



ESCUELA SUPERIOR TÉCNICA SENCICO

MONOGRAFÍA:

CURADO DEL CONCRETO

(CURADO DE PEDESTAL DE SECCIÓN 0.25 X 0.25 POR 1 METRO DE ALTURA)

PARA ACCEDER AL TÍTULO DE PROFESIONAL TÉCNICO EN EDIFICACIONES Y OBRAS CIVILES

HUANCA SINSE ALVARO DANIEL

SAN BORJA - LIMA

EDIFICACIONES Y OBRAS CIVILES

74953324

EGRESADO 2020-2

DEDICATORIA

“Dedico esta monografía a mi familia, por su amor y apoyo incondicional en mi vida académica. También quiero agradecer a mis profesores, cuyas enseñanzas y orientación me han ayudado a alcanzar mis metas educativas”

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
DESARROLLO.....	2
1. DESARROLLO DEL CONCRETO EN EL PERÚ SIGLO XX	2
2. COMPONENTES DEL CONCRETO	2
3. PROBLEMÁTICA ACTUAL EN EL PERU	3
4. MARCO NORMATIVO.....	5
4.1. La American Concrete Institute (ACI)	5
4.1.1. ACI 211: Diseño de mezcla	5
4.1.2. ACI 308: Curado del concreto.....	5
4.1.3. ACI 306: Concreto en clima frio.....	5
4.2. La American Society for Testing and Materials (ASTM).....	6
4.2.1. ASTM Curing Concrete (ASTM Curing)	6
4.2.2. ASTM C31- Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field 6	
4.2.3. ASTM C511 - Standard Specification for Mixing Rooms, Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes....	6
4.3. El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).....	7
4.3.1. NORMA E.060: Concreto armado.....	7
4.4. Normas técnicas peruanas	8
4.4.1. NTP 339.030:2011 "Concreto - Métodos de ensayo para concretos frescos y endurecidos - Curado térmico"	8
4.4.2. NTP 339.030:1999 "Concreto - Métodos de ensayo para concretos frescos y endurecidos - Curado".....	8
5. CURADO DE CONCRETO	8
5.1. Métodos de curado	9
5.1.1. Curado de probetas en laboratorio	9
5.1.2. Curado en obra	10
5.1.3. Curado en climas fríos:.....	16
5.1.4. Curado en climas cálidos:	16
5.1.5. Curado para construcciones diversas.....	17
6. CASO DE ESTUDIO	21
6.1. Elaboración del curado del pedestal de concreto de 25x25x100.....	21
6.2. Ubicación de los ensayos prácticos.	22
6.3. Materiales empleados para encofrado	22
6.4. Proceso de encofrado.....	23

6.5.	Dosificación de concreto	23
6.6.	Material empleado para la dosificación de mezcla	25
6.7.	Preparación de concreto:	27
6.8.	Vaceado de concreto:	30
6.9.	Desencofrado y curado a las 24 horas.....	32
6.11.	Resultados comparativos de los 2 pedestales curado y no curado.	39
6.12.	Ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.	41
PRESUPUESTO		44
CONCLUSIONES		45
RECOMENDACIONES		46
Referencias		47
ANEXOS		49

INTRODUCCIÓN

Esta monografía tiene como objetivo explorar en profundidad el proceso de curado del concreto, analizando los factores que influyen en su efectividad, los métodos y técnicas utilizados, así como los beneficios y consecuencias de un curado adecuado. Además, se presentarán casos de estudio que ejemplifiquen la importancia del curado en proyectos de construcción reales.

Por lo cual desarrollare 2 pedestales de 0.25x0.25 por 1 metro de altura, con un concreto 210 kg/cm² dosificado con la tabla de Unacem, de los cuales 1 será curado de forma diaria con agua durante 7 días y el otro no será curado, luego de desencofrar a las 24 horas en el que podremos observar las variaciones superficiales.

Para un mayor análisis se realizará una comparación de resistencias a la compresión de probetas vaciadas con la misma mezcla de los pedestales y curadas bajo 4 condiciones, siendo:

- ✓ Método de curado sumergido en agua.
- ✓ Método de curado con tela yute.
- ✓ Método de curado con aditivo chema.
- ✓ Sin aplicación de curado.

Los ensayos que se realizaron fueron en un laboratorio de concreto donde se realizó ensayo a la compresión de los cuales podremos visualizar y comparar cual es el método de curado más efectivo para lograr mayor resistencia.

Mediante esta exploración exhaustiva, se espera brindar una visión completa y enriquecedora sobre este importante aspecto de la construcción.

DESAROLLO

1. DESARROLLO DEL CONCRETO EN EL PERÚ SIGLO XX

“El desarrollo del concreto en el Perú se dio en el año 1915, la compañía constructora Norteamericana Foundation Co. para ejecutar entre muchos proyectos el terminal marítimo del Callao y la pavimentación de Lima, entre cuyas obras principales estuvo la carretera Lima-Callao (antigua Av. Progreso, hoy Av. Venezuela), las avenidas de Lima a Miraflores, Lima a Magdalena, la Av. Costanera y otras más. La Foundation trae los primeros hornos para fabricación de cemento, con lo que se inicia la Tecnología de concreto local. El año 1916, la Compañía Peruana de Cemento Portland compra los hornos a la Foundation e instala en el Rímac la primera fábrica de cemento comercial del Perú (Compañía Peruana de Cemento Portland) empleando materia prima de Atocongo. Entre 1955 y 1975 se crean las fábricas de cemento Chilca, Lima, Andino, Chiclayo, Pacasmayo, Sur y Yura, que van desarrollando diferentes tipos de cemento.” (Enrique, Topicos de tecnologia del concreto en el Perú, 1998, pág. 7)

2. COMPONENTES DEL CONCRETO

“La Tecnología del concreto moderna define para este material cuatro componentes: Cemento, agua, agregados y aditivos como elementos activos y el aire como elemento pasivo.” (Enrique, Topicos de tecnologia del concreto en el Perú, 1998, pág. 13)

A. Materiales para su composición:

- Cemento:

“Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.” (Enrique, Topicos de tecnologia del concreto en el Perú, 1998, pág. 17)

- Agua:

Como se recomienda el agua para la mezcla de la pasta debe ser agua potable libre de residuos.

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- I. Reaccionar con el cemento para hidratarlo,
- II. Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto
- III. Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

- Agregado Fino

“Se define como agregado fino al proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz 9.51 mm. (3/8”) y queda retenido en el tamiz 74 um (Nº200) que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037.” (Valentina, 2015, pág. 41)

- Agregado Grueso

“La NTP 400.011 define a la grava como el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándoseles 49 corrientemente en canteras y lechos de ríos depositados en forma natural.” (Valentina, 2015, pág. 48)

3. PROBLEMÁTICA ACTUAL EN EL PERU

El pasado 16 de mayo del 2023 aconteció el hundimiento de la superficie terrestre como se muestra en la Figura 1, en una pequeña área costera al norte de la capital de Perú que dejó dos casas derrumbadas y otras 18 con daños estructurales, aunque sin fallecidos.

El suceso ocurrió en Chancay en la zona de Peralvillo, Huaral, y se conoce que en el lugar se encuentra construyendo un túnel portuario, al mando de la compañía Cosco Shipping Ports Chancay Perú S.A.

Figura 1*Hundimiento de superficie terrestre.*

Nota: Hundimiento de casas y pistas por obras relacionadas al mega puerto en Chancay. La compañía señaló que repararan los daños ocasionados y reformara las medidas preventivas de sus procesos constructivos. Tomada de (El Comercio, 2023)

Como se conoce, las viviendas en el Perú fueron construidas sin contar con la asistencia de un profesional, por lo que no hay una buena planificación y ejecución de las edificaciones”.

Según la (Universidad Católica San Pablo, 2021).

“Priorización en el aspecto económico que por lo general es en los niveles socioeconómicos C, D y E”

A continuación, se mencionan algunas posibles situaciones problemáticas:

- ✓ Falta de conocimiento de la importancia del curado del concreto.
- ✓ Falta de supervisión para un adecuado mediante prácticas inadecuadas e insuficientes de curados.
- ✓ En el Perú hay diversas zonas climáticas por lo que cada región aplica métodos de curado específicos para contrarrestar los efectos de los climas en el concreto.
- ✓ La mala dosificación del concreto, así como el agua no apta para el curado afecta la calidad final del concreto.

A mi parecer el curado del concreto en el Perú debería ser manejado a través de la capacitación y concientización de los profesionales de la construcción en conjunto con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, para la implementación de prácticas adecuadas para el curado del concreto en diversas condiciones climáticas y geográficas.

4. MARCO NORMATIVO

El presente capítulo tiene los conceptos y marcos teóricos aplicativos para esta investigación sobre el curado del concreto.

4.1. La American Concrete Institute (ACI)

A continuación, se mencionan algunas de las normas en la que nos detallan los estándares, guías y prácticas en el campo del concreto:

4.1.1. ACI 211: Diseño de mezcla

Esta norma nos proporciona proporciones de mezclas para concretos normal, pesado y masivo. En el podemos apreciar la curva típica $f'c$ vs Agua/ Cemento que nos permite entender el comportamiento de los morteros y concretos.

4.1.2. ACI 308: Curado del concreto

Esta norma proporciona información detallada sobre los aspectos relacionados con el curado del concreto. Incluye recomendaciones sobre los procedimientos de curado adecuados, factores que afectan el curado, métodos de curado y monitoreo de la humedad y la temperatura, entre otros temas.

4.1.3. ACI 306: Concreto en clima frío

Esta norma se centra en el curado del concreto en condiciones de clima frío. Proporciona directrices para el curado adecuado del concreto en bajas temperaturas, así como recomendaciones para la protección contra la congelación y el daño causado por el hielo.

4.2. La American Society for Testing and Materials (ASTM)

A continuación, se mencionan algunas de las normas ASTM más relevantes en este ámbito:

4.2.1. ASTM Curing Concrete (ASTM Curing)

La norma nos proporciona recomendaciones sobre los procedimientos estándar para el curado, incluyendo el tiempo de curado, la temperatura, la humedad y otros factores ambientales que deben controlarse durante el proceso.

4.2.2. ASTM C31- Standard Practice for Making and Curing Concrete Test

Specimens in the Field

Esta norma establece los procedimientos estándar para la fabricación y curado de especímenes de prueba de concreto en el campo. Define los métodos para tomar muestras representativas de concreto fresco, moldear los especímenes y proporciona pautas para el curado adecuado de los especímenes antes de someterlos a pruebas de resistencia.

4.2.3. ASTM C511 - Standard Specification for Mixing Rooms, Moist

Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes

Esta norma establece las especificaciones para las salas de mezcla, gabinetes húmedos, salas húmedas y tanques de almacenamiento de agua utilizados en las pruebas de cementos hidráulicos y concretos. Estas instalaciones se utilizan para proporcionar condiciones controladas de curado y almacenamiento de muestras de concreto para que puedan desarrollar su $f'c$.

4.3. El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

4.3.1. NORMA E.060: Concreto armado

I. Capítulo 3: Materiales

En este capítulo de la (NormaE.060, 2006), se establecen los requisitos y especificaciones necesarias que deben cumplir el cemento, los agregados, agua y el acero de refuerzo, así como el mismo concreto. Aunque no se menciona específicamente el curado del concreto, el uso de materiales de calidad es fundamental para obtener un concreto duradero y resistente.

II. Capítulo 5: Calidad Del Concreto, mezclado Y colocación.

En la (NormaE.060, 2006), se menciona el diseño, construcción y control de calidad del concreto. Así como también en la Sección 5.11: Se menciona la protección y el curado del concreto tanto los procedimientos y requisitos para un curado en clima frío y cálido.

III. CAPITULO 18: Estructuras de concreto pretensado

Esta sección del (NormaE.060, 2006) se centra en las estructuras de concreto pretensado y establece pautas para el diseño y construcción de este tipo de estructuras. EL control de calidad y las buenas prácticas constructivas asociadas con las estructuras de concreto pretensado también incluyen consideraciones sobre el curado del concreto.

4.4. Normas técnicas peruanas

4.4.1. NTP 339.030:2011 "Concreto - Métodos de ensayo para concretos frescos y endurecidos - Curado térmico"

Esta norma proporciona los métodos de ensayo para evaluar el curado térmico del concreto. Proporciona pautas para la aplicación de calor controlado al concreto y las condiciones de curado térmico.

4.4.2. NTP 339.030:1999 "Concreto - Métodos de ensayo para concretos frescos y endurecidos - Curado"

Esta norma proporciona los métodos de ensayo para evaluar el curado del concreto. Incluye recomendaciones para el curado por inmersión en agua, curado por rociado y curado con membranas de curado.

5. CURADO DE CONCRETO

De acuerdo con la (ACI 308- Curado del concreto, 2018):

“El Curado tiene los principios de garantizar mantenimiento de la humedad y temperatura optima, de esta forma le permite desarrollar sus propiedades físicas y químicas deseadas.”

Según la (Norma E.060, 2006):

“Nos indica la temperatura mínima que debe tener mantener el concreto durante los 7 primeros días para el concreto preparado con el Tipo 1, de ser un concreto de alta resistencia podría emplearse solo 3 días de curado, así como si fuera de otro tipo como 1P deberá tener un curado de 10 días.”

5.1. Métodos de curado

5.1.1. Curado de probetas en laboratorio

Los procedimientos se basan en la norma (ASTM C-31, 2008), curado del concreto en laboratorio se realiza para simular las condiciones de curado controlado y obtener resultados precisos en pruebas de resistencia y otras pruebas de calidad del concreto.

A continuación, se describe el proceso general de curado de concreto en laboratorio:

I. Preparación de las muestras: Se preparan especímenes de concreto en el laboratorio siguiendo las normas y los procedimientos establecidos. Estos especímenes generalmente se moldean como cilindros o cubos utilizando moldes de tamaño y forma estándar.

II. Etiquetado de las muestras: Cada muestra se etiqueta de manera única para identificarla y rastrearla durante el proceso de curado y las pruebas posteriores. La etiqueta debe contener información relevante como la fecha de moldeo, el tipo de mezcla de concreto, el número de muestra y cualquier otra información necesaria.

III. Sumergir las probetas en la solución de agua con cal: Las probetas de concreto se sumergen completamente en la solución de agua con cal. Es importante asegurarse de que las probetas estén completamente cubiertas por la solución y que no haya burbujas de aire atrapadas.

IV. Mantener las condiciones de curado: Las probetas se mantienen sumergidas en la solución de agua con cal durante el período de curado especificado. Es fundamental mantener la temperatura y la humedad controladas según los estándares y las recomendaciones aplicables.

V. Control del ambiente de curado: Se debe monitorear y mantener las condiciones del ambiente de curado, incluida la temperatura y la humedad relativa. Esto se puede lograr utilizando cámaras de curado o tanques de curado adecuados con control de temperatura y humedad.

VI. Control del ambiente de curado: Se debe monitorear y mantener las condiciones del ambiente de curado, incluida la temperatura y la humedad relativa. Esto se puede lograr utilizando cámaras de curado o tanques de curado adecuados con control de temperatura y humedad.

5.1.2. Curado en obra

De acuerdo con el (ACI 308- Curado del concreto, 2018) los métodos y procedimientos para el curado tienen el mismo principio: de garantizar el mantenimiento de un contenido satisfactorio de humedad y temperatura para que el concreto desarrolle las propiedades deseadas gracias a 2 sistemas:

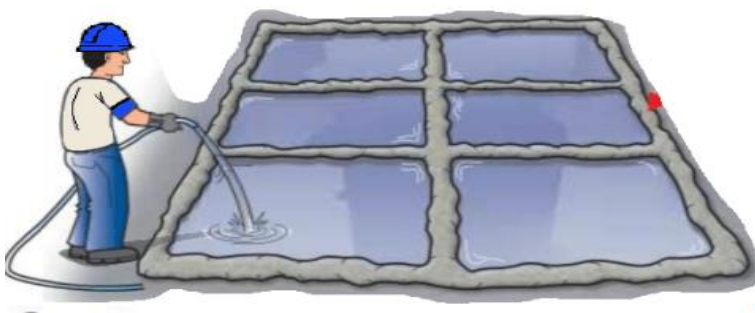
I. Curado con agua

- Anegamiento o inmersión:

Empleado en elementos horizontales, más conocido como arrocera que se trata de crear un bordo en una losa con tierra o algún otro material e inundar toda la superficie de agua. Visualizar figura 2.

Figura 2

Arroceras de arena para curado con agua



Nota: Se visualiza en la imagen que el curado de la losa se realiza bordeando con arena la superficie para inundarla de agua. (Sanitary Engineer, 2021)

- Rociado de niebla o aspersión:

El uso de aspersores es fundamental para realizar el curado inicial del concreto, aunque muchas veces no se realiza el correcto curado debido a que se aplica ocasionalmente. Visualizar figura 3.

Figura 3

Curado de losa con aspersión.



Nota. El curado con aspersión se puede realizar luego de que la exudación del concreto haya desaparecido. (Tecnycon, 2016).

- Costales, mantas de algodón y alfombras:

Este método de curado puede ser empleado para elementos verticales y horizontales, estos materiales debido a su gran capacidad de

absorber y retener agua son esenciales para realizar un buen curado, además de que son resistentes a la putrefacción y el fuego. Visualizar figura 4.

Figura 4

Curado de columnas con yute.



Nota: Las columnas de concreto están cubiertas con tela yute que tiene la capacidad de retener agua durante mayor tiempo. (CEINTPERU , 2023)

- Curado con tierra:

La tierra mojada debe estar libre de materias orgánicas u otras sustancias para ser empleados. Visualizar figura 5.

Figura 5

Pavimento con tierra mojada para curado.



Nota: Pavimento de concreto curado con tierra saturada de agua para que pueda desarrollar sus resistencias de diseño. (Blogger, 2016)

- Arena y aserrín:

Tiene la misma función que la tierra de trabajar mojados, lo que se debe evitar es que el aserrín contenga ácidos que perjudiquen al concreto.

- . Paja o heno:

Se puede emplear paja mojado, las precauciones que hay que tomar ante fuertes vientos es cubrir con telas de alambres.

II. Material sellador

- . Película plástica:

Por lo general son plásticos que se emplean en elemento horizontales, debido a que en elementos verticales es más complicado su utilización. Según el (ACI 308- Curado del concreto, 2018).

“Los plásticos blancos son recomendados usar en climas cálidos y el de color negro es recomendable usar en climas fríos debido a que absorbe calor de los rayos del sol y calienta la estructura”. Visualizar figura

Figura 6

Curado con plástico transparente.



Nota: Empleo de plástico transparente para losa saturada con agua en un clima cálido. (Blogger, 2016)

- Papel impermeable:

El papel impermeable tiene la misma capacidad del plástico que es retardar eficazmente la pérdida de humedad en el concreto. Además, que pueden ser empleados hasta 2 veces siempre que se conserve sus propiedades del papel. Visualizar figura 7.

Figura 7

Uso de papel impermeable para curado de losa.



Nota: El papel impermeable se usa sobre superficies saturadas de agua y con peso a los bordes para que no se desplacen por el viento. (Blogger, 2016)

- Compuesto líquido para formar membranas de curado:

Las especificaciones de acuerdo con la Norma ASTM C 309 los compuestos líquidos que forman membranas en la superficie del concreto son para que mantenga el agua interna y desarrolle su resistencia requerida. (Villegas Zamora, 2012, pág. 24)

Según las fichas técnicas de (SIKA PERU, 2009).

“Todos los aditivos se aplican con rociadores o con brochas”. Visualizar figura 8.

Su aplicación será solo si las especificaciones del proyecto las permite o por decisión del residente de obra.

A continuación presentare la línea de aditivos de chema que nos presentaran aditivos para diferente clima y colores.

(Chema, 2023) Nos presenta sus tipos de aditivos:

Curador membranil C-9.- Esencial para un clima cálido, de alta radiación solar como en el norte del país este es el que está diseñado para esta situación.

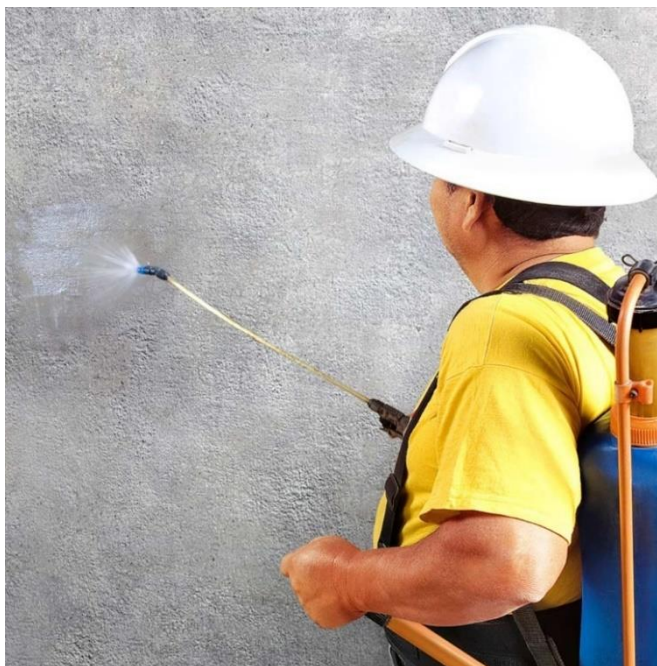
Curador membranil B.- Esencial para un clima frio, incluso empleado para clima bajo 0°C.

Curador membranil reforzado. - Esencial para un clima templado, se puede aplicar sobre el concreto fresco con aspersores.

Super curador chema. – Al igual que el membranil reforzado se puede emplear sobre el concreto fresco a diferencia que este aditivo puede emplearse en todo tipo de clima.

Figura 8

Aplicación de aditivos curadores de membrana



Nota: Aplicación de aditivo curadores con aspersores. (SIKA PERU, s.f.)

5.1.3. Curado en climas fríos:

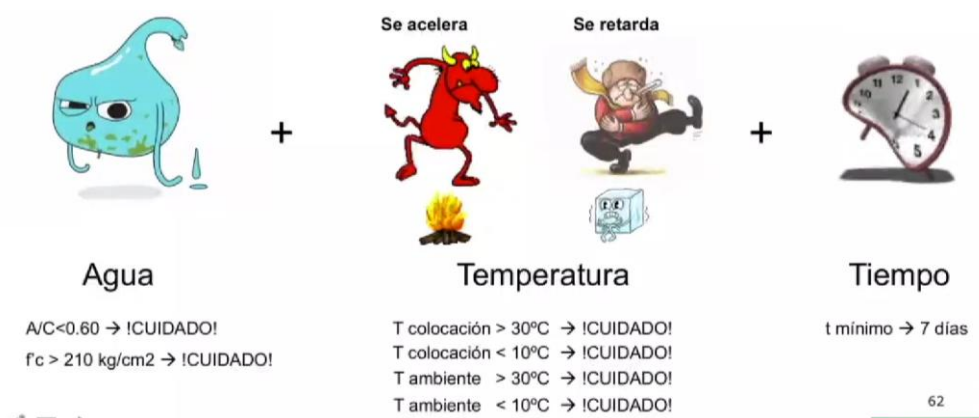
En la norma (ACI 306) nos establece los parámetros para que el concreto pueda ser vaciado y curado en temperaturas desfavorables para que el concreto logre desarrollar sus propiedades precisando que el concreto deberá ser protegido hasta que desarrolle una resistencia a la compresión de 35 kg/cm².

5.1.4. Curado en climas cálidos:

De acuerdo con el (ACI 308- Curado del concreto, 2018) el concreto en clima cálido requiere de un curado continuo durante los primeros días de vaciado del concreto. Visualizar la figura 9.

Figura 9

Factores que se debe cuidar en el concreto para lograr un buen desarrollo de su resistencia.



Nota: El agua en la dosificación es importante tanto para climas fríos, así como para clima cálido, la temperatura de colocación hay que cuidar, así como el tiempo de curado. (Enrique, Todo sobre el curado de estructuras de concreto, 2022)

5.1.5. Curado para construcciones diversas.

De acuerdo con el (ACI 308- Curado del concreto, 2018) nos proporciona procedimientos y reglas para el curado de diversas estructuras, como a continuación se presentan:

- 5.1.5.1. Pavimentos y losas sobre terreno: Cuando se empieza a desarrollar agrietamientos por contracción, se debe iniciar el curado con aditivo que cree una membrana en la superficie o que retarde la evaporación de agua y cubrir la superficie con costales o mantas de algodón mojadas. Es recomendable mantener las mantas saturadas de agua hasta la culminación de su curado.
- 5.1.5.2. Estructuras y edificios: En la norma nos indican que para un concreto endurecido, antes de retirar las cimbras se puede aflojar los separadores para verter agua entre la cimbra e inmediatamente

después de retirar la cimbra mantener mojado la superficie del concreto. El empleo de aditivos formadores de membranas solo se empleará si la especificación lo permite o cuando es aprobado por el residente de la obra.

- 5.1.5.3. Concreto masivo: Se denomina concreto masivo a un volumen de concreto con grandes dimensiones y que requieren medidas adecuadas ante la generación de calor y el cambio de volumen, por ejemplo, se les conoce a las presas. Para poder controlar la temperatura de la presa que son estructuras no reforzadas, se debe controlar la temperatura interior mediante tuberías de enfriamiento ahogadas en el concreto, como se puede visualizar en la figura 10.

Figura 10

Tuberías de enfriamiento en la Presa Hoover



Nota: Las tuberías de enfriamiento empleadas en la Presa Hoover fueron rellenas con una lechada de cemento una vez que el cemento lograba su resistencia requerida. (Lesics Española, 2022)

5.1.6. Otras construcciones:

- 5.1.6.1. Elementos prefabricados. – El curado de estas unidades son curados acelerados, con el fin de reutilizar moldes y espacio de colado. El método empleado para las industrias es el tratamiento autoclave que

se realiza con vapor saturado y se logra tiempos más cortos de curado. Visualizar la figura 11.

Figura 11

Curado con vapor húmedo saturado a presión atmosférica.



Nota: Se visualiza en curado a vapor de viguetas pretensadas en una planta de prefabricados. (Tensolite SA, 2019)

- 5.1.6.2. Construcciones de cimbras deslizantes verticales. – De acuerdo a la norma nos indica que se puede curar con un faldón de largo adecuado, mojado y en contacto con el concreto.
- 5.1.6.3. Concreto lanzado. – La superficie del concreto lanzado se deben mantener mojado durante 7 días, de emplearse liquido con membrana solo se podrá aplicar cuando ya no se va a aplicar mas concreto lanzado y el aspecto es aceptado ya que si la superficie es áspera la cantidad de aditivo deberá ser mayor.
- 5.1.6.4. Concreto refractario. – El concreto que incluye cemento portland como cementante, debe ser curado con los métodos con agua y material sellador. De emplearse cemento de aluminato de calcio como cementante el curado se completa a las 24 horas después de mezclado.
- 5.1.6.5. Cascarones. – A temperaturas de 4 a 12°C se puede curar con los métodos normales, si se presentaran clima cálido se debe emplear

rociado de niebla y posteriores costales mojados, mientras que para climas fríos se debe emplear cobertores protectores para evitar la congelación.

- 5.1.6.6. Concreto aislante. – Concretos que alcanzan un peso unitario de 800 kg/m³ o menor se debe mantener húmeda durante un periodo no menor de 3 días, evitando un exceso de agua.
- 5.1.6.7. Concreto con acabados minerales o coloreados. – Se debe evitar que el concreto se manche, de acuerdo con (Nick Paris y Michael Chusid, 2000) los aditivos colorantes de gran calidad son capaces de resistir las reacciones químicas durante el proceso de curado del concreto. La empresa (Z Aditivos, 2018) nos presenta su aditivo curador Z Expuesto forma una película transparente, no mancha, especial para concreto caravista.

5.2. Criterio para definición del método de curado

De acuerdo con el ING. (Enrique, Todo sobre el curado de estructuras de concreto, 2022) se debe planificar antes de elegir el curado del concreto.

Las consideraciones para tomar son:

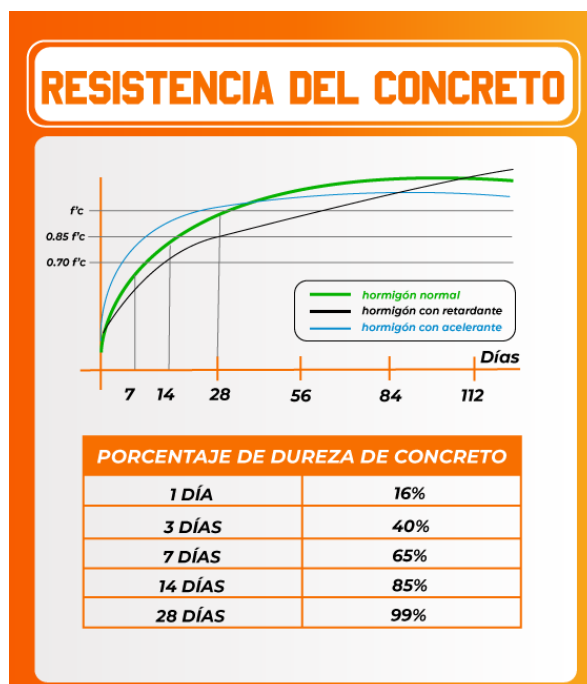
- Donde y cuando voy a construir.
- Medio ambiente in-situ.
- Proceso constructivo.
- Resistencia F'_c y/o relación Agua/ Cemento.

La Resistencia del concreto en relación F'_c /Días

De acuerdo con la figura 12, nos brinda la relación de resistencia a la compresión que alcanza a través de los días.

Figura 12

Tabla de resistencia del concreto



Nota. De acuerdo con la tabla a los 28 días deberías llegar a un 99% de resistencia a la compresión del concreto diseñado. (Konstrutecnia.com, 2021)

6. CASO DE ESTUDIO

6.1. Elaboración del curado del pedestal de concreto de 25x25x100

Estudio del curado en 2 tipos de pedestales de las mismas características

en los cuales solo a 1 pedestal se le dará el curado de acuerdo con los días que indica la norma (ACI 308- Curado del concreto, 2018) para cemento tipo 1 se le deberá curar por 7 días para que logre la resistencia del 70% como mínimo.

El pedestal curado será dosificado de acuerdo con la tabla de dosificaciones de UNACEM proporcionada específicamente para el tipo 1 (SOL). Visualizar el Anexo 1.

Para determinar si el curar el espécimen de concreto logra a desarrollar su resistencia requerida se tomará muestras para una investigación complementaria se realizarán ensayos de compresión del concreto por lo cual se realizará 4

probetas las cuales serán curadas con diferentes métodos. Con las especificaciones mencionadas en la norma (ACI 308- Curado del concreto, 2018).

- ✓ Método de curado sumergido en agua.
- ✓ Método de curado con tela yute.
- ✓ Método de curado con aditivo chema.
- ✓ Sin aplicación de curado.

6.2. Ubicación de los ensayos prácticos.

AUTOR: ALVARO DANIEL HUANCA SINSE

DISTRITO: LURIN

DIRECCION: VILLA ALEJANDRO

CLIMA DEL LUGAR:

PROMEDIO DEL CLIMA: 23°C

CLIMA NUBLADO

HUMEDAD PROMEDIO: 80%

VIENTO: A 19 KM/H

6.3. Materiales empleados para encofrado

Panel fenólico de 18mm para pedestal de 25x25x100

Medidas De Paneles

- Panel (A)

2 piezas de fenólico de 28 centímetros por 1 metro para la base de los 2 pedestales.

- Panel (B)

4 piezas de fenólico de 25 centímetros por 1 metro para los laterales de los 2 pedestales.

- Panel (C)

4 piezas de fenólicos 30 centímetros por 30 centímetros para las tapas laterales del encofrado.

Moldes de plásticos de 4" por 8" para probetas de concreto.

Se realizará una limpieza de los moldes libre de residuos.

6.4. Proceso de encofrado

El panel (A) fue clavado sobre 2 listones de 2"x2" a la base, los paneles (B) fueron atornillados sobre el panel (B) dejando el interior de 25 centímetros.

De igual manera los paneles (C) fueron atornillados al encofrado.

Los tornillos fueron espaciados de forma de dar mayor seguridad a los extremos.

6.5. Dosificación de concreto.

Para la investigación se empleó la dosificación de Unacem.

Según (Enrique, controlmixexpress, 2023),

“La resistencia requerida en compresión del concreto o valor con sobre diseño establecida por los Códigos, a medirse en los testigos de concreto, y que debe cumplir el productor del concreto para garantizar que se satisfagan los criterios de aceptación del $f'c$. Visualizar la figura 13.

Figura 13

Tabla de resistencia requerida.



DADA LA RESISTENCIA ESPECIFICADA ($f'c$) INCREMENTARLA DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE TABLA:	
$f'c$ (Kg/cm ²)	$f'c$ (Kg/cm ²)
MENOS 211	$f'c + 70$
DE 211 A 352	$f'c + 84$
MÁS DE 352	$f'c + 98$

Nota: La presente tabla nos indica que el diseño en obra no controlado se deberá incrementar cuando se desea un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2 + 70 \text{ Kg/cm}^2$. La cual en la dosificación del Unacem ya está considerado en todas sus proporciones. (Udocz, 2023).

Es decir que para mi dosificación de mezcla diseñado a un $F'c= 210\text{kg/m}^2$.

Dosificación Para 1 Bls De Cemento Tipo 1 (Sol).

$$f'c = 210; \frac{\text{TAMAÑO DE PIEDRA}}{1/2"} - \frac{\text{AGUA}}{26L} - \frac{\text{ARENA}}{0.06m^3} - \frac{\text{PIEDRA}}{0.06m^3} = \frac{\text{RENDIMIENTO}}{0.11M^3}$$

Volumen total calculado de acuerdo con el volumen requerido.

- 2 Pedestales de 25x25x100 =0.13m³
- 8 Probetas de 4" por 8" =0.013m³
- Suma de volumen total más 7% de desperdicio = 0.15m³

6.5.1. Volumen empleado de acuerdo con la tabla de dosificación de UNACEM:

Se requerirá las siguientes proporciones del material para el volumen requerido.

- Cemento Tipo1= 1 + 1/3 bolsas
- Agua= 35 litros
- Arena= 0.08 m³
- Piedra= 0.08 m³
- Rendimiento total= 0.15m³

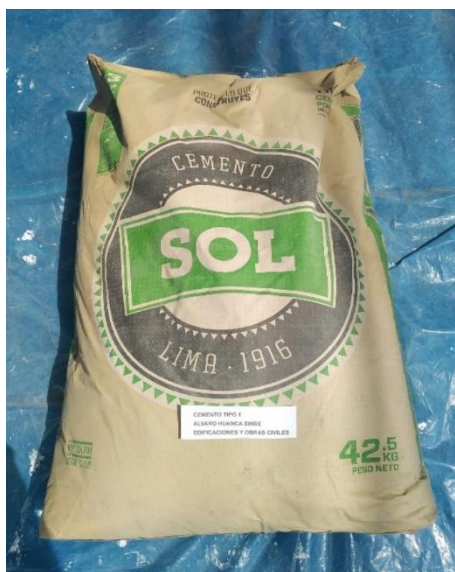
6.6. Material empleado para la dosificación de mezcla

6.6.1. Cemento: Se empleo el cemento Sol tipo 1.

El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección de la dosificación del concreto. (NormaE.060, 2006) Visualizar la figura 14.

Figura 14

Cemento sol (Tipo 1)



Nota. Cemento Sol del tipo 1 de Unacem en presentación de 42.5kg. Elaboración propia.

6.6.2. Arena gruesa: El agregado fino podrá consistir en arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes. Deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas. De acuerdo con la (NormaE.060, 2006) Visualizar figura 15.

Figura 15
Muestra de arena gruesa.



Nota. Se muestra la arena gruesa libre de materia orgánica u otras sustancias dañinas para el concreto. Elaboración propia.

- 6.6.3. Piedra chancada: De acuerdo con la (Norma E.060, 2006), El agregado grueso podrá consistir en grava natural o triturada. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa; deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas. Visualizar figura 16.

Figura 16
Muestra de piedra chancada.



Nota: Se visualiza la muestra de piedra chancada de $\frac{1}{2}$ " pulgada empleada para la mezcla de concreto. Elaboración propia.

- 6.6.4. Agua: De acuerdo con la (Norma E.060, 2006), El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable.

Visualizar figura 17.

Figura 17

Agua empleada para la mezcla de concreto.



Nota: El agua que se emplea es directamente de la tubería de agua que brinda seda pal, que se almacena en un balde limpio. Elaboración propia.

6.7. Preparación de concreto:

Acarreo. - Se colocó arena gruesa sobre superficie limpia, luego la piedra chancada encima y por último el cemento. Tal como se visualiza en la figura 18.

Figura 18

Acarreo de materiales para concreto simple.



Nota: El material fue transportando en una sola cima para poder mezclar. Elaboración propia.

- 6.7.1. Mezcla. - Los agregados con el cemento con una pala, se les dará 2 vueltas a todos los ingredientes buscando que este lo más homogéneo toda la mezcla seca. Visualizar la figura 19.

Figura 19

Mezcla de cemento con agregado seco y homogéneo.



Nota: Se le realizo 3 vueltas para que quede bien mezclado entre todos los agregados y el cemento. Elaboración propia.

Una vez la mezcla seca esta homogénea se procede a abrir la mezcla un hoyo en el centro para recibir agua.

El agua se va añadiendo en el centro de la mezcla, y se va mezclando con la pala tratando que la mezcla quede húmeda homogéneamente. Como se visualiza en la figura 20.

Figura 20

Mezcla de concreto hidratado



Nota: Como se visualiza en la figura se debe buscar que se hidrate toda la mezcla.
Elaboración propia.

6.8. Vaceado de concreto:

Una vez que la mezcla tenga el agua repartida homogéneamente sobre la mezcla, se procederá a medir el Slump.

Se procede a llenar el cono de abrams en tres capas los cuales son apisonados con 25 golpes con la varilla, una vez se enrasa el concreto se procede a levantar el cono de abrams para colocarlo a un lado de la mezcla para su medición de asentamiento. Visualizar en la figura 21.

Figura 21

Asentamiento de la mezcla fresca.



Nota: Este proceso se realiza para medir la consistencia del concreto en estado fresco.
Elaboración propia.

De acuerdo con la dosificación de UNACEM nos da un Slump de 3".

Luego de medir el Slump del concreto procedemos a vaciar sobre los moldes de probetas con el cucharón metálico tal y como nos indica la norma (ASTM C-31, 2008).

Procedo a llenar 8 moldes de probetas de 4" por 8" los cuales son llenados en 2 tandas y apisonados con la varilla con 25 golpes y enrasado con la misma varilla de acero para finalmente identificar las probetas luego de su endurecimiento. Visualizar en la figura 22.

Figura 22

Moldes de probetas llenas de concreto.



Nota: Todas las probetas se muestran con su etiqueta correspondiente. Elaboración propia.

Por último, se procedió al vaceado en los encofrados de panel fenólico para los pedestales los cuales fueron llenados en 2 tandas y vibrados con una vibradora de 1hp y al llevar al ras del encofrado se le da acabado con plancha de pulir, como se visualiza en la figura 23.

Figura 23

Vaceado de pedestales de concreto.



Nota: Se muestra los pedestales llenos de concreto hasta el ras del encofrado, se le da acabado con plancha de pulir. Elaboración propia.

6.9. Desencofrado y curado a las 24 horas

6.9.1. Pedestal de concreto

Lo primero que se procedió es desencofrar los paneles fenólicos y mojar el pedestal de concreto.

La superficie del pedestal se sentía caliente y al contacto con el agua se escucha un sonido peculiar cuando este se hidrata. Visualizar en la figura 24.

Figura 24*Pedestales de concreto a las 24 horas*

Nota: Se visualiza un pedestal húmedo, debido a que se fue hidratando luego de que se desaparezca su exudación. Elaboración propia.

El curado se realizó durante 3 veces al día con agua potable durante los 3 primeros días y los siguientes se realizó 2 veces al día durante 7 días, completando lo recomendado en la (Norma E.060, 2006). Visualizar en la figura 25.

Figura 25*Curado de pedestal.*

Nota: 1 pedestal será curado por 7 días y el otro no se realizará el curado. Elaboración propia.

6.9.2. Probetas de concreto

Mediante los agujeros que tiene en la parte inferior en los moldes aplicando aire al retirar de su molde se procedió a identificar las probetas en grupo de 2 para proceder a darle un tratamiento de curado diferenciado. Visualizar en la figura 26.

Figura 26

Desenfofrado de probetas de concreto.



Nota: Se visualiza que por el agujero de la cara inferior del molde se le aplica aire a presión para retirar las probetas de concreto. Elaboración propia.

6.10. Curado

Material para curado de pedestal: Agua potable libre de impurezas, como se visualizar en la figura 27.

Figura 27

Agua potable.



Nota: El agua empleada para la mezcla y curado es potable por lo que cumple con las especificaciones de las normas. Elaboración propia.

Material para curado de probetas:

- Agua: agua potable libre de impurezas con 2g de cal por cada litro.
- Aditivo chema reforzada: Aditivo con color blanco lechoso. Visualizar en la figura 28.

Figura 28

Curador membranal reforzado.



Elaboración propia.

- Tela yute: Es un material fuerte y duradero, resistente al desgarro, el estiramiento y la abrasión. Además de su gran retención de agua. Visualizar en la figura 29.

Figura 29

Tela yute.



Elaboración propia.

6.10.1. Procedimiento de curado:

- Pedestal de concreto (A)

El pedestal fue curado los 3 primeros días mojado con agua potable durante 3 veces al día, y los días siguientes fueron 2 veces al día, como se visualiza en la figura 30.

Figura 30

Pedestal de concreto curado.



Elaboración propia.

- Pedestal de concreto (B)

El pedestal no curado luego de retirar su encofrado se mantuvo caliente, no se le curo como se visualiza en la figura 31, para lograr visualizar las fisuras superficiales.

Figura 31

Pedestal de concreto no curado.



Elaboración propia.

- Probeta curada con agua:

Las 2 probetas de concreto fueron sumergidas en un balde de agua con cal, como se visualiza en la figura 32, para simular el curado en laboratorio durante un periodo de 7 días que es el empleado en obra.

Figura 32

Curado de probeta en agua con cal.



Elaboración propia.

- Probeta curada con aditivo:

Las 2 probetas de concreto fueron curadas con aditivo chema como se visualiza en la figura 33, el cual tiene una duración en la superficie por 7 días los necesarios para que el concreto llegue a la resistencia requerida.

Figura 33

Curado de probetas de concreto con curador membranal reforzado.



Elaboración propia.

- Probeta curada con tela yute:

La tela de yute fue sumergida y luego envuelta como se visualiza en la figura 34, en las 2 probetas durante los 7 primeros días con la finalidad de que el concreto llegue a la resistencia requerida.

Figura 34

Probeta de concreto curado con tela yute.



Elaboración propia.

- Probeta no curada:

Las 2 probetas identificadas luego de desencostrar no tuvieron contacto con agua para luego en el día 14 poder visualizar cual es su resistencia que obtuvo al no llevar un curado o hidratación del concreto. Visualizar la figura 35.

Figura 35

Probetas de concreto no curadas.



Elaboración propia.

6.11. Resultados comparativos de los 2 pedestales curado y no curado.

El objetivo la práctica es verificar el por qué es importante realizar un correcto curado al elemento de concreto. Como se visualiza en Anexo 2 se puede apreciar que si no se realiza un curado adecuado al concreto se producirá grietas como se visualiza en la figura

6.11.1. Pedestal de concreto (A). - pedestal curado durante 7 días.

Se verifico en la superficie de las 6 caras del pedestal buscando alguna fisura. Se verifica que solo cuenta con 1 fisura de 1cm de largo. Visualizar la figura 36.

Figura 36

Pedestal de concreto curado durante 7 días.



Nota: Se verifico sus caras y no hay presencia de fisuras por contracción plástica.

6.11.2. Pedestal de concreto (B). – Pedestal no curado.

Se verifico en la superficie de las 6 caras del pedestal buscando alguna fisura. Se verifica que cuenta con fisuras a sus laterales de la forma en que se mantuvo almacenada.

Visualizar la figura 37.

Figura 37

Pedestal de concreto no curado.



Nota: Se verifica fisuras de 5 a 6 centímetros. Elaboración propia

- 6.12. Ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Las probetas mientras se realizó el curado durante los 7 días no se dejó a la intemperie.

A los 16 días de vaceado se procedió a ensayo para saber la resistencia a la compresión que logro cada probeta con el objetivo de comparar que método de curado es mejor.

Se procedió a transportar las probetas a los 16 días de edad y curadas durante 7 días. Como se visualiza en la figura 36. Las probetas fueron colocadas 1 por 1 para realizar su ensayo de rotura, como se puede visualizar en el Anexo 2,3,4,5.

Figura 38

Prensa de concreto para hallar la resistencia del concreto.



Nota: El equipo para la medición de la resistencia a la compresión es Prensa de concreto P.C 180. Elaboración propia.

Probeta curada con agua: En el anexo 6 se visualiza que la lectura que tuvo es de 243.7 Kn para su rotura.

Probeta curada con aditivo: En el anexo 7 se visualiza que la lectura que tuvo es de 207.3 Kn para su rotura.

Probeta curada con yute: En el anexo 8 se visualiza que la lectura que tuvo es de 210.1 Kn para su rotura.

Probeta no curada: En el anexo 9 se visualiza que la lectura que tuvo es de 212.9 Kn para su rotura.

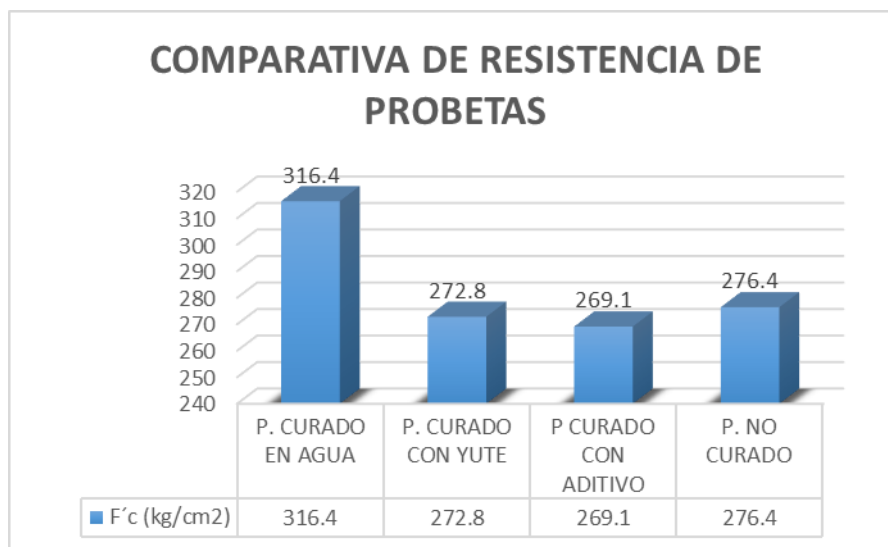
Todas las probetas fueron puestas en la Prensa de concreto P.C 180 para realizar el ensayo de rotura de los cuales se obtuvo un certificado de por cada probeta que se podrá visualizar en el Anexo 10,11,12,13.

A continuación, se muestra en la tabla 1, con los $F'c$ obtenidos de cada probeta ensayada a

los 16 días de vaceado para realizar un comparativo entre las 4 probetas curados con diferentes métodos.

Tabla 1

Tabla de resistencia a la comprensión de las probetas.



Nota: La tabla nos muestra la resistencia en base a los resultados brindados por el laboratorio. Elaboración propia.

PRESUPUESTO

Tabla 2

Tabla con el presupuesto empleado para el tema del curado de concreto.

ITEM.1. PRESUPUESTO PARA CURADO DE 2 PROBETAS DE CONCRETO DE CADA TIPO					
n°	Descipcion	Cantidad	Unidad	Precio	Costo
				Unitario	total
1	Curado con agua (agua 1000 litros)	48	L (litros)	S/. 1.859	S/. 0.09
2	Curado con aditivo (3.8 litros)	0.3	L (litros)	S/. 27.00	S/. 2.13
3	Curado con yute (1 m2)	0.5	m2	S/. 12.00	S/. 6.00
ITEM.2. PRESUPUESTO DE MATERIALES PARA ENCOFRADO DE MATERIALES					
1	Panel fenólico de 18mm	1	und	S/. 80.00	S/. 80.00
2	Molde de plástico de 4"x8"	8	und	S/.6.00	S/.48.00
ITEM.3. PRESUPUESTO PARA ENSAYO DE ROTURA EN LABORATORIO					
1	Probeta de concreto de 4"x8"	4	und	S/. 15.00	S/.60.00

Elaboración propia.

CONCLUSIONES

- I. La dosificación brindada por Unacem para la cantidad de agua empleada en la mezcla me da un slump de 3".
- II. Se concluye que en el pedestal no curado puede visualizar la aparición de diversas fisuras de hasta 5 cm, a diferencia del pedestal curado que solo presenta 1 sola fisura de aproximadamente 1cm. De ser un concreto armado las fisuras podrían ser un conducto directo de agua hacia el acero y podría provocar su corrosión.
- III. Se concluye que la dosificación brindada por Unacem en base a una proporción para diseño $f'c210 \text{ kg/cm}^2$ se logra a los 16 días, resistencias muchas mayores.
- IV. Se concluye que el mejor curado empleado para las probetas de concreto es el que es sumergido en agua con cal, debido a que obtuvo mayor resistencia a la compresión.
- V. Se determina que, en el proceso experimental, la probeta de concreto curada con tela yute, obtuvo menor resistencia a la compresión a pesar de que la humedad se mantenía por más tiempo sobre la superficie de la probeta.
- VI. Se concluye que la probeta no curada se puede deber al clima que se presentó los días de curado, dado que la ubicación del experimento fue al sur de lima y se presenta una humedad promedio en las mañanas de hasta 80%.
- VII. También podemos determinar que el curado de las probetas sumergidas en agua con cal tiene un costo menor a diferencia de los demás métodos.

RECOMENDACIONES

- I. Se recomienda que, de no contar con un trompo para preparar la mezcla, al emplear la dosificación de Unacem añadir un % mayor de agua para lograr un slump de 4" para las columnas.
- II. Se recomienda de no emplear el curado con agua para estructuras horizontales por que generaría un desperdicio de agua, por lo que lo más recomendable sería o alguna tela de algodón o yute, así como un aditivo de ser posible.

Referencias

- ACI 306. (s.f.). En *ACI 306*. <https://1library.co/article/concreto-en-clima-frio-guia-aci-r.z1ekx38y>.
- ACI 308- Curado del concreto. (2018). En *ACI 308- Curado del concreto*.
file:///C:/Users/sinse/Downloads/ACI%20308%20Curado%20del%20Concreto.pdf.
- ASTM C-31. (2008). En D. S. ROSAS, *ASTM C-31*.
<https://es.scribd.com/document/251078240/ASTM-C-31#>.
- Blogger. (2016). Obtenido de Blogger: <http://tecnologia-concreto.blogspot.com/2016/07/semana-12-curado-del-concreto.html>
- CEINTPERU . (2023). Obtenido de CEINTPERU: <https://ceintperu.com/noticia/el-curado-del-concreto/>
- Chema. (2023). Obtenido de Chema:
<http://www.chema.com.pe/construccion/construccion/?page=4>
- El Comercio. (16 de Mayo de 2023). *Hundimiento en la zona de Peralvillo [Fotografía]*. Obtenido de El Comercio: <https://elcomercio.pe/lima/chancay-reportan-hundimiento-de-casas-y-pista-en-la-zona-de-peralvillo-huaral-megapuerto-de-chancay-cosco-shipping-noticia/?ref=ecr>
- Enrique, P. C. (1998). *Temas de tecnología del concreto en el Perú*. Lima.
- Enrique, P. C. (22 de Junio de 2022). Obtenido de Todo sobre el curado de estructuras de concreto:
<https://www.youtube.com/watch?v=Ky1hWsajMn4>
- Enrique, P. C. (2023). Obtenido de controlmixexpress:
<https://www.controlmixexpress.com/docs/EntendiendoElConcreto.pdf>
- Konstrutecnia.com. (2021). Obtenido de Konstrutecnia.com:
<https://www.facebook.com/konstrutecnia>
- Lesics Española. (2022). Obtenido de resa Hoover | Todos los secretos de la Maravilla de la Ingeniería: <https://www.youtube.com/watch?v=BTUV6mq4VLQ>
- Nick Paris y Michael Chusid. (2000). Obtenido de Imcyc:
<http://www.imcyc.com/revista/2000/sep2000/2color.htm>
- Norma E.060. (2006). En SENCICO, *Reglamento nacional de edificaciones*. Lima:
<https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>. Obtenido de REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES:
<https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
- Sanitary Engineer. (2021). *Sanitary Engineer*. Obtenido de -curado-de-concretoel-curado-es-el-tratamiento-final-que-se-da-al-concreto/2942263109434666/
- SIKA PERU. (s.f.). Obtenido de SIKA PERU: <https://grupocasalima.com/es-mx/blog/sikacem-curador-que-es-cuando-se-aplica-precio-2/>

SIKA PERU. (2009). Obtenido de SIKA PERU:

<https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/e/Curado%20del%20Concreto.pdf>

Tecnycon. (2016). Obtenido de Tecnycon: <https://www.facebook.com/tecnyconsac>

Tensolite SA. (2019). Obtenido de Tensolite SA:

<https://www.facebook.com/watch/?v=2347149062192319>

Udocz. (2023). Obtenido de Udocz: <https://www.udocz.com/apuntes/20511/tabla-de-dosificaciones-y-equivalencias-cemento-sol-1>

Universidad Catolica San Pablo. (5 de Mayo de 2021). Obtenido de Universidad Catolica San Pablo:

<https://ucsp.edu.pe/que-tan-grave-problema-autoconstruccion-pais/>

Valentina, C. M. (2015). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresion del concreto en edificaciones*. Juliaca.

Villegas Zamora, V. (2012). *Ventajas comparativas del curado de concreto con agua vs productos quimicos*. Huaraz.

Z Aditivos. (2018). Obtenido de Z Expuesto: <https://www.zaditivos.com.pe/wp-content/uploads/2018/10/Z-Expuesto.pdf>

ANEXOS

Anexo 1

Tabla de dosificación para 1 bolsa de cemento Sol.

DOSIFICACIÓN DE MATERIALES PARA DIFERENTES ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CONCRETO (DOSIFICACIONES PARA UNA BOLSA DE CEMENTO SOL, TIPO V Y ATLAS)									
ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO	f _c Resistencia 28 días Kg/cm ²	TAMANO DE PIEDRA	VOLUMENES SUELTOS				RENDIM. M ³ DE CONCRETO	RENDIM. M ³ DE CONCRETO
				AGUA (Litros)	ARENA (Pie ³)	PIEDRA (Pie ³)	HORMIGÓN (Pie ³)		
1-CIMENTACIÓN	1.1- CEMENTO CORRIDO	100	1"	30.0	3.0	5.0	--	0.175	0.175
	1.1.1- CON ADICIÓN DE PIEDRA GRANDE (8")	100	--	31.0	--	--	7.0	0.175	0.175
	1.1.2- CON ADICIÓN DE PIEDRA MEDIANA (6")	140	1"	29.5	2	4	--	0.190	0.190
	1.2- PALSA ZAPATA	140	--	30.0	--	--	6.0*	0.190	0.190
	1.2.1- CON ADICIÓN DE PIEDRA MEDIANA (6")	140	1"	29.5	2	4	--	0.190	0.190
	1.3- ZAPATAS CON O SIN REFUERZO	175	1"	27.5*	2.5*	3.5*	--	0.194	0.194
2-SOBRECIMENTO	2.1-SOBRECIMENTO	140	1"	28.5	2	4	--	0.190	0.190
	2.1.1- CON ADICIÓN DE PIEDRA GRANDE (8")	140	--	29.0	--	--	6.0*	0.190	0.190
	2.1.2- CONCRETO SIMPLE	140	1"	28.5	2	4	--	0.190	0.190
	2.1.3- SOBRECIMENTO REFORZADO	175	3/4"	27.5*	2.5*	3.0**	--	0.194	0.194
	2.1.4- SOBRECIMENTO REFORZADO	175	3/4"	27.5*	2.5*	3.0**	--	0.194	0.194
	2.1.5- SOBRECIMENTO REFORZADO	175	3/4"	27.5*	2.5*	3.0**	--	0.194	0.194
3-ELEMENTOS VERTICALES	3.1-COLUMNAS Y PLACAS	210	1"	26.0	2.0*	3.0*	--	0.190	0.190
	3.1.1- DE CONCRETO OCUPADO	210	3/4"	26.0	2.0*	2.5	--	0.190	0.190
	3.1.2- DE CONCRETO OCUPADO	210	1/2"	26.0	2.0**	2.0**	--	0.190	0.190
	3.2-MUROS DE CONTENCIÓN	200	3/4"	21.5*	1.5*	2.5*	--	0.098	0.098
	3.2.1- DE CONCRETO OCUPADO	200	3/4"	21.5*	1.5*	2.0**	--	0.098	0.098
	3.2.2- DE CONCRETO OCUPADO	200	1/2"	21.5*	1.5	2.0*	--	0.098	0.098
4-ELEMENTOS HORIZONTALES	4.1-FALSO PISO	100	1"	30.0	3.0	5.0	--	0.175	0.175
	4.2-PISO	100	1"	31.0	--	--	7.0	0.175	0.175
	4.3-VERGAS, LOSAS MAZADAS Y TECHOS ALBERGADOS	175	1"	27.5*	2.5*	3.5*	--	0.190	0.190
	4.3-VERGAS, LOSAS MAZADAS Y TECHOS ALBERGADOS	210	3/4"	26.0	2.0*	2.5	--	0.190	0.190
	4.3-VERGAS, LOSAS MAZADAS Y TECHOS ALBERGADOS	280	1"	21.5*	1.5*	2.5*	--	0.098	0.098
	4.3-VERGAS, LOSAS MAZADAS Y TECHOS ALBERGADOS	280	1/2"	21.5*	1.5*	2.5*	--	0.098	0.098
5-ELEMENTOS INCLINADOS	5.1-GRADAS	140	1"	28.5	2.0	4.0	--	0.190	0.190
	5.1.1- DE CONCRETO OCUPADO	140	1"	27.5*	2.5*	3.5*	--	0.190	0.190
	5.1.2- DE CONCRETO SIMPLE	175	1"	27.0*	2.5*	3.5*	--	0.194	0.194
	5.2-ESCALERAS REFORZADAS	210	3/4"	26.0	2.0*	3.0*	--	0.194	0.194
	5.2-ESCALERAS REFORZADAS	210	3/4"	26.0	2.0*	3.0*	--	0.194	0.194
	5.2-ESCALERAS REFORZADAS	280	3/4"	21.5*	1.5*	2.5*	--	0.098	0.098

* CANTIDADES MÁXIMAS
** CANTIDADES MÍNIMAS

NOTA: LAS DOSIFICACIONES PARA f_c = 280 Kg/cm² DEBEN TOMARSE COMO INICIALES.



Nota: La tabla especifica el tipo de estructura, la resistencia requerida y el tamaño de piedra a emplear además de las proporciones de agregados y agua necesarias para 1 bolsa de cemento. (Udocz, 2023)

Anexo 2

Pedestal de concreto curado y no curado.



Nota: El pedestal de concreto de la derecha es al que se le realizó el curado durante 7 días y el de la izquierda no se le realizó un curado. Elaboración propia.

Anexo 3

Probeta curada con agua colocado en la prensa de concreto.



Elaboración propia.

Anexo 4

Probeta curada con aditivo colocado en la prensa de concreto.



Elaboración propia.

Anexo 5

Probeta curada con tela yute colocado en la prensa de concreto.



Elaboración propia.

Anexo 6

Probeta no curada colocado en la prensa de concreto.



Elaboración propia.

Anexo 7

Rotura de probeta curada con agua.



Nota: La fuerza empleada es de 243.7 Kn para que se rompa la probeta. Elaboración propia.

Anexo 8

Rotura de probeta curada con aditivo.



Nota: La fuerza empleada es de 207.3 Kn para que se rompa la probeta. Elaboración propia.

Anexo 9

Rotura de probeta curada con tela yute.



Nota: La fuerza empleada es de 210.1 Kn para que se rompa la probeta. Elaboración propia.

Anexo 10

Rotura de probeta no curada.



Nota: La fuerza empleada es de 212.9 Kn para que se rompa la probeta. Elaboración propia.

Anexo 11

Certificado de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de la probeta curada en agua.

A&A TERRA LAB S.A.C.

Nº 13254

METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS										A&A-TQ-PR-01-03	
NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18										REVISIÓN: 01	
Página: 1 de 1											
PROYECTO: CURADO DE CONCRETO										REGISTRO: 1	
SOLICITANTE: ALVARO BLANCA										FECHA: 23/06/2023	
UBICACIÓN:											
1.- MUESTRA										2.- PERSONAL	
DESCRIPCION: CURADO CON AGUA										HECHO POR: OPERADOR: --	
MUESTRA: PROBETA CILINDRICA #8										LABO: -- PROFIND: --	
3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA										4.- RESISTENCIA A LA COMPRESION	
MUESTRO DE PROBETA										ENSAJO ROTURA	
Nº CARGO DE PROBETA										FECHA	
DESCRIPCION										Fuerza	
CURADO CON AGUA										Módulo (Mpa)	
F' C (kg/cm²)										Fuerza	
210										ELECT. (kN)	
07-06-23										Módulo (Mpa)	
PROMEDIO										Fuerza	
5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO										Fuerza	
TIPO DE ROTURA										Módulo (Mpa)	
1 2 3 4 5 6										Fuerza	
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN										Fuerza	
EQ. PRESA. CONCRETO										Módulo (Mpa)	
ID. P.C. 100										Fuerza	
VERNIER 0001										Fuerza	
7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES										Fuerza	
TESTIGOS CURADOS EN OBRA										Fuerza	
8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS										Fuerza	
ELABORADO POR:										Fuerza	
A&A TERRA LAB S.A.C.										Fuerza	
ALDO MORALES A.										Fuerza	
RESPONSABLE TECNICO										Fuerza	
Nombre										Fuerza	
A&A TERRA LAB S.A.C.										Fuerza	
Ing. JUNIOR CARLOS ROJAS VILLALBA										Fuerza	
JEFE DE LABORATORIO										Fuerza	
CP 149792										Fuerza	
Firma										Fuerza	
Fecha										Fuerza	

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU
Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506
administracion@ayatterralab.com / gerencia@ayatterralab.com / www.ayatterralab.com

Nota: En el certificado emitido por el laboratorio la probeta tiene una resistencia a la compresión de 316.4 kg/cm². Elaboración propia.

Anexo 12

Certificado de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de la probeta curada con aditivo.

 **A&A TERRA LAB S.A.C.** N° 13257

A&A Terra Lab Ingeniería y Construcción		MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS NORMA TÉCNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18		A&A-CC-FB-014-01 REVISIÓN 01 Página 1 de 1																												
PROYECTO: CURADO DE CONCRETO		REGISTRO: 4		23/05/2023																												
SOLICITANTE: ALVARO BLANCA		FECHA:																														
UBICACIÓN:		2.- PERSONAL HECHO POR: OPERADOR: -																														
DESCRIPCIÓN: CURADO CON ADITIVO		LADO: PROFUND: -																														
MUESTRA: PRUEBA CILÍNDRICA 4"																																
3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN																														
N°	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	ENSAYO ROTURA																												
1	07-05-23		CURADO CON ADITIVO	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Fecha ensayo</th> <th>EDAD LECT. (días)</th> <th>Fuerza Máxima (kgf)</th> <th>f_c</th> <th>%</th> <th>TIPO FALLA</th> <th>IN SITU ENSAYO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>23/05/23</td> <td>16</td> <td>207.3</td> <td>21.138</td> <td>269.1</td> <td>13A.2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: center;">PROMEDIO</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6"></td> <td>LABORATORIO</td> </tr> </tbody> </table>	Fecha ensayo	EDAD LECT. (días)	Fuerza Máxima (kgf)	f _c	%	TIPO FALLA	IN SITU ENSAYO	23/05/23	16	207.3	21.138	269.1	13A.2	2	PROMEDIO													LABORATORIO
Fecha ensayo	EDAD LECT. (días)	Fuerza Máxima (kgf)	f _c	%	TIPO FALLA	IN SITU ENSAYO																										
23/05/23	16	207.3	21.138	269.1	13A.2	2																										
PROMEDIO																																
						LABORATORIO																										
5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO		6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN																														
TIPO 1: Carga gradualmente hasta la rotura en un solo punto, como se ilustra en la foto. TIPO 2: Carga hasta la rotura en un solo punto, como se ilustra en la foto. TIPO 3: Carga gradualmente hasta la rotura en un solo punto, como se ilustra en la foto. TIPO 4: Carga gradualmente hasta la rotura en un solo punto, como se ilustra en la foto. TIPO 5: Rotura por tracción en un solo punto, como se ilustra en la foto. TIPO 6: Rotura por tracción en un solo punto, como se ilustra en la foto.		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>EQ.</th> <th>PRENSA CONCRETO</th> <th>VERNIER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ID</td> <td>P.C. 180</td> <td>V001</td> </tr> </tbody> </table>			EQ.	PRENSA CONCRETO	VERNIER	ID	P.C. 180	V001																						
EQ.	PRENSA CONCRETO	VERNIER																														
ID	P.C. 180	V001																														
7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES		8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS																														
ELABORADO POR: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO		APROBADO POR: A&A TERRA LAB S.A.C. JUNIOR CARLOS MOJAS VILCHAMAN JEFE DE LABORATORIO CP: 145722																														
Nombre:		Firma:																														
Fecha:		Fecha:																														

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU
Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506
administracion@ayaterrallab.com / gerencia@ayaterrallab.com / www.ayaterrallab.com

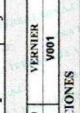
Nota: En el certificado emitido por el laboratorio la probeta tiene una resistencia a la compresión de 269.1 kg/cm². Elaboración propia.

Anexo 13

Certificado de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de la probeta curada tela yute.

Nº 13255


A&A TERRA LAB S.A.C.

A&A Terra Lab Ingeniería y Construcción		MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS										NORMA TÉCNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18		A&A-QC-FR-014-01 REVISIÓN: 01 Página: 1 de 1	
PROYECTO: CURADO DE CONCRETO		RECIBIDO: 2										FECHA: 23/05/2023			
SOLICITANTE: ALVARO BLANCA															
UBICACIÓN:															
1.- MUESTRA		LADO: - PROFUND: -										2.- PERSONAL			
DESCRIPCIÓN: PROBETA CILÍNDRICA, F9		HECHO POR: - OPERADOR: -													
3.- IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PROBETA		4.- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN													
MUESTRO DE PROBETA		ENSAYO ROTURA										TIPO		IN SITU	
Nº	CÓDIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTRO	DESCRIPCIÓN	F'c (kg/cm²)	Ø (mm)	Ø (in)	ÁREA (cm²)	ÁREA (in²)	Fecha rotura	EDAD (días)	Fuerza Máxima (kgf)	f'c	%	FALLA	ENSAYO
1		07/05/23	CURADO CON YUTE	210	100.0	100.0	78.5	3.066	16	210.1	21,424	272.8	129.9	2	LABORATORIO
PROMEDIO															
5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO															
 TIPO DE ROTURA  TIPO 1  TIPO 2  TIPO 3  TIPO 4  TIPO 5  TIPO 6															
6.- EQUIPOS DE MEDICIÓN															
EQ. ID		PRENSA CONCRETO		VERNIER		V001									
7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES															
TESTIGOS CURADOS EN OBRA															
8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS															
ELABORADO POR: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TÉCNICO APROBADO POR: A&A TERRA LAB S.A.C. ING. JONOR CARLOS ROJAS VILCAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CP 145712															
Nombre															
Firma															
Fecha															

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU

Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506

administracion@ayaterrallab.com / gerencia@ayaterrallab.com / www.ayaterrallab.com

Nota: En el certificado emitido por el laboratorio la probeta tiene una resistencia a la compresión de 272.8 kg/cm2. Elaboración propia.

Anexo 14

Certificado de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de la probeta curada no curada.

Nº 13256

A&A TERRA LAB S.A.C.

 A&A Terra Lab Ingeniería y Construcción		METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS NORMA TECNICA APLICADA: NTP 339.034 / ASTM C39-18		A&A-QC-78-01(40) REV 02/28-01 Pagina 1 de 1																																																												
PROYECTO: CURADO DE CONCRETO SOLICITANTE: ALVARO HUANCA UBICACION:		REGISTRO: 3 FECHA: 23/06/2023																																																														
1.- MUESTRA: DESCRIPCION: NO CURADO MUESTRA: PROBETA CILINDRICA F4		2.- PERSONAL: RECIBIO POR: OPERADOR: - LADO: - PROFUND: -																																																														
3.- IDENTIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LA PROBETA																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">MUESTREO DE PROBETA</th> <th colspan="2">RESISTENCIA A LA COMPRESION</th> <th colspan="2">ENSAJO ROTURA</th> <th colspan="2">TIPO</th> <th colspan="2">IN SITU</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>CODIGO DE PROBETA</th> <th>FECHA DE MUESTREO</th> <th>DESCRIPCION</th> <th>F'c (kg/cm²)</th> <th>Q_{pr} (kg)</th> <th>Q_{pr} (mm)</th> <th>AREA (cm²)</th> <th>FECHA DE ENSAYO</th> <th>TIPO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>07/05/23</td> <td>NO CURADO</td> <td>210</td> <td>100.0</td> <td>100.0</td> <td>78.5</td> <td>23/06/23</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>212.9</td> <td>21,709</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>276.4</td> <td>131.6</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td colspan="2">PROMEDIO</td> <td colspan="2"></td> <td>71.0</td> <td>276.4</td> </tr> </tbody> </table>					MUESTREO DE PROBETA		RESISTENCIA A LA COMPRESION		ENSAJO ROTURA		TIPO		IN SITU		Nº	CODIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	DESCRIPCION	F'c (kg/cm²)	Q _{pr} (kg)	Q _{pr} (mm)	AREA (cm²)	FECHA DE ENSAYO	TIPO	1		07/05/23	NO CURADO	210	100.0	100.0	78.5	23/06/23	16									212.9	21,709									276.4	131.6					PROMEDIO				71.0	276.4
MUESTREO DE PROBETA		RESISTENCIA A LA COMPRESION		ENSAJO ROTURA		TIPO		IN SITU																																																								
Nº	CODIGO DE PROBETA	FECHA DE MUESTREO	DESCRIPCION	F'c (kg/cm²)	Q _{pr} (kg)	Q _{pr} (mm)	AREA (cm²)	FECHA DE ENSAYO	TIPO																																																							
1		07/05/23	NO CURADO	210	100.0	100.0	78.5	23/06/23	16																																																							
								212.9	21,709																																																							
								276.4	131.6																																																							
				PROMEDIO				71.0	276.4																																																							
5.- GRÁFICA DE TIPOS DE ROTURA DE CONCRETO TIPO 1: Ocasionalmente bien formados, en ambos bases, menos de 25 mm de agrietar entre capas. TIPO 2: Ocasionalmente bien formados, en una base, desplazamiento de la goma verticalmente a través de la capa, como se bien definido en la foto base. TIPO 3: Ocasionalmente bien formados, en ambas bases, desplazamiento de la goma verticalmente a través de la capa, como se bien definido en la foto base. TIPO 4: Ocasionalmente bien formados, en ambas bases, desplazamiento de la goma verticalmente a través de la capa, como se bien definido en la foto base. TIPO 5: Presencia de todo en las bases (superior e inferior) seccion horizontalmente con las capas de rotura. TIPO 6: Similar al tipo 5 pero el tamaño del cilindro es menor.																																																																
6.- EQUIPOS DE MEDICION EQ. ID. PRESA CONCRETO VERNIER V001 P.C. 180																																																																
7.- COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES TESTIGOS CURADOS EN OBRA																																																																
8.- DOCUMENTOS ADJUNTOS																																																																
ELABORADO POR: A&A TERRA LAB S.A.C. ALDO MORALES A. RESPONSABLE TECNICO		APROBADO POR: A&A TERRA LAB S.A.C. Ing. JONOR CARLOS ROJAS VILLAHUAMAN JEFE DE LABORATORIO CP 149762																																																														
Nombre:		Nombre:																																																														
Firma:		Firma:																																																														
Fecha:		Fecha:																																																														

A&A TERRA LAB S.A.C. Sector 2, Gr. 2, Mz. "F", Lt. 8, VILLA EL SALVADOR - LIMA - PERU
 Teléfono (511) 301-9466 / Cel.: +51 999 030 506
 administracion@ayaterrallab.com / gerencia@ayaterrallab.com / www.ayaterrallab.com

Nota: En el certificado emitido por el laboratorio la probeta tiene una resistencia a la compresión de 276.4 kg/cm². Elaboración propia.