

DESCRIPCIÓN DE LAS PRECAUCIONES Y CUIDADOS PARA EL MANEJO Y TRANSPORTE DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO EXPUESTO A ZONAS DE ALTAS TEMPERATURAS



UNIVERSIDAD
SANTO TOMÁS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
BUCARAMANGA
VIGILADA MINEDUCACIÓN - SHIES-1703



 Acreditación Institucional
Internacional
Otorgada por el IAC DIBM Acuerdo 03 del 9 de mayo - vigencia 5 años

**DIRECTIVOS UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
SECCIONAL BUCARAMANGA**

German Hernando Acevedo Calderón

ISBN:

TITULO: DESCRIPCIÓN DE LAS PRECAUCIONES Y CUIDADOS PARA EL
MANEJO Y TRANSPORTE DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO EXPUESTO
A ZONAS DE ALTAS TEMPERATURAS

AUTORES: Emerson Jair Otero Bartan
Maria Camila Chinchilla Urrea

Entidades Interesadas: Facultad de Arquitectura
Grupo de Investigación GINVEARQUI
Universidad Santo Tomás
Seccional Floridablanca

Firmas:



Emerson Jair Otero Bartan
Co-Autor de Proyecto
Código Estudiante: 1096239555



Maria Camila Chinchilla Urrea
Co-Autor de Proyecto
Código Estudiante: 1098720625

CONTENIDO

CAPITULO 1:

6

GLOSARIO.

CAPITULO 2:

19

FUNDAMENTACION TEORICA.

CAPITULO 3:

28

CUIDADOS PARA EL MANEJO DEL CONCRETO FRESCO MEZCLADO EN OBRRA A ALTAS TEMPERATURAS.

CAPITULO 4:

32

PRECAUCIONES PARA EL TRANSPORTE DE CONCRETO FRESCO PREMEZCLADO A ALTAS TEMPERATURAS.

CAPITULO 5:

35

CONCLUSIONES.

CAPITULO 6:

38

REFERENCIAS.

A black and white photograph of a construction site. In the foreground, a worker wearing a dark long-sleeved shirt and a light-colored protective apron is pouring concrete from a bucket into a vertical rebar structure. The rebar is part of a larger grid system. In the background, another worker is visible, holding a long-handled tool, possibly a vibrator or a screed. The ground is covered with a layer of gravel or coarse aggregate. The overall scene depicts the process of pouring and setting concrete for a foundation or wall.

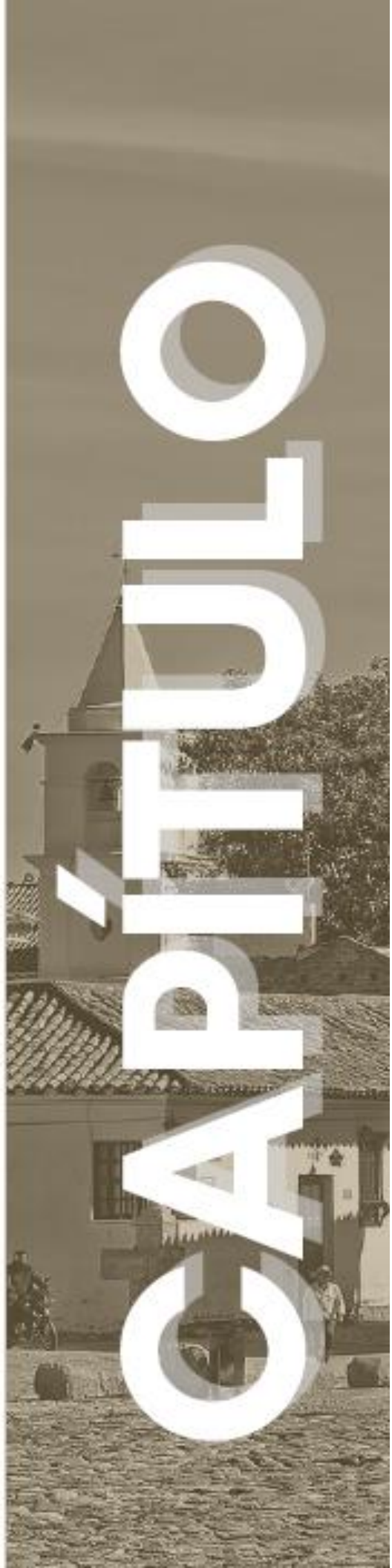
INTRODUCCIÓN

El concreto es uno de los materiales más utilizados en la construcción, debido a su versatilidad, resistencia y durabilidad. Sin embargo, su calidad y desempeño dependen de varios factores, entre ellos, las condiciones ambientales a las que está expuesto durante su producción, manejo, transporte y colocación.

Uno de los factores ambientales que más afecta al concreto es la temperatura. Cuando el concreto se expone a altas temperaturas, ya sea por el clima o por la radiación solar, sufre una serie de cambios físicos y químicos que pueden alterar sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido.

Estos cambios pueden generar problemas como fisuras, pérdida de trabajabilidad, aceleración del fraguado, disminución de la resistencia y durabilidad, entre otros. Por esta razón, es necesario conocer los efectos de las altas temperaturas en el concreto y las medidas que se pueden tomar para prevenirlos o minimizarlos.

El objetivo de esta cartilla es generar una guía con los principales cuidados y precauciones para el manejo y transporte de concreto a altas temperaturas. En ella se explican los efectos de las altas temperaturas en el concreto, tanto en estado fresco como endurecido, y se presentan algunas recomendaciones y buenas prácticas para mitigarlos y controlarlos. Así, se busca brindar una herramienta útil y práctica para los profesionales y técnicos que trabajan con el concreto en condiciones climáticas adversas.



CAPITULO

1

GLOSARIO

1.1

NORMA TECNICA

Inicialmente, en el marco teórico se estableció como base la norma técnica NSR-10 (Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo

Resistente). Una norma técnica es un

NSR-10

documento aprobado por un organismo de

normalización reconocido a nivel nacional e internacional que determina las normas técnicas y estándares de calidad de un producto, proceso o servicio; su propósito es definir y describir los métodos de muestreo, prueba, inspección y auditoría para el cumplimiento de los requisitos de calidad, uso o desempeño de los productos, procesos o servicios (Biblioteca epm, s.f.).

Entender lo anterior resulta importante en tanto que el control de calidad durante la etapa de construcción se rige por las Normas Técnicas Colombianas (NTC), establecidas por el país

donde se lleva a cabo el proyecto. En el caso de Colombia, las NTC

NTC

son aplicables para evaluar la trabajabilidad del concreto; se sigue

el método de ensayo descrito en la NTC 396 - Ingeniería Civil y

Arquitectura. Este método determina el asentamiento del concreto y establece pruebas de

campo rutinarias que son fundamentales para la aceptación o rechazo de la calidad del producto. Estas pruebas se realizan tanto en fábrica como en campo, y a menudo pueden surgir desafíos en los procedimientos y aclaraciones que afectan y retrasan el proceso de vertido del concreto. En algunos casos, es necesario ajustar la dosificación de la muestra debido a los resultados iniciales de fraguado (Redacción 360 en Concreto, s.f.).

Como consecuencia, según lo establecido en la Norma Técnica Colombiana (NTC) 4026, los materiales cementantes que se pueden utilizar para la fabricación de unidades de mampostería de concreto son el cemento Pórtland y el cemento Pórtland blanco. Estos materiales deben cumplir con las normas NTC 121 (ASTM C 150) y NTC 321 (ASTM C 150), respectivamente. Además, se permite el uso de cementos adicionados que cumplan con la norma ASTM C 595. Esta normativa garantiza que los cementos utilizados en la construcción de mampostería de concreto cumplan con los estándares de calidad y rendimiento establecidos por las normas técnicas correspondientes.

Figura 1. *Cemento*



Fuente: *¿Qué es la densidad del hormigón? (2020, julio)*

1.2

CONCRETO FRESCO

Ahora bien, el enfoque principal de la presente investigación es el manejo del concreto fresco. Éste se refiere a la fase del concreto antes de su fraguado y endurecimiento, donde la trabajabilidad y consistencia son características clave para su

Figura 2. Trabajabilidad del concreto



Fuente: ¿Qué es la densidad del hormigón? (2020, julio 6).

correcto manejo y transporte (Barros, s. f.). Lo anterior implica que el concreto fresco debe tener una trabajabilidad y una consistencia ideal para su uso.

Trabajabilidad

En primer lugar, Fuentes et al. (2020) establecen en su artículo que la trabajabilidad del concreto se refiere a su capacidad para ser mezclado, transportado, vertido, consolidado y acabado de manera adecuada. Ésta es una propiedad crucial que está determinada por varios factores, como la relación agua-cemento, las proporciones de agregados y el uso de aditivos. Una buena trabajabilidad garantiza que el concreto pueda fluir fácilmente y llenar correctamente los moldes y estructuras, permitiendo una colocación y compactación eficientes. Asimismo, una trabajabilidad adecuada facilita el logro de la resistencia y durabilidad deseadas en la estructura final. Por lo tanto, el control y ajuste de la

trabajabilidad del concreto son aspectos fundamentales en el proceso de diseño y construcción.

1.3

AUDITIVOS Y PROPORCIONES DE MATERIALES

Figura 3. Agregados con diferentes tama



Fuente: *¿Qué es la densidad del hormigón?*
(2020, julio 6).

Asimismo, para obtener una trabajabilidad ideal se mencionó el uso de aditivos y de proporciones agregadas. Según Fuentes et al. (2020), esta etapa del proceso de construcción hace referencia a la elección cuidadosa de los ingredientes del concreto, como el cemento, los agregados y los aditivos, con el objetivo de obtener una mezcla que tenga las propiedades deseadas y sea adecuada

para resistir los efectos de las altas temperaturas.

En ese contexto, es esencial considerar las características de los materiales utilizados en la mezcla. Por ejemplo, se debe seleccionar un tipo de cemento adecuado que tenga un bajo calor de hidratación y una resistencia térmica adecuada. Además, los agregados deben ser de alta calidad y tener una distribución adecuada de tamaños para garantizar una buena compactación y minimizar los efectos negativos de la expansión térmica. Además, la

proporción de los materiales también es un factor crítico a tener en cuenta; la relación agua-cemento es especialmente importante, ya que una proporción inadecuada puede afectar negativamente la resistencia y durabilidad del concreto, así como su respuesta a las altas temperaturas.

1.4 METODOLOGIA DE DISEÑO DE MEZCLA

El considerar la proporción de los materiales y aditivos implica el uso de metodologías de diseño de mezclas. Según Laura Huanca (2006) la metodología de diseño de mezclas es un proceso sistemático utilizado en la ingeniería civil y la construcción para determinar las proporciones óptimas de los materiales que componen una mezcla de concreto cuyo objetivo es obtener una mezcla que cumpla con los requisitos de resistencia, durabilidad y trabajabilidad especificados para una aplicación particular. Para ello, propone diversos

Figura 4. Mezcla de concreto



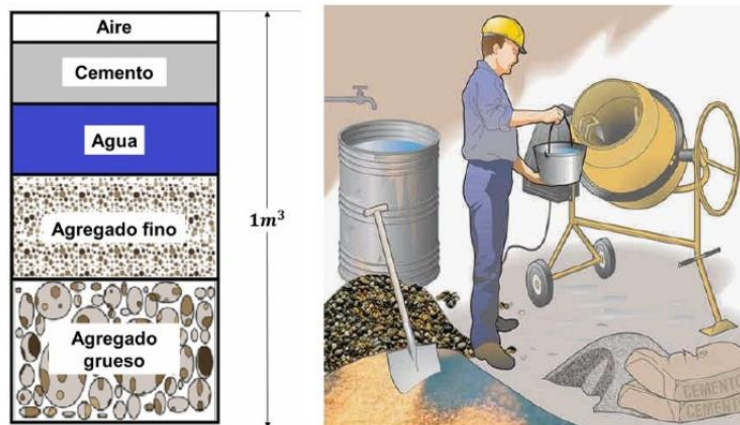
Fuente: Diseño de mezclas de concretos. (s/f). Slideshare.net.

pasos que permiten recolectar la información que el diseño de mezclas requiere. Algunos de los datos necesarios incluyen el análisis granulométrico de los

agregados, el peso unitario compactado de los agregados (tanto fino como grueso), el peso específico de los agregados, el contenido de humedad y el porcentaje de absorción de los agregados, así como el perfil y textura de los mismos. Además, es importante conocer el tipo y marca del cemento utilizado, así como su peso específico; también se deben considerar las relaciones entre la resistencia y la relación agua/cemento para las diferentes combinaciones posibles de cemento y agregados (Laura Huanca, 2006).

Una vez recopilada la información requerida, Laura Huanca (2006) dicta que se puede proceder al proceso de proporcionamiento de la mezcla. Los pasos para este proceso incluyen el estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de la obra, la elección de la resistencia promedio deseada, la selección del asentamiento (slump), la

Figura 5. *Diseño y proporcionamiento de mezclas*



Tecnología del Concreto

Ing. Rafael Robayo 1

determinación del tamaño máximo del agregado grueso, la estimación del agua de mezclado y contenido de aire, la elección de la relación agua/cemento (a/c), el cálculo del contenido de cemento, la

Fuente: *Diseño y Proporcionamiento de Mezclas de Concreto*

Normal - Prof. Rafael Robayo.

estimación del contenido de agregado grueso y fino, los

ajustes por humedad y absorción, el cálculo de proporciones en peso, el cálculo de proporciones en volumen y, finalmente, el cálculo de las cantidades necesarias por tanda.

1.5 TRANSPORTE ADECUADO

Ahora bien, los aditivos y los materiales básicos no son los únicos factores que influyen en la calidad del cemento fresco y su correcto manejo; otro factor crucial es el transporte. Suyapa (2014) establece así que la elección de un medio de transporte adecuado se refiere a seleccionar el método de transporte que permita mantener la temperatura y consistencia del concreto durante todo el trayecto, evitando pérdidas de calor excesivas o cambios indeseables en su estado fresco.

Figura 6. Diseño y proporciónamiento de mezclas



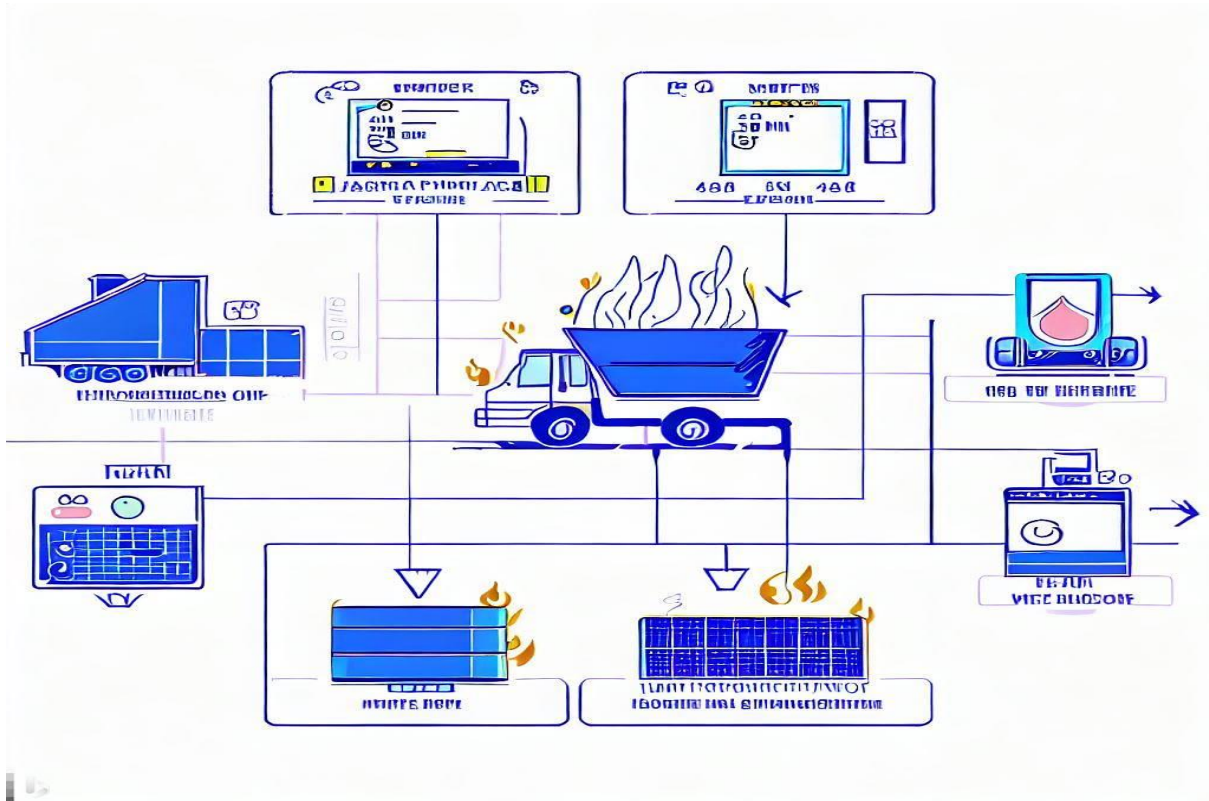
Fuente: Diseño y Proporcionamiento de Mezclas de Concreto Normal - Prof. Rafael Robayo.

1.6 MONITOREO Y CONTROL

Paralelamente, el monitoreo y control continuo de la temperatura del concreto durante el transporte son fundamentales para garantizar que se mantenga dentro de los rangos adecuados. Esto, según el Texas Department of Insurance (2022) se refiere al uso de sensores de temperatura incorporados en el concreto o colocados estratégicamente en la mezcla permite obtener datos precisos en tiempo real pues la exposición prolongada a altas

temperaturas puede provocar la evaporación rápida del agua en el concreto, lo que resulta en una pérdida de trabajabilidad y dificulta su colocación adecuada.

Figura 7. Monitoreo y control de temperatura



Fuente: *Diseño y Proporcionamiento de Mezclas de Concreto Normal* - Prof. Rafael Robayo.

1.7

METODOS DE CURADO

Figura 8. Curado con vapor



Fuente: *Diseño y Proporcionamiento de Mezclas de Concreto Normal* - Prof. Rafael Robayo

Por otro lado, es esencial aplicar métodos de curado adecuados para asegurar la óptima calidad del concreto. Los métodos de curado adecuados se refieren a las técnicas y procedimientos utilizados para proporcionar las condiciones óptimas de humedad, temperatura y tiempo durante la etapa de curado del concreto. El objetivo principal del curado es asegurar que el

concreto alcance su resistencia y durabilidad máxima, permitiendo que se complete adecuadamente el proceso de hidratación del cemento (Texas Department of Insurance, 2022). Como consecuencia, existen diferentes métodos de curación que según Euclid Toxement (2014) son 4.

El curado adecuado del concreto puede llevarse a cabo mediante diferentes métodos. El curado con agua consiste en mantener el concreto constantemente húmedo mediante la aplicación de agua a través de aspersión, inmersión o sistemas de riego. Esto previene la rápida evaporación del agua y crea un entorno propicio para la hidratación del cemento.

Otro método es el curado mediante el uso de membranas impermeables, como láminas de plástico o compuestos químicos. Estas membranas se colocan sobre la superficie del concreto para evitar la pérdida de humedad. De esta manera, se retiene la humedad necesaria y se protege el concreto de las condiciones ambientales adversas.

En condiciones de altas temperaturas, se puede recurrir al curado con vapor. Este método implica la aplicación de vapor de agua sobre el concreto para mantener una temperatura elevada y controlada durante el proceso de curado. El vapor ayuda a acelerar la hidratación del cemento y mejorar la resistencia temprana del concreto en situaciones de altas temperaturas.

Por último, el curado con compuestos químicos es otro enfoque utilizado. Se emplean productos químicos especiales que controlan la evaporación del agua y reducen la temperatura del concreto durante el proceso de curado. Estos compuestos se pueden aplicar mediante rociado, inmersión o añadiéndolos directamente a la mezcla de concreto.

1.8

FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO

Una vez se inicia este proceso, comienza el tiempo de fraguado y endurecimiento del concreto. Éste es un factor fundamental en su proceso de transformación desde un estado líquido a uno sólido y resistente; los dos conceptos están relacionados, pero se refieren a procesos distintos.

El tiempo de fraguado se refiere al intervalo en el cual el concreto pasa de ser una mezcla fluida a adquirir una consistencia plástica (Fuentes et al., 2020). Durante esta etapa, se

produce la hidratación, una reacción química en la cual los componentes del cemento se combinan con agua para formar una masa sólida. A medida que avanza el fraguado, el concreto adquiere una rigidez inicial y deja de ser moldeable y fácilmente deformable.

Por otro lado, el tiempo de endurecimiento es la etapa posterior al fraguado en la cual el concreto continúa ganando resistencia y desarrollando sus propiedades mecánicas (Fuentes et al., 2020). Durante este período, la hidratación continúa, y los cristales de cemento se fortalecen y se interconectan, creando una estructura sólida y resistente. El proceso de endurecimiento puede tomar días, semanas o incluso meses, dependiendo de la composición de la mezcla y las condiciones ambientales.

Figura 9. Fraguado



Fuente: *Diseño y Proporcionamiento de Mezclas de Concreto Normal* - Prof. Rafael Robayo.

Es importante tener en cuenta que el tiempo de fraguado y endurecimiento puede variar según los materiales utilizados en la mezcla de concreto, las condiciones de curado y las temperaturas ambientales. Estos tiempos son esenciales en la construcción, ya que afectan la manipulación, colocación y desmoldeo del concreto, así como su capacidad para soportar cargas

y resistir los efectos del ambiente a lo largo del tiempo.

1.9

ALTAS TEMPERATURAS

Figura 10. Cemento a altas temperaturas



Fuente: *Aprende con Cemex*

Durante el proceso y etapas anteriormente descritas se presentan constantemente temperaturas altas, especialmente en climas cálidos como el de Colombia. Para ello, las "altas temperaturas" se refieren a condiciones en las que la temperatura ambiente o la temperatura del entorno en

el que se encuentra el concreto fresco supera los valores considerados normales o estándar (Umiri, 2019). Estas temperaturas elevadas pueden variar según el contexto y el propósito específico, pero generalmente se considera que superan los 30°C (86°F). No obstante, es importante tener en cuenta que las altas temperaturas pueden ser relativas y dependen del clima, la ubicación geográfica y las condiciones estacionales.

No obstante, se debe aclarar que lo que se considera una alta temperatura en un lugar puede ser una temperatura promedio en otro. Sin embargo, en el contexto del concreto fresco, se considera que las temperaturas por encima de los 30°C (86°F) pueden afectar su comportamiento y rendimiento



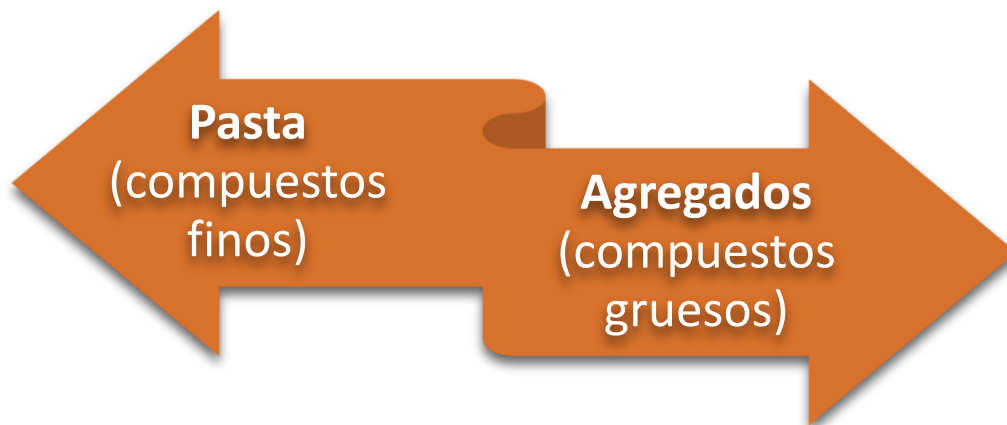
CAPÍTULO

2

FUNDAMENTACION TEORICA

López (2016) destaca que el concreto, también conocido como hormigón, es una mezcla compuesta por dos componentes esenciales: la pasta, que incluye cemento, agua, aditivos y aire, y los agregados, que son compuestos gruesos, además, se resalta que el concreto fresco es una mezcla de cemento, agua, agregados y aditivos que aún no ha endurecido, y que su resistencia esperada se relaciona con su capacidad de resistir esfuerzos de compresión, para lo cual se utiliza acero de refuerzo.

Figura 11. Composición del hormigón



Fuente: Composición del hormigón. Elaboración propia con información proporcionada por Pérez López (s. f.)

En cuanto al transporte del concreto, se menciona que en la mayoría de las obras se utiliza camiones mezcladores que entregan el concreto desde plantas externas al proyecto,

aunque en proyectos grandes, como carreteras, los contratistas pueden instalar plantas de mezcla en el sitio, se describen diversos métodos de transporte, desde camiones hasta bombas de concreto, grúas y carretillas, seleccionados en función del tamaño del trabajo. Se hace hincapié en la importancia de la resistencia a la compresión del concreto, que se mide a los 28 días de su fabricación y se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm^2), de acuerdo con la norma NTC 673 en Colombia, siendo esta resistencia esencial para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras de concreto.

Además, se destaca que el concreto se presenta en dos estados: fresco y endurecido, y que la trabajabilidad, es decir, su facilidad de manipulación en estado fresco, es crucial en la construcción de diferentes elementos estructurales, la prueba de asentamiento se utiliza para evaluar esta consistencia y su influencia en la movilidad del concreto.

Tabla 1. Elementos a tener en cuenta.

Aspecto	Descripción
Sensibilidad al factor externo	El concreto fresco es altamente sensible a factores externos, como la temperatura.
Efectos de las altas temperaturas	Las altas temperaturas pueden acelerar la hidratación del cemento, lo que conlleva problemas como evaporación excesiva del agua de mezcla, fisuración y pérdida de resistencia.
Precauciones necesarias	En estas condiciones, es esencial tomar precauciones específicas y cuidados especiales durante el manejo y transporte del concreto fresco.
Importancia de normativas y regulaciones	La revisión de normativas y regulaciones, como el Reglamento NSR-10, es crucial para comprender y abordar adecuadamente estos desafíos.
Rol de la investigación científica	La investigación científica también desempeña un papel fundamental en el entendimiento y manejo adecuado de estas condiciones.

Fuente: Elementos a tener en cuenta. Elaboración propia

2.1

NORMATIVIDAD

Respecto a la normatividad que sustenta teóricamente el presente trabajo se tiene que el Reglamento NSR-10 (Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente) establece los requisitos para el diseño y construcción de estructuras sismo resistentes en Colombia. Aunque no aborda directamente el manejo y transporte del concreto en altas temperaturas, es relevante ya **Figura 12. Curado del concreto**

que establece pautas generales para el diseño de estructuras de concreto, las cuales requerirán un adecuado manejo del concreto en estado fresco.

En el contexto específico del manejo del concreto fresco expuesto a altas temperaturas en



Colombia, existen otras normas y

Fuente: Curado del concreto

estándares aplicables. La NTC 673 establece requisitos y procedimientos para el transporte y manejo del concreto fresco, mientras que la NTC 904 especifica requisitos para el curado del concreto en diferentes condiciones ambientales, incluyendo altas temperaturas. Además, el American Concrete Institute (ACI) proporciona estándares como el ACI 305R-10,

que ofrece recomendaciones para el manejo del concreto en altas temperaturas, incluyendo el uso de aditivos, control de temperatura y técnicas de curado adecuadas.

Tabla2. Normativa producción de concreto

Norma	Objetivo	Aplicación	Contenido
NTC 673: Concreto Requisitos	Establece requisitos y especificaciones técnicas para el concreto utilizado en obras de construcción en Colombia.	Se aplica en proyectos de construcción de edificaciones, infraestructuras y otras estructuras de concreto en el país.	Directrices sobre selección de materiales, diseño de mezclas, proporciones de componentes, ensayos de control de calidad, y requisitos para documentación técnica de proyectos.
Reglamento NSR-10: Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente	Establece normas para el diseño y la construcción de estructuras sismo resistentes en Colombia.	Se aplica en todo el país para garantizar la seguridad de las estructuras ante eventos sísmicos en proyectos de construcción de edificaciones, puentes, presas y otras infraestructuras.	Aspectos como diseño estructural, resistencia de materiales, sistemas de cimentación, geotecnia y medidas para mitigación del riesgo sísmico.

Fuente: Normativa producción de concreto. *Elaboración propia*

Es importante establecer que es responsabilidad de los profesionales de la construcción consultar y aplicar estas normas y estándares, considerando las condiciones específicas del proyecto, para garantizar el adecuado manejo y transporte del concreto en estado fresco expuesto a altas temperaturas en Colombia.

Figura 13. Enfriamiento del concreto vaciado en altas temperaturas



Fuente: Cardenas, E. J. B. (2020, octubre 26).

2.2 PRECAUCIONES DE MEZCLADO

Ahora bien, ésta responsabilidad de la aplicación de normas, etc., se puede ver aplicada en los procesos de mezcla pues durante el proceso de mezclado del concreto, es necesario tomar precauciones y tener cuidados específicos para asegurar la calidad y el rendimiento óptimo del material en estado fresco; Moreno (2022) establece diferentes medidas.

En primer lugar, es fundamental realizar una selección adecuada de los materiales y determinar las proporciones correctas de la mezcla. Se deben utilizar materiales de calidad, como cemento, agregados y agua, que cumplan con las especificaciones requeridas.

Además, es necesario dosificar los componentes de la mezcla de manera precisa, considerando las propiedades deseadas del concreto y las condiciones ambientales a las que estará expuesto.

Otro aspecto importante es controlar la temperatura del agua de mezcla y de los agregados. La temperatura del agua utilizada puede afectar las propiedades y el tiempo de fraguado del concreto. Por lo tanto, es necesario asegurarse de que la temperatura del agua se encuentre dentro de los rangos recomendados para evitar posibles efectos negativos en la resistencia y durabilidad del concreto. Asimismo, es importante prestar atención a la temperatura de los agregados, evitando su exposición a condiciones extremas que puedan comprometer la calidad de la mezcla.

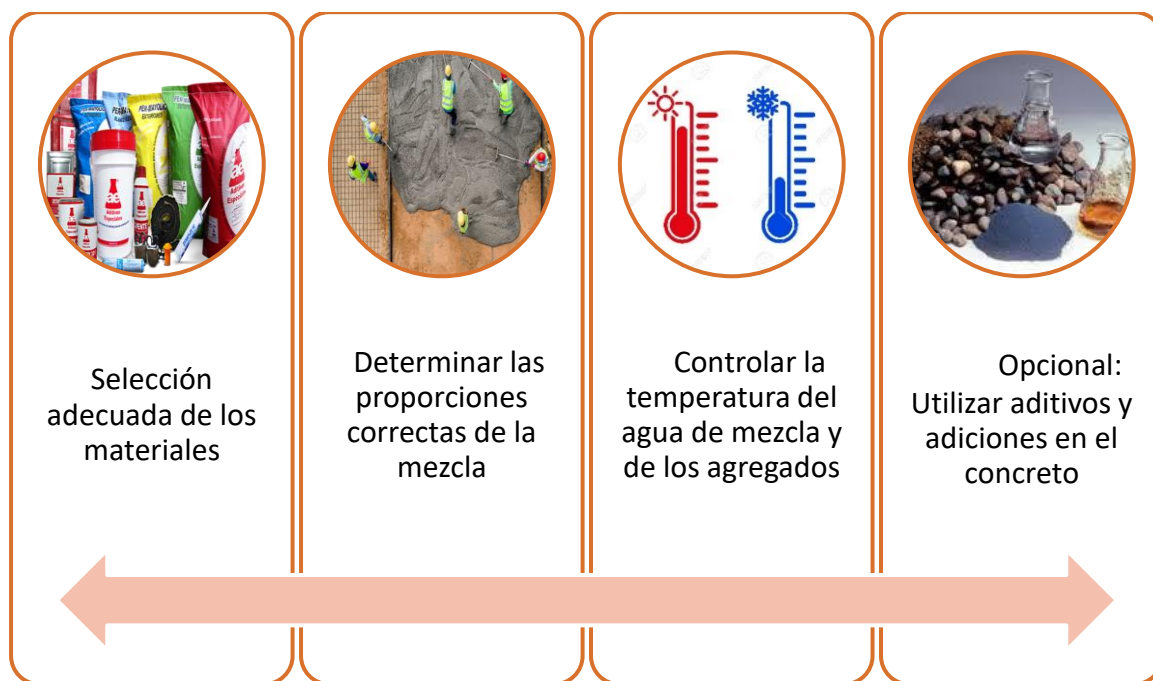
Figura 14. Mezclado



Fuente: Cardenas, E. J. B. (2020, octubre 26).

Además, se pueden utilizar aditivos y adiciones en el concreto para mejorar su trabajabilidad y controlar su temperatura. Estos productos pueden facilitar el manejo y la colocación del concreto durante la construcción. Algunos aditivos también pueden ayudar a controlar la temperatura del concreto, especialmente en situaciones de altas temperaturas.

Figura 15. Aspectos a tener en cuenta para el mezclado



Fuente: Aspectos a tener en cuenta para el mezclado. Elaboración propia. Imágenes tomadas de: *Concreto, P. S. I. (2020, diciembre 28).*

Los aditivos, según la norma técnica colombiana NTC 1299, se clasifican en distintos tipos, cada uno desempeñando un papel específico en la modificación de las propiedades del concreto. El Tipo A, conocido como plastificante, tiene la capacidad de reducir la cantidad de agua requerida para lograr una consistencia específica en el concreto. Por otro lado, el Tipo B, denominado retardante, retrasa el proceso de fraguado del material. El Tipo C,

designado como acelerante, desempeña una función dual al acelerar tanto el proceso de fraguado como el desarrollo de resistencia a una edad temprana. Además, hay variantes combinadas, como el Tipo D (plastificante retardante) que no solo disminuye la cantidad de agua necesaria, sino que también retrasa el fraguado. El Tipo E (plastificante acelerante) logra una mezcla con consistencia específica mientras acelera tanto el fraguado como la resistencia a edad temprana. Asimismo, el Tipo F, Superplastificante, permite reducir en más del 12% el agua de mezcla para obtener la consistencia deseada en el concreto. Por último, los tipos G y H son variantes del superplastificante, el primero con capacidad retardante y el segundo con capacidad acelerante, ambos manteniendo la capacidad de reducir significativamente la cantidad de agua necesaria para obtener la consistencia requerida en el concreto (Silva, 2022) .

Es fundamental seguir las recomendaciones del fabricante y las normas aplicables al utilizar aditivos y adiciones, asegurando su compatibilidad con los demás componentes de la mezcla y evaluando su impacto en las propiedades del concreto.

En Colombia, las medidas de seguridad y atención tomadas durante el proceso de mezclado del concreto ayudan a lograr una mezcla homogénea, con una trabajabilidad adecuada y un control eficiente de la temperatura. Esto mejora el desempeño y la calidad del concreto tanto fresco como endurecido. Para garantizar la implementación adecuada de estas medidas en la práctica constructiva, es necesario contar con personal capacitado y seguir las normas y estándares técnicos pertinentes, como el Reglamento NSR-10 y las NTC.



CAPÍTULO

3 CUIDADOS PARA EL MANEJO DEL CONCRETO FRESCO

Algunos cuidados y recomendaciones que se pueden tomar de manejar concreto fresco mezclado en obra en zonas de altas temperaturas son los siguientes:

- Empleo de agua fría o incluso adición de hielo al agua de mezclado, lo cual ayuda a reducir la temperatura del concreto.
- Utilización de aditivos reductores de agua y retardantes, que permiten controlar la cantidad de agua y retrasar el fraguado del concreto, respectivamente.
- Coberturas para proteger el concreto del sol y evitar la evaporación excesiva de agua.
- Uso de películas de curado a base de resinas, que se aplican sobre la superficie del concreto para formar una capa protectora que evita la evaporación del agua.
- Contar con una mano de obra preparada y capacitada para realizar el colado, acabado y curado adecuados del concreto.
- En días secos y calurosos, se recomienda humedecer la base, los encofrados y el refuerzo para evitar la retracción plástica, teniendo cuidado de no agregar demasiada agua que pueda alterar la mezcla.
- En concretos masivos, se pueden emplear puzolanas para reducir la generación de calor y mejorar la trabajabilidad.
- En el caso de utilizar cemento Portland Tipo I, se puede agregar hasta un 70% de escoria pulverizada para disminuir la velocidad de generación de calor.
- Enfriamiento de los agregados mediante su remojo con agua, aprovechando la evaporación para reducir su temperatura. Sin embargo, este método tiene limitaciones, ya que su efectividad depende de la humedad relativa y no se puede enfriar los agregados por debajo de la temperatura ambiental medida con bulbo húmedo.

- Se recomienda restringir la colocación del concreto a las últimas horas de la tarde, cuando las temperaturas son más bajas.

Estas medidas buscan mitigar los efectos negativos de las altas temperaturas en el concreto, asegurando su calidad y resistencia. Es importante aplicarlas de manera adecuada y considerar las condiciones específicas de cada proyecto.

Figura 16. Temperatura de concreto fresco.



Fuente: Medición de la temperatura del concreto.

Fuente: Civilneting

3.1 MANEJO DE EVENTUALIDADES

El mezclado de concreto en condiciones de altas temperaturas puede presentar desafíos

Figura 17. Cemento



significativos que requieren una cuidadosa planificación y ejecución. Ante eventualidades que puedan surgir en este proceso, es crucial contar con un protocolo de manejo adecuado. Aquí se describen algunas medidas clave y soluciones para

abordar estas situaciones:

Tabla3. Manejo de eventualidades

Eventualidad	Acciones Recomendadas
Temperatura del concreto excede el límite especificado	1. Detener el proceso de mezclado inmediatamente.
	2. Enfriar el concreto utilizando métodos como la adición de agua fresca o hielo.
	3. Monitorear continuamente la temperatura hasta que se alcance el rango deseado.
Pérdida de asentamiento	1. Evaluar la consistencia del concreto y su trabajabilidad.
	2. Añadir aditivos reductores de agua para restaurar la trabajabilidad, si es necesario.
	3. Considerar ajustar la relación agua-cemento si la pérdida de asentamiento es severa.
Formación de grietas	1. Monitorear el concreto de cerca durante el proceso de mezclado y vertido.
	2. Aplicar medidas de enfriamiento gradual para reducir la velocidad de hidratación.
	3. Usar aditivos retardantes del fraguado si es necesario.
Disminución de resistencia	1. Realizar pruebas de resistencia a la compresión en muestras representativas.
	2. Ajustar la formulación del concreto para mejorar la resistencia.
	3. Considerar el uso de aditivos de alta resistencia.



CAPITULO

4

PRECAUCIONES PARA EL TRANSPORTE DE CONCRETO FRESCO PREMEZCLADO A ALTAS TEMPERATURAS

Para llevar a cabo la producción y transporte de hormigón a temperatura controlada, se deben tener en cuenta los siguientes planes de manejo:

- Tener claro cuál será la temperatura a la cual se llevará el concreto.
- Realizar el cálculo teórico de la temperatura.
- Tomar las debidas acciones en cuanto a cómo se va a controlar la temperatura, puede ser: enfriar el agua, enfriar los agregados, controlar las humedades, método de dosificación del hielo, controlar las condiciones de almacenamiento de otros materiales, alternativas de métodos de enfriamiento.
- Tener un control y logística en el abastecimiento de materiales necesarios para este fin.
- Tener total control y la logística necesaria para el cargue, transporte y colocación del concreto.
- El límite tiempo de viaje del concreto, que incluye el tiempo que el concreto está realmente en el sitio esperando para ser utilizado. Trabaje con el contratista para coordinar los tiempos de entrega para garantizar que haya un suministro constante disponible y evitar tener camiones en el lugar con sus tambores agitando bajo el calor del sol.
- Los agentes retardadores o los aditivos estabilizadores de la hidratación son excelentes, pero requieren que realice sus propias pruebas para que pueda estar seguro de lo que son capaces de hacer. Recuerde, el objetivo no es retardar el concreto, sino controlarlo hasta que el concreto esté en su lugar.

- Realice descargas rápidas de los camiones para que haya menos tiempo para que el concreto pueda reaccionar antes de la colocación. Humedezca el área de descarga para un mayor enfriamiento y asegúrese de que el área esté a la sombra. El escenario ideal fuera que el contratista pudiera instalar el techo primero. De lo contrario, instale sombrillas temporales para reducir la temperatura de la superficie del concreto. Proteja el concreto con revestimientos temporales, como láminas de polietileno, durante cualquier retraso importante entre la colocación y el acabado. También levante cortavientos temporales para reducir la velocidad del viento sobre la superficie de concreto.
- Cure la losa de inmediato. En cubiertas de puentes o viaductos, donde existe un alto potencial para la evaporación, el compuesto de curado blanco toma un tiempo para convertirse en una membrana. Rocíelo justo después del proceso de acabado y cúbralo con mantas húmedas. Use compuestos de curado de pigmentación blanca para ayudar con la cobertura y también ayudar a reflejar el calor de la superficie del concreto.
- Sustitución parcial del cemento por puzolana; utilización de cemento de bajo calor de hidratación

Figura 16. Control de las Temperaturas en el Concreto.



Fuente: Control de las Temperaturas en el Concreto.
Fuente: Asocreto (s.f)



CAPÍTULO

5

CONCLUSIONES

En conclusión, la investigación resalta la presencia de múltiples normativas colombianas y estándares internacionales que establecen límites y recomendaciones sobre la temperatura máxima para el concreto fresco, no obstante, se identifica una falta de especificidad en las precauciones y cuidados para el manejo y transporte del concreto fresco expuesto a zonas de altas temperaturas, esta diversidad de criterios y ausencia de directrices específicas representa un desafío en la gestión efectiva del concreto en condiciones ambientales desfavorables.

Los resultados reflejan la necesidad de adaptar los métodos de producción de concreto a las condiciones climáticas, enfocándose en la reducción del contenido de cemento, la inclusión de puzolanas, la utilización de aditivos específicos, así como la gestión térmica de los agregados y el agua. Estas estrategias representan un enfoque holístico y proactivo para contrarrestar los efectos adversos del calor en el concreto.

Se identifican una serie de prácticas y recomendaciones provenientes de diversas fuentes bibliográficas, como el enfriamiento de agregados y agua, la adición de hielo o aditivos reductores de temperatura, y el control riguroso de la logística de transporte, estas prácticas ofrecen un panorama amplio de las medidas preventivas que pueden implementarse para preservar la calidad y durabilidad del concreto en entornos de altas temperaturas.

Se destaca la relevancia de la información, la capacitación y la concientización del personal involucrado en la manipulación y transporte del concreto fresco en condiciones climáticas adversas, el conocimiento y la implementación efectiva de las medidas preventivas son fundamentales para garantizar la eficacia de las estrategias propuestas.

Como tal, los hallazgos revelan la complejidad de gestionar el concreto en ambientes de altas temperaturas, enfatizando la necesidad de directrices más específicas y la importancia de estrategias adaptativas para mejorar la calidad y durabilidad del concreto en condiciones desafiantes. Además, subrayan la importancia de la capacitación del personal y la difusión de buenas prácticas para enfrentar estos desafíos de manera efectiva en entornos constructivos

6

REFERENCIAS

- Las imágenes divisoras de esta cartilla son tomadas de (Oficial, 2018)
- Oficial, E. (2018, octubre 31). MÓDULO 3 – COSTOS Y PRESUPUESTOS: ¿CÓMO DETERMINAR LOS COSTOS DE UNA OBRA? El Oficial. <https://www.eloficial.ec/modulo-3-costos-y-presupuestos-como-determinar-los-costos-de-una-obra/>
- Asociación Colombiana de Productores de Concreto. (2022, julio 21). CONTROL DE LAS TEMPERATURAS EN EL CONCRETO. 360 EN CONCRETO. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/control-de-las-temperaturas-en-el-concreto/>
- Aguilar, Rodríguez y Sermeño. (2009). Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio (Trabajo de Grado). Universidad del Salvador, San Salvador.
- Aguinaga Sánchez, G. G. (2019). Mitigación de los efectos negativos en el concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, producidos por las altas temperaturas en la ciudad de Tarapoto (Trabajo de Grado). Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú.
- Biblioteca EPM. (s.f.). Normas técnicas. Recuperado de <https://www.grupo-epm.com/site/bibliotecaepm/inicio/servicios/normas-tecnicas>
- Buenas prácticas para determinar la manejabilidad del concreto - 360 en concreto. (s. f.). 360 en concreto. Recuperado de <https://360enconcreto.com/blog/detalle/buenas-practicas-para-determinar-manejabilidad-del-concreto/#:~:text=El%20concreto%20tiene%20dos%20estados,elementos%20estructurales%20de%20una%20obra>
- Burg, R. (1996). The influence of casting and curing temperature on the properties of fresh and hardened concrete. Portland Cement Association.
- Castillo, P. (2018). Instructivo de la producción, colocación y manejo del concreto elaborado en obra. Universidad Francisco José de Caldas, Bogotá.
- Carbon Cure (2022). Las mejores prácticas para trabajar con el concreto en climas cálidos. Recuperado de <https://www.carboncure.com/es/esquina-del-concreto/las-mejores-practicas-para-trabajar-con-el-concreto-en-climas-calidos/>
- Claros, E. (2022, junio 8). ¿CUÁL DEBE SER LA TEMPERATURA MÁXIMA DEL CONCRETO FRESCO? 360 EN CONCRETO. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/cual-debe-ser-la-temperatura-maxima-del-concreto-fresco/>
- Fuentes, C., Guerrero, R. P. C., Guillén, D. E., & Fia, A. U. (2020). Trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto para diferentes relaciones agua/cemento. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/344380249_TRABAJABILIDAD_Y_RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION_DEL_CONCRETO_PARA_DIFERENTES_RELACIONES_AGUA_CEMENTO
- Huanca, S. L. (2006). Diseño de Mezclas de Concreto. Universidad Nacional del Altiplano. <https://topodata.com/wp-content/uploads/2019/09/Dise%C3%B1o-de-Mezclas-de-Concreto-Ing.-Samuel-Laura-Huanca.pdf>
- Instituto Nacional de Vías. (2013). Normas de Ensayo de materiales para carreteras. 400. https://www.umv.gov.co/sisgestion2019/Documentos/APOYO/GLAB/GLAB-DE-003_V1_Normas_Invias_Seccion_400-13.pdf
- ICONTEC. (1997). Norma Técnica NTC Colombiana 4026. Recuperado 22 de junio de 2023, de <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4017/Anexo%208%20NTC-4026.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- López, T. P. (2015). Concreto armado. Caracterización y alteraciones. Publicaciones Digitales ENCRyM. <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/digitales/article/view/5422>

- 
- Marquez, J. (2021). Producción de concreto de alta calidad. Recuperado de <https://www.grupolazarus.com/produccion-de-concreto-de-alta-calidad/>
- Mobasher, B. (2008), USA-concrete construction industry-cement based materials and civil s.infrastructure. CBM-CI International Workshop, Karachi, Pakistan, 73-90.
- Moreno, A. (2022, junio 9). RECOMENDACIONES PARA LA COLOCACIÓN DE CONCRETO EN AMBIENTES FRÍOS Y CÁLIDOS. 360 EN CONCRETO. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/recomendaciones-para-la-colocacion-de-concreto-en-ambientes-frios-y-calidos/>
- NTC 673. (2010). Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto. Bogotá: ICONTEC.
- Orozco, M., Avila, Y., Restrepo, S., y Parody, A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. Revista ingeniería de construcción, 33(2), 161-172. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000200161>
- Ortiz, J.A., Aguado, A., Roncero, J., & Zermeño, M. E. (2009). Influencia de la temperatura ambiental sobre las propiedades de trabajabilidad y microestructurales de morteros y pastas de cemento. Concreto y cemento. Investigación y desarrollo, 1(1), 2-24. Recuperado en 15 de septiembre de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112009000100001&lng=es&tlng=es
- Orjuela, D. C. F., & López, J. S. B. (2018). EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y A FLEXIÓN DEL CONCRETO SIMPLE DESPUÉS DE EXPUESTO A 450°C.
- Osorio, J. D. (2022, junio 1). Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión. 360 EN CONCRETO. <https://360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion/>
- Penagos, M. J. R. (2017). TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.
- Pérez López, T. (s. f.). Concreto armado: Caracterización y alteraciones. <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/digitales/article/download/5422/5749/9579#:~:text=El%20concreto%2C%20llamado%20tambi%C3%A9n%20hormig%C3%B3n,componentes%2C%20o%20es%20incluido%20intencionalmente.>
- Quimbay, R. (2009). 2. MADUREZ DEL CONCRETO. Universidad Nacional de Colombia, 20.
- Redacción 360 en Concreto. (s.f.). Ensayos al concreto: ¿qué y cómo?. Recuperado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ensayos-al-concreto>
- Suyapa, G. (2014). Transporte Del Concreto Fresco [Ensayo].
- Sukumar, A. P., Seabrook, P., Sherstobitoff, J., & Huber, F. (2006). Reconstruction of the Little Mountain Reservoir. Concrete International, 28(2), 44-49.
- Texas Department of Insurance. (2022). Programa de Capacitación para la Seguridad con el Cemento. Recuperado 22 de junio de 2023, de <https://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcesp/spstpcement.pdf>
- Transportación del concreto. - Construcción de estructura de concreto. (s. f.). Google Sites: Sign-in. <https://sites.google.com/site/construcciondeestructura/unidad-i/1-4-transportacion-del-concreto>
- Umiri. (2019). Colocación del concreto bajo temperaturas extremas: Temperaturas altas. Recuperado de <https://www.yura.com.pe/blog/colocacion-del-concreto-bajo-temperaturas-extremas-temperaturas-altas/>