

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Resistencia a la compresión de adoquines de concreto tipo I,  
utilizando métodos de curados, Chimbote – 2020.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

**Autor**

Julca Seminario, Juliana Jharummy

**Asesor**

Mg. Ing. Solar Jara, Miguel Angel

**Chimbote – Perú**

**2020**

## **TITULO**

Resistencia a la compresión de adoquines de concreto tipo I, utilizando métodos  
de curados, Chimbote – 2020

## **PALABRAS CLAVES**

<b>Tema</b>	Resistencia a la compresión y permeabilidad
<b>Especialidad</b>	Tecnología del concreto

## **KEYWORDS**

<b>Topic</b>	Compressive strength and permeability
<b>Specialization</b>	Technology of the concrete

## **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN OCDE**

<b>Línea de investigación</b>	Construcción y gestión de la construcción
<b>Área</b>	Ingeniería, Tecnología
<b>Subarea</b>	Ingeniería Civil
<b>Disciplina</b>	Ingeniería Civil

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo por objetivo realizar métodos de curados para un diseño de adoquín tipo I de concreto que busco mejorar la resistencia en comparación a un adoquín de concreto convencional y así cumplan el método de diseño de mezcla, en este caso el método ACI. Analizando la causa de variabilidad de la resistencia en los adoquines de concreto, después de 7, 14 y 28 días de curación, cuya dosificación trabajada fue de:  $f'c = 320 \text{ Kg/cm}^2$

La metodología de la presente investigación es la explicativa y experimental, porque consistió primero en comparar y seleccionar los tipos de métodos de curado, para luego diseñar muestras de adoquín de concreto utilizando cemento portland tipo I tratando de aumentar la resistencia a la compresión.

Para tal objetivo se realizó una serie de ensayos, para posteriormente comparar los resultados de cada muestra curada y poder comparar la variabilidad de la resistencia, cuyos resultados procesados, analizados e interpretados con la metodología estadística nos darán los resultados para verificar si la resistencia a mejorado.

Como resultado de los adoquines de concreto tipo I al ser curados, aplicando los respectivos métodos, curado adiabático se obtuvo una resistencia de 67.64%, 88.70% y 97.33%, curado con película de plástico se obtuvo una resistencia de 69.51%, 96.29% y 115.75% y curado químico 27.54%, 49.00% y 72.25% a los 7, 14 y 28 días de curado.

Se concluyó que al desarrollar el método de curado con película de plástico es el más favorable de aplicar respecto al método de curado convencional, por los resultados alcanzados con un porcentaje mayor al 5.57%.

## ABSTRACT

The aim of this research project is to produce curing methods for a type I concrete paving design that seeks to improve resistance compared to a conventional concrete paving and thus comply with the mixing design method, in this case the ACI method. Analyzing the cause of resistance variability in concrete pavers, after 7, 14 and 28 days of curing, whose worked dosage was:  $f_c = 320 \text{ Kg/cm}^2$ .

The methodology of the present research is the explanatory and experimental, because it consisted first of comparing and selecting the types of curing methods, to then design concrete paving samples using portland cement type I trying to increase the compression strength.

For this purpose, a series of tests were carried out, in order to compare the results of each healed sample and to compare the variability of the resistance, the results of which were processed, analyzed and interpreted with the statistical methodology will give us the results to verify if the resistance has improved.

As a result of type I concrete paving stones when cured, applying the respective methods, adiabatic curing a resistance of 67.64%, 88.70% and 97.33%, a resistance of 69.51%, 96.29% and 115.75% and a chemical curing of 27.54% were obtained as a result of the type I concrete paving stones when cured, applying the respective methods, curing adiabatic acid. 49.00% and 72.25% after 7, 14 and 28 days of curing.

It was concluded that when developing the method of curing with plastic film it is the most favorable to apply with respect to the conventional curing method, due to the results achieved with a percentage greater than 5.57%.

## INDICE

TITULO	i
PALABRAS CLAVES	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
I. INTRODUCCIÓN	6
II. METODOLOGÍA	26
III. RESULTADOS	46
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	69
V. CONCLUSIONES	73
VI. RECOMENDACIONES	76
VII. AGRADECIMIENTOS	77
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
IX. ANEXOS Y APÉNDICE	
ANEXO N°1: RESULTADOS DE LABORATORIO	80
ANEXO N°2: RECOLECCION DE LOS MATERIALES	94
ANEXO N°3: ENSAYOS DE CALIDAD	98
ANEXO N°4: APLICACIÓN DE LOS METODOS DE CURADO EXPERIMENTALES	116

## I. INTRODUCCIÓN

Como antecedentes, **Morón & Santa Cruz (2015)**. Análisis del cambio volumétrico del concreto endurecido debido a diferentes métodos de curado, (tesis de pregrado) - Universidad Católica de Santa María, Arequipa. La investigación tiene como muestra de estudio de 54 probetas, se utilizó la metodología para diseño de mezcla el método de walker y método de modulo fineza y a la vez la metodología para el curado, el método de curado con agua (por inmersión, mediante la aplicación de rociadores aspersores, empleo tejidos de fique o de materiales absorbentes, curado con arena, tierra o aserrín) y el método de curado con materiales sellantes (película de plástico, papel impermeable, compuestos de curado líquidos para formar membrana).

El objetivo común es analizar el cambio de volumen del concreto endurecido durante el curado y retener el impacto en el concreto debido a cambios en ciertos factores de cualquier agregado, resistencia de curado y compresión, en los cuales se aplican la tecnología de herramientas de programación y las pautas de control. Al curar con agua en el diseño, se generó una pequeña contracción y se enumeraron otros métodos de curado (yute y aditivos).

Cuando se indicó la lectura de la muestra curada con el aditivo Sika Antisol S, se realizó una medición similar en 5 días, lo que indica que la pendiente hacia cero se mantuvo durante esos días. En las muestras fracturadas, cuando estaban involucrados dos controles, el grado de dispersión obtenido fue inferior al 6.6%. En el método de Walker, cuando la resistencia  $f'c = 210\text{kgf} / \text{cm}^2$  y  $280\text{kgf} / \text{cm}^2$ , el grado de dispersión es mayor al 6.6%, por lo que estos diseños fueron modificados.

Usando el método del módulo de finura, en el diseño de la cantera Chiguata, cuando la resistencia es 175, 210 y 280 kgf / cm<sup>2</sup>, la cantidad de agregado fino es mayor que la cantidad de agregado grueso, al tenerlo esta menor significa que la relación de contracción es la más grande en comparación con el método Walker.

Así mismo se reviso la investigación de **Caparó (2017)**, Diseño de mezclas de concreto de alta resistencia para elementos prefabricados y/o pretensados utilizando adiciones minerales y aditivos en edades tempranas mediante curado a vapor y curado adiabático, (tesis de pregrado) - Universidad Católica de Santa María, Arequipa. En este proyecto se indagó elaborar a edades tempranas diseños de mezcla de concreto de resistencia superior a los 400 kg/cm<sup>2</sup>. Empleándose distintos tipos de cemento, relación a/c bajas, métodos de curado adiabático y vapor, así como una adición mineral, para notar a edades tempranas la influencia con la elaboración de un concreto de alta resistencia. En el proyecto experimental se realizó:

En una inicial instancia, 26 diseños de mezcla, en los cuales se emplearon estos tipos de cemento: C. Yura Tipo I, C. Yura Tipo HE, C. Yura Tipo IP, C. Ultraval, con relaciones a/c de 0.45, 0.40, 0.35, 0.33-0.32. Se aplicó microsílíce como adherencia mineral, los cuales estuvieron evaluados en los diferentes métodos de curado.

Con el fin de evaluar sus propiedades se ejecutaron roturas y ensayos a 1, 3 y 28 días para tener como resultado satisfactorias de resistencias a edades tempranas. Se procedió a conjugar con la resistencia requerida de los resultados de la inicial instancia, los cuales fueron evaluados nuevamente en todos los curados antes mencionados, por el



rechazo de los diseños de máximo aproximación. En la relación de a/c más baja para cualquier tipo de cemento se lograron resultados favorables.

El tipo de curado esencialmente a un día, con respecto al curado convencional, interviene en el incremento de resistencia a edades tempranas. La resistencia a edades tempranas, si proporcionadamente beneficia al desarrollo el uso de microsilíce, el resultado se presenta abundante evidencia a largo plazo.

Cuando se usó cemento tipo I que se curó adiabáticamente durante un día, se obtuvo una resistencia de 446 kg/cm<sup>2</sup> y 470 kg/cm<sup>2</sup> en el diseño de microsilicio. Después de curar durante tres días, se puede lograr la resistencia de 577 kg/cm<sup>2</sup> y 549 kg/cm<sup>2</sup> usando este tipo de cemento tipo I con el diseño de micro-silicio donde lo hace resistente a edades tempranas.

**Bolaños (2011)**, Comparación entre concretos curados con compuestos formadores de membrana y con un producto elaborado con nanotecnología en relación con la retención de agua y la resistencia a compresión, (tesis de maestría) - Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. En la consecutiva tesis nos habla que un concreto de relación A/C de 0.55, y f<sup>c</sup> de 28MPa se ejecutaron 4 tipos de curado: dos con productos del mercado nacional (Película plástica y Papel impermeable), un producto de nueva tecnología (Curado a vapor) y sin ningún tratamiento.

Por probeta se evaluó la resistencia a compresión a 14, 28 y 56 días, se le midió la disminución de peso en el tiempo (36hrs) por efectividad, mediante la cantidad de agua evaporada por unidad de superficie. Las muestras con mayor cantidad de agua evaporada

para los dos ensayos ejecutados y con menor resistencia a la compresión la mostraron las probetas y cilindros que no poseyeron ningún tratamiento.

Para medir la cantidad de agua evaporada, el sistema más conveniente es Zycosil, seguido del agente de curado Eucocurador. Sin embargo, los cilindros fallaron después de 56 días. Cuando se realizó la prueba de compresión, no hubo una gran diferencia entre los tres tipos de curado.

Como conclusión, cuando el concreto se cura en un ambiente al aire libre, perderá rápidamente mucha agua, obteniendo así la resistencia a la compresión del concreto de una manera muy lenta, y si se utilizan productos o elementos impermeables para el curado, se optimizarán para estos materiales. Comportamiento, resistencia y permeabilidad antes del agrietamiento.

Se demostró que fueron menores las probetas y cilindros que no poseyeron ningún tipo de curado por la pérdida de agua y la resistencia a la compresión, las probetas no curadas si es definitivamente menor. Por lo tanto también los resultados señalaron quien tiene más facultad de retención de agua, fue este producto de nueva tecnología zycosil. Los resultados de resistencia a compresión no manifestaron diferencias significativas entre los tres productos.

El curado puede optimizar la resistencia y la impermeabilidad de las estructuras de concreto armado, lo que puede tener un efecto beneficioso sobre la durabilidad. Sin embargo, se deben realizar otras pruebas para verificar esto, lo que puede ser un análisis y evaluación de investigaciones futuras.

El análisis de los resultados rompe la importancia del curado, especialmente la pérdida de humedad, para lograr la resistencia e impermeabilidad requeridas. No está destinado a funcionar como protector de los productos de nueva tecnología introducidos en este estudio; sin embargo, ambas pruebas han demostrado que los resultados compuestos por nanotecnología tienen capacidades de retención de agua similares a los otros dos compuestos curadores.

Como justificación de la presente investigación, el curado procura controlar la evolución de temperatura y humedad hacia dentro y hacia afuera del concreto. La ausencia de curado del concreto aminora drásticamente su resistencia, es importante abordar el curado del concreto inmediatamente después del fraguado.

Debido a la necesidad de conseguir adoquines de concreto de alta resistencia, según el desarrollo de nuestra ciudad, la aparición de veredas, parques, bulevares, plazas, zonas peatonales tráfico vehicular liviano son cada vez más mayores, construcciones de gran envergadura, con tiempos de ejecución menores.

Para averiguar el método de curado más eficiente para obras civiles en la ciudad de Chimbote, concedamos un mejor producto respecto a la calidad del adoquín de concreto, pues en los últimos años se viene reprochando en gran medida obras civiles que no son conformes respecto a la calidad.

La actual investigación se encamina en encontrar superar una buena resistencia para obtener un mejor método de curado en un solo diseño de mezcla, el cual corresponderá

llegar a la resistencia solicitada en periodos de 7, 14 y 28 días, convirtiéndose en un proyecto para ofrecer una mejor calidad en las obras de construcción.

Crece el interés por innovar nuevas y mejores tecnologías para la construcción, aquí en el Perú y en el mundo, se vienen dando este fenómeno. Crear adoquines de concretos de mayor resistencia del que se usa normalmente, basándose en métodos de curados adecuados y más eficientes que ayudan para el uso necesario de menos cantidad de agua, ocasionando que el adoquín de concreto sea de mayor resistencia y excelente calidad.

La resistencia final del adoquín de concreto depende en forma importante de las condiciones de humedad y temperatura durante esta fase inicial. El mantenimiento de las condiciones adecuadas durante este tiempo, a ellos es necesario aceptar una explicación comparativo de métodos de curados que esto llevara un mejor labor para obtener en las construcciones peatonales en las ciudades de Chimbote.

En la actualidad el desconocimiento y la mala ejecución son fundamentales para obtención de adoquines de concreto de mala calidad en cualquier tipo de estructura. Debido a esta problemática es conveniente proponer nuevas tecnologías en curados y buena ejecución de las labores de protección para adoquines de concreto con el objetivo de reducir el tiempo de ejecución y vida de estos materiales en proyectos e calidad.

Por lo que se plantea el siguiente problema, ¿A través de los métodos de curado adiabático, método de curado recubriendo las superficies con película de plástico y método de curado químico comparado con el método de curado convencional, se podrá obtener resistencia mayor en adoquín de concreto tipo I?

Luego de ser formulada la problemática se toma cuenta la conceptualización y operacionalización de las variables

### **Adoquín de concreto**

El adoquín de concreto es un bloque prefabricado con diferentes formas y colores, constituye un piso flexible con amplias ventajas estructurales y excelente durabilidad. Se utiliza para construir sistemas de piso para uso peatonal livianos y pesados; cumple con la durabilidad y los requisitos estéticos. El asentamiento es simple, casi no requiere maquinaria, no tiene procesos térmicos o químicos y es rápido de instalar. (Olguin, 2015, pp. 4)

### **Clasificación técnica**

- Según el uso del adoquín

Tabla N°01. Clasificación de Adoquines (Olguin, 2015, pp. 6)

Tipo	Dimensiones			Uso
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	
I	20	10	4	Veredas, parques, boulevares, plazas, terrazas, patios, andenes, zonas peatonales trafico vehiculas liviano
II	20	10	6	Vías internas en Urbanizaciones, calles y avenidas con tráfico vehicular mediano
III	20	10	8	Zonas de carga, patios de puertos, plataformas de aeropuertos, y zonas donde se tienen cargas muy altas e inclusive de vehículos montados sobre orugas

- Características técnicas

Tabla N° 02. Espesor Nominal Absorción y Resistencia a la Compresión - NTP 399.611  
(Olguin, 2015, pp. 11)

Tipo	Espesor nominal (mm)	Absorción (%)	Resistencia a la compresión
			Promedio de 3 unidades MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )
I	40	5 - 7	31(320)
	60		31(320)
	60		41 (420)
II	80	5 - 7	37(380)
	100		35(360)
III	>80	5 - 7	55(561)

Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP) 399.611

### **Componentes de un adoquín de concreto**

- o Cemento

“Es un aglutinado, hecho de una mezcla de piedra caliza y arcilla. Se combina con agua para formar una mezcla de plástico y plástico, esta fragua se endurece debido a la hostilidad química” (Wikipedia, 2019).

Existen cinco tipos de cemento:

- Tipo I: Cemento tradicional, destinados a todo tipo de obras de concreto, es el que mayormente se da uso para fines estructurales solo especificadas, cuando no se solicitan de las propiedades.

- Tipo II: Cemento modificado empleadas en general y obras expuestas al movimiento moderada de sulfatos o donde se requiera bastante ardor de hidratación, cuando además se especifique.
- Tipo III: Cemento de alta resistencia temprana, deseable cuando se necesita una resistencia prematura en un estado particular de construcción.
- Tipo IV: Se requiere bajo calor de hidratación en que no deben cumplirse dilataciones durante el fraguado.
- Tipo V: Cemento invulnerable a los sulfatos. Usado donde se requiera una elevada resistencia a la actividad concentrada de los sulfatos. **(Wikipedia, 2016)**

La norma técnica peruana nos dice que el cemento Portland está compuesto principalmente de silicato de calcio hidráulico. Es un cemento hidráulico producido por pulverización de clinker. Durante el proceso de molienda, aumentará en forma de sulfato de calcio, a saber: Cemento Pórtland = Clinker Pórtland + Yeso. **(NTP 334.009, 2005, pp. 4)**

#### ✓ Componentes químicos

La base química del cemento Portland se expresa como un porcentaje de óxidos. Los óxidos importantes son: cal, sílice, alúmina y óxido ferroso, cuya suma es del 95% al 97%. En pequeñas cantidades, también se muestran otros óxidos: óxido de magnesio, anhídrido sulfúrico, álcali. Así que tienes: **(Torre, 2004, pp10)**

Tabla N° 03. Porcentajes de los componentes químicos del cemento (Torre, 2004)

<b>OXIDO COMPONENTE</b>	<b>PORCENTAJE TIPICO</b>	<b>ABREVIATURA</b>
CaO	58% - 67%	C
SiO <sub>2</sub>	16% - 26%	S
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4% - 8%	A
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2% - 5%	F
SO <sub>3</sub>	0.1% - 2.5%	
MgO	1% - 5%	
K <sub>2</sub> O Y Na <sub>2</sub> O	0% - 1%	
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0% - 3%	
TiO <sub>2</sub>	0% - 0.5%	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0% - 1.5%	
Perdidas por Calcinación	0.5% - 3%	

✓ **Compuestos químicos**

En el proceso de obtención de clínker de cemento Portland durante la incineración, los óxidos y los componentes ácidos de las materias primas se fusionan entre sí, lo que afecta a cuatro compuestos importantes. Los compuestos básicos, que representan el 90-95% del cemento, también se muestran como pequeñas cantidades de otros compuestos. (Torre, 2004, pp. 10)



Tabla N° 04. Porcentajes de compuestos químicos del cemento (Torre, 2004)

DESCRIPCION	FORMULA	ABREVIATURA	PORCENTAJE
SILICATO TRICALCICO	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_3\text{S}$	30% a 50%
SILICATO DICALCICO	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_2\text{S}$	15% a 30%
ALUMINATO TRICALCICO	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{A}$	4% a 12%
FERRO ALUMINATO TETRACALCICO	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{C}_4\text{AF}$	8% a 13%
CAL LIBRE		$\text{CaO}$	

“Estos misceláneos que establecen la infraestructura con disposición del agua se hidratan y forman nuevos compuestos de la pasta de cemento resistente en el concreto” (Torre, 2004, pp. 11).

o Agregados

“Se poseen estos tipos de agregados: agregado fino y grueso. De acuerdo a su origen estos a su vez se agrupan, por su forma de fabricación y disponibilidad mineralógica” (Almeida, 1997).

Tabla N° 05: Tipos de agregados (Almeida, 1997).

AGREGADO	FINO	GRUESO
Natural	Arena	Grava
Artificial	Polvo de piedra	Ripio triturado o chispa

Para la elaboración de adoquines de concreto los elementos usados deben obedecer con los requisitos: (Almeida, 1997)

- El agregado fino, este material tiene que ser pasado por una malla de 5mm, no debe estar sujeto pasado de 25% por un el material soluble en ácidos, o en la proporción que pasa por una malla de 600  $\mu\text{m}$ .
- El TMN del agregado no convendrá ser mayor a 1/4 del espesor del adoquín

- Agua

El agua tiene una determinada función, que puede desempeñar su papel en la reacción de hidratación del cemento durante el proceso de fraguado y curado. Por otro lado, puede proporcionar una transportabilidad y formabilidad precisas para el concreto. Se debe impedir la aparición de sulfato en el agua, ya que causan caídas en las resistencias. Además, no conviene utilizar aguas que contienen aceite, grasas o hidratos de carbono, mayormente las normas exigen analizar el agua exclusivamente cuando se tienen circunstancias de su uso o en caso de indecisión. (Almeida, 1997)

### **Procesos de fabricación de adoquines**

El desarrollo del refinamiento incluye las siguientes etapas: dosificación, mezcla, moldeo, fraguado y curado. A continuación se resumen brevemente las diferentes etapas:

- **Dosificado**

Obtenga el proceso de dosificación inicial de adoquines. Incluye mezclas de diseño, que determinan la proporción de componentes de concreto. El objetivo es hacer que el

producto final tenga un rendimiento suficiente, principalmente en términos de resistencia a la compresión. La cantidad de cemento, agua y agregado depende de la composición: tipo de cemento, propiedades físicas y químicas del agregado, tamaño de partícula, relación agua-cemento, etc. Debido a la gran cantidad de variables que se deben verificar, este proceso es difícil y solo se puede hacer mediante experimentos. **(Corzo & Cuatin, 2011, pp. 7)**

➤ **Mezclado**

El propósito de esta etapa es obtener una mezcla homogénea, que se puede hacer de forma manual o mecánica. El proceso mecánico más utilizado se basa en la fijación de diferentes componentes en un mezclador para que se fusionen hasta que alcancen una mezcla de color uniforme. **(Corzo & Cuatin, 2011, pp. 7)**

➤ **Moldeado**

Espolvorea primero la mezcla en el molde, límpiala con anticipación y luego vibra para compactarla. El experimento determinó el tiempo de vibración, frecuencia y amplitud, y presión de compactación. Finalmente, retire los adoquines del molde para resolver cualquier grieta o deformación. **(Corzo & Cuatin, 2011, pp. 7)**

➤ **Fraguado**

La reacción química entre el cemento y el agua endurece al concreto. Para que los forjados sean satisfactorios, los adoquines siempre deben protegerse de la luz solar y el viento para evitar que la humedad contenida en ellos se evapore e interrumpa el proceso, en cuyo caso se obtendrá resistencia contra la mala percepción. **(Corzo & Cuatin, 2011, pp. 7)**

## ➤ **Curado**

Está en soportar la humedad del concreto, por lo que debe agregarse regularmente para lograr la reacción química continua del cemento. Con este fin, los adoquines se clasifican adecuadamente para que puedan mojar completamente sus superficies. **(Corzo & Cuatin, 2011, pp. 7)**

### Curado

En la presente investigación se desarrolló cuatro métodos de curados con el fin de obtener una normal o alta resistencia a los 7,14, y 28 días. Una de ella es el método de curado convencional que se realiza usualmente y las otras tres son tipos de curados no convencionales pero que pueden alcanzar o sobrepasar a una alta resistencia de la convencional y nos sea más favorable para así evitar el menos uso de agua potable.

Los métodos de curado no convencionales serán detallados a continuación.

#### ○ **Curado adiabático**

“Esto significa que un determinado proceso puede garantizar que el proceso de fraguado del concreto se realice de manera uniforme sin cambiar la temperatura interna, aislándolo de la temperatura ambiente, es decir, sin perder o aumentar la temperatura.” **(Caparó, 2017, pp. 67).**

Para este procedimiento se fabricó una cámara de curado adiabático con cooler de tecnopor (Figura N°04) lo cual cumple con los requisitos de mantener la temperatura del concreto. La cámara fue recubierta con lana de fibra de vidrio (Figura N°05) en toda las dimensiones.

La cámara adiabática asegurara una temperatura en el calor de hidratación en los moldes concreto entre 30.0 °C y 49.0 °C para concretos fabricados con cemento Tipo I, la temperatura se midió con termohidrómetros con sensores. (Figura N°06). Los especímenes fueron almacenados durante 7, 14,28 días en la cámara para luego ser determinados su resistencia a la comprensión con la rotura del adoquín de concreto. Este sistema acelera el calor de hidratación del cemento y por consiguiente acelera el proceso de fragua, logrando tener una alta resistencia a edad temprana. (Caparó, 2017, pp. 67)

○ **Curado recubriendo las superficies con película de plástico**

“Proceso que se utilizó para envolver el adoquín de concreto, una película de plástico (Figura N°07), que debe tener un espesor mínimo de 0.1mm” (Yura, 2019).

La película plástica se colocó encima de toda su superficie mojada del concreto fresco lo más prontamente posible, sin dañarlo cubriendo la totalidad expuestas de sus partes.

Después de haberlo colocado la película sujetándose bien para que se mantenga en contacto con el concreto durante el tiempo de curado especificado, se enterró a una profundidad de 65cm aproximadamente, donde la superficie debe estar plana y sin arrugas, para minimizar el descoloramiento que ocasiona el moteado.

Se colocó franjas de tierra, a lo largo de todos los bordes y juntas, para retener la humedad en el concreto y evitar que el viento penetre bajo la película y la levante.

Se usan generalmente plásticos blancos o transparentes, porque reflejan los rayos del sol mientras protegen, son útiles, como los transparentes, en clima cálido; por tal razón

es útil para generar un curado adecuado del concreto a bajas temperaturas o acelerar “gratis” resistencias aprovechando la radiación solar.

- **Curado químico**

El principio de funcionamiento del indicador es formar una membrana impermeable en el concreto para contrarrestar la pérdida de agua causada por la evaporación. Este proceso utiliza productos agregados a la superficie del concreto para evitar la pérdida de agua y asegurar que la humedad necesaria esté presente durante el proceso de hidratación **(Carbajal, 1998, pps. 115-124)**

Después de desencofrar, el producto debe colocarse con un rociador lo antes posible, y el concreto debe humedecerse con anticipación para compensar la pérdida de agua que se produjo antes de la operación de curado. **(Carbajal, 1998, pps. 115-124)**

Para este proceso de curado químico se decidió utilizar el aditivo curador Sikacem Curador.

**Aditivo curador Sikacem curador** (Figura N°08)

Forma una película impermeable al agua y al aire y es un agente de curado químico para concreto y mortero, que evita la evaporación de agua mezclada y el secado prematuro del concreto debido a los efectos de la luz solar y/o el viento. Adhesión cuando se pulveriza sobre hormigón fresco. Superficie (hormigón). **(Sika Perú S.A, 2019, pp. 1)**

El aditivo puede evitar la evaporación excesiva debido a la influencia del sol y el viento, proporcionando así una protección duradera y duradera para el concreto, por lo que

puede evitar grietas en la superficie de la alianza de concreto debido al endurecimiento.

**(Sika Perú S.A, 2014, pp. 1)**

Ventajas:

- Secado prematuro del agua reduciéndose el riesgo de fisuración.
- Se pulveriza sobre la superficie con una rapidez y facilidad de aplicación en el concreto.
- Reduce los tiempos de curado con agua (7 días) y hace las superficies muy resistentes.
- Es de aspecto transparente incoloro con el que se puede trabajar cómodamente. **(Sika**

**Perú S.A, 2019, pp. 1)**

### **Usos, ventajas y propiedades de los adoquines**

#### ○ Usos

“Se emplean en calles, áreas peatonales, parques, centros comerciales, en todo el campo de la construcción, etc. También este adoquín de concreto se usan sobren otros materiales por ventajas, tales como: asfalto, pavimentos comunes, baldosas, etc” **(Holcim (s.f), 2012).**

#### ○ Ventajas

- Tienen un óptimo resalte visual ejecutado en la pavimentación, se fabrican una variedad de formas y colores.
- Puede ser reutilizado este adoquín después de modificaciones y reparaciones.
- Para su implementación los procesos químicos y térmicos no intervienen.
- Se toma acciones de la intemperie donde se diseñan muchos niveles de durabilidad y resistencia a la abrasión del tránsito.

- No requiere de mano de obra especializada por la facilidad en su instalación.
  - Debido a que son elementos se adaptan a cualquier altercado de las vías ya que no están unidos rígidamente.
- Aspectos visuales de adoquines.

### Dimensiones

El tamaño de los adoquines puede variar según el tema de la fabricación. Se recomienda que en adoquines rectangulares, la relación  $l/a$  en el plano no se eleve a 2.0, y la relación  $e/l$  no debe ser inferior a 0.20 o no mayor a 0.50. Los cambios pueden afectar la transferencia de carga a través de las juntas, lo que puede dañar la apariencia del pavimento.

Sin embargo, es necesario verificar si el tamaño de cada objeto es consistente. El tamaño del adoquín de concreto tipo I para peatones es: 20x10x4 cm.

### Peso

En cuanto al peso de los adoquines según el tamaño, tienen un peso característico y dependen de los materiales utilizados en su fabricación.

### Textura

Adaptarse a las necesidades específicas de los usuarios, debido al agregado utilizado en la producción de adoquines, se obtiene un acabado superficial con diferentes rugosidades.



## Color

El color dependiendo del fabricante puede colocarse solo una capa superficial, en estos casos mayormente de hacen para adoquines bicapa o en los elementos de adoquines monocapas. Los adoquines se debe comprobar que el pigmento usado no altere las propiedades del concreto, estos deben permanecerse inalterable con el tiempo.

**(Propiedades de adoquines (s.f.), 2012)**

### **VARIABLE DEPENDIENTE:**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>INDICADOR</b>
Resistencia a la compresión	Esfuerzo máximo que padece un material bajo una carga de aplastamiento (Juárez, E. 2005)	Esfuerzo máximo que padece un adoquín de concreto bajo una carga definida.	Kg/cm <sup>2</sup>

### **VARIABLE DEPENDIENTE:**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>INDICADOR</b>
Métodos de curados	Aplicación de diferentes métodos de curados para un adoquín de concreto tipo I.	Método de curado adiabático, método de curado recubriendo la superficie con película de plástico y método de curado químico

Como hipótesis de la presente tesis tenemos que Es probable obtener una resistencia mayor en adoquines de concreto tipo I, con el método de curado adiabático, método de

curado recubriendo las superficies con película de plástico y curado químico, con respecto al método de curado convencional.

**Objetivo General:**

Determinar la resistencia a la compresión de adoquines de concreto tipo I, utilizando métodos de curados, curado convencional, curado adiabático, curado con película de plástico y curado químico, Chimbote - 2020.

Objetivo específico:

- Determinar las características físicas y mecánicas de los agregados.
- Determinar la relación A/C de adoquines de concreto tipo I.
- Aplicar el método de curado convencional, curado adiabático, curado con película de plástico y curado químico de adoquines de concreto tipo I.
- Determinar las condiciones físicas del proceso de los métodos de curado.
- Determinar la resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días de la muestra patrón y experimentales; y prueba estadística.

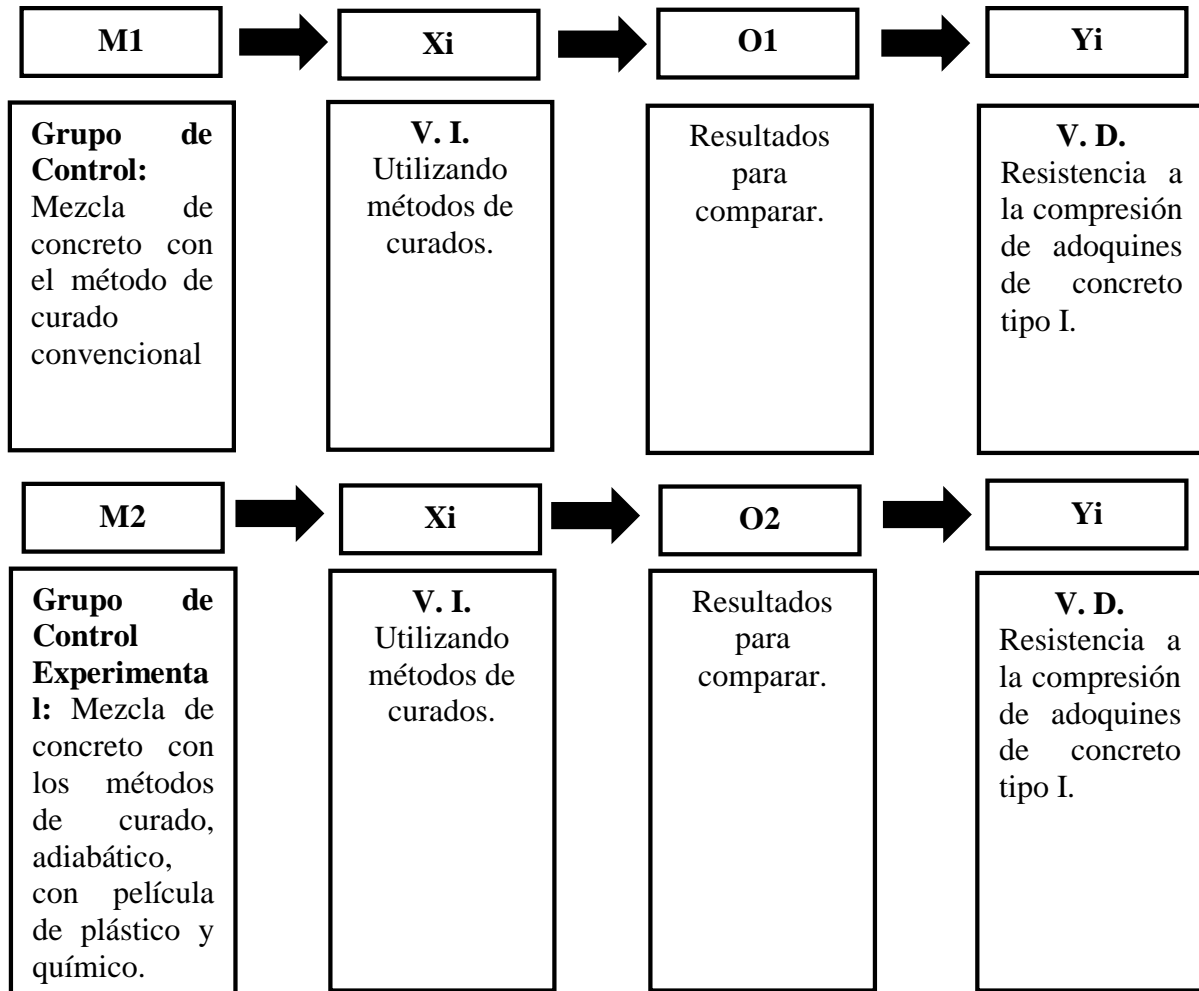
## II. METODOLOGÍA

La razón de este tipo de investigación es porque su objetivo principal es resolver problemas prácticos, y la capacidad de generalización es limitada. De esta manera, ha contribuido al conocimiento científico desde una perspectiva teórica. Trataremos de estudiar un nuevo método de curado para que sobrepase la resistencia de los adoquines de concreto que vaya más allá de los métodos de curado convencional.

Como diseño de investigación del proyecto, es cuasi-experimental: el término "cuasi-experimental" indica que el diseño cuasi-experimental casi ha alcanzado el nivel experimental, y la falta de criterios para alcanzar este nivel es que no hay un tipo aleatorio, es decir, no hay forma de garantizar el grupo experimental y el control, la equivalencia inicial del grupo.

Existen dos grupos de estudio que se analizó mediante adoquines de concreto tipo I, el método de curado convencional y los otros métodos; método de curado adiabático, método con película de plástico y método químico, con el fin de compararse estudios dados.

La estructura de los diseños cuasi experimental implica usar un diseño solo con posprueba o uno con preprueba. Siendo el esquema de dicho diseño de investigación el siguiente:



**M1: Grupo Control:** Mezcla de concreto con el método de curado convencional.

**Xi: Variable(s) Independiente(s) de estudio:** Utilizando métodos de curados

**O1 Y O2: Observaciones:** Resultados para comparar.

**Yi: Variable(s) Dependiente(s) de estudio:** Resistencia a la compresión de adoquines de concreto tipo I.

**M2: Grupo control experimental:** Mezcla de concreto con los métodos de curado, adiabático, con película de plástico y químico.

## **POBLACIÓN – MUESTRA**

### ✓ POBLACIÓN

La cantidad total de agregado grueso (Tn) y de agregado fino (Tn) extraídos de la cantera “La sorpresa”, el cemento tipo I (bolsa), agua potable (Lt), la lana fibra de vidrio (rollo), la película de plástico (rollo) y sikacem curador (balde), fueron llevados al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad San Pedro.

En la cantera “La sorpresa”, se recolectó los componentes para realizar el diseño de mezcla tales como confitillo y arena gruesa. Todos los materiales recolectados fueron analizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad San pedro.

### ✓ MUESTRA

- 36 adoquines de concreto tipo I, elaborados con cemento portland tipo I, curadas con el método convencional (agua potable), método de curado adiabático (lana de fibra de vidrio), método de curado recubriendo la superficie del concreto (película de plástico), y método de curado químico (sikacem curador).
- Para la muestra se utilizó tres sacos de 50kg de agregado grueso (confitillo) y tres sacos de 50 kg de agregado fino (arena gruesa), los agregados fueron extraídos de la cantera “La sorpresa”.
- Bolsa de cemento portland tipo I.
- Deposito con 1m<sup>3</sup> de capacidad

- Se realizó los curados en las mismas cantidades de moldes de adoquines tipo I tanto como para la curada convencional y las experimentales, curado adiabático, curado con película de plástico y curado químico. Se hicieron para un tipo se resistencia y se utilizó un tipo de cemento I.
- Métodos de curados a 7, 14 y 28 días para un tipo de cemento I en resistencia  $f'c=320$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla N° 06: Total de adoquines para los métodos de curados.**

<b>Item</b>	<b>Métodos de curados</b>	<b>N° de adoquines</b>
<b>A</b>	Curado convencional	<b>9</b>
<b>B</b>	Curado adiabático	<b>9</b>
<b>C</b>	Curado con película de plástico	<b>9</b>
<b>D</b>	Curado químico	<b>9</b>
<b>Total</b>		<b>36</b>

- Se obtuvo el registro de datos para la temperatura que se tomó diariamente.

## **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

### ✓ TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Entre las técnicas a utilizar para verificar la recolección de datos requeridos en la investigación tenemos:

- Visitar a la cantera de agregados finos y gruesos.

- Ensayos de los materiales y verificación de la calidad del concreto en el laboratorio de mecánica de suelos.
- Análisis del resultado de los diferentes tipos de ensayos.
- Elaborar cuadros comparativos experimental y la muestra control.
- Elaboración del adoquín de concreto tipo I.
- A través de los ensayos de laboratorio, en forma experimental, visual y analítica observaremos el comportamiento del fraguado del concreto y las propiedades alcanzadas durante los ensayos.

#### ✓ INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

En el proyecto de investigación:

La técnica de recolección de datos: Se utilizará el mediante método de la observación, ya que se realizará diversos ensayos y pruebas en el laboratorio.

El instrumento:

Sera una guía de observación, donde se utilizará los materiales necesarios del laboratorio según cada ensayo por cada agregado.

- Registro de ensayos en laboratorio de agregados
- Guía de observación.

Los instrumentos serán tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo de contenido de humedad de arena gruesa.
- Ensayo de contenido de humedad del confitillo

- Ensayo granulométrico de la arena gruesa.
- Ensayo granulométrico del confitillo.
- Ensayo de peso específico de arena gruesa.
- Ensayo de peso específico del confitillo.
- Ensayo de peso unitario de la arena.
- Ensayo de peso unitario del confitillo.
- Ensayo de peso compactado de la arena.
- Ensayo de peso compactado del confitillo.
- Diseño de mezcla.
- Cono de abrams.
- Elaboración de adoquines de concreto tipo I.
- Ensayo a la compresión.
- Rotura de adoquines

El registro de datos en las guías de observación de la resistencia a la compresión del adoquín se realizará a los 7, 14 y 28 días.

- Para los cálculos y para el análisis de los resultados reportados por el laboratorio mecánica de suelos utilizare el formato del programa Excel.

### **PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Para el procedimiento y análisis de la información se tomó la recolección de datos de la siguiente manera.



- Presentación de la programación de ensayos y coordinación con el jefe del laboratorio de mecánica de suelos, para realizar los ensayos según lo establecido.
- Extracción de agregados de la cantera para hacer los ensayos correspondientes.
- Aplicación de un registro de apuntes, fotografías, filmaciones y fichas de registro durante el desarrollo de las actividades y procedimientos de elaboración y curado de las muestras de adoquín en sus diferentes días.
- Aplicación del curado de los adoquines de concreto tipo I, convencional y experimentales.
- Con los datos obtenidos, realizare cuadros comparativos que me ayudaran ver el calor de hidratación del cemento y el aceleramiento de fragua como influencia alcanzar una mejor resistencia.

## **METODOLOGIA DEL TRABAJO**

### **✓ EXTRACCION DE LOS AGREGADOS:**

#### **Ubicación:**

Se trató de la cantera “La sorpresa”, que se encuentra ubicada a unos 2.8km del túnel de Coishco al N 57° OE con respecto a la ciudad de Chimbote. En ella se puedo encontrar agregados finos y gruesos, arena y confitillo. (Figura N°01)

## Geología:

Se adquirió los materiales de la cantera “La sorpresa”, confitillo y arena gruesa. Se llevó los materiales al Laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP, luego se empezó hacer los ensayos de las características de los agregados como: Contenido de humedad, granulometría, peso unitario, peso compactado y absorción – gravedad específica.

## ✓ COMPONENTES DEL ADOQUIN DE CONCRETO

### ○ CEMENTO PORTLAND TIPO I – PACASMAYO

#### Características físicas:

**Tabla N° 07: Características Físicas Cemento Tipo I**

CARACTERISTICAS	CEMENTO TIPO I MEJORADO
Peso Especifico	3.10
Contenido de aire	10.50%
Fraguado Vicat:	
Inicial	2h59m
Final	5h10m
Superficie Especifica	3,400 cm <sup>2</sup> /gr.
Expansión auto clave	0.22%
Resistencia a la compresión	
3 días	168 kg/cm <sup>2</sup>
7 días	210 kg/cm <sup>2</sup>
28 días	273 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Cementos Pacasmayo

Características químicas:

**Tabla N° 08: Características Químicas Cemento Tipo I**

DESCRIPCIÓN	FORMULA	CANTIDAD (%)
Dióxido de Silicio	SiO <sub>2</sub>	19.5
Oxido de Hierro	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.3
Oxido de Aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.2
Oxido de Calcio	CaO	63.02
Oxido de Magnesio	MgO	2.13
Óxido de Azufre	SO <sub>3</sub>	2.5
Cal libre	-	1.2
Residuo Insoluble	-	0.5
Oxido de Sodio + Oxido Potasio	-	-
Silicato Tricalcico	C <sub>3</sub> S	54.85
Silicato Dicalcico	C <sub>2</sub> S	14.53
Aluminato Tricalcico	C <sub>3</sub> A	10.85
Ferro Aluminato Tetracalcico	C <sub>4</sub> AF	10.04

Fuente: Cementos Pacasmayo

o AGREGADOS

Agregado Grueso y Fino

Cantera “La sorpresa”

Es una cantera que explota para diferentes entidades públicas y privadas de la zona, y como también para personas que se dedican a esta labor con el uso de estos agregados,

que se dedica exclusivamente a la explotación de arena gruesa y confitillo para la construcción

Distrito : Chimbote  
Provincia : Santa  
Departamento : Ancash  
Región : Ancash

#### Accesibilidad:

La vía principal de acceso a esta cantera es la carretera panamericana norte, con el camino de acceso a la margen derecha de la panamericana, a 3 km de la distancia de la misma.

#### Métodos de explotación:

La explotación se realiza a cielo abierto con cargador frontal y una zaranda estática.

#### Tipos de Agregados:

El material que comercializa esta cantera es: piedra zarandeada de ½” a ¾”, 1” y arena gruesa. (Figura N°02 – N°03)

#### o AGUA POTABLE

El agua potable usada para el proyecto de investigación se tomó de la red pública de la ciudad de Chimbote.

✓ **MEDIDA DEL MOLDE PARA UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I.**

El molde para el diseño de adoquines de concreto tipo I que es para uso peatonal, sus medidas son, largo = 20cm, alto = 10 cm y ancho = 4 cm. (Figura N°09)

✓ **PROGRAMA DE ENSAYOS Y ELABORACIÓN DEL ADOQUIN DE CONCRETO.**

Se tomó muestras de materiales como confitillo y arena gruesa para poder desempeñar los ensayos que nos puedan dar las propiedades físicas de los materiales y así llevar acabo un diseño de adoquín de concreto tipo I, con cemento tipo I.

- Procedimiento de ensayo de contenido de humedad del agregado grueso y agregado fino.

✓ Para el análisis de contenido de humedad se pesaron las muestras húmedas de los agregados. (Figura N° 10)

✓ Se pasó a colocar la muestra de agregado grueso y agregado fino al horno eléctrico por 24 horas. (Figura N° 11)

✓ Por último, se retiró la muestra seca de los dos agregados y se pesó para determinar su contenido de humedad. (Figura N° 12)

- Procedimiento de ensayo de granulometría del agregado grueso.

- ✓ Para el análisis granulométrico del agregado grueso primero se cuarteo la muestra como indica la norma de esta manera. (Figura N° 13)
  
- ✓ Una vez cuarteada tres veces la muestra, se tomó la muestra representativa del agregado grueso procediendo a verter dicho agregado en el tamiz. (Figura N°14)
  
- ✓ Colocada la muestra, se tamizo el agregado a un cierto tiempo y luego se retiró cada muestra retenida en las mallas. (Figura N°15)
  
- ✓ Retirada cada una de las muestras retenidas se procedió a colocarlas en taras para pesar cada una de las cantidades retenidas. (Figura N°16)

- Procedimiento de ensayo de granulometría del agregado fino.

- ✓ Al igual que el agregado grueso se procedió a realizar el cuarteo respectivo del agregado fino para el presente ensayo como lo indica la norma, y poder extraer dicha muestra. (Figura N° 17)
  
- ✓ Una vez obtenida la muestra, se procedió a colocarla en el juego de tamices, de esta manera se procedió a realizar el movimiento respectivo para la clasificación por tamaños del agregado. (Figura N° 18)

- ✓ Luego una vez realizado los movimientos y habiéndose separado la muestra por tamaños se procedió a separar los tamices muy cuidadosamente. (Figura N° 19)
  
- ✓ Extraída cada una de las muestras se procedió a pesar el material retenido de cada malla. (Figura N° 20)
  
- Procedimiento de ensayo de gravedad específica y absorción en agregado grueso.
  
- ✓ Dicha muestra agregado grueso se sumergió en agua durante 24 horas, pasado el periodo de saturación el material será extraído. (Figura N° 21)
  
- ✓ Para este ensayo el material ha de estar en su estado de superficialmente seco, se procedió a secar dicha muestra con ayuda de una franela hasta que el material no esté muy mojado. (Figura N° 22)
  
- ✓ Se procedió a determinar el peso del material superficial seco (agua), colocando el confitillo en una canastilla, sumergidas en agua, sin que se haya pérdida el material, se vació a una tara para secarlas totalmente en un horno eléctrico. (Figura N° 23)
  
- ✓ Por último, se colocó la muestra al horno eléctrico por 24 horas. (Figura N° 24)

- Procedimiento de ensayo de gravedad específica y absorción en agregado fino.
  - ✓ Asimismo, el agregado fino se sumergió en agua dejando saturar durante 24 horas.  
(Figura N° 25)
  - ✓ Pasado el periodo de saturación se procedió a esparcir el agregado fino a una bandeja para luego secarlo en la cocina. (Figura N° 26)
  - ✓ Una vez secado el material se esparció en un lugar limpio el agregado fino a través de la malla N°4, humedecemos echando un poco de agua, y mezclamos uniformemente.  
(Figura N° 27)
  - ✓ Se pesó de picnómetro más agua. (Figura N° 28)
  - ✓ Luego se retiró una pequeña muestra de 300gr para colocarlo en el picnómetro. (Figura N° 29)
  - ✓ Echamos el material al picnómetro y lo colocamos a la bomba de vacíos por unos 10 min. (Figura N° 30)
  - ✓ Pasado los 10min se procedió a pesar el picnómetro más agua más el agregado fino.  
(Figura N° 31)



- ✓ Se sacó otra pequeña muestra de 300gr para secar en horno y determinar su peso final.  
(Figura N° 32)
  
- Procedimiento de ensayo de pesos unitarios: suelto y compactado del agregado grueso.
  - ✓ Se pesó el molde. (Figura N° 33)
  
  - ✓ Luego se colocó el agregado grueso al molde. (Figura N° 34)
  
  - ✓ Se enrasó el material de una manera que tenga la misma altura. (Figura N° 35)
  
  - ✓ Después se pesó el material grueso con el molde para determinar el peso unitario suelto, se sigue el procedimiento tres veces. (Figura N° 36)
  
  - ✓ Luego se colocó el material al molde por tres capas. (Figura N° 37)
  
  - ✓ Por cada tres capas chuseamos 25 golpes. (Figura N° 38)
  
  - ✓ Terminando de dar los 25 golpes en la última capa, enrasamos. (Figura N° 39)
  
  - ✓ Por último, se pesó la muestra compactada y así repetimos tres veces. (Figura N° 40)

- Procedimiento de ensayo de pesos unitarios: suelto y compactado del agregado fino.

- ✓ Se pesó el molde sin material. (Figura N° 41)
- ✓ Luego se colocó el material de agregado fino al molde. (Figura N° 42)
- ✓ Se procedió a enrasar para determinar la misma altura del molde. (Figura N° 43)
- ✓ Después pesamos el material suelto, repetir tres veces. (Figura N° 44)
- ✓ Se colocó el material de agregado fino en tres capas. (Figura N° 45)
- ✓ Se compacto con 25 golpeas cada capa. (Figura N° 46)
- ✓ Luego se enraso el material de agregado fino. (Figura N° 47)
- ✓ Finalmente se pesó el material compactado repitiendo tres veces. (Figura N° 48)

- Procedimiento de ensayo de prueba de slump.

- ✓ Se preparó el diseño de mezcla obtenida. (Figura N° 49)
- ✓ Se colocó el material en el Cono de Abrams por cada tres capas con 25 golpes. (Figura N° 50)

- ✓ Se procedió a retirar el Cono de Abrams. (Figura N° 51)
- ✓ Por último, se verificó de la mezcla de concreto una vez retirada el Cono de Abrams. (Figura N° 52)

- Procedimiento para la fabricación de los adoquines de concreto.

- ✓ Se obtuvo todos los resultados de calidad de los agregados, calculamos el diseño de mezcla para la elaboración del adoquín de concreto tipo I, obteniéndose: (Figura N° 53)

**Tabla N° 09: Dosificación por Adoquín de concreto Tipo I**

DOSIFICACIÓN POR ADOQUÍN (20 cm x 10 cm x 4cm)	
AGREGADO GRUESO	0.381 KG
AGREGADO FINO	0.997 KG
CEMENTO	0.482 KG
AGUA	0.203 KG

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Después se pesó todos los agregados y se pasó luego hacer el mezclado homogéneamente. (Figura N° 54)

- ✓ Se colocó el concreto al molde del adoquín hasta formar su estructura y desencoformamos al instante hasta fraguar por un día, para luego pasar con los días de curado. (Figura N° 55 – N°56 – N°57 – N°58)
  
- ✓ Por ultimo cumpliendo los días de curado se realizó el ensayo de resistencia a la compresión. (Figura N° 59)
  
- Procedimiento para el método de curado adiabático.
  - ✓ Para la elaboración del método de curado adiabático (Figura N° 60) se utilizó tres coolers como cámaras térmicas para introducir los adoquines y empezar con los días de curado.
  
  - ✓ Cada caja estuvo colocada con un material térmico - Lana de fibra de vidrio (Figura N° 61) para ser envuelto al adoquín de concreto, con un hidrómetro con sensor colocado en el concreto endurecido para tener en cuenta la evolución de la temperatura final al curar. (Figura N° 62)
  
  - ✓ Se colocaron tres muestras experimentales para cada caja como cámaras para los adoquines de concreto tipo I. (Figura N° 63)
  
  - ✓ Se colocó el sensor al intermedio de los adoquines de concreto para determinar su temperatura al ambiente cerrado. (Figura N° 64)

- ✓ Por último, se tapó bien los adoquines de concreto con el material térmico, y pasamos a colocar la tapa del cooler y luego cumpliendo los días de curado se realizamos en el ensayo de resistencia a la compresión. (Figura N° 65)
  
- Procedimiento para el método de curado con película de plástico.
  - ✓ Elaboración propia para realizar este método, se preparó las muestras para el curado envuelto con película de plástico para luego ser enterradas a tierra por 7,14 y 28 días, se empezó envolviendo de manera vertical con este material. (Figura N° 66)
  
  - ✓ Luego también se envolvió de manera horizontal y asimismo se hizo para todas las muestras por igual. (Figura N° 67)
  
  - ✓ Se procedió hacer tres zanjas pequeñas de 40x25cm y de alto 70 cm para las muestras donde se colocará los adoquines de concreto. (Figura N° 68)
  
  - ✓ Se enterraron las muestras envueltas con película de plástico, en el cual se colocó tres adoquines de concreto por cada zanja y se prosiguió a tapar. (Figura N° 69)
  
  - ✓ Se dejaron colocados los experimentales para los 7, 14 y 28 días de curado, cumpliendo estos días, se procede a la aplicación del ensayo de resistencia a la compresión. (Figura N° 70)

- Procedimiento para el método de curado químico.
  - ✓ Primero se vertió el curador puro en un pulverizador para luego ser aplicado a los adoquines de concreto tipo I. (Figura N° 71)
  - ✓ Se utilizó una base de vidrio para que el líquido curador no sea absorbido por el terreno para que se dé resultados favorables. (Figura N° 72)
  - ✓ Se aplicó el sikacem-curador a toda la superficie de cada adoquín de concreto fresco recién colocado y acabado. (Figura N° 73)
  - ✓ Finalmente se dejaron colocados los adoquines para los 7,14 y 28 días de curado, y posteriormente realizar el ensayo de resistencia a la compresión. (Figura N° 74)
  
- Ensayo de Resistencia a la compresión.
  - ✓ Ensayo de resistencia a la compresión de los métodos de curados experimentales a los 7,14 y 28 días de curado. (Figura N° 75)

### III. RESULTADOS

- **ENSAYO DE MATERIALES**

- ✓ **CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS**

AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)

**Tabla N°10: Contenido de Humedad Agregado Grueso**

<b>Prueba N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	362	508	470
TARA + SUELO SECO (gr)	361	507	469
PESO DEL AGUA (gr)	1.0	1.0	1.0
PESO DE LA TARA (gr)	62	208	170
PESO DEL SUELO SECO (gr)	299	299	299
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.334	0.334	0.334
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		0.334	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos - USP

AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

**Tabla N°11: Contenido de Humedad Agregado Fino**

<b>Prueba N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	500	502	512
TARA + SUELO SECO (gr)	498	500	510
PESO DEL AGUA (gr)	2.0	2.0	2.0
PESO DE LA TARA (gr)	200	202	212
PESO DEL SUELO SECO (gr)	298	298	298
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.671	0.671	0.671
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		0.671	

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

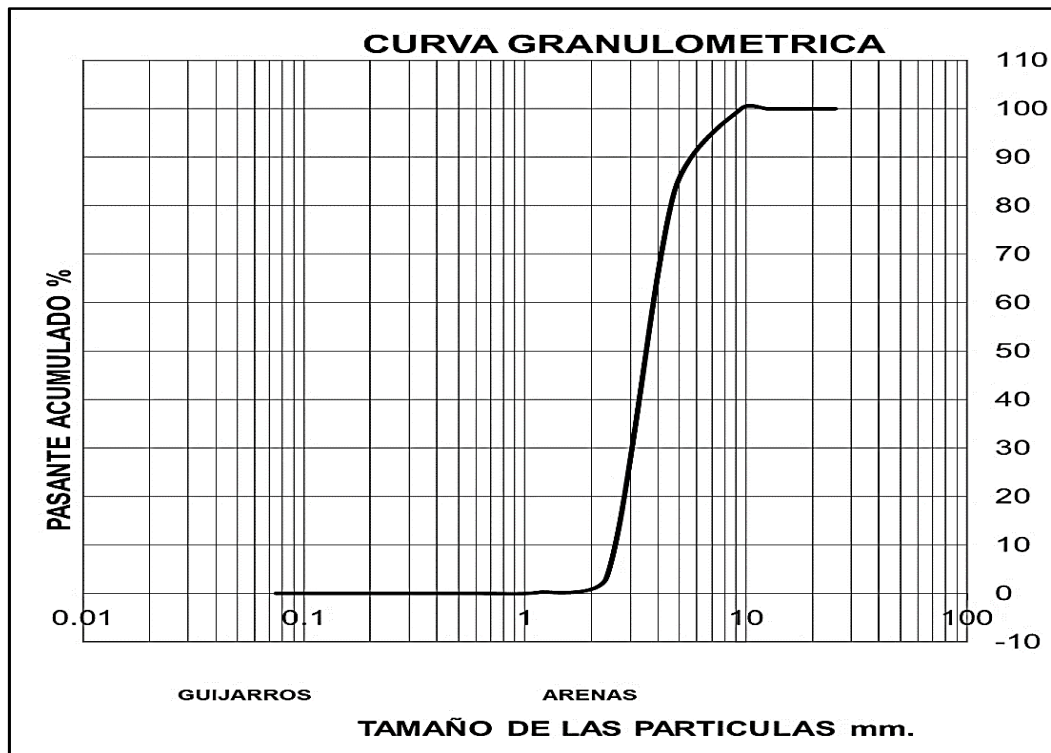
✓ ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS

AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)

Tabla N°12: Análisis Granulométrico Agregado Grueso

N TAMIZ''	FAC		%	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
	MALLA mm	PESO PARCIAL			
1	25.4	0	0.0	0.0	100.0
3/4	19.1	0	0.0	0.0	100.0
1/2	12.5	0	0.0	0.0	100.0
3/8	9.52	0	0.0	0.0	100.0
4	4.76	136.00	17.0	17.0	83.0
8	2.36	636.00	79.5	96.5	3.5
16	1.18	26.00	3.3	99.8	0.3
30	0.6	2.00	0.3	100.0	0.0
50	0.3	0.00	0.0	100.0	0.0
100	0.15	0.00	0.0	100.0	0.0
200	0.075	0.00	0.0	100.0	0.0
<b>FONDO</b>		0.00	0.0	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>		<b>800.00</b>	100.0		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP





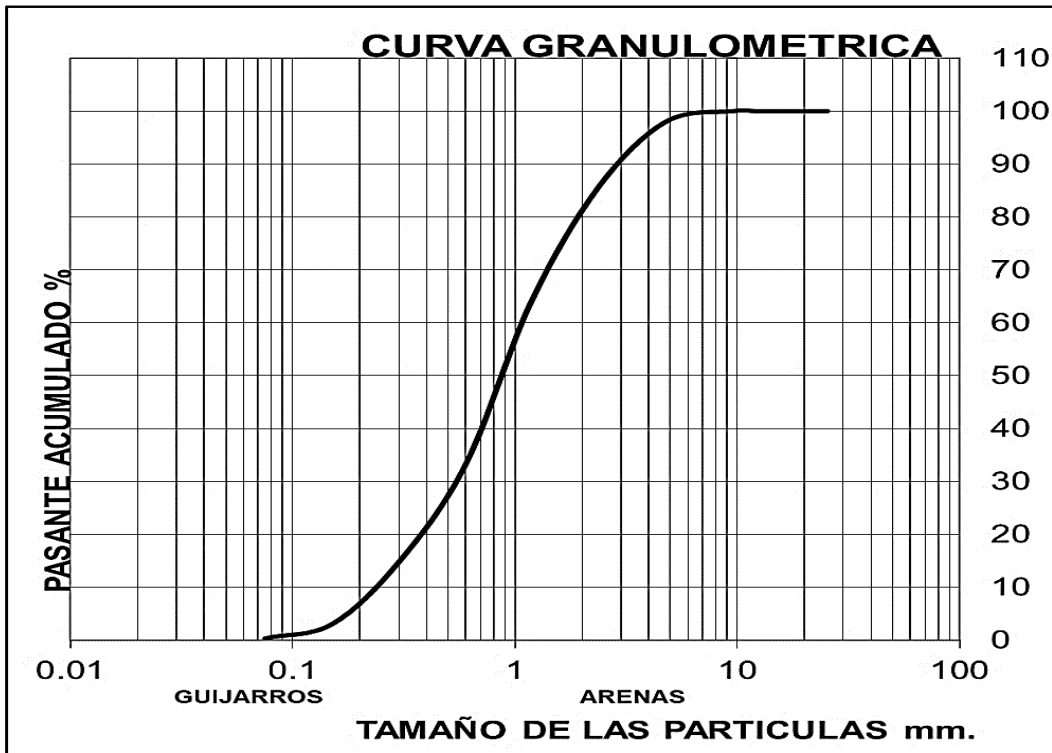
AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

Modulo de Fineza: 3.01

**Tabla N°13: Análisis Granulométrico Agregado Fino**

N TAMIZ"	FAC MALLA mm	PESO PARCIAL	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
1"	25.4	0	0.0	0.0	100.0
3/4	19.1	0	0.0	0.0	100.0
1/2	12.5	0	0.0	0.0	100.0
3/8	9.52	0	0.0	0.0	100.0
4	4.76	12.00	2.0	2.0	98.0
8	2.36	74.00	12.5	14.5	85.5
16	1.18	128.00	21.5	36.0	64.0
30	0.6	182.00	30.6	66.7	33.3
50	0.3	110.00	18.5	85.2	14.8
100	0.15	70.00	11.8	97.0	3.0
200	0.075	16.00	2.7	99.7	0.3
<b>FONDO</b>		2.00	0.3	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>		<b>594.00</b>	100.0		

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP



✓ **GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS**

**AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)**

**Tabla N°14: Gravedad específica y absorción del agregado grueso**

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	786.90	744.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	472.70	449.70
C	Volumen de masa + volumen de vacios(A-B)	314.20	294.30
D	Peso de material seco en estufa	781.90	740.10
E	Volumen de masa (C-(A-D))	309.20	290.40
G	<b>P.e. Bulk (Base Seca) D/C</b>	2.489	2.515
H	<b>P.e. Bulk (Base Saturada) A/C</b>	2.504	2.528
I	<b>P.e. Aparente (Base Seca) D/E</b>	2.529	2.549
F	Absorción (%) $((D-A/A) \times 100)$	0.64	0.52

<b>P.e. Bulk (Base Seca) D/C</b>	:	<b>2.502</b>
<b>P.e. Bulk (Base Saturada) A/C</b>	:	<b>2.516</b>
<b>P.e. Aparente (Base Seca) D/E</b>	:	<b>2.539</b>
<b>Absorción (%)</b>	:	<b>0.58</b>

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

**AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)**

**Tabla N°15: Gravedad específica y absorción del agregado fino**

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	666.00	666.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios(A+B)	966.00	966.00
D	Peso de picnometro + agua + material	854.00	854.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios(C-D)	112.00	112.00
F	Peso de material seco en estufa	297.00	297.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))	109.00	109.00
H	<b>P.e. Bulk (Base Seca) F/E</b>	2.652	2.652
I	<b>P.e. Bulk (Base Saturada) A/E</b>	2.679	2.679
J	<b>P.e. Aparente (Base Seca) F/E</b>	2.725	2.725
K	Absorción (%) $((D-A/A) \times 100)$	1.01	1.01

<b>P.e. Bulk (Base Seca) D/C</b>	:	<b>2.652</b>
<b>P.e. Bulk (Base Saturada) A/C</b>	:	<b>2.679</b>
<b>P.e. Aparente (Base Seca) D/E</b>	:	<b>2.725</b>
<b>Absorción (%)</b>	:	<b>1.01</b>

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

## ✓ PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

### ➤ PESO UNITARIO SUELTO

#### AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)

**Tabla N°16: Peso unitario del agregado grueso**

<b>Ensayo N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde + muestra	6822	6814	6818
Peso de molde + muestra	3300	3300	3300
peso de muestra	3522	3514	3518
volumen de molde	2750	2750	2750
peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1281	1278	1279
<b>Peso unitario promedio (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	1279.27		
CORREGIDO POR HUMEDAD			

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

#### AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

**Tabla N°17: Peso unitario del agregado fino**

<b>Ensayo N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde + muestra	7820	7806	7790
Peso de molde + muestra	3300	3300	3300
peso de muestra	4520	4506	4490
volumen de molde	2750	2750	2750
peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1644	1639	1633
<b>Peso unitario promedio (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	1638.30		
CORREGIDO POR HUMEDAD			

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

➤ PESO UNITARIO COMPACTADO

AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)

**Tabla N°18: Peso compactado del agregado grueso**

<b>Ensayo N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde + muestra	7266	7184	7128
Peso de molde + muestra	3300	3300	3300
peso de muestra	3966	3884	3828
volumen de molde	2750	2750	2750
peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1442	1412	1392
<b>Peso unitario promedio (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	1415.52		
CORREGIDO POR HUMEDAD			

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

**Tabla N°19: Peso compactado del agregado fino**

<b>Ensayo N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Peso de molde + muestra	8288	8306	8272
Peso de molde + muestra	3300	3300	3300
peso de muestra	4988	5006	4972
volumen de molde	2750	2750	2750
peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1814	1820	1808
<b>Peso unitario promedio (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	1814.06		
CORREGIDO POR HUMEDAD			

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos -USP

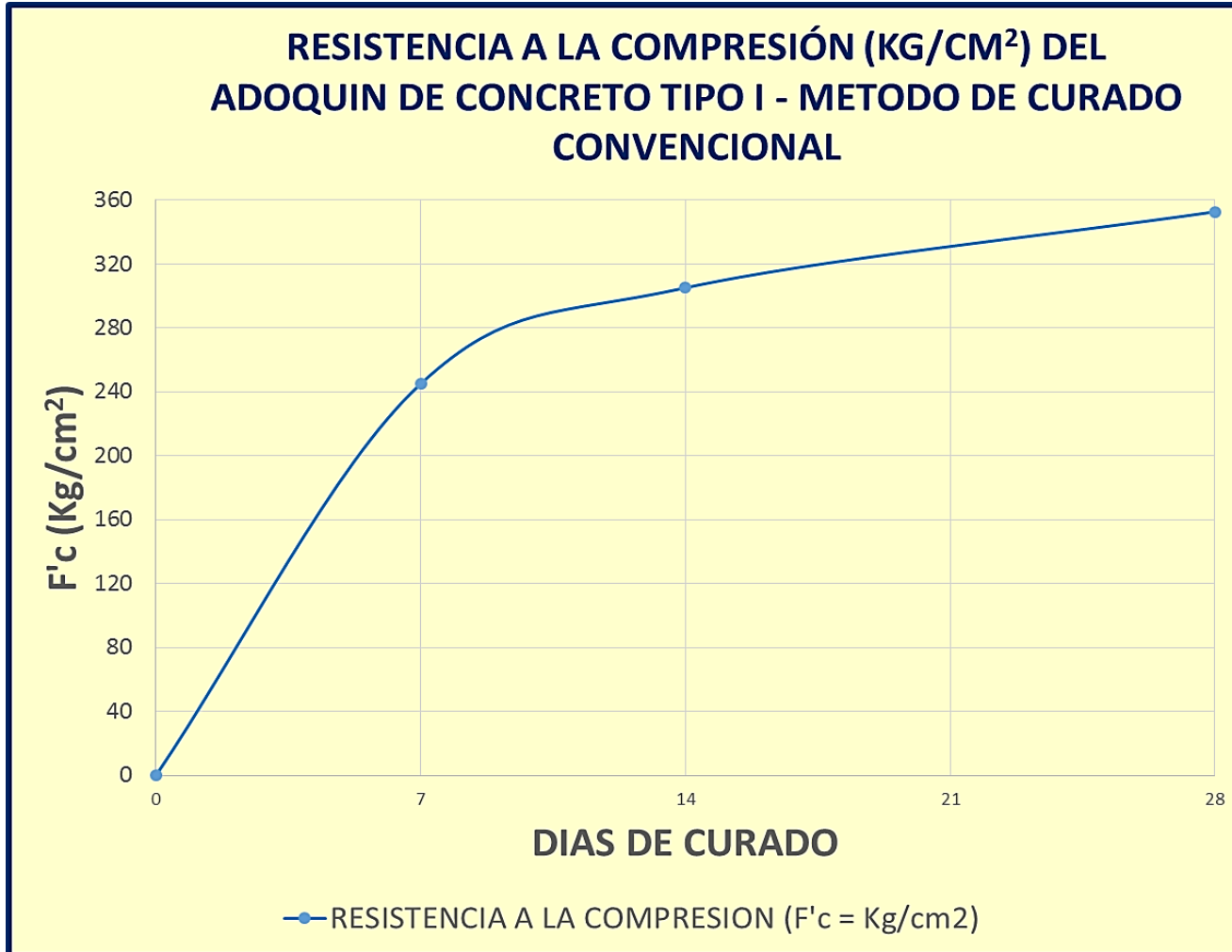
- **ENSAYO DE ROTURA – RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN KG/CM2**

- ✓ **RESULTADOS DE ENSAYOS DE ROTURAS CON EL METODO DE CURADO CONVENCIONAL CON CEMENTO TIPO I**

**Tabla N°20: Resultados del ensayo a la compresión de los adoquines de concreto tipo I (patrón – 7,14 y 28 días)**

<b>RESULTADOS DE ENSAYOS CON EL METODO DE CURADO CONVENCIONAL CON CEMENTO TIPO I.</b>											
N°  PATRON	DIAS	PESOS		MEDIDAS			AREA CM2	FUERZA (KGF)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION PROM (KG/CM2)	F'C (%)
		A/CURADO (KG)	D/CURADO (KG)	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)					
A - 01	7	1.900	2.000	20.30	10.30	4.00	209.09	52510	251.14		
A - 02	7	1.900	2.000	20.30	10.30	4.00	209.09	56130	268.45	265.91	83.10
A - 03	7	1.900	2.000	20.40	10.40	4.00	212.16	59010	278.14		
A - 04	14	1.950	2.050	20.00	10.20	4.00	204.00	58200	285.29		
A - 05	14	1.900	2.000	20.10	10.10	4.00	203.01	58900	290.13	289.17	90.37
A - 06	14	1.900	2.000	20.00	10.10	4.00	202.00	59000	292.08		
A - 07	28	1.900	2.000	20.20	10.20	4.00	206.04	68990	334.84		
A - 08	28	1.900	2.000	20.20	10.20	4.00	206.04	74990	363.96	352.58	110.18
A - 09	28	1.900	2.000	20.30	10.30	4.00	209.09	75050	358.94		

**Figura 76: Resultados F'c de los adoquines de concreto tipo I (Patrón – 7,14 y 28 días)**



Descripción:

De acuerdo a la Figura N°76, se observó que la resistencia promedio a los primeros 7 días fue de 265.91 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días de 289.17 kg/cm<sup>2</sup> la cual la resistencia incrementó un 7.27% esto ocurre debido al proceso químico de hidratación de fraguado y a los 28 días su resistencia promedio fue de 352.58 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, la cual según al análisis granulométrico es un material uniforme que hace cumplir la resistencia del diseño de mezcla de la norma ACI.

Fuente: Elaboración Propia

✓ RESULTADOS DE ENSAYOS DE ROTURAS CON EL METODO DE CURADO ADIABATICO CON CEMENTO TIPO I

Tabla N°21: Resultados del ensayo a la compresión de los adoquines de concreto tipo I (Experimental – 7,14 y 28 días)

<b>RESULTADOS DE ENSAYOS CON EL METODO DE CURADO ADIABATICO CON CEMENTO TIPO I.</b>											
N° PATRON	DIAS	PESOS		MEDIDAS			AREA CM2	FUERZA (KGF)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION PROM (KG/CM2)	F'C (%)
		A/CURADO (KG)	D/CURADO (KG)	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)					
AD - 01	7	1.900	2.000	20.00	10.00	4.00	200.00	46400	232.00		
AD - 02	7	1.900	2.000	20.10	10.10	4.00	203.01	41630	205.06	216.45	67.64
AD - 03	7	1.900	2.000	20.20	10.20	4.00	206.04	43740	212.29		
AD - 04	14	1.950	2.050	20.10	10.10	4.00	203.01	58200	286.69		
AD - 05	14	1.900	2.000	20.10	10.20	4.00	205.02	58000	282.90	283.84	88.70
AD - 06	14	1.900	2.000	20.10	10.20	4.00	205.02	57800	281.92		
AD - 07	28	1.900	2.000	20.10	10.20	4.00	205.02	63700	310.70		
AD - 08	28	1.900	2.000	20.00	10.20	4.00	204.00	63100	309.31	311.46	97.33
AD - 09	28	1.950	2.050	20.00	10.10	4.00	202.00	63500	314.36		

- TOMA DE TEMPERATURA DE LA CAMARA ADIABATICA N°01 CON EL MATERIAL TERMICO (LANA DE FIBRA DE VIDRIO) PARA LOS 7 PRIMEROS DIAS DE CURADO.

**Tabla N°22: Resultados de la temperatura del método de curado adiabático (7 días)**

<b>DATOS DE TEMPERATURA PARA EL MÉTODO DE CURADO ADIABATICO</b>						
<b>MUESTRA</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>T° AMBIENTE (°C)</b>	<b>T° CONCRETO (°C)</b>
		14/02/2020	3:00 PM	46%	28.3 °C	33.4 °C
		15/02/2020	3:30 PM	47%	28.4 °C	32.4 °C
<b>1</b>	<b>AD - 01</b>	16/02/2020	4:00 PM	50%	28.6 °C	33.2 °C
<b>2</b>	<b>AD - 02</b>	17/02/2020	4:00 PM	52%	28.4 °C	30.8 °C
<b>3</b>	<b>AD - 03</b>	18/02/2020	3:00 PM	53%	26.7 °C	31.9 °C
		19/02/2020	3:00 PM	47%	27.5 °C	32.6 °C
		20/02/2020	4:00 PM	46%	26.3 °C	33.4 °C



- TOMA DE TEMPERATURA DE LA CAMARA ADIABATICA N°02 CON EL MATERIAL TERMICO (LANA DE FIBRA DE VIDRIO) PARA LOS 14 DIAS DE CURADO.

**Tabla N°23: Resultados de la temperatura del método de curado adiabático (14 días)**

---

**DATOS DE TEMPERATURA PARA EL MÉTODO DE CURADO ADIABATICO**

---

<b>MUESTRA</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>T° AMBIENTE (°C)</b>	<b>T° CONCRETO (°C)</b>
		14/02/2020	3:00 PM	45%	28.3 °C	32.7 °C
		15/02/2020	3:30 PM	46%	28.5 °C	32.8 °C
		16/02/2020	4:00 PM	49%	28.6 °C	32.9 °C
		17/02/2020	4:00 PM	59%	28.3 °C	31.4 °C
		18/02/2020	3:00 PM	52%	26.6 °C	30.9 °C

<b>4</b>	<b>AD - 04</b>	19/02/2020	3:00 PM	48%	27.4 °C	31.6 °C
<b>5</b>	<b>AD - 05</b>	20/02/2020	4:00 PM	46%	26.3 °C	33.5 °C
<b>6</b>	<b>AD - 06</b>	21/02/2020	2:45 PM	45%	23.9 °C	32.3 °C
		22/02/2020	3:30 PM	48%	24.2 °C	33.6 °C
		23/02/2020	4:00 PM	49%	24.9 °C	35.2 °C
		24/02/2020	3:00 PM	50%	24.5 °C	37.1 °C
		25/02/2020	3:16 PM	49%	28.1 °C	34.2 °C
		26/02/2020	3:00 PM	51%	24.8 °C	39.5 °C
		27/02/2020	2:30 PM	56%	25.0 °C	39.7 °C

---

- TOMA DE TEMPERATURA DE LA CAMARA ADIABATICA N°03 CON EL MATERIAL TERMICO (LANA DE FIBRA DE VIDRIO) PARA LOS 28 DIAS DE CURADO.

**Tabla N°24: Resultados de la temperatura del método de curado adiabático (28 días)**

<b>DATOS DE TEMPERATURA PARA EL MÉTODO DE CURADO ADIABATICO</b>						
<b>MUESTRA</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>T° AMBIENTE (°C)</b>	<b>T° CONCRETO (°C)</b>
		14/02/2020	3:00 PM	59%	28.5 °C	35.9 °C
		15/02/2020	3:30 PM	51%	28.4 °C	37.1 °C
		16/02/2020	4:00 PM	52%	28.6 °C	38.1 °C
		17/02/2020	4:00 PM	52%	28.4 °C	38.6 °C
		18/02/2020	3:00 PM	51%	26.6 °C	39.9 °C
		19/02/2020	3:00 PM	53%	27.4 °C	40.4 °C

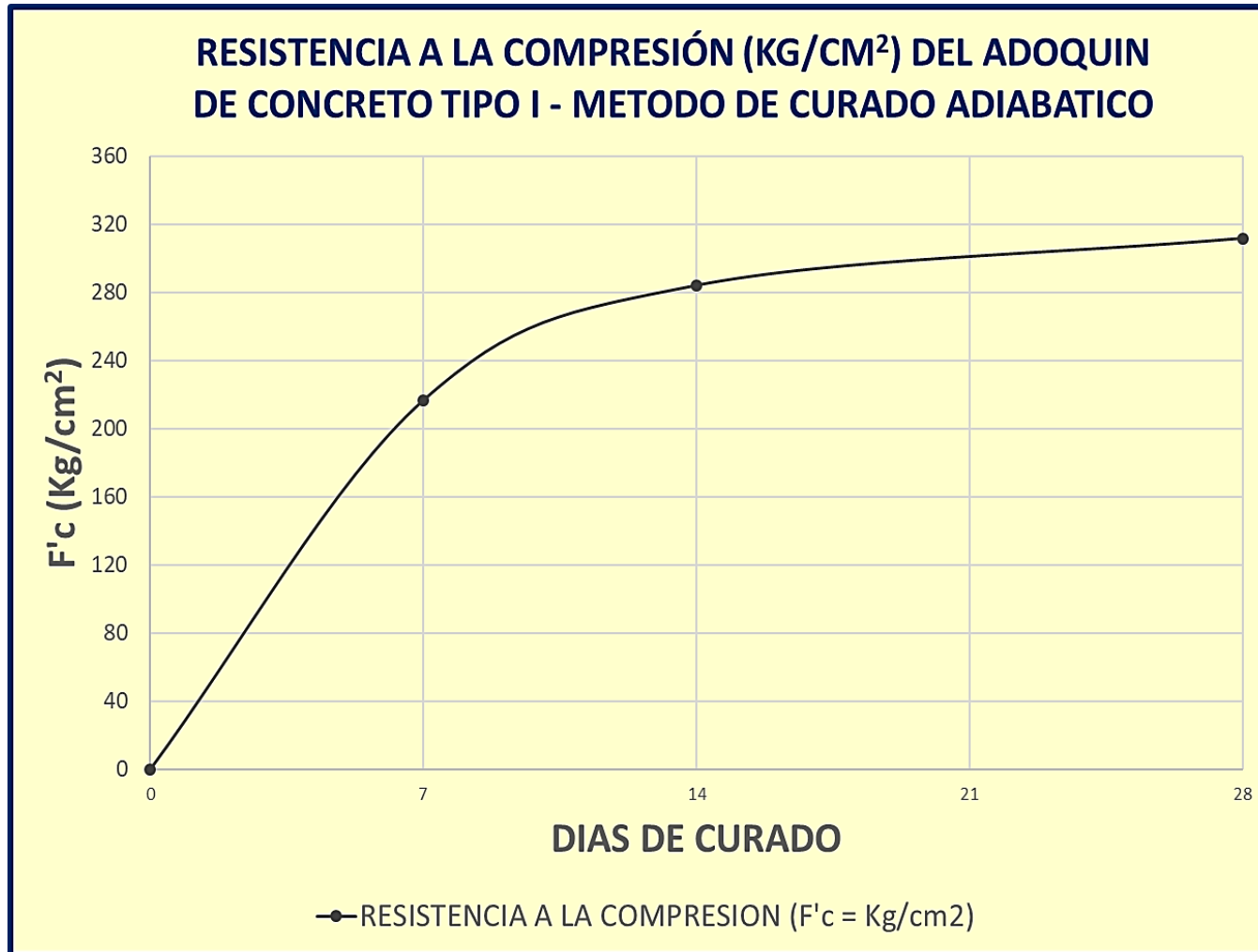
		20/02/2020	4:00 PM	53%	26.3 °C	44.1 °C
		21/02/2020	2:45 PM	56%	23.9 °C	39.3 °C
		22/02/2020	3:30 PM	57%	24.2 °C	38.6 °C
		23/02/2020	4:00 PM	59%	24.9 °C	39.2 °C
		24/02/2020	3:00 PM	50%	24.5 °C	40.1 °C
		25/02/2020	3:16 PM	54%	28.0 °C	41.3 °C
<b>7</b>	<b>AD - 07</b>	26/02/2020	3:00 PM	53%	24.8 °C	43.7 °C
<b>8</b>	<b>AD - 08</b>	27/02/2020	2:30 PM	56%	25.1 °C	44.5 °C
<b>9</b>	<b>AD - 09</b>	28/02/2020	3:00 PM	52%	26.3 °C	33.8 °C
		29/02/2020	3:30 PM	51%	28.9 °C	36.2 °C
		01/03/2020	4:00 PM	53%	27.4 °C	35.9 °C

---

02/03/2020	4:00 PM	53%	29.0 °C	38.4 °C
03/03/2020	3:00 PM	54%	29.5 °C	40.1 °C
04/03/2020	4:00 PM	56%	30.1 °C	48.5 °C
05/03/2020	3:00 PM	54%	30.2 °C	48.8 °C
06/03/2020	3:30 PM	52%	30.3 °C	49.0 °C
07/03/2020	4:00 PM	51%	29.0 °C	34.6 °C
08/03/2020	3:30 PM	45%	28.2 °C	36.1 °C
09/03/2020	4:00 PM	40%	28.0 °C	35.5 °C
10/03/2020	1:00 PM	37%	27.9 °C	38.9 °C
11/03/2020	3:30 PM	39%	27.1 °C	34.9 °C
12/03/2020	3:30 PM	38%	26.3 °C	39.6 °C

---

Figura N°77: Resultados F'c de los adoquines de concreto tipo I (Experimental – 7,14 y 28 días)



Descripción:

Según la Figura N°77: La muestra experimental tuvo una resistencia promedio de 216.45 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 7 días, no alcanzó el rango establecido y también en comparación de la muestra patrón el valor de resistencia es menor, por lo que el proceso de hidratación es lento. A los 14 días de edad la muestra experimental tuvo una resistencia promedio de 283.84 kg/cm<sup>2</sup>, donde el proceso de hidratación aumenta, pero no llega a alcanzar al patrón, y a los 28 días de curado la resistencia promedio fue de 311.46 kg/cm<sup>2</sup> donde tampoco llegó a superar al patrón por un 12.05 %.

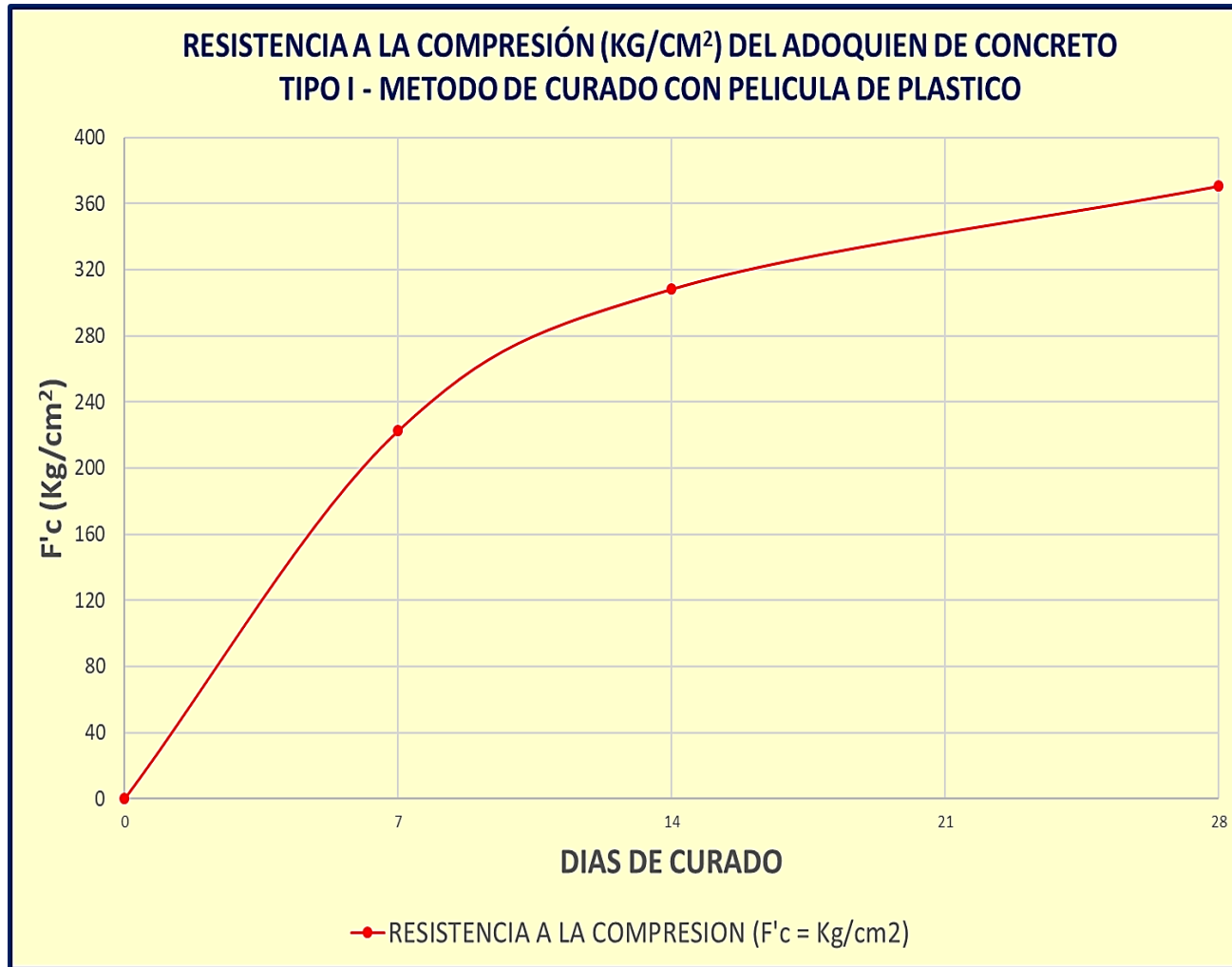
Fuente: Elaboración propia

✓ **RESULTADOS DE ENSAYOS DE ROTURAS CON EL METODO DE CURADO CON PELICULA DE PLASTICO CON CEMENTO TIPO I**

**Tabla N°25: Resultados del ensayo a la compresión de los adoquines de concreto tipo I (Experimental – 7,14 y 28 días)**

<b>RESULTADOS DE ENSAYOS CON EL METODO DE CURADO CON PELICULA DE PLASTICO CON CEMENTO TIPO I.</b>											
<b>N° PATRON</b>	<b>DIAS</b>	<b>PESOS</b>		<b>MEDIDAS</b>			<b>AREA CM2</b>	<b>FUERZA (KGF)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESION PROM (KG/CM2)</b>	<b>F'C (%)</b>
		<b>A/CURADO (KG)</b>	<b>D/CURADO (KG)</b>	<b>LARGO (CM)</b>	<b>ANCHO (CM)</b>	<b>ALTO (CM)</b>					
<b>PP - 01</b>	<b>7</b>	1.900	2.000	20.10	10.20	4.00	205.02	47200	230.22		
<b>PP - 02</b>	<b>7</b>	1.900	2.000	20.10	10.20	4.00	205.02	45000	219.49	222.42	69.51
<b>PP - 03</b>	<b>7</b>	1.900	2.000	20.10	10.20	4.00	205.02	44600	217.54		
<b>PP - 04</b>	<b>14</b>	1.900	2.000	20.30	10.30	4.00	209.09	56170	268.64		
<b>PP - 05</b>	<b>14</b>	1.900	2.000	20.30	10.30	4.00	209.09	66590	318.48	308.12	96.29
<b>PP - 06</b>	<b>14</b>	1.950	2.050	20.40	10.40	4.00	212.16	71550	337.25		
<b>PP - 07</b>	<b>28</b>	1.950	2.050	20.30	10.30	4.00	209.09	73700	352.48		
<b>PP - 08</b>	<b>28</b>	1.900	2.000	20.40	10.40	4.00	212.16	78225	368.71	370.41	115.75
<b>PP - 09</b>	<b>28</b>	1.950	2.050	20.40	10.40	4.00	212.16	82750	390.04		

**Figura N°78: Resultados F'c de los adoquines de concreto tipo I (Experimental – 7,14 y 28 días)**



Fuente: Elaboración Propia

Descripción:

Según la Figura N°78: La muestra experimental tuvo una resistencia promedio de 222.42 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 7 días, no alcanzó el rango establecido y también en comparación de la muestra patrón el valor de resistencia es menor, por lo que el proceso de hidratación es lento. A los 14 días de edad la muestra experimental tuvo una resistencia promedio de 308.12 kg/cm<sup>2</sup>, donde el proceso de hidratación se activó aumentando y llegó a pasar al patrón por un porcentaje de 5.92%, y a los 28 días de curado la resistencia promedio fue de 370.41 kg/cm<sup>2</sup> donde superó al patrón por un porcentaje de 5.57%.

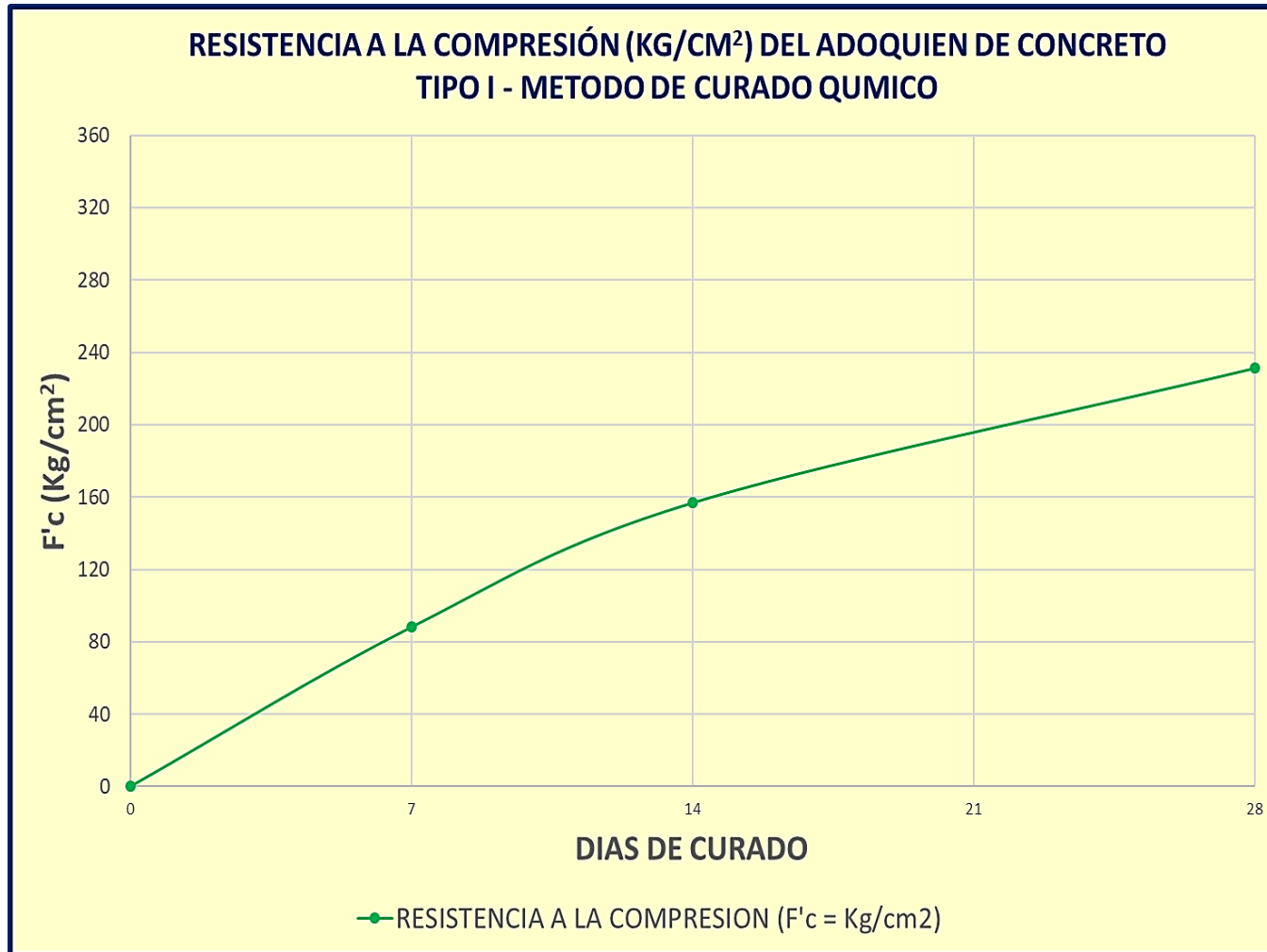


✓ RESULTADOS DE ENSAYOS DE ROTURAS CON EL METODO DE CURADO QUIMICO CON CEMENTO TIPO I

Tabla N°26: Resultados del ensayo a la compresión de los adoquines de concreto tipo I (Experimental – 7,14 y 28 días)

RESULTADOS DE ENSAYOS CON EL METODO DE CURADO QUIMICO											
N° PATRON	DIAS	PESOS		MEDIDAS			AREA CM2	FUERZA (KGF)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (KG/CM2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION PROM (KG/CM2)	F'C (%)
		A/CURADO (KG)	D/CURADO (KG)	LARGO (CM)	ANCHO (CM)	ALTO (CM)					
QS - 01	7	1.900	2.000	20.00	10.00	4.00	200.00	11270	56.35		
QS - 02	7	1.900	2.000	20.00	10.10	4.00	202.00	12699	62.87	88.12	27.54
QS - 03	7	1.950	2.050	20.00	10.00	4.00	200.00	29030	145.15		
QS - 04	14	1.950	2.050	20.10	10.10	4.00	203.01	28270	139.25		
QS - 05	14	1.900	2.000	20.10	10.10	4.00	203.01	32580	160.48	156.79	49.00
QS - 06	14	1.900	2.000	20.10	10.10	4.00	203.01	34640	170.63		
QS - 07	28	1.900	2.000	20.00	10.00	4.00	200.00	41070	205.35		
QS - 08	28	1.900	2.000	20.00	10.00	4.00	200.00	47880	239.40	231.20	72.25
PP - 09	28	1.950	2.050	20.00	10.00	4.00	200.00	49770	248.85		

**Figura N°79: Resultados F'c de los adoquines de concreto tipo I (Experimental – 7,14 y 28 días)**



Fuente: Elaboración Propia

Descripción:

Según la Figura N°79: La muestra experimental tuvo una resistencia promedio de 88.12 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 7 días, a los 14 días de edad la muestra experimental tuvo una resistencia promedio de 156.79 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días de curado la resistencia promedio fue de 231.20 kg/cm<sup>2</sup>, donde no alcanzaron el rango establecido y también en comparación de la muestra patrón el valor de resistencia es menor, por lo cual se pudo decir que el proceso de hidratación es muy lento.

- **TOMA DE TEMPERATURA DEL METODO DE CURADO QUIMICO CON EL LIQUIDO CURADOR SIKACEM.**

Tabla N°27: Muestreo a los 7 días de curado.

<b>COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO</b>						
<b>MUESTRA</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>T°</b>	<b>HORA</b>	<b>T°</b>
				<b>CONCRETO(A)</b>		<b>CONCRETO(D)</b>
				<b>(°C)</b>		<b>(°C)</b>
<b>1</b>	<b>AQ - 01</b>	<b>14/02/2020</b>	<b>3:30 PM</b>	<b>27.8 °C</b>	<b>4:00 PM</b>	<b>29.1 °C</b>

### **VALIDEZ ESTADISTICO**

Tabla N°28: Resistencias a la compresión de adoquines de concreto tipo I con diferentes métodos de curado según días de curado.

<b>Días de curado</b>	<b>Resistencia de adoquines por método de curado</b>			
	<b>Curado Patrón</b>	<b>Curado Adiabático</b>	<b>Curado con película de plástico</b>	<b>Curado Químico</b>
<b>7</b>	<b>265,91</b>	<b>216,45</b>	<b>222,42</b>	<b>88,12</b>
<b>14</b>	<b>289,17</b>	<b>283,84</b>	<b>308,12</b>	<b>156,79</b>
<b>28</b>	<b>352,58</b>	<b>311,46</b>	<b>370,41</b>	<b>231,20</b>

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

En la tabla N° 28 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de los adoquines de concreto son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias de presenta a los 7 días de curado.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un  $p > 0.05$  para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ( $p = 0.855$  y  $p > 0.05$ ) de las resistencias medias obtenidas en los adoquines de concreto en cada tratamiento (diferente método de curado) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla N°29: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de los adoquines de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Método de curado	41381,586	3	13793,862	38,750	,000
Días de curado	27949,026	2	13974,513	39,257	,000
Error	2135,840	6	355,973		
Total	71466,452	11			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

En la tabla N° 29 se puede visualizar que para el tratamiento (técnica de curado) el  $p\text{-value} < \alpha$  ( $p = 0.000$ ,  $p < 0.05$ ) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ : resistencias medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en  $\text{kg/cm}^2$  logradas en los adoquines de concreto, con los tratamientos: curado patrón, curado adiabático, curado película plástica y curado químico, son diferentes. Es decir, existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de los adoquines de concreto.

También se tienen que para los días de curado  $p\text{-value} < \alpha$  ( $p = 0.000$ ,  $p < 0.05$ ) entonces podemos decir que las resistencias medias de los adoquines de concreto son

diferentes a consecuencia de los días de curado (existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias de los adoquines de concreto).

Tabla N°30: Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias a la compresión es diferente.

Método de curado	Subconjunto para alfa = 0,05	
	1	2
Curado químico	158,7033	
Curado adiabático		270,5833
Curado película plástica		300,3167
Curado patrón		302,5533

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales

Curado patrón	302.5533	..... a
Curado película plástica	300.3167	..... a
Curado diabática	270.5833	.....a
Curado químico	158.7033	.....b

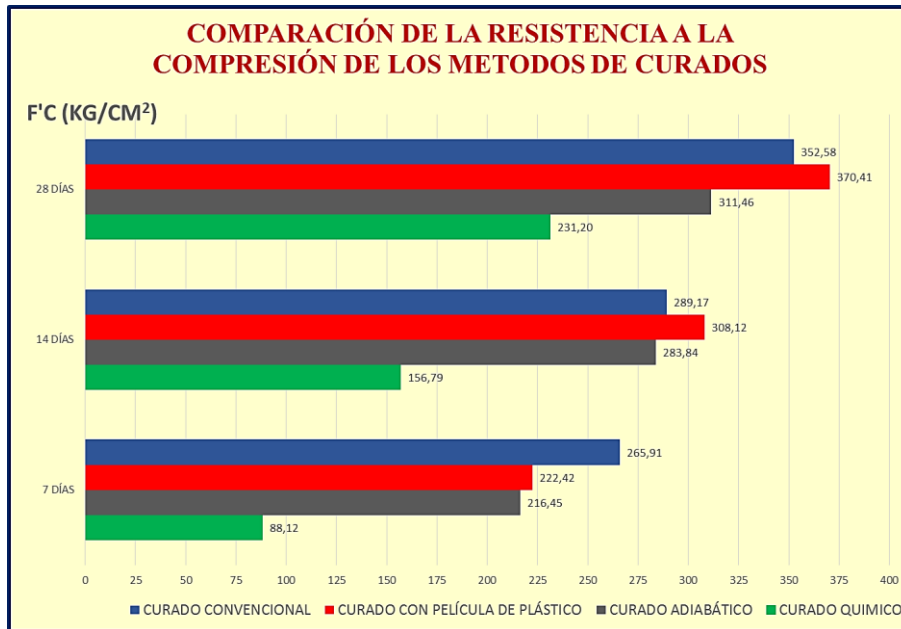
En la tabla N°30, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que la mayor resistencia a la compresión se registra en los adoquines de concreto con curado patrón, curado película plástica, y curado adiabático (se consideran que nos resistencias significativamente iguales), y el curado que nos da menor resistencia es el químico, con 158.7033.

#### IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

- Los diseños realizados con relación A/C 0.52 de curado convencional y experimentales no superaron la resistencia a la compresión de 320 kg/cm<sup>2</sup> a edades tempranas, pero su gran mayoría supero esta resistencia a partir de los 28 días. El mejor desarrollo de resistencia a 28 días se dio con el método de curado con película de plástico, figura N°78. El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el diseño de adoquines de concreto tipo I con el método de curado químico tal cual como se muestra en el figura N°79.
- Con el propósito de encontrar el rango de la temperatura de activación que aparece en la Tabla N°22, N°23, N°24 y N°27 datos con el equipo analizador térmico simultaneo Termohidrómetro Clacs/Humidity HTC-2, se analiza que en el intervalo de la temperatura del concreto vario entre 30.8°C y 49.0°C. La temperatura ambiente vario entre 23.9°C y 30.3°C, y la humedad relativa vario entre 37% y 59% dependiendo de las condiciones climáticas de la región.
- Estos fueron factores importantes para la elaboración de los métodos de curado teniendo como referencia si estos afectan de manera directa a la contracción, teniendo en cuenta que la temperatura ambiente no debe ser inferior a 17°C ni superior a los 23°C, y la humedad relativa (30%).
- En tanto nos demuestra que existe contracción, la temperatura va en aumento por el fuerte calor de hidratación que expide un concreto al inicio de fragua. En las diferencias de resultados de cada uno de estos curados, atribuye presentarse como autor principal de la causa que produce precisamente este fenómeno sobre el rendimiento de calor, es el cemento; como factor a sus elementos menores siendo el dióxido de calcio.
- De acuerdo a los resultados del tiempo de fraguado; el fraguado más rápido se dio en el curado con película de plástico en el diseño con cemento tipo I, empezando su fraguado incluso después de los 7 días. El curado adiabático ayuda en el tiempo de fraguado del concreto, pero se determina lentamente al igual como el curado químico, no es un resultado significativo a comparación del curado con película de plástico.

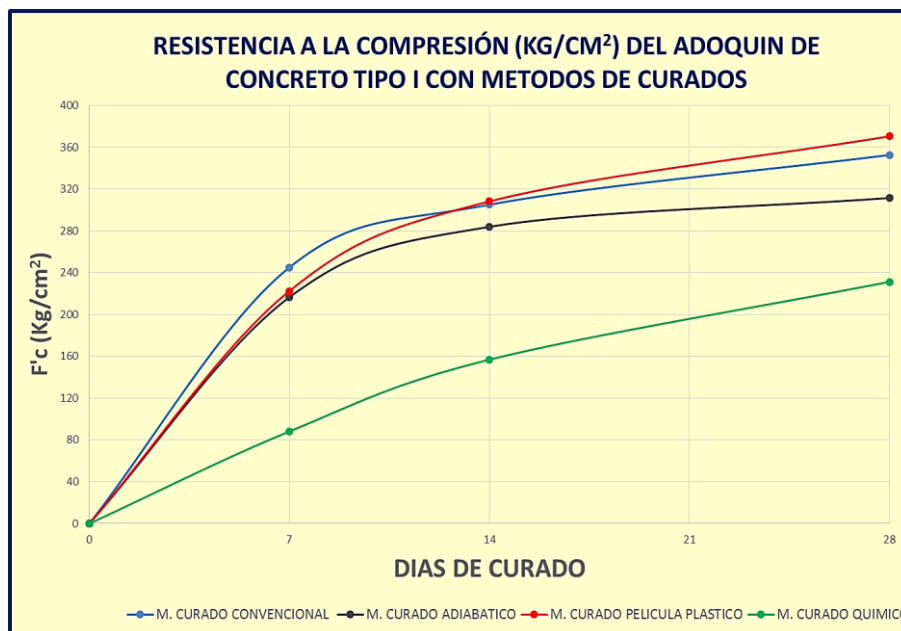
➤ Figura N°80 y Figura N° 81: Comparación de la resistencia a la compresión de los métodos de curados de adoquines de concreto tipo I (patrón y experimental).

Figura N°80: Comparación de la resistencia a la compresión de los métodos de curados



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 81: Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>) del adoquín de concreto tipo I con métodos de curados



Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la figura N°80 y figura N°81,

- Que al curar al adoquín de concreto tipo I con el método de curado convencional cumpliendo con los porcentajes de periodos de curado, se obtuvo una resistencia a los 7 días de  $f'c = 265.91$  kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de diseño promedio de 83.10%; a los 14 días de  $f'c = 289.17$  kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de diseño promedio de 90.37%; y a los 28 días de  $f'c = 352.58$  y un porcentaje de diseño promedio de 110.18%.
- Al curar al adoquín de concreto tipo I con el método de curado adiabático se obtuvo una resistencia a los 7 días de  $f'c = 216.45$  kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de diseño promedio de 67.64%; a los 14 días de  $f'c = 283.84$  kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de diseño promedio 88.70%; y a los 28 días de  $f'c = 311.46$  y un porcentaje de diseño promedio de 97.33%.
- Al curar al adoquín de concreto tipo I con el método de curado con película de plástico, se obtuvo una resistencia a los 7 días de  $f'c = 222.42$  kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de diseño promedio de 69.51%; a los 14 días de  $f'c = 308.12$  kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de diseño promedio de 96.29% y a los 28 días de  $f'c = 370.41$  kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de diseño promedio de 115.75%.
- Al curar al adoquín de concreto tipo I con el método de curado químico se obtuvo una resistencia a los 7 días de  $f'c = 88.12$  kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de diseño promedio de 27.54%; a los 14 días de  $f'c = 156.79$  kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de diseño promedio 49.00%; y a los 28 días de  $f'c = 231.20$  y un porcentaje de diseño promedio de 72.25%.
- El resultado de las resistencias a la compresión de adoquines de concreto tipo I (patrón y experimental), donde observamos en las gráfica N°05 y grafica N°06, los adoquines elaborado con cemento portland tipo I curado con película de plástico, cumplió con la resistencia a la compresión en los diversos periodos de curado respectivamente (7, 14 y 28 días) sobrepasando



la resistencia con respecto al método convencional y a diferencia de los adoquines de concreto con el método de curado adiabático y curado químico. Asimismo, logro su resistencia estandarizada según su diseño de mezcla en su periodo de curación.

La resistencia de los adoquines de concreto tipo I elaborado con cemento portland tipo I; curado con películas de plásticos, en un principio aumenta, y la durabilidad no se ve afectada. Esto es debido a dos factores, por efecto de la temperatura e impermeabilidad de la película de plástico la cual cubre en su totalidad al adoquín de concreto tipo I. Estos adoquines de concretos cubiertos por la película de plástico transpiran por la temperatura del ambiente y del concreto la cual fue enterrada bajo la tierra a una profundidad de 70cm por lo que permitió que el adoquín de concreto fragüe rápidamente y evite perder agua ya que el plástico retuvo su humedad y asimismo permite que su resistencia se eleve.

La resistencia de los adoquines de concreto tipo I elaborado con cemento portland tipo I, curado por el método adiabático y método químico, no cumplió con la resistencia a la compresión en los diversos periodos de curado respectivamente (7, 14 y 28 días), la cual no sobrepaso la resistencia con respecto al método convencional, esto se debió por un factor térmico que produce una reacción en contacto con el concreto que al momento de fraguar este se evapora y pierda su porcentaje de humedad rápidamente.

- El diseño final de adoquines por el método de curado convencional y curado con película de plástico con cemento tipo I superaron en su mayoría la resistencia a la compresión de 320 kg/cm<sup>2</sup> a partir de los 28 días, excepto el diseño de adoquines con cemento tipo I con el método de curado adiabático y curado químico no supero la resistencia a edades tempranas ni supero a los 28 días.

## V. CONCLUSIONES

- Las muestras elaboradas de los adoquines de concreto tipo I no alcanzaron y otras superaron la resistencia de diseño establecida cuando fueron curadas a los 7,14 y 28 días con el método de curado adiabático, método de curado con película de plástico y método de curado químico.
- Para la elaboración del diseño de mezcla de adoquines de concreto tipo I, el porcentaje de contenido de humedad del confitillo y arena gruesa obtuvieron 0.33 % y 0.67%, asimismo el porcentaje de absorción 0.58% y 1.01% respectivamente.
- El módulo de fineza del agregado fino es de 3.01, gravedad específica del agregado grueso 2.50 gr/cm<sup>3</sup> y fino 2.65gr/cm<sup>3</sup>, los pesos unitarios de los agregados fueron, confitillo 1275.01 kg/cm<sup>3</sup> suelto y 1410.80 kg/cm<sup>3</sup> compactado, arena gruesa 1627.38 kg/cm<sup>3</sup> suelto y 1801.97 kg/cm<sup>3</sup> compactado.
- Se utilizó el método de diseño de mezcla ACI para la fabricación del adoquín de concreto tipo I peatonal donde se obtuvo una óptima mezcla de los componentes del concreto 1:2.40:1.49 (cemento: arena: confitillo), Se eligió el método ACI por lo que tiene un mejor comportamiento en la textura y acabado por presentar un adecuado porcentaje de agregado fino.
- La relación A/C es igual a 0.52, concluyendo que mi relación A/C su consistencia es muy seca con un asentamiento de 0” por el cual para la elaboración de adoquines de concreto no afectaría en muchos casos, y también por lo que no tiene una dosificación determinada.
- Para el M. de curado convencional de adoquines de concreto tipo I (peatonales) con cemento tipo I, se obtuvo las siguientes resistencias a la compresión: A los 7 días 265.91 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 389.17 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 352.58 kg/cm<sup>2</sup> de curado respectivamente.

- Para el M. de curado adiabático de adoquines de concreto tipo I con cemento tipo I, se obtuvo las siguientes resistencias a la compresión: A los 7 días 216.45 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 283.84 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 311.46 kg/cm<sup>2</sup> de curado respectivamente.
  
- Para el M. de curado con película de plástico de adoquines de concreto tipo I con cemento tipo I, se obtuvo las siguientes resistencias a la compresión: A los 7 días 222.42 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 308.12 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 370.41 kg/cm<sup>2</sup> de curado respectivamente.
  
- Para el M. de curado químico de adoquines de concreto tipo I con cemento tipo I, se obtuvo las siguientes resistencias a la compresión: A los 7 días 88.12 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 156.79 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días 231.20 kg/cm<sup>2</sup> de curado respectivamente.
  
- Se determinó que el M. Curado Adiabático y Químico no cumplieron la resistencia con un  $f'_c = 311.46 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'_c = 231.20 \text{ kg/cm}^2$ , y el M. Curado Recubriendo al concreto con película de plástico incremento por un 5.57 % con una resistencia de  $f'_c = 370.41 \text{ kg/cm}^2$  superando al patrón.
  
- El M. curado con película de plástico, tuvo resultados favorables en sus resistencias de los adoquines de concreto tipo tipo I sobrepasando las resistencias obtenidos convencionalmente, debido a su aceleración de su fragua, donde el material envuelto ayudo a retener el agua en su evaporización, y no tenga ninguna salida al ambiente. En base a la temperatura, cumple el rango normal que de esta manera no se vieron afectados directamente a la contracción

- El M. de curado adiabático no alcanzó sus resistencias de los adoquines de concreto tipo I a comparación del convencional, debido a su tiempo de fraguado del concreto; se determinó lentamente por este material térmico que en su evaporización del concreto lo retuvo por su microporosidad y esto al ser retenido no ayudo satisfactoriamente hidratarse el concreto. En base a la temperatura son altas, de esta manera se ven afectadas directamente a la contracción.
  
- El M. curado químico obtuvo resultados bajos respecto al convencional. Usar este líquido químico no fue ayudado impermeablemente, al momento de la fragua existe evaporización por el clima ambiente, esto es debido al fuerte calor de hidratación del cemento. Su temperatura va en aumento, se vieron afectadas de manera directa a la contracción, la causa de este fenómeno que produce precisamente el rendimiento de calor siendo como factor uno de sus elementos del cemento es el dióxido de calcio.
  
- Según validez estadístico existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de los adoquines de concreto, pero si son diferentes a consecuencia de los días de curado (es decir, existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias).
  
- El método de curado más económico con respecto a los métodos experimentales aplicados, es el método de curado recubriendo el adoquín de concreto con la película de plástico, por el tan solo uso del material llamado film de polietileno que envuelve al adoquín de concreto.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Es muy principal realizar ensayos de calidad y/o análisis de los agregados para tener conocimiento de sus características físicas y mecánicas y así poder obtener un buen diseño de mezclas. Para verificar los ensayos de calidad realizados en el laboratorio de suelos para el diseño de mezcla se debe de realizar un análisis previo de los agregados según manda la norma E060 si cumplen con las condiciones.
  
- Para la elaboración de adoquines de concreto se toma un mismo peso para todos los moldes al momento de verter, es muy importante para que su diseño tenga iguales características tamaño.
  
- Se recomienda que, para tener resultados favorables con el método de curado químico por un tiempo de clima con un fuerte calor de hidratación, colocar el concreto bajo una sombra, ya sea tapando con plástico por encima o esté bajo techo, para que así cumpla los rangos de temperaturas normales para un buen proceso de fraguado y de esta forma acelere la hidratación del cemento para lograr tener una alta resistencia a edad temprana.
  
- Para la colocación del film de polietileno es recomendable mirar fijamente que la superficie del concreto no tenga orificios huecos, ya que eso hará que el concreto no transpire momentáneamente y ni haga retener el agua al momento de fragua.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Dedico la presente investigación a mis padres Juan J. Julca Briceño, Gloria V. Seminario Leyva, quienes son mi ejemplo y a mis hermanas Jeannina y Jhasely que comparto mis éxitos y fracasos, por ser importantes en mi vida por brindarme y demostrarme todo su apoyo, comprensión, dedicación y motivación constante para ser una persona de bien con buenos valores y llegar a la meta trazada.

A mis abuelos, Jose F. Seminario A. y Rosa Leyva H., Juan Julca T., Santos J. Briceño G, por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios y para la elaboración de esta tesis, nunca olvidare a mis dos angelitos que los tengo en el cielo que desde allá mis papitos Julia y Jose me envían sus millones de bendiciones para que todo me vaya bien.

A mis tíos, mis tías, mis primos, mis primas, toda mi familia en particular que han estado en cada momento conmigo, por apoyarme en la toma de decisiones, aconsejándome y dándome fuerzas para seguir adelante, y así lograr mis objetivos trazados, se los dedico de todo corazón.

A mi asesor el Ing. Miguel Solar Jara, quien me brindo su tiempo y apoyo en esta etapa de mi proyecto, a mis docentes por sus enseñanzas, que me brindaron todos sus conocimientos y así poder aprender en este largo camino para la finalización de este trabajo.

A Dios y a mi angelito guardián por guiarme, escuchar mis oraciones y bendecirme, que físicamente no los tengo pero espiritualmente siento ese gran amor y sabiduría que me brindan para salir adelante con buenos pasos y así de siempre me bendecirán.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A. (1997). *Control de calidad de bloques y adoquines producidos*. Quito: Universidad Central de Ecuador.
- Bolaños, V. (2011). Comparacion entre concretos curados con compuestos formadores de membrana y con un producto elaborado con nanotecnologia en relacion con la retencion de agua y la resistencia a compresión. (*Tesis Doctoral*). Universidad Nacional de Colombia, Bogota. Obtenido de <http://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20829>
- Caparó, A. (2017). Diseño de mezclas de concreto de alta resistencia para elementos prefabricados y/o pretensados utilizando adiciones minerales y aditivos en edades tempranas mediante curado a vapor y curado adiabatico en la ciudad de Arequipa. (*Tesis de pregrado*). Universidad Catolica Santa Maria, Arequipa. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/6854>
- Carbajal, E. P. (1998). *"Aditivos para el concreto, Topics de Tecnologia del Concreto en el Perú"*. Lima: Coleccion del Ingeniero Civil.
- Corzo, D. A., & Cuatin, M. A. (2011). *Diseño de una maquina semiautomatica para la fabricacion de adoquines y bloques*. Quito.
- Holcim (s.f). (2012). *Adoquines de concreto*. Obtenido de [http://www.holcimnews.cr/servicio/Catalago\\_Adoquines.pdf](http://www.holcimnews.cr/servicio/Catalago_Adoquines.pdf)
- Morón, N., & Santa Cruz, Y. (2015). Analisis del cambio volumetrico del concreto endurecido debido a diferentes metodos de curado en la ciudad de Arequipa. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Catolica de Santa Maria, Arequipa. Obtenido de <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/2015>
- NTP 334.009. (2005). *Cemento Portland*. Lima: 3° Edicion.

- Olguin, A. (2015). "*Diseño de Pavimentos con Adoquines de Concreto*". *I Seminario Nacional de Tecnologías Aplicadas en Infraestructura Vial*. Dino. Obtenido de [https://issuu.com/engcaos/docs/pavimento\\_de\\_\\_adoquines\\_de\\_concreto](https://issuu.com/engcaos/docs/pavimento_de__adoquines_de_concreto)
- Propiedades de adoquines (s.f.). (2012). *Propiedades de adoquines*. Obtenido de [http://www.coloreado.com/aplicaciones/adoquines\\_infotech.html](http://www.coloreado.com/aplicaciones/adoquines_infotech.html)
- Sika Perú S.A. (2014). *Compuesto líquido para el curado de concreto*. Obtenido de <http://www.mvsrepresentaciones.com/documentos/concreto/hts.pdf>
- Sika Perú S.A. (2019). *SikaCem Curador*. Obtenido de [https://per.sika.com/dms/getdocument.get/7a800576-bbae-4408-bf5d-04a1aa51501d/sikacem\\_curador.pdf](https://per.sika.com/dms/getdocument.get/7a800576-bbae-4408-bf5d-04a1aa51501d/sikacem_curador.pdf)
- Torre, A. (2004). *Curso Basico de Tecnologia del Concreto para Ingenieros Civiles*. Universidad Nacional de Ingenieria. Lima, Perú.
- Wikipedia. (2016). *Cemento Portland*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Cemento\\_Portland](https://es.wikipedia.org/wiki/Cemento_Portland)
- Wikipedia. (2019). *Cemento*. Obtenido de Wikipedia La enciclopedia Libre: <https://es.wikipedia.org/wiki/Cemento>
- Yura. (2019). *Curado del concreto (Primera parte)*. Obtenido de Blog de la Construcción: <https://www.yura.com.pe/blog/curado-del-concreto-primera-parte/>



# **ANEXO N°1**

## **RESULTADOS DEL LABORATORIO**

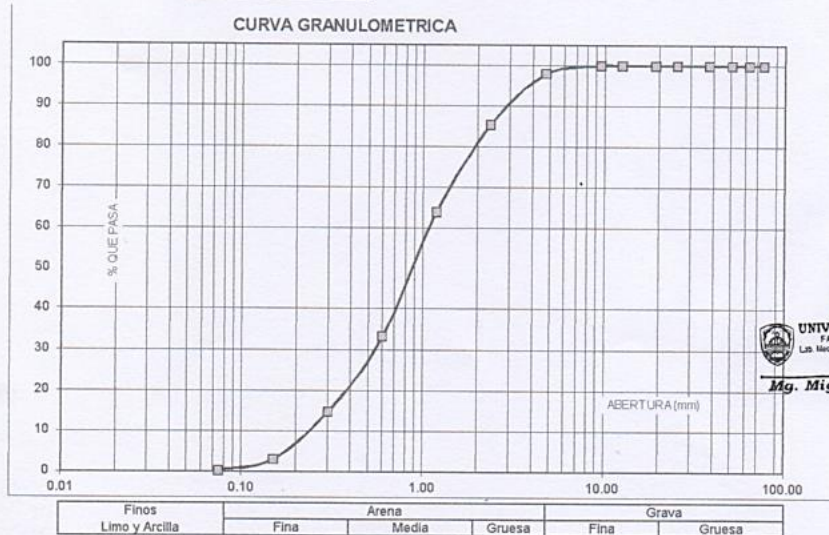
**ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO**  
(ASTM C 136-05)

SOLICITA : BACH: JULCA SEMINARIO, JULIANA JHARUMMY  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I,  
 UTILIZANDO MÉTODOS DE CURADOS, CHIMBOTE - 2020.  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 25/05/2020

TAMIZ	Abert. (mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	12.0	2.0	2.0	98.0
N° 8	2.36	74.0	12.5	14.5	85.5
N° 16	1.18	128.0	21.5	36.0	64.0
N° 30	0.60	182.0	30.6	66.7	33.3
N° 50	0.30	110.0	18.5	85.2	14.8
N° 100	0.15	70.0	11.8	97.0	3.0
N° 200	0.08	16.0	2.7	99.7	0.3
PLATO	ASTM C-117-04	2	0.3	100.0	0.0
<b>TOTAL</b>		<b>594.0</b>	<b>100.0</b>		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	3.01

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO**  
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH JULCA SEMINARIO, JULIANA JHARUMMY  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I,  
 UTILIZANDO MÉTODOS DE CURADOS, CHIMBOTE – 2020.  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 25/05/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnómetro + agua	gr.	666.00	666.00
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm <sup>3</sup>	966.00	966.00
D	Peso de picnómetro + agua + material	gr.	854.00	854.00
E	Volumen de masa + volumen de vacíos (C-D)	cm <sup>3</sup>	112.00	112.00
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.00	297.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))		109.00	109.00
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.652	2.652
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.679	2.679
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.725	2.725
K	Absorción (%) $((D-A)/A) \times 100$		1.01	1.01

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.652  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.679  
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.725  
 Absorción (%) : 1.01


**UNIVERSIDAD SAN FELIPE**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales  


---

**Mg. Miguel Solar Jara**  
 P.E.

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO**  
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH JULCA SEMINARIO, JULIANA JHARUMMY  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I,  
 UTILIZANDO MÉTODOS DE CURADOS, CHIMBOTE - 2020.  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : RUBEN  
 FECHA : 25/05/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)		786.90	744.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)		472.70	449.70
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)		314.20	294.30
D	Peso de material seco en estufa		781.90	740.10
E	Volumen de masa (C-(A-D))		309.20	290.40
G	P.e. Bulk (Base Seca)	D/C	2.489	2.515
H	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/C	2.504	2.528
I	P.e. Aparente (Base Seca)	D/E	2.529	2.549
F	Absorción (%) ((D-AA)x100)		0.64	0.53

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.502  
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.516  
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.539  
 Absorción (%) : 0.58


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Juntas y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Sotol Jara**  
 U.P.F.E.



**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**

SOLICITA : BACH. JULCA SEMINARIO, JULIANA JHARUMMY  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I,  
 UTILIZANDO MÉTODOS DE CURADOS, CHIMBOTE – 2020.  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : RUBEN  
 FECHA : 25/05/2020

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	6822	6814	6818
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	3522	3514	3518
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1281	1278	1279
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	1279		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1275		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7268	7184	7128
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	3968	3884	3828
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1442	1412	1392
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	1416		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1411		


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 Lab. Métodos de Pruebas y Ensayo de Materiales  
**Mg. Mijael Solar Jara**  
 JEFE

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO**

SOLICITA : BACH. JULCA SEMINARIO, JULIANA JHARIMMY  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I,  
 UTILIZANDO MÉTODOS DE CURADOS, CHIMBOTE – 2020.  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 25/05/2020

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7820	7806	7790
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4520	4506	4490
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1644	1639	1633
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	1633		
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	<b>1627</b>		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8288	8306	8272
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4988	5006	4972
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1814	1820	1808
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	1814		
<b>CORREGIDO POR HUMEDAD</b>	<b>1802</b>		


**UNIVERSIDAD SAN FELIPE**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica Sólidos y Ensayo de Materiales  
**Mg. Miguel Solar Jara**  
 JEFE

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO**  
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH: JULCA SEMINARIO, JULIANA JHARUMMY  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I,  
 UTILIZANDO MÉTODOS DE CURADOS, CHIMBOTE - 2020.  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 CANTERA : VESIQUE  
 MATERIAL : RUBEN  
 FECHA : 25/05/2020

PRUEBA N°	01	02	02
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	362	508	470
TARA + SUELO SECO (gr)	361	507	469
PESO DEL AGUA (gr)	1	1	1
PESO DE LA TARA (gr)	62	208	170
PESO DEL SUELO SECO (gr)	299	299	299
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.33	0.33	0.33
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.33	


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO  
 Ing. Miguel Estar Jara  
 JEFE

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO**  
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. JULCA SEMINARIO, JULIANA JHARUMMY  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I,  
 UTILIZANDO MÉTODOS DE CURADOS, CHIMBOTE – 2020.  
 LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 CANTERA : RUBEN  
 MATERIAL : ARENA GRUESA  
 FECHA : 25/05/2020

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	500	502	512
TARA + SUELO SECO (gr)	498	500	510
PESO DEL AGUA (gr)	2.0	2.0	2.0
PESO DE LA TARA (gr)	200	202	212
PESO DEL SUELO SECO (gr)	298	298	298
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.67	0.67	0.67
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.67	


**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales  


---

**Mg. Miguel Solar Jara**  
 JEFE



## DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH: JULCA SEMINARIO, JULIANA JHARUMMY  
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I,  
UTILIZANDO MÉTODOS DE CURADOS, CHIMBOTE – 2020.  
LUGAR : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
FECHA : 25/05/2020

### ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 320 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

### MATERIALES

#### A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico ..... 3.10

#### B.- Agua :

- Potable, de la zona.

#### C.-Agregado Fino :


**CANTERA : RUBEN**

- Peso especifico de masa 2.65
- Peso unitario suelto 1627 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario compactado 1802 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.67 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 3.01

#### D.- Agregado grueso

**CANTERA : VESIQUE**

- Piedra, perfil angular #4
- Tamaño Máximo Nominal 2.50
- Peso especifico de masa 1275 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto 1411 kg/m<sup>3</sup>
- Contenido de humedad 0.33 %
- Absorción 0.58 %

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
Luz. Huancayo 10000 / Teléfono 051 051 4231111  
*Mg. Miguel Solar Jara*

**SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 0" a 2" .

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 0" a 2" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de #4 , el volumen unitario de agua es de 216 lt/m<sup>3</sup> .

**RELACIÓN AGUA - CEMENTO**

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.522

**FACTOR DE CEMENTO**

F.C. : 216 / 0.522 = 413.79 kg/m<sup>3</sup> = 9.74 bolsas / m<sup>3</sup>

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS**

Cemento.....	413.793 kg/m3
Agua efectiva.....	220.955 lts/m3
Agregado fino.....	1085.99 kg/m3
Agregado grueso.....	523.843 kg/m3

**PROPORCIONES EN PESO**

$$\frac{413.79}{413.79} : \frac{1086.0}{413.79} : \frac{523.84}{413.79}$$

1 : 2.62 : 1.27 : 22.69 lts / bolsa

**PROPORCIONES EN VOLUMEN**

1 : 2.40 : 1.49 : 22.69 lts / bolsa

 **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
LAB. NACIONAL DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES  
*Mg. Miguel Solar Jara*  
JEFE

### COMPRESION DE ADOQUIN DE CONCRETO-PATRON

SOLICITA : BACH: JULCA SEMINARIO, JULIANA JHARUMMY  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I,  
 UTILIZANDO MÉTODOS DE CURADOS, CHIMBOTE – 2020.  
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 25/05/2020

MATERIAL : ADOQUIN ( PATRON)  
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 20 x 10 x 4

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	PESO ( gr )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
PATRON 7 DIAS	20.30	10.30	4.00	209.1	6,636	52,510	251.14
PATRON 7 DIAS	20.30	10.30	4.00	209.1	6,652	56,130	268.45
PATRON 7 DIAS	20.40	10.40	4.00	212.2	6,643	59,010	278.14
PATRON 14 DIAS	20.00	10.20	4.00	204.0	6,636	58,200	285.29
PATRON 14 DIAS	20.10	10.10	4.00	203.0	6,652	58,900	290.13
PATRON 14 DIAS	20.00	10.10	4.00	202.0	6,643	59,000	292.08
PATRON 28 DIAS	20.20	10.20	4.00	206.0	6,636	68,990	334.84
PATRON 28 DIAS	20.20	10.20	4.00	206.0	6,652	74,990	363.96
PATRON 28 DIAS	20.30	10.30	4.00	209.1	6,643	75,050	358.94


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lic. Miguel Solar Jara

Mg. Miguel Solar Jara  
 JEFE



### COMPRESION DE ADOQUIN DE CONCRETO-EXPERIMENTAL - 1

SOLICITA : BACH: JULCA SEMINARIO, JULIANA JHARUMMY  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I,  
 UTILIZANDO MÉTODOS DE CURADOS, CHIMBOTE – 2020.  
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 25/05/2020

MATERIAL : ADOQUIN ( EXPERIMENTAL - 1)  
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 20 x 10 x 4

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	PESO ( gr )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL 7 DIAS	20.00	10.00	4.00	200.0	6,636	46,400	232.00
EXPERIMENTAL 7 DIAS	20.10	10.10	4.00	203.0	6,652	41,630	205.06
EXPERIMENTAL 7 DIAS	20.20	10.20	4.00	206.0	6,643	43,740	212.29
EXPERIMENTAL 14 DIAS	20.10	10.10	4.00	203.0	6,636	58,200	286.69
EXPERIMENTAL 14 DIAS	20.10	10.20	4.00	205.0	6,652	58,000	282.90
EXPERIMENTAL 14 DIAS	20.10	10.20	4.00	205.0	6,643	57,800	281.92
EXPERIMENTAL 28 DIAS	20.10	10.20	4.00	205.0	6,636	63,700	310.70
EXPERIMENTAL 28 DIAS	20.00	10.20	4.00	204.0	6,652	63,100	309.31
EXPERIMENTAL 28 DIAS	20.00	10.10	4.00	202.0	6,643	63,500	314.36


 UNIVERSIDAD SAN MARCOS  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica de Materiales y Ensayo de Materiales  
 Mg. Miguel Solar Jara

## COMPRESION DE ADOQUIN DE CONCRETO-EXPERIMENTAL - 2

SOLICITA : BACH: JULCA SEMINARIO, JULIANA JHARUMMY  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I,  
 UTILIZANDO MÉTODOS DE CURADOS, CHIMBOTE – 2020.  
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 25/05/2020

MATERIAL : ADOQUIN ( EXPERIMENTAL - 2)  
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 20 x 10 x 4

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	PESO ( gr )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL 7 DIAS	20.10	10.20	4.00	205.0	6,636	47,200	230.22
EXPERIMENTAL 7 DIAS	20.10	10.20	4.00	205.0	6,652	45,000	219.49
EXPERIMENTAL 7 DIAS	20.10	10.20	4.00	205.0	6,643	44,600	217.54
EXPERIMENTAL 14 DIAS	20.30	10.30	4.00	209.1	6,636	56,170	268.64
EXPERIMENTAL 14 DIAS	20.30	10.30	4.00	209.1	6,652	66,590	318.48
EXPERIMENTAL 14 DIAS	20.40	10.40	4.00	212.2	6,643	71,550	337.25
EXPERIMENTAL 28 DIAS	20.30	10.30	4.00	209.1	6,636	73,700	352.48
EXPERIMENTAL 28 DIAS	20.40	10.40	4.00	212.2	6,652	78,225	368.71
EXPERIMENTAL 28 DIAS	20.40	10.40	4.00	212.2	6,643	82,750	390.04

  
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica y Materiales / Ensayo de Materiales  
  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 U.S.P.

### COMPRESION DE ADOQUIN DE CONCRETO-EXPERIMENTAL - 3

SOLICITA : BACH: JULCA SEMINARIO, JULIANA JHARUMMY  
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO TIPO I,  
 UTILIZANDO MÉTODOS DE CURADOS, CHIMBOTE – 2020.  
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - SANTA - ANCASH  
 FECHA : 25/05/2020

MATERIAL : ADOQUIN ( EXPERIMENTAL - 3)  
 DIMENSIONES DE FORMATO (cm) : 20 x 10 x 4

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( cm )			Area Bruta ( cm <sup>2</sup> )	PESO ( gr )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Altura				Area Bruta
EXPERIMENTAL 7 DIAS	20.00	10.00	4.00	200.0	6,636	11,270	56.35
EXPERIMENTAL 7 DIAS	20.00	10.10	4.00	202.0	6,652	12,699	62.87
EXPERIMENTAL 7 DIAS	20.00	10.00	4.00	200.0	6,643	29,030	145.15
EXPERIMENTAL 14 DIAS	20.10	10.10	4.00	203.0	6,636	28,270	139.25
EXPERIMENTAL 14 DIAS	20.10	10.10	4.00	203.0	6,652	32,580	160.48
EXPERIMENTAL 14 DIAS	20.10	10.10	4.00	203.0	6,643	34,640	170.63
EXPERIMENTAL 28 DIAS	20.00	10.00	4.00	200.0	6,636	41,070	205.35
EXPERIMENTAL 28 DIAS	20.00	10.00	4.00	200.0	6,652	47,880	239.40
EXPERIMENTAL 28 DIAS	20.00	10.00	4.00	200.0	6,643	49,770	248.85


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 Lab. Mecánica y Materiales y Ensayo de Materiales  
  
 Mg. Miguel Solar Jara  
 JEFE

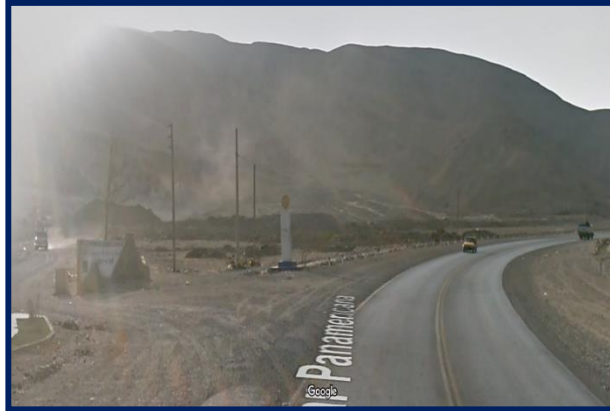
# **ANEXO N°2**

## **RECOLECCIÓN DE LOS MATERIALES**



## **RECOLECCION DE LOS MATERIALES:**

### **EXTRACCION DE AGREGADOS**



**FIGURA N°01: LUGAR DE OBTENCIÓN DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA “LA SORPRESA”**



**FIGURA N°02: OBTENCIÓN DEL AGREGADO FINO, ARENA GRUESA**



**FIGURA N°03: OBTENCIÓN DEL AGREGADO GRUESO, CONFITILLO**



## MATERIALES PARA LOS DISTINTOS METODOS DE CURADOS

Metodo curado adiabatico



**FIGURA N°04: COOLER DE TECNOPOR**



**FIGURA N°05: MATERIAL TERMICO LANA DE FIBRA DE VIDRIO**



**FIGURA N°06: TERMOHIDROMETRO CON SENSOR MEDIDOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD INTERIOR**

Metodo curado recubriendo la superficie con pelicula de plastico



**FIGURA N°07: PELICULA DE PLASTICO**

Metodo curado quimico



**FIGURA N°08: SIKACEM CURADOR**

**MOLDE DE UN ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I**



**FIGURA N°09: MOLDE DE ACERO PARA UN ADOQUIN PEATONAL**

# **ANEXO N°3**

## **ENSAYOS DE CALIDAD**

## ENSAYOS DE CALIDAD

### CONTENIDO DE HUMEDAD



**FIGURA N°10: PESO DE LOS AGREGADOS**



**FIGURA N°11: COLOCACIÓN DE LAS MUESTRAS EN EL HORNO**



**FIGURA N°12: PESAJE DE LAS MUESTRAS DESPUES DE RETIRADO DEL HORNO**

## GRANULOMETRIA

Agregado grueso



**FIGURA N°13: REALIZACIÓN PARA EL CUARTEO DEL CONFITILLO**



**FIGURA N°14: TOMA DE MUESTRA REPRESENTATIVA PARA VERTER EN EL TAMIZ**



**FIGURA N°15: TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO**





**FIGURA N°16: PESO DE LA MUESTRA RETENIDA**

Agregado fino



**FIGURA N°17: REALIZACIÓN PARA EL CUARTEO DEL AGREGADO FINO**



**FIGURA N°18: OBTENCIÓN DE MUESTRA PARA EL TAMIZADO**



**FIGURA N°19: TAMIZADO DEL AGREGADO FINO**



**FIGURA N°20: PESAJE DE LA MUESTRA RETENIDA POR CADA MALLA**

### **GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN**

Agregado grueso



**FIGURA N°21: AGREGAGO GRUESO SUMERGIDO EN AGUA**



**FIGURA N°22: SECADO DEL MATERIAL**



**FIGURA N°23: SECADO DEL MATERIAL**



**FIGURA N°24: SECADO DEL MATERIAL**



Agregado fino



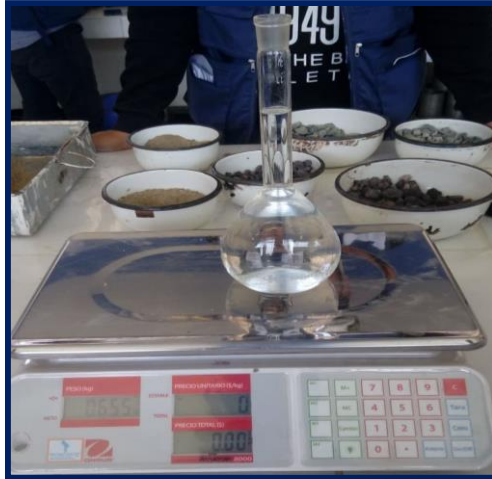
**FIGURA N°25: AGREGAGO FINO SUMERGIDO EN AGUA**



**FIGURA N°26: SECADO EN COCINA PARA LA ARENA GRUESA**



**FIGURA N°27: ESPARCIMIENTO DEL AGREGADO FINO POR LA MALLA N°4**



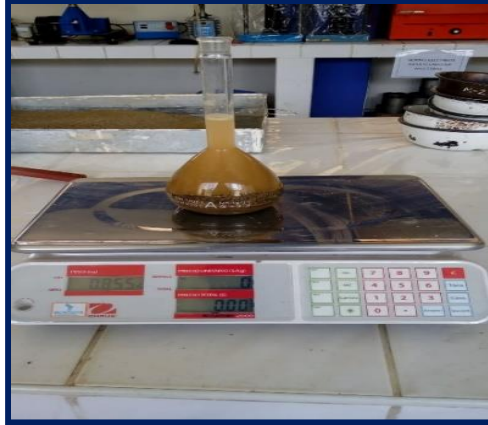
**FIGURA N°28: PESO DE PICNOMETRO MAS AGUA**



**FIGURA N°29: MUESTRA DE ARENA GRUESA DE 300 gr**



**FIGURA N°30: BOMBA DE VACIOS**



**FIGURA N°31: PESAJE DEL PICNOMETRO, MAS AGUA, MAS AGREGADO FINO**



**FIGURA N°32: SECADO DE LA MUESTRA EN COCINA PARA DETERMINAR EL PESO FINAL**

**PESO UNITARIO DE AGREGADOS**

Agregado grueso  
Peso unitario suelto



**FIGURA N°33: PESO DEL MOLDE**



**FIGURA N°34: CUARTEO DEL MATERIAL**



**FIGURA N°35: ENRASADO DEL MATERIAL**



**FIGURA N°36: PESO UNITARIO SUELTO DEL CONFITILLO**



Peso unitario compactado



**FIGURA N°37: COLOCACIÓN DEL MATERIAL POR 3 CAPAS.**



**FIGURA N°38: CHUSEADO DE 25 GOLPES POR CAPAS**



**FIGURA N°39: ENRASADO DEL MATERIAL DESPUES DE LOS 25 GOLPES**



**FIGURA N°40: PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONFITILLO**

Agregado fino  
Peso unitario suelto



**FIGURA N°41: PESO DEL MOLDE PARA LA ARENA GRUESA**



**FIGURA N°42: RECOJO DE MUESTRA**



**FIGURA N°43: ENRASADO PARA EL AGREGADO FINO**



**FIGURA N°44: PESO UNITARIO SUELTO DE LA ARENA GRUESA**

Peso unitario compactado



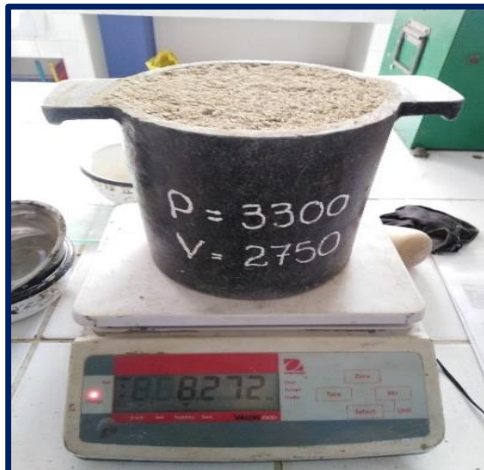
**FIGURA N°45: COLOCACIÓN DEL MATERIAL DE AGREGADO FINO POR 3 CAPAS.**



**FIGURA N°46: COMPACTADO DE 25 GOLPES POR CAPAS**



**FIGURA N°47: ENRASADO DE LA ARENA GRUESA**



**FIGURA N°48: PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA ARENA GRUESA**



## PRUEBA DE SLUMP



FIGURA N°49: MEZCLA DE LOS MATERIALES PARA OBTENER EL CONCRETO



FIGURA N°50: COLOCACIÓN DEL MATERIAL AL CONO DE ABRAMS



FIGURA N°51: CONO DE ABRAMS



**FIGURA N°52: VERIFICACIÓN DEL CONCRETO PARA EL CONO DE ABRAHAMAS**

**ELABORACION DE ADOQUINES DE CONCRETO**

Cemento	0.381
Agregado Fino	0.997
Agregado Grueso	0.482
Agua	0.203

**FIGURA N°53: RESULTADO DE LOS PESOS DE MATERIALES POR ADOQUIN**



**FIGURA N°54: MEZCLA DEL CONCRETO**



**FIGURA N°55: COLOCACION DEL CONCRETO AL MOLDE**



**FIGURA N°56: DESENCOFRADO DEL ADOQUIN TIPO I**



**FIGURA N°57: ADOQUIN DE CONCRETO TIPO I**



**FIGURA N°58: CURADO CONVENCIONAL DEL ADOQUIN A LOS 7,14 Y 28 DIAS**



**FIGURA N°59: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

# **ANEXO N°4**

## **APLICACIÓN DE LOS METODOS DE CURADO EXPERIMENTALES**



## Aplicación por el metodo de curado adiabatico para los adoquines



**FIGURA N°60: ELABORACIÓN DEL METODO DE CURADO**



**FIGURA N°61: MATERIAL TERMICO COLOCADA EN EL COOLER**



**FIGURA N°62: TOMA DE TEMPERATURA**



**FIGURA N°63: COLOCACIÓN DE MUESTRAS**



**FIGURA N°64: COLOCACION DEL SENSOR EN EL ADOQUIN DE CONCRETO**



**FIGURA N°65: ADOQUIN DE CONCRETO ENVUELTO CON EL MATERIAL TERMICO**

**Aplicación por el metodo de curado con pelicula de plastico para los adoquines**



**FIGURA N°66: ELABORACIÓN DEL METODO DE CURADO CON PELICULA PLASTICA**



**FIGURA N°67: ENVOLTURA DEL ADOQUIN CON LA PELICULA PLASTICA**



**FIGURA N°68: ZANJA PARA LA COLOCACION DE LOS ADOQUINES**





**FIGURA N°69: INGRESO DE LOS ADOQUINES A LA ZANJA**



**FIGURA N°70: METODO DE CURADO EXPERIMENTAL TERMINADO**

**Aplicación por el metodo de curado quimico para los adoquines**



**FIGURA N°71: SIKACEM-CURADOR**



**FIGURA N°72: BASE DE VIDRIO DE 6mm**



**FIGURA N°73: APLICACIÓN DEL LIQUIDO CURADOR SIKACEM**



**FIGURA N°74: METODO DE CURADO QUIMICO**



**FIGURA N°75: ENSAYO A LA RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN PARA LOS METODOS EXPERIMENTALES**