Compacto seco		1555.99	Kg/m³.		

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"				
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO				
PROPIETARIO:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO				
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO				
CANTERA:	CHULLQUI	UBICACION:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA		
DETALLE:	PESO UNITARIO SUELTO SECO				
PROFUNDIDAD:	2.00 m				
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023				
AGREGADO FINO					
PESO UNITARIO COMPACTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	7077	7067	7075	7041
Peso del recipiente	gr.	2290.00	2290.00	2290.00	2290.00
Volumen de recipiente	cm ³ .	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	4787.00	4777.00	4785.00	4751.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1690.92	1687.39	1690.22	1678.21
Peso Unitario Compacto seco		1686.68	Kg/m³.		
AGREGADO GRUESO					
PESO UNITARIO COMPACTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	6949	7178	7006	7154
Peso del recipiente	gr.	2290.00	2290.00	2290.00	2290.00
Volumen de recipiente	cm ³ .	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	4659.00	4888.00	4716.00	4864.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1645.71	1726.60	1665.84	1718.12
Peso Unitario Compacto seco		1689.07	Kg/m³.		

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"				
UBICACION :	CIUDAD DE HUANUCO				
PROPIETARIO:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO				
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO				
CANTERA:	CHULLQUI	MUESTRA:	M-1 M-2	UBICACION:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA
DETALLE :	GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADOS				
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023				
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO FINO MTC E 205					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	150	150	150	
B	Peso Frasco + agua	361	354	358	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	511.0	504.0	508.0	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	455	448	452	
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	56.0	56.0	56.0	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	148.1	147.9	148.0	
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	54.1	53.9	54.0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.645	2.641	2.643	2.643
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.679	2.679	2.679	2.679
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.738	2.744	2.741	2.741
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.283	1.420	1.351	1.351
AGREGADO GRUESO MTC E 206					
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1416	1443	1455	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	894	901	919	
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	522.0	542.0	536.0	
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	1403	1427	1439	
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	509.0	526	520	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.688	2.633	2.685	2.668
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.713	2.662	2.715	2.697
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.756	2.713	2.767	2.746
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.927	1.121	1.112	1.053



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"			
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO			
PROPIETARIO:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO			
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO			
CANTERA:	CHULLQUI	UBICACION:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA	
DETALLE:	CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023			
ASTM D - 2216 CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO				
MUESTRA	M - 1	M-2	M-3	M-4
Suelo Húmedo + Envase	500.0	500.0	500.0	500.0
Suelo seco + Envase	471.3	470.1	469.8	472.2
Peso de Envase	33.5	34.1	35.6	32.6
Peso del Agua	28.70	29.90	30.20	27.80
Peso de Suelo Seco	437.80	436.00	434.20	439.60
HUMEDAD %	6.56%	6.86%	6.96%	6.32%
PROMEDIO %	6.67%			
HUMEDAD				6.67%
ASTM D - 2216 CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO				
MUESTRA	M - 1	M-2	M-3	M-4
Suelo Húmedo + Envase	1200.0	1200.0	1200.0	1200.0
Suelo seco + Envase	1179.5	1179.8	1179.1	1178.3
Peso de Envase	30.5	31.5	32.6	33.4
Peso del Agua	20.50	20.20	20.90	21.70
Peso de Suelo Seco	1149.00	1148.30	1146.50	1144.90
HUMEDAD %	1.78%	1.76%	1.82%	1.90%
PROMEDIO %	1.82%			
HUMEDAD				1.82%



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"		
UBICACION:	CIUDAD DE HUANUCO		
PROPIETARIO:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO		
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO		
CANTERA:	CHULLQUI	UBICACION:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA
DETALLE:	DESGASTE A LA ABRASION LOS ANGELES		
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023		

ENSAYO DE LOS ANGELES
ASTM C-131
AASHTO T-96

TIPO DE ENSAYO :	B
-------------------------	---

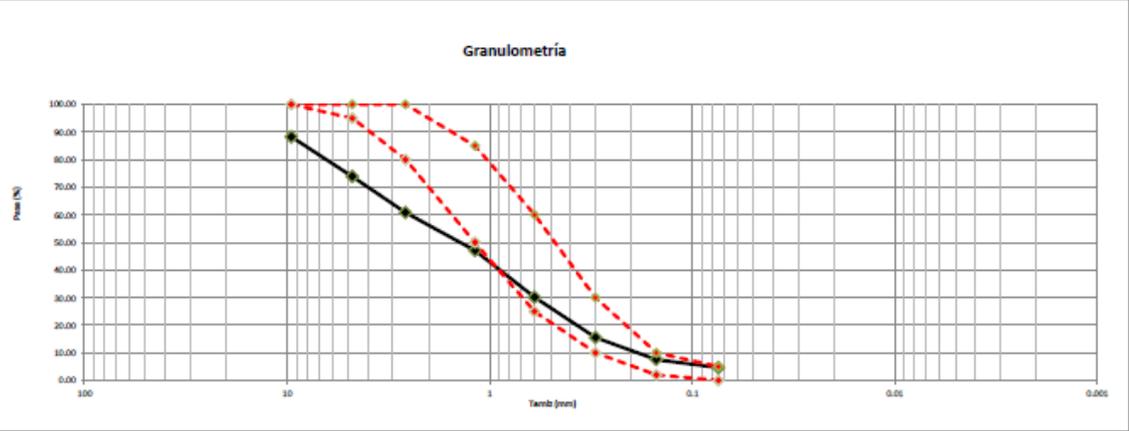
PESO ANTES DEL ENSAYO	5005	Gr.
PESO DESPUES DEL ENSAYO	4144.00	Gr.
DESGASTE LOS ANGELES	17.20%	%

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"						
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUANUCO						
PROPIETARIO:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO						
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO						
DETALLE:	CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200						
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023						
<p>CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ (N°200) (NORMA AASHTO C-117)</p> <table border="1" style="margin: 20px auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">PESO ORIGINAL SECO (gr)</th> <th style="text-align: center;">P.M. LAVADA SECA (gr)</th> <th style="text-align: center;">% MATERIAL FINO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1683</td> <td style="text-align: center;">1631</td> <td style="text-align: center;">3.09</td> </tr> </tbody> </table>		PESO ORIGINAL SECO (gr)	P.M. LAVADA SECA (gr)	% MATERIAL FINO	1683	1631	3.09
PESO ORIGINAL SECO (gr)	P.M. LAVADA SECA (gr)	% MATERIAL FINO					
1683	1631	3.09					
Observaciones:							
<i>Muestra tomada en campo para su procesamiento en laboratorio</i>							

ANEXO 4 – GRANULOMETRIA DE LA CANTERA DOROTEO



PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"																																						
UBICACION:	CIUDAD DE HUÁNUCO																																						
PROPIETARIO:	BACH. ANDRÉS VÍCTOR LOYOLA TELLO																																						
SOLICITA:	BACH. ANDRÉS VÍCTOR LOYOLA TELLO																																						
CANTERA:	DOROTEO	MUESTRA:	M-1	UBICACION:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA																																		
DETALLE:	GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO - HUSO 6																																						
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023																																						
PESO INICIAL:	5590.50 Gr.	% DE HUMEDAD :	0.91%	MUESTRA HUMEDA INICIAL:	3619.60 Gr.																																		
FRACCION:	5590.50 Gr.			MUESTRA SECA INICIAL:	3586.80 Gr.																																		
TAMZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DETALLES Y DESCRIPCION																																	
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	Material granular equivalente a: <h3 style="margin: 0;">98.98%</h3> Observaciones :																																	
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00																																		
3/4"	19.05	21.50	0.38	0.38	99.62																																		
1/2"	12.7	1729.30	30.93	31.32	68.68																																		
3/8"	9.525	1502.40	26.87	58.19	41.81																																		
1/4"	6.35	0.00	0.00	58.19	41.81																																		
No 4	4.76	2151.70	38.49	96.68	3.32																																		
No 8	2.6	128.60	2.30	98.98	1.02																																		
No 10	2	0.00	0.00	98.98	1.02	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Modulo de fineza (MF)</td> <td style="width: 10%;">6.59</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Límite líquido LL</td> <td>98.98</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Límite plástico LP</td> <td>98.98</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Índice plasticidad IP</td> <td>98.98</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 4 (5mm):</td> <td>3.32</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):</td> <td>1.02</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>D60:</td> <td>11.57</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>D30:</td> <td>5.86</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>D10 (diámetro efectivo):</td> <td>5.04</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de uniformidad (Cu):</td> <td>2.32</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grado de curvatura (Cc):</td> <td>0.58</td> <td></td> </tr> </table>	Modulo de fineza (MF)	6.59		Límite líquido LL	98.98	NP	Límite plástico LP	98.98	NP	Índice plasticidad IP	98.98	NP	Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	3.32	%	Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	1.02	%	D60:	11.57	mm	D30:	5.86	mm	D10 (diámetro efectivo):	5.04	mm	Coefficiente de uniformidad (Cu):	2.32		Grado de curvatura (Cc):	0.58	
Modulo de fineza (MF)	6.59																																						
Límite líquido LL	98.98	NP																																					
Límite plástico LP	98.98	NP																																					
Índice plasticidad IP	98.98	NP																																					
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	3.32	%																																					
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	1.02	%																																					
D60:	11.57	mm																																					
D30:	5.86	mm																																					
D10 (diámetro efectivo):	5.04	mm																																					
Coefficiente de uniformidad (Cu):	2.32																																						
Grado de curvatura (Cc):	0.58																																						
No 16	1.18	0.00	0.00	98.98	1.02																																		
No 20	0.85	0.00	0.00	98.98	1.02																																		
No 30	0.6	0.00	0.00	98.98	1.02																																		
No 40	0.425	0.00	0.00	98.98	1.02																																		
No 50	0.3	0.00	0.00	98.98	1.02																																		
No 60	0.25	0.00	0.00	98.98	1.02																																		
No 80	0.18	0.00	0.00	98.98	1.02																																		
No 100	0.15	0.00	0.00	98.98	1.02																																		
No 200	0.074	0.00	0.00	98.98	1.02																																		
CAZOLETA	0.000	57.0	1.02	100.00	0.00																																		
TOTAL		5590.5	100.00																																				
Clasificación AASHTO																																							
Material granular																																							
Excelente a bueno como subgrado																																							
A-1-a (1) Fragmentos de roca, grava y arena																																							
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)																																							
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.																																							
Grava mal graduada GP																																							
Granulometría																																							

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"																																			
UBICACION:	CIUDAD DE HUÁNUCO																																			
PROPIETARIO:	BACH. ANDRÉS VÍCTOR LOYOLA TELLO																																			
SOLICITA:	BACH. ANDRÉS VÍCTOR LOYOLA TELLO																																			
CANTERA:	DOROTEO	MUESTRA:	M-2	UBICACIÓN:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA																															
DETALLE:	GRANULOMETRIA AGREGADO FINO																																			
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023																																			
PESO INICIAL:	3545.10 Gr.	% DE HUMEDAD :	4.79%	MUESTRA HUMEDA INICIAL:	2043.60 Gr.																															
FRACCION:	3545.10 Gr.			MUESTRA SECA INICIAL:	1950.20 Gr.																															
TAMZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	95.37% Observaciones :																														
3"	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00																															
2 1/2"	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">Material granular equivalente a:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">95.37%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Observaciones :</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td>Modulo de fineza (MF)</td> <td>3.65</td> </tr> <tr> <td>Limite liquido LL</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Limite plastico LP</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Indice plasticidad IP</td> <td>NP</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 4 (5mm):</td> <td>73.86</td> </tr> <tr> <td>Pasa tamiz Nº 200 (0.080 mm):</td> <td>4.63</td> </tr> <tr> <td>D60:</td> <td>2.45</td> </tr> <tr> <td>D30:</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td>D10 (diámetro efectivo):</td> <td>0.18</td> </tr> <tr> <td>Coefficiente de uniformidad (Cu):</td> <td>14.02</td> </tr> <tr> <td>Grado de curvatura (Cc):</td> <td>0.83</td> </tr> </table>	Material granular equivalente a:		95.37%		Observaciones :				Modulo de fineza (MF)	3.65	Limite liquido LL	NP	Limite plastico LP	NP	Indice plasticidad IP	NP	Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	73.86	Pasa tamiz Nº 200 (0.080 mm):	4.63	D60:	2.45	D30:	0.60	D10 (diámetro efectivo):	0.18	Coefficiente de uniformidad (Cu):	14.02	Grado de curvatura (Cc):	0.83
Material granular equivalente a:																																				
95.37%																																				
Observaciones :																																				
Modulo de fineza (MF)	3.65																																			
Limite liquido LL	NP																																			
Limite plastico LP	NP																																			
Indice plasticidad IP	NP																																			
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	73.86																																			
Pasa tamiz Nº 200 (0.080 mm):	4.63																																			
D60:	2.45																																			
D30:	0.60																																			
D10 (diámetro efectivo):	0.18																																			
Coefficiente de uniformidad (Cu):	14.02																																			
Grado de curvatura (Cc):	0.83																																			
2"	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00																															
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00																															
1"	25.4	0.00	0.00	0.00	100.00																															
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00																															
1/2"	12.7	215.20	6.07	6.07	93.93																															
3/8"	9.525	200.30	5.65	11.72	88.28																															
1/4"	6.35	209.40	5.91	17.63	82.37																															
No 4	4.76	301.70	8.51	26.14	73.86																															
No 8	2.6	462.80	13.05	39.19	60.81																															
No 10	2	117.30	3.31	42.50	57.50																															
No 16	1.18	370.10	10.44	52.94	47.06																															
No 20	0.85	311.50	8.79	61.73	38.27																															
No 30	0.6	288.90	8.15	69.88	30.12																															
No 40	0.425	267.40	7.54	77.42	22.58																															
No 50	0.3	249.30	7.03	84.45	15.55																															
No 60	0.25	107.50	3.03	87.48	12.52																															
No 80	0.18	72.50	2.05	89.53	10.47																															
No 100	0.15	101.10	2.85	92.38	7.62																															
No 200	0.074	105.90	2.99	95.37	4.63																															
CAZOLETA	0.000	164.2	4.83	100.00	0.00																															
TOTAL	0.000	3545.1	100.00																																	
Clasificación AASHTO																																				
Material granular																																				
Excelente a bueno como subgrado																																				
A-1-b (1) Fragmentos de roca, grava y arena																																				
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)																																				
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.																																				
Arena mal graduada con grava SP																																				
																																				



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"				
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUANUCO				
PROPIETARIO:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO				
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO				
CANTERA:	DOROTEO	UBICACION:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA		
DETALLE:	PESO UNITARIO SUELTO SECO				
PROFUNDIDAD:	2.00 m				
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023				
AGREGADO FINO					
PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	7205	7107	7151	7165
Peso del recipiente	gr.	2290.00	2290.00	2290.00	2290.00
Volumen de recipiente	cm ³ .	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	4915.00	4817.00	4861.00	4875.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1736.14	1701.52	1717.06	1722.01
Peso Unitario Compacto seco		1719.18	Kg/m³.		
AGREGADO GRUESO					
PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	6144	6136	6092	6138
Peso del recipiente	gr.	2290.00	2290.00	2290.00	2290.00
Volumen de recipiente	cm ³ .	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	3854.00	3846.00	3802.00	3848.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1361.36	1358.53	1342.99	1359.24
Peso Unitario Compacto seco		1355.53	Kg/m³.		

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"				
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUANUCO				
PROPIETARIO:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO				
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO				
CANTERA:	DOROTEO	UBICACION:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA		
DETALLE:	PESO UNITARIO SUELTO SECO				
PROFUNDIDAD:	2.00 m				
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023				
AGREGADO FINO					
PESO UNITARIO COMPACTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	7595	7589	7583	7577
Peso del recipiente	gr.	2290.00	2290.00	2290.00	2290.00
Volumen de recipiente	cm ³ .	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	5305.00	5299.00	5293.00	5287.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1873.90	1871.78	1869.66	1867.54
Peso Unitario Compacto seco		1870.72	Kg/m³.		
AGREGADO GRUESO					
PESO UNITARIO COMPACTO SECO - NTP 400.017					
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	6405	6375	6441	6411
Peso del recipiente	gr.	2290.00	2290.00	2290.00	2290.00
Volumen de recipiente	cm ³ .	2831.00	2831.00	2831.00	2831.00
Peso del agregado grueso	gr.	4115.00	4085.00	4151.00	4121.00
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1453.55	1442.95	1466.27	1455.67
Peso Unitario Compacto seco		1454.61	Kg/m³.		

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"				
UBICACION :	CIUDAD DE HUÁNUCO				
PROPIETARIO:	BACH. ANDRÉS VÍCTOR LOYOLA TELLO				
SOLICITA:	BACH. ANDRÉS VÍCTOR LOYOLA TELLO				
CANtera:	DOROTEO	MUESTRA:	M-1 M-2	UBICACIÓN:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA
DETALLE :	GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS AGREGADOS				
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023				
GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS					
AGREGADO FINO MTC E 205					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	160	160	160	
B	Peso Frasco + agua	361	354	358	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	521.0	514.0	518.0	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	461	453	457	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	60.0	61.0	61.0	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	156.1	154.2	155.3	
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	56.1	55.2	56.3	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.602	2.528	2.546	2.558
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.667	2.623	2.623	2.638
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.783	2.793	2.758	2.778
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	2.498	3.761	3.026	3.095
AGREGADO GRUESO MTC E 206					
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1571	1763	1654	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	983	1103	1035	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	588.0	660.0	619.0	
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	1555	1743	1637	
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	572.0	640	602	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.645	2.641	2.645	2.643
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.672	2.671	2.672	2.672
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.719	2.723	2.719	2.720
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.029	1.147	1.038	1.072



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - ASFALTO - CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"			
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO			
PROPIETARIO:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO			
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO			
CANTERA:	DOROTEO	UBICACIÓN:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA	
DETALLE:	CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023			
ASTM D - 2216 CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO				
MUESTRA	M - 1	M-2	M-3	M-4
Suelo Húmedo + Envase	500.0	500.0	500.0	500.0
Suelo seco + Envase	495.7	495.6	495.5	495.8
Peso de Envase	32.6	33.4	32.9	32.1
Peso del Agua	4.30	4.40	4.50	4.20
Peso de Suelo Seco	463.10	462.20	462.60	463.70
HUMEDAD %	0.93%	0.95%	0.97%	0.91%
PROMEDIO %	0.94%			
HUMEDAD				0.94%
ASTM D - 2216 CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO				
MUESTRA	M - 1	M-2	M-3	M-4
Suelo Húmedo + Envase	1500.0	1500.0	1500.0	1500.0
Suelo seco + Envase	1433.2	1434.1	1432.5	1436.5
Peso de Envase	35.5	36.3	35.7	35.9
Peso del Agua	66.80	65.90	67.50	63.50
Peso de Suelo Seco	1397.70	1397.80	1396.80	1400.60
HUMEDAD %	4.78%	4.71%	4.83%	4.53%
PROMEDIO %	4.72%			
HUMEDAD				4.72%



INVERSIONES
EHEC S.C.R.L. PERÚ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"		
UBICACION:	CIUDAD DE HUANUCO		
PROPIETARIO:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO		
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO		
CANTERA:	DOROTEO	UBICACION:	LOCALIDAD DE ANDABAMBA
DETALLE:	DESGASTE A LA ABRASION LOS ANGELES		
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023		

ENSAYO DE LOS ANGELES

ASTM C-131
AASHTO T-96

TIPO DE ENSAYO :	B
------------------	---

PESO ANTES DEL ENSAYO	5009	Gr.
PESO DESPUES DEL ENSAYO	3899	Gr.
DESGASTE LOS ANGELES	22.16%	%

PROYECTO:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
PROPIETARIO:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
DETALLE:	CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200
FECHA:	25 DE JULIO DEL 2023

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ (N°200)
 (NORMA AASHTO C-117)**

PESO ORIGINAL SECO (gr)	P.M. LAVADA SECA (gr)	% MATERIAL FINO
1217	1162	4.52

Observaciones:

Muestra tomada en campo para su procesamiento en laboratorio

ANEXO 5- ROTURA DE PROBETAS A LOS 7 DIAS

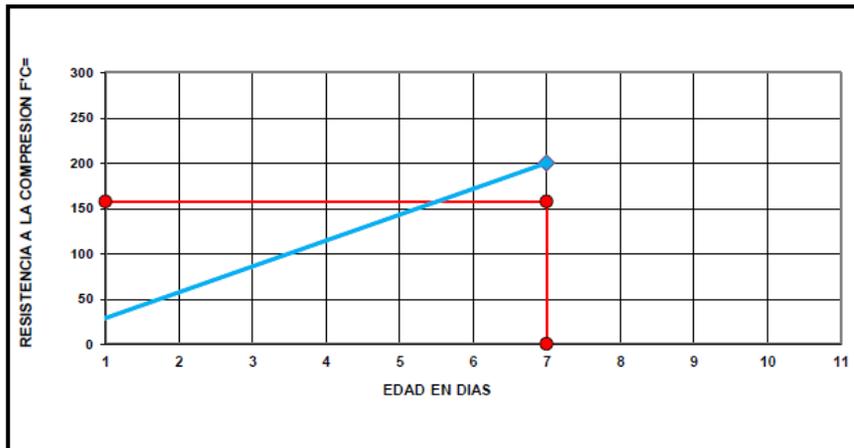


ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .
CONCRETO CONVENCIONAL	29/07/2023	05/08/2023	15.1	177.89	349.28	35616	7	200.21	210

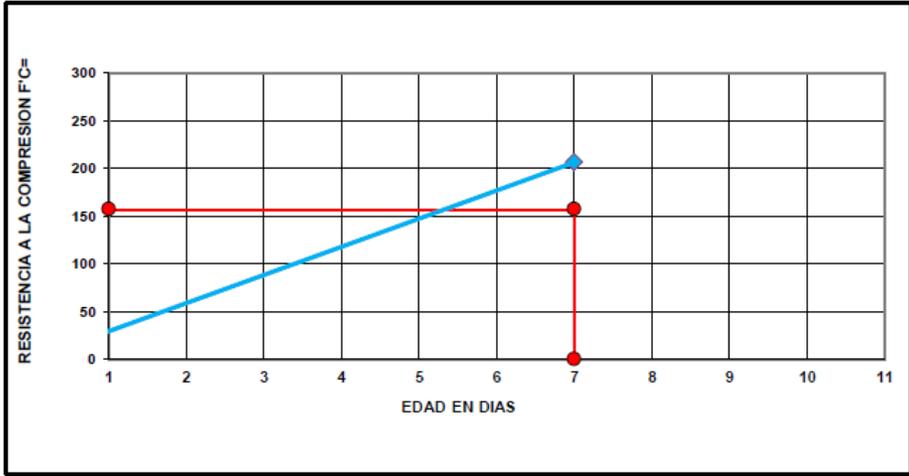


NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN	
OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .
CONCRETO AUTOCAMPACTANTE	29/07/2023	05/08/2023	15.1	177.89	360.71	36782	7	206.76	210

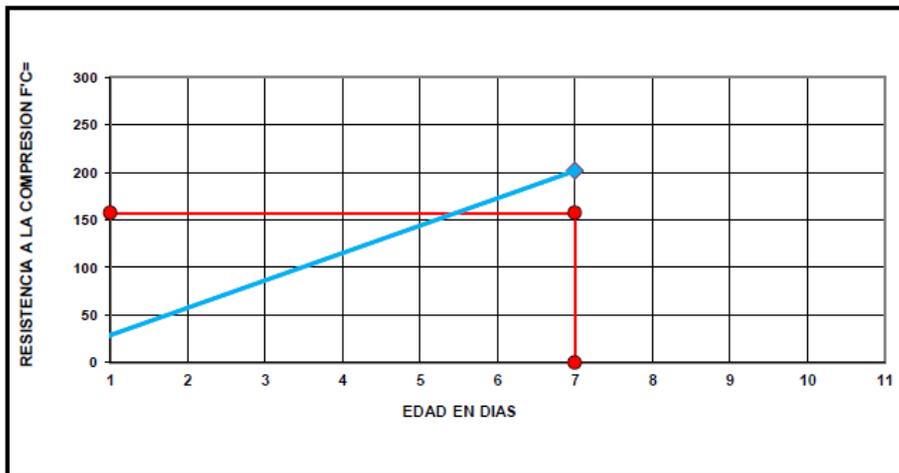


NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN	
OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .
CONCRETO CONVENCIONAL	29/07/2023	05/08/2023	15.1	177.89	351.90	35883	7	201.71	210

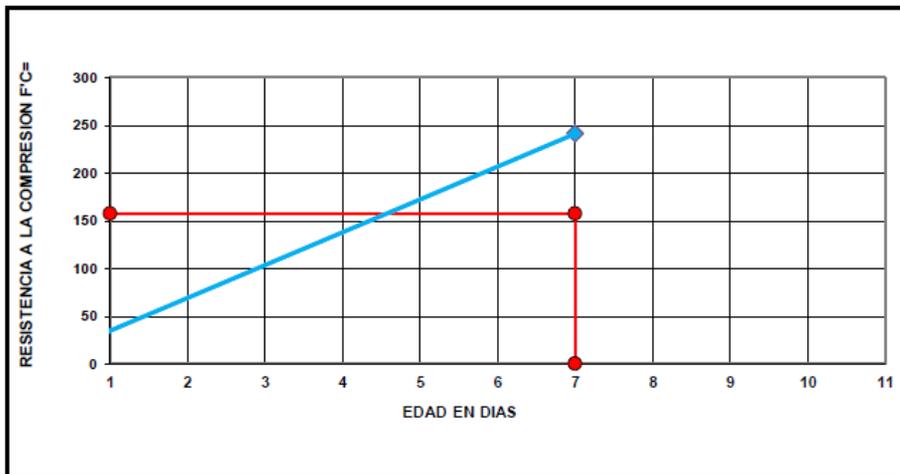


NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN	
OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .
CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	29/07/2023	05/08/2023	15.1	177.89	421.25	42955	7	241.46	210

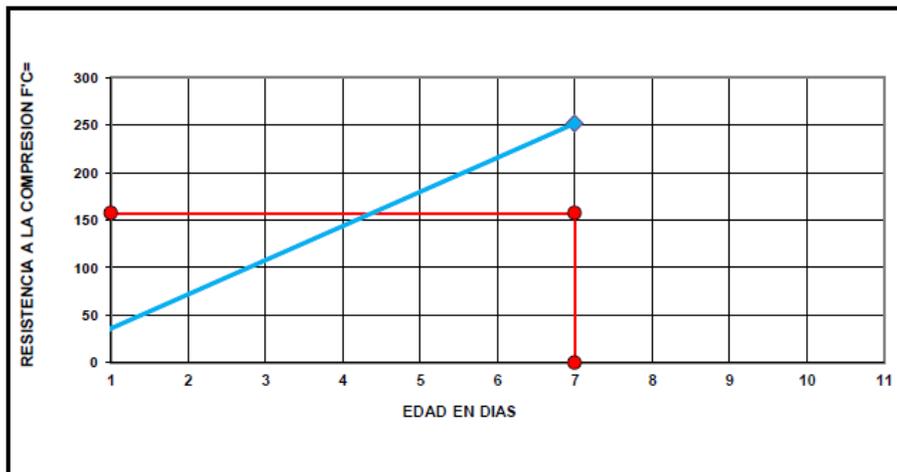


NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN	
OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL EN KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ²	OBJETIVO fc = Kg/cm ²
CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	29/07/2023	05/08/2023	15.1	177.89	438.92	44757	7	251.59	210



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

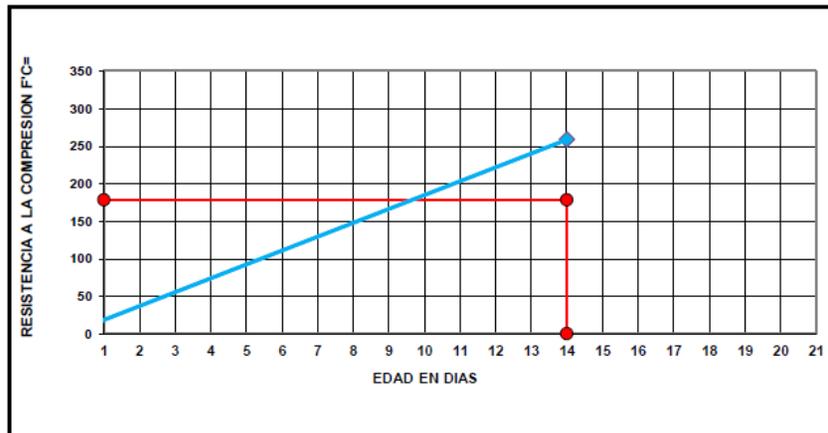
ANEXO 6- ROTURA DE PROBETAS A LOS 14 DIAS



ROTURA A LA COMPRESIÓN	
OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL EN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .
CONCRETO CONVENCIONAL	29/07/2023	12/08/2023	15.1	177.89	451.47	46036	14	258.78	210



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE



INVERSIONES EHEC S.C.R.L. PERÚ

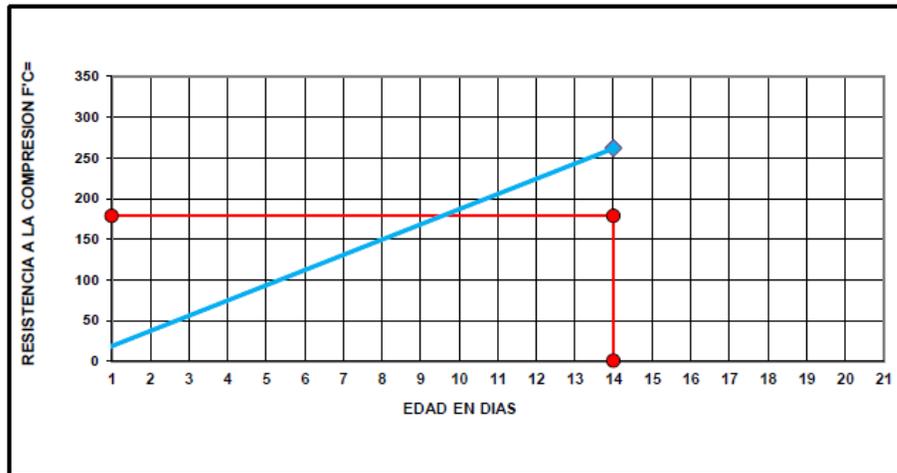
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS – ASFALTO – CONCRETO Y
ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .
CONCRETO CONVENCIONAL	29/07/2023	12/08/2023	15.1	177.89	456.72	46572	14	261.79	210



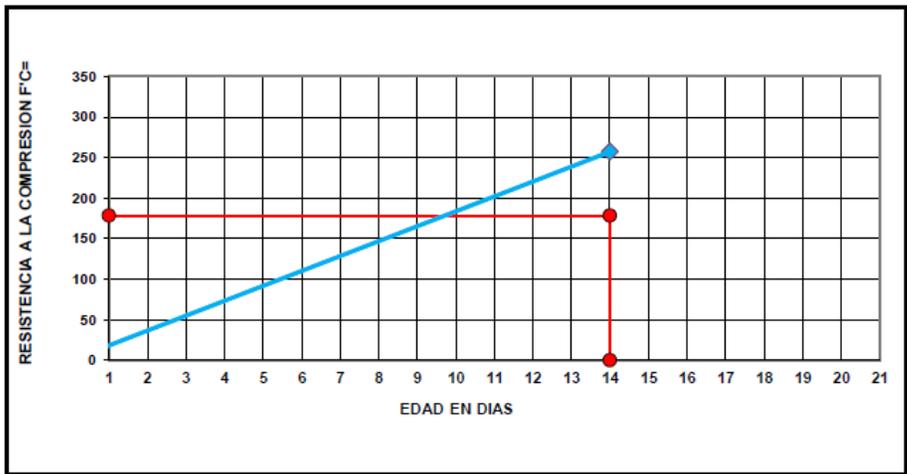
NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm2	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm2.	OBJETIVO fc= Kg/cm2.
CONCRETO CONVENCIONAL	29/07/2023	12/08/2023	15.1	177.89	448.42	45725	14	257.04	210



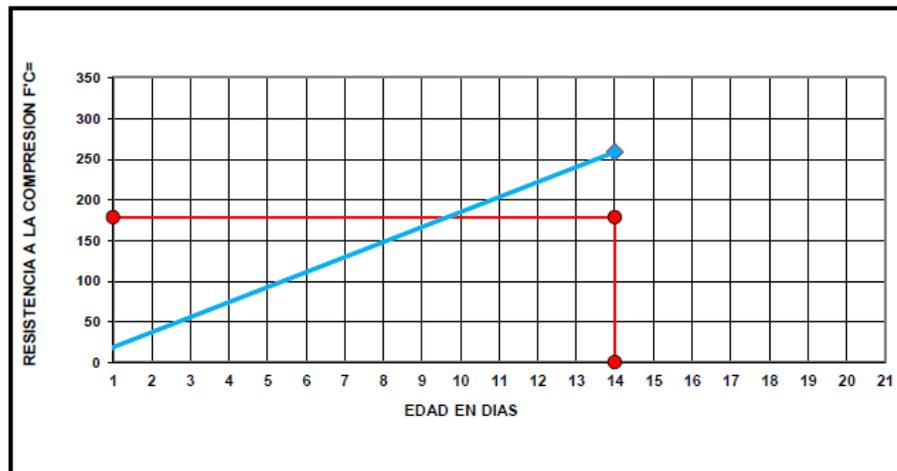
NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .
CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	29/07/2023	12/08/2023	15.1	177.89	451.17	46006	14	258.61	210

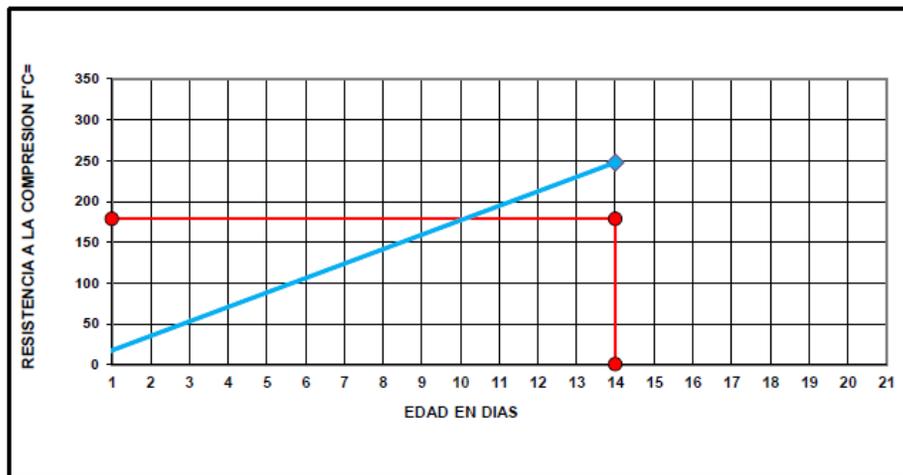


NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN	
OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .
CONCRETO AUTOCAMPACTANTE	29/07/2023	12/08/2023	15.1	177.89	431.73	44024	14	247.47	210



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

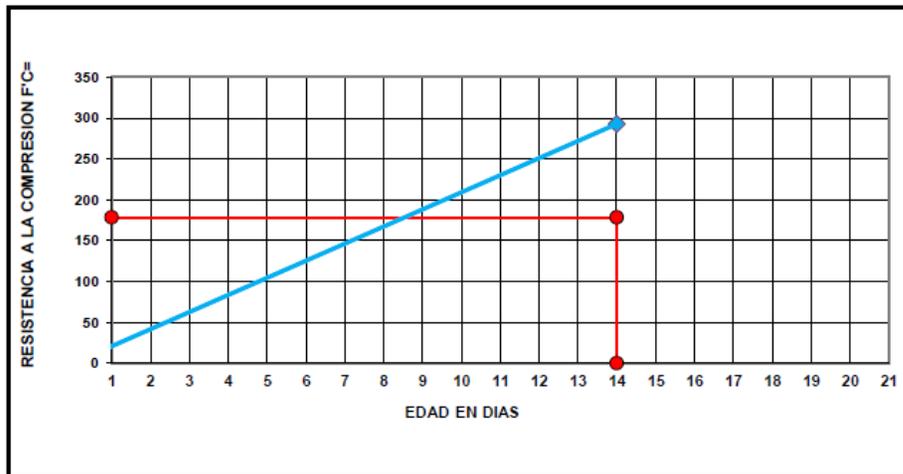


ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .
CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	29/07/2023	12/08/2023	15.1	177.89	510.33	52038	14	292.52	210



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ANEXO 7- ROTURA DE PROBETAS A LOS 21 DIAS

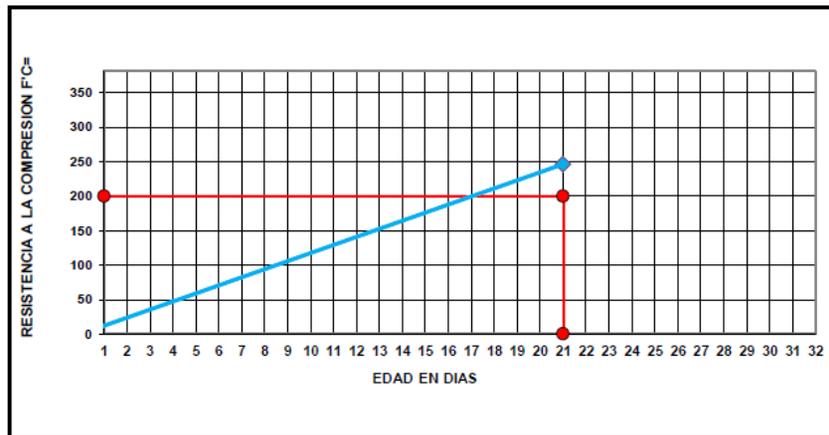


ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .
CONCRETO CONVENCIONAL	29/07/2023	19/08/2023	15.1	177.89	428.78	43723	21	245.78	210



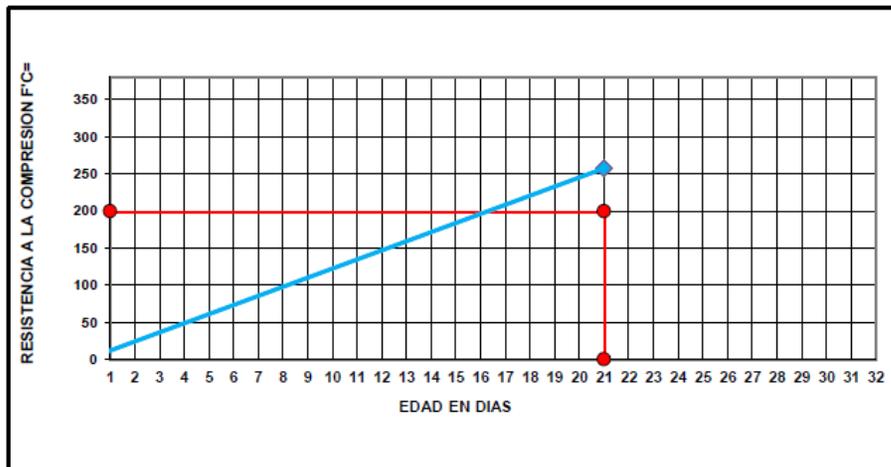
NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL EN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .
CONCRETO CONVENCIONAL	29/07/2023	19/08/2023	15.1	177.89	448.90	45774	21	257.31	210



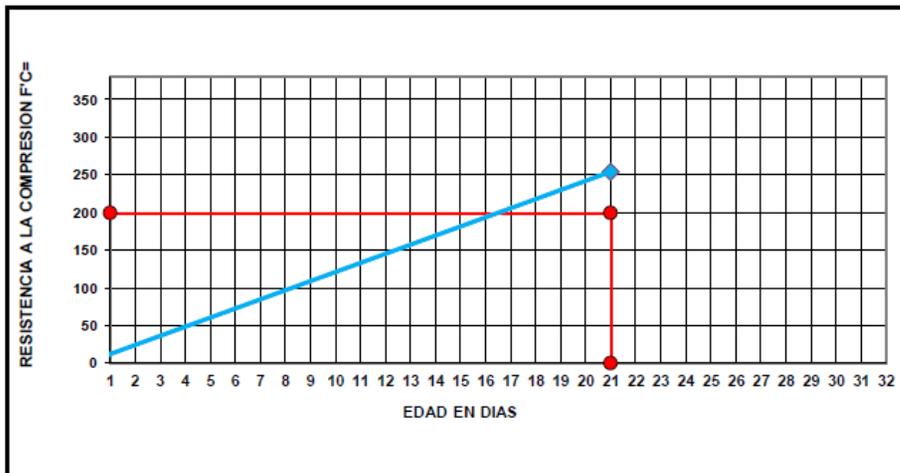
NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .
CONCRETO CONVENCIONAL	29/07/2023	19/08/2023	15.1	177.89	443.40	45213	21	254.16	210



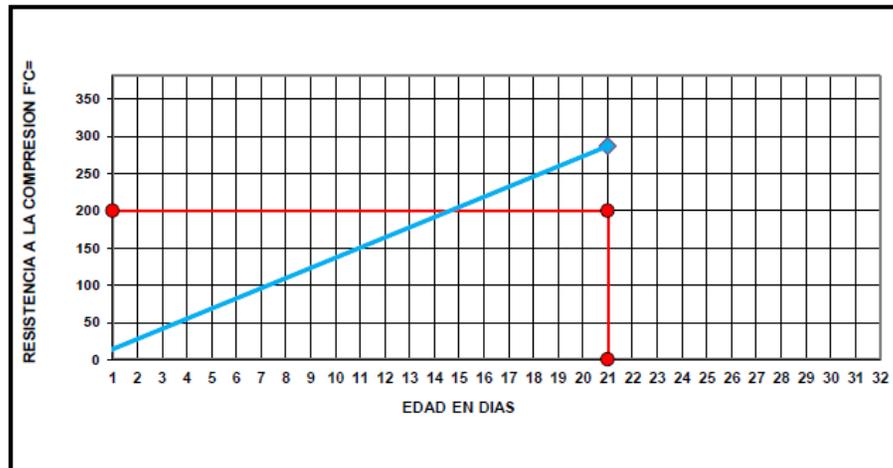
NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc = Kg/cm ² .
CONCRETO AUTOCAMPACTANTE	29/07/2023	19/08/2023	15.1	177.89	499.56	50940	21	286.35	210

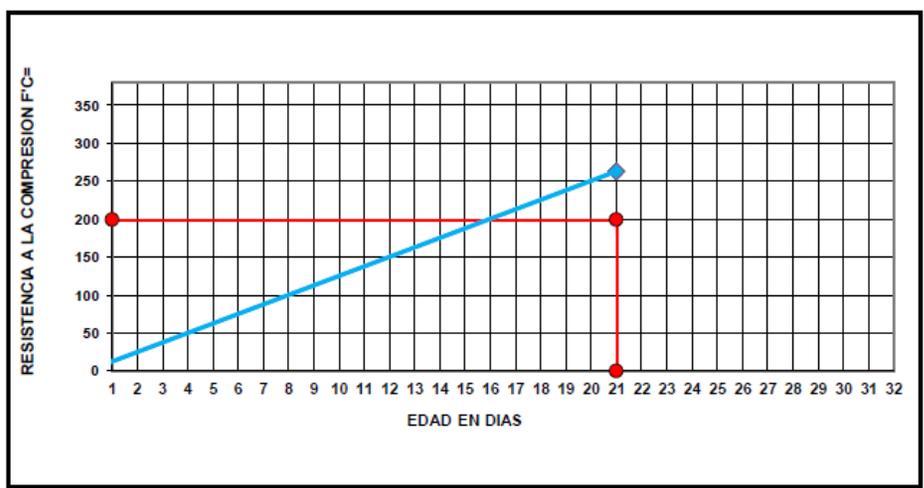


NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN	
OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm2	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm2.	OBJETIVO fc = Kg/cm2.
CONCRETO AUTOCAMPACTANTE	29/07/2023	19/08/2023	15.1	177.89	458.91	46795	21	263.05	210



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ANEXO 8- ROTURA DE PROBETAS A LOS 28 DIAS

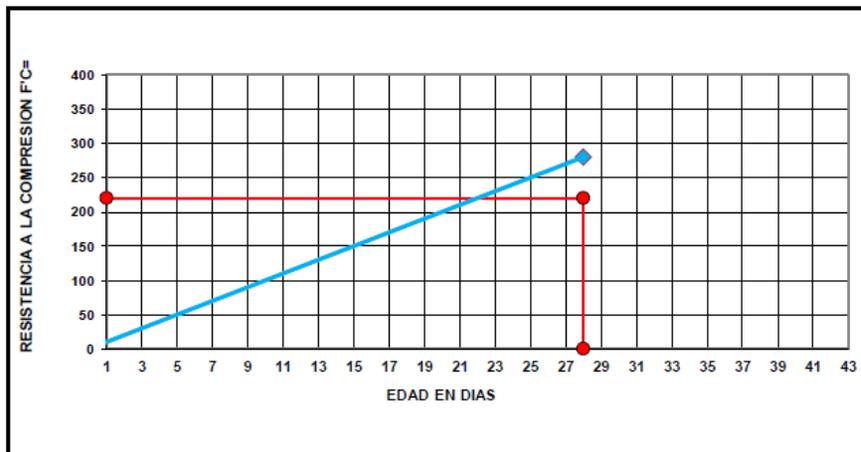


ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .
CONCRETO CONVENCIONAL	29/07/2023	26/08/2023	15.1	177.89	489.21	49885	28	280.42	210

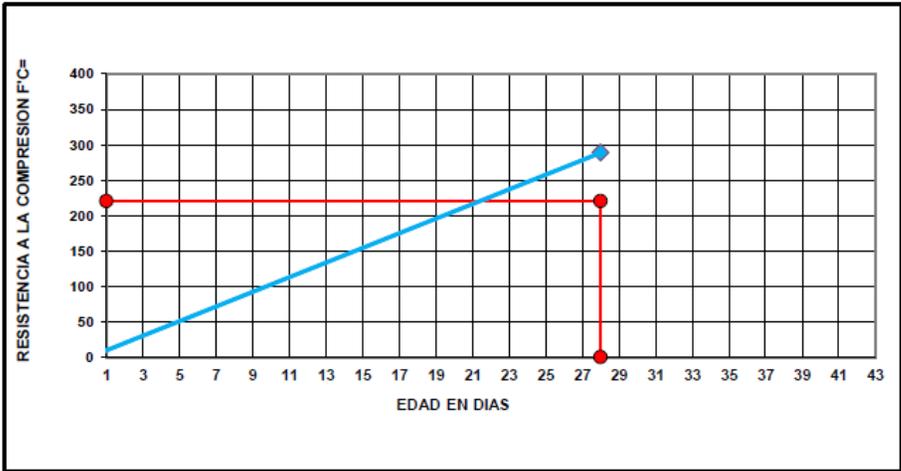


NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN	
OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIAMETRO Cm.	AREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc = Kg/cm ² .
CONCRETO CONVENCIONAL	29/07/2023	26/08/2023	15.1	177.89	504.04	51397	28	288.92	210



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

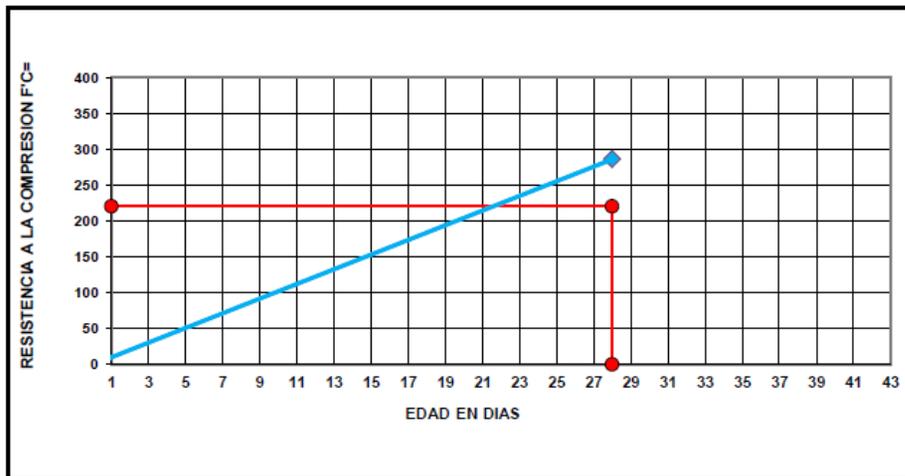


ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc = Kg/cm ² .
CONCRETO CONVENCIONAL	29/07/2023	26/08/2023	15.1	177.89	499.39	50923	28	286.25	210

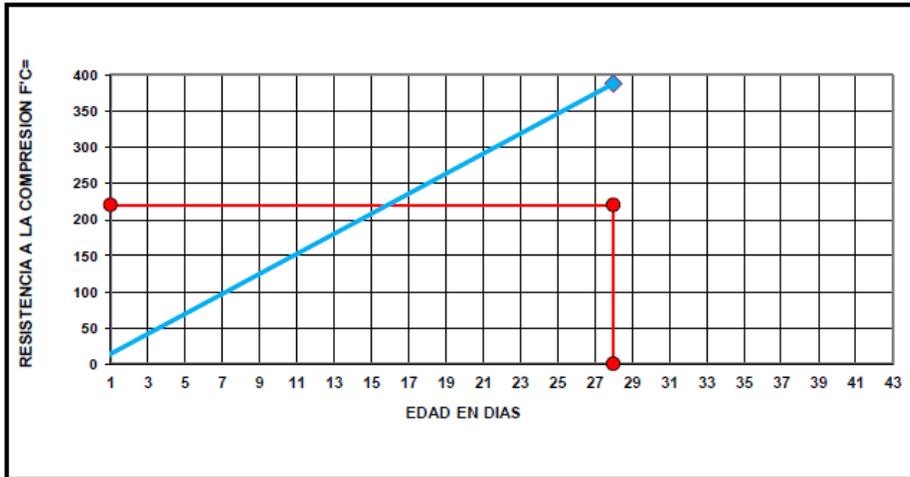


NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN	
OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .
CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	29/07/2023	26/08/2023	15.1	177.89	677.85	69120	28	388.55	210



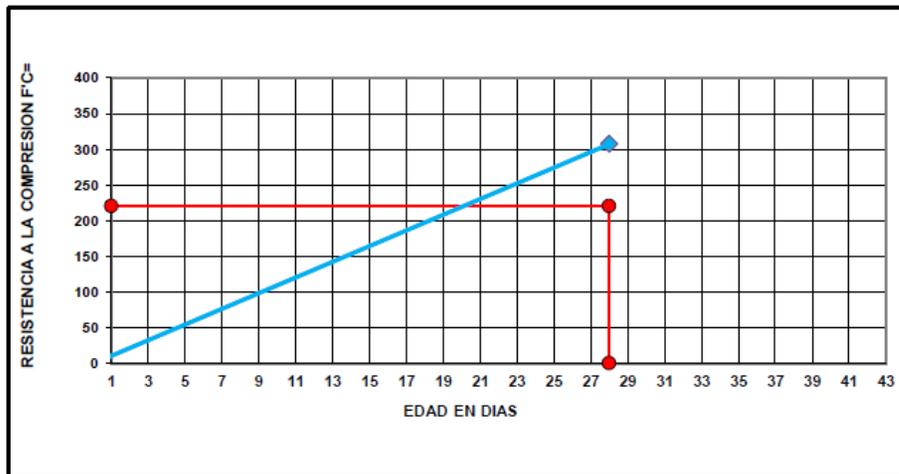
NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN

OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	fc Kg/cm ² .	OBJETIVO fc= Kg/cm ² .
CONCRETO AUTOCAMPACTANTE	29/07/2023	26/08/2023	15.1	177.89	536.56	54713	28	307.56	210

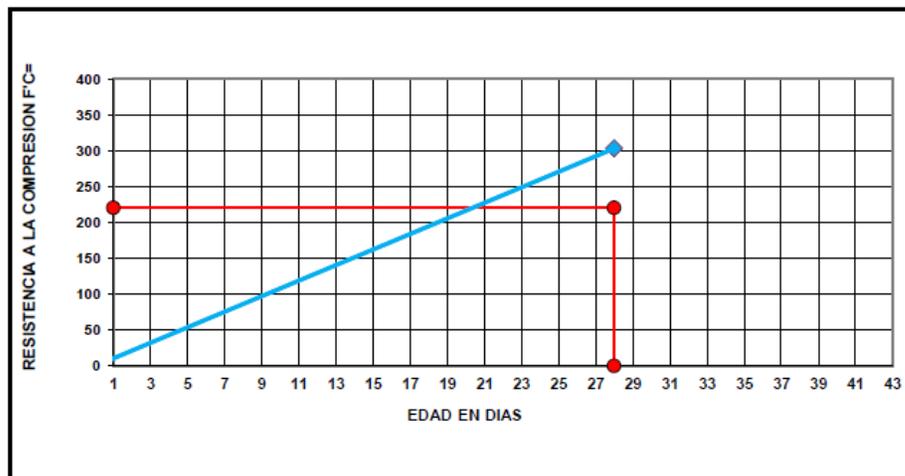


NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ROTURA A LA COMPRESIÓN	
OBRA:	"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO"
UBICACIÓN:	CIUDAD DE HUÁNUCO
SOLICITA:	BACH. ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

VERIFICACION DE CONCRETO

ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	DIÁMETRO Cm.	ÁREA Cm ²	RESISTENCIA TOTAL KN	RESISTENCIA TOTAL EN KG	EDAD EN DÍAS	f _c Kg/cm ² .	OBJETIVO f _c = Kg/cm ² .
CONCRETO AUTOCOMPACTANTE	29/07/2023	26/08/2023	15.1	177.89	529.47	53990	28	303.49	210



NOTA: LA PROBETA FUE ELABORADA Y PROPORCIONADA POR EL SOLICITANTE

ANEXO 9– NOTA BIBLIOGRÁFICA

Andrés Víctor Loyola Tello: Nació el 30 de noviembre de 1980 en el distrito La Unión, provincia de Dos de Mayo y departamento de Huánuco, realizando estudios de nivel primario en la institución educativa Yarowilca, el nivel secundario en el colegio nacional Illathupa, el año 2007 ingresa a la universidad nacional Hermilio Valdizan a la escuela académica profesional de Ingeniería Civil que curso hasta el año 2016 que el año de egreso, posteriormente se dedicó a trabajar de manera independiente realizando proyectos privados, personal de apoyo en ejecuciones de obras públicas. a la misma que ves que busca obtener el título profesional realizando la presente tesis.

Andrés Yoel Cueva Laguna: Nació el 03 de Enero de 1990 en el distrito de Amarilis provincia de Huánuco, departamento de Huánuco; realizando sus estudios de nivel inicial en jardín 024, el nivel primario la escuela 32235 y nivel secundario en colegio nacional Enrique López Albuja en el distrito de pachas, en el año 2010 ingresa a la universidad nacional Hermilio Valdizan a la escuela académica profesional de ingeniería civil y culminado en esta.



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 7 días del mes de diciembre de 2023, siendo las 17.00 pm, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N°682-2023-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución de Decano N°1066-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 01.DIC.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los miembros del jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público de tesis titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil de los Bachilleres de Ingeniería Civil **ANDRES VICTOR LOYOLA TELLO y ANDRES YOEL CUEVA LAGUNA**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los docentes: Dr. Arq. Víctor Manuel Goicochea Vargas PRESIDENTE – Mg. Ing. Luis Fernando Narro Jara, SECRETARIO – Mg. Ing. Rissel Machuca Guardia, VOCAL y los bachilleres mencionados, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa los miembros de jurado, procedió a la evaluación de los aspirantes al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

APellidos y Nombres	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
LOYOLA TELLO ANDRES VICTOR	APROBADO	15	BUENO
CUEVA LAGUNA ANDRES YOEL	APROBADO	15	BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N°3412-2022-UNHEVAL - Título VII – Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las...16:20...del mismo día 7/12/2023 con lo que se dio por concluido y en fe de lo cual firmamos.


VÍCTOR MANUEL GOICOCHÉA VARGAS
 PRESIDENTE


LUIS FERNANDO NARRO JARA
 SECRETARIO


RISSEL MACHUCA GUARDIA
 VOCAL



"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



CONSTANCIA DE SIMILITUD N° 117-2023
SOFTWARE ANTIPLAGIO TURNITIN-FICA-UNHEVAL.

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco, emite la presente constancia de Antiplagio, aplicando el Software TURNITIN, la cual reporta un 20%. de similitud general, correspondiente a los Bachilleres interesados, **LOYOLA TELLO Andrés Victor y CUEVA LAGUNA Andres Yoel**, del Borrador de Tesis "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO", considerando como asesor al Ing. TANGO BERNARDO Earle.

DECLARANDO (APTO)

Se expide la presente, para los trámites pertinentes

Pilco Marca, 27 de noviembre 2023



Dr. José Luis VILLAVICENCIO GUARDIA
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

DIJLVG 2023

NOMBRE DEL TRABAJO

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO

AUTOR

Andres Victor LOYOLA TELLO - Andres Yael CUEVA LAGUNA

RECuento DE PALABRAS

24376 Words

RECuento DE CARACTERES

131354 Characters

RECuento DE PÁGINAS

156 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

15.4MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 27, 2023 11:06 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 27, 2023 11:09 AM GMT-5

● **20% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 18% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Cross
- 9% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)



Dr. Ing. José Luis Villavicencio Guardia
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
DOCENTE DE LA FICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	<input checked="" type="checkbox"/>	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado
----------	-------------------------------------	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL
Grado que otorga	_____
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	_____
Nombre del programa	_____
Título que Otorga	_____

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	_____
Grado que otorga	_____

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todas las datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	LOYOLA TELLO, ANDRES VICTOR							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	975334490
Nro. de Documento:	40907860				Correo Electrónico:		engineer.lhot725v@gmail.com	

Apellidos y Nombres:	CUEVA LAGUNA, ANDRES YOEL							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	989916374
Nro. de Documento:	46644236				Correo Electrónico:		cueva03@gmail.com	

Apellidos y Nombres:	_____							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	_____
Nro. de Documento:	_____				Correo Electrónico:		_____	

3. Datos del Asesor: (Ingrese todas las datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO			
Apellidos y Nombres:	TANGO BERNARDO, EARLE			ORCID ID:	0000-0002-6311-6532	
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte		Nro. de documento:	22481355

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	GOICOCHEA VARGAS, VICTOR MANUEL
Secretario:	NARRO JARA LUIS, FERNANDO
Vocal:	MACHUCA GUARDIA, RISSEL
Vocal:	_____
Vocal:	_____
Accesitario	_____

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO Y RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE FRENTE AL CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de Investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el Jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)		2023					
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Patente de Invención	<input type="checkbox"/>	
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos	<input type="checkbox"/>	
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)	<input type="checkbox"/>	_____		
Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	RESISTENCIA	AUTOCOMPACTANTE	CONVENCIONAL				
Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	<input type="checkbox"/>			
	Con Período de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:	_____			
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otros; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):					SI	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
Información de la Agencia Patrocinadora:	_____						

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente, Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 	
Apellidos y Nombres: LOYOLA TELLO, ANDRES VICTOR	Huella Digital
DNI: 40907860	
Firma: 	
Apellidos y Nombres: CUEVA LAGUNA, ANDRES YOEL	Huella Digital
DNI: 46644236	
Firma: _____	
Apellidos y Nombres: _____	Huella Digital
DNI: _____	
Fecha: 08/12/2023	

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una **X** en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.