

# SOLUCIONES PARA CONCRETO



IMAGINA TODO LO QUE  
PODEMOS CONSTRUIR JUNTOS





# TABLA DE CONTENIDO

1.	<b>INTRODUCCIÓN</b>	4
2.	<b>MATERIAS PRIMAS</b>	4
	2.1 Cemento	4
	2.2 Agua	6
	2.3 Agregados	7
	2.4 Aditivos	7
3.	<b>TIPOS DE CONCRETOS</b>	8
	3.1 Según su manejabilidad	8
	3.2 Según el sistema de colocación	9
	3.3 Según su acabado	10
	3.4 Concretos de alta tecnología	10
4.	<b>PROPIEDADES</b>	11
	4.1 Estado plástico	11
	4.2 Estado endurecido	13
5.	<b>PRODUCCIÓN DE CONCRETO EN OBRA</b>	14
	5.1 Almacenamiento y cuidado de los materiales	14
	5.2 Dosificación de materiales	16
	5.3 Mezclado de los materiales	18
	5.4 Servicios Argos	20
6.	<b>COLOCACIÓN</b>	21
	6.1 Transporte	21
	6.2 Descarga	22
	6.3 Vibrado	22
	6.4 Servicios Argos	24
7.	<b>CURADO Y PROTECCIÓN</b>	26
	7.1 Curado en clima frío	26
	7.2 Curado en clima cálido	27
	7.3 Métodos de protección y curado	27
8.	<b>CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO</b>	29
	8.1 Control de concreto fresco	29
	8.2 Control de concreto endurecido	30
	8.3 Análisis estadístico de resultados	32

# 1

## INTRODUCCIÓN

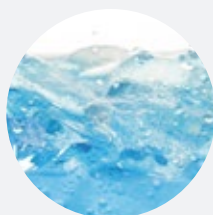
El concreto es una piedra artificial creada por el hombre; compuesta por la mezcla de un material aglutinante (Cemento), un material clasificado (agregados), agua, aditivos y algunas veces adiciones.

Es el material de construcción más utilizado en el mundo; debido a que, en estado fresco ofrece la posibilidad de ser transportado y colocado en el sitio final fácilmente, y en estado endurecido forma un sólido compacto que después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión y tiene la capacidad de ofrecer durabilidad en el tiempo.

A continuación, entenderemos la mejor forma de hacer un “buen concreto” en la obra, el cual no es solo el que se produce adecuadamente y conociendo sus componentes, sino también aquel que se transporta, coloca, compacta y cura correctamente.



**Cemento**  
7 a 15%



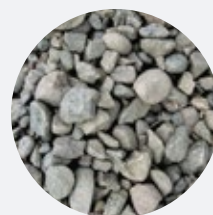
**Agua**  
16 a 21%



**Aire**  
1 a 3%



**Agregado Fino**  
25 a 30%



**Agregado Grueso**  
31 a 51%

# 2

## MATERIAS PRIMAS

Para la producción de un concreto en obra, es de vital importancia seleccionar adecuadamente los materiales a utilizar, ya que el diseño de mezcla y los procesos de control dependen de las características de cada uno de ellos.

### 2.1 CEMENTO

Material aglutinante que presenta propiedades de adherencia y cohesión, que permiten la unión de fragmentos minerales entre sí, formando un todo compacto.

## CEMENTO USO GENERAL



- Este cemento está especialmente diseñado para la mayor durabilidad en obras de pequeño y mediano formato: casas de 1 y 2 pisos, edificaciones hasta de 4 pisos y para residencias hasta máximo de 3.000 psi.
- Las especificaciones del Cemento Gris Uso General cumplen con los valores de la Norma Técnica Colombiana NTC 121 (Tipo UG).

## CEMENTO ESTRUCTURAL **MAX**



- Es un cemento especialmente diseñado para la producción industrializada de concreto, que ofrece una mayor eficiencia y un alto desarrollo de resistencias a edades iniciales y finales.
- Las especificaciones del Cemento Estructural Max cumplen con los valores de la Norma Técnica Colombiana NTC 121 (Tipo ART). Disponible a granel y en saco por 42.5 kg.

## CEMENTO INDUSTRIAL



- Cemento especializado, diseñado para lograr concretos y morteros de altas resistencias iniciales que permite eficiencia en los procesos productivos de prefabricados, sistemas industrializados de construcción y concretos de altas prestaciones.
- Es el único cemento en Colombia especializado para la producción industrial que especifica resistencia en las primeras 12 horas.

TIPO DE CEMENTO	RESISTENCIA 28 DÍAS	PRESENTACIÓN	USOS
Uso General	24 Mpa	Sacos 50 kg, 25 kg, 5 kg, 1 kg y granel	Fabricación de elementos en concreto que no requieren características especiales.

Estructural MAX	43,4 MPa	Saco 42,5 kg y granel	Producción de concreto para altas solitudes estructurales.
-----------------	----------	-----------------------	--

TIPO DE CEMENTO	RESISTENCIA 12 HORAS	RESISTENCIA 1 DÍA	PRESENTACIÓN	USOS
Industrial	Entre 8 y 10 Mpa	Entre 17 y 19 Mpa	Granel	Concretos con requerimientos de altas prestaciones iniciales.



El cemento se debe comprar en sitios de confianza, de marcas reconocidas por su calidad, tradición y prestigio, el empaque debe estar en perfecto estado y la cantidad debe obedecer a la anunciada en el empaque.

## 2.2 AGUA

El agua es el ingrediente fundamental no solo para lograr que se dé la hidratación del cemento sino también para permitir lubricar los agregados y dar manejabilidad al concreto en estado fresco.

La cantidad total de este ingrediente que se adiciona al concreto está gobernada por la relación a/c, de la cual parten los diseños de mezcla.

- **Agua de hidratación:** Es la requerida por el cemento para reaccionar químicamente. Esta cantidad de agua se considera fija.
- **Agua de evaporación:** Es la requerida por la mezcla para lubricar los agregados y dar manejabilidad. Esta cantidad de agua se considera libre, a mayor cantidad aumenta la porosidad del concreto.
- **Agua de curado:** Es la necesaria para mantener condiciones de humedad y temperatura del concreto en las primeras edades. Debe aplicarse después de que ha terminado el proceso de fraguado.



- El agua debe ser limpia, sin contenido orgánico, azúcares, sales, grasas, aceites, ácidos, polvo u otras sustancias contaminantes.
- El agua de mar sólo se puede usar para producir concreto simple o sin refuerzo, pero se le debe agregar un poco más de cemento. Si se emplea agua de mar, no se debe utilizar arena de mar.



**El agua puede ser potable o no, lo importante es que se conozca sus características, sus concentraciones químicas y Ph ya que esto no debe exceder lo indicado en la norma NTC 3459**

## 2.3 AGREGADOS

Los agregados para el concreto tienen características mecánicas propias, que aportan principalmente propiedades de estabilidad a cambios volumétricos, aportan a la resistencia y son los que hacen que el concreto sea un material económico de construcción, sin afectar las propiedades del cemento.

Están clasificados por tamaño como agregados finos (0,075mm hasta 4,76 mm) y agregados gruesos (4,76mm en adelante).

En general los agregados para la producción de concreto deben cumplir con la NTC 174.



- El tamaño máximo de la grava o agregado grueso debe seleccionarse de acuerdo con el tipo y dimensiones de la estructura, el sistema de colocación de concreto y la cantidad de acero de refuerzo o separación entre varillas y formaletas. No debe ser mayor a: 1/3 del espesor de las losas, ni 3/4 espaciamiento libre entre varillas, ni 1/5 de la menor dimensión de los lados de la formaleta.
- La arena o agregado fino debe ser lo más grueso posible dependiendo del tipo de acabado que se busque; cuanto más fina la arena, mayor será el consumo de cemento.
- Los agregados deben estar libres de sustancias contaminantes tales como: polvo, limos y arcillas, materia orgánica, azúcares, sales, barro, palos, hojas y basura, lo mismo que de grasas, aceites y sustancias ácidas o alcalinas.



## 2.4 ADITIVOS

Los aditivos son sustancias que modifican las propiedades del concreto para satisfacer los requerimientos exigidos al material; sin detrimento de la resistencia y durabilidad. Además, permiten al concreto mejorar la calidad del material, hacerlo más económico y con menor impacto al medio ambiente

Los aditivos en general deben cumplir con las especificaciones dadas en la NTC 1299



- Siempre deben seguirse las indicaciones de las Fichas Técnicas dadas por el proveedor.
- Debe realizarse control de calidad por lotes, revisión de certificados de calidad, e inspecciones visuales.
- Los aditivos deben proceder de lugares confiables, no deben estar vencidos ni en empaques defectuosos.

Los concretos se pueden especificar de acuerdo con los requerimientos particulares de cada proyecto (clima, tiempos, sistema constructivo, tipo de elemento) y sus necesidades de colocación y compactación, ya que de acuerdo a esto se puede asegurar que se obtenga la resistencia esperada, baja permeabilidad y durabilidad en la estructura construida.

## 3.1 SEGÚN SU MANEJABILIDAD



### Concreto Plástico

Es un concreto especial para ser bombeado o descargar directamente al elemento que brinda muy buena manejabilidad y es especialmente cohesivo, lo que permite su colocación por medio de bomba para concreto.

Este tipo de concreto es utilizado en proyectos con estructuras de difícil acceso y espacios limitados, con distancias horizontales y verticales considerables, o todo tipo de elementos estructurales que requieran rapidez y eficiencia para ser vaciados.



### Concreto Fluido

El concreto fluido facilita la colocación y disminuye las necesidades de vibrado. Especialmente utilizado para encofrados que plantean dificultades por la cantidad de acero incluido, espacios reducidos y elementos a gran altura.



### Concreto Autocompactante

Es un producto altamente fluido sin segregación, que tiene la capacidad de desplazarse a través de elementos de alta complejidad y hasta el interior de los espacios más reducidos, llenándolos de forma natural, bajo la acción propia de su peso.





### Concreto Lanzado

Concreto enviado a través de una manguera y proyectado con gran velocidad sobre una superficie de apoyo. La fuerza del chorro que golpea en la superficie compacta el material de modo que se puede soportar por sí mismo sin desprenderse, incluso sobre en posición vertical o elevada.

Este concreto se emplea en secciones delgadas y ligeramente reforzadas, como bóvedas, techos curvos, cubiertas de túneles y tanques de concreto reforzado.



### Concreto Tremie

Es un concreto de alta manejabilidad, fluido y altamente cohesivo, de fácil colocación. Este producto es especialmente adecuado para formas profundas, donde no es posible compactar, también para colocarlo bajo agua. Es ideal para elaborar muros de contención, pantallas y pilotes.



### Concreto para sistemas industrializados

Es un concreto fluido, muy resistente y de menor tiempo de fraguado, diseñado para desencofrar estructuras rápidamente y tener acabados perfectos.



### Concreto para pavimento

Este producto soporta los esfuerzos a flexión propios de las estructuras de pavimentos. Es ideal para cualquier tipo de pavimentación con diferentes solicitudes de tráfico y cargas tales como vías urbanas y carreteras, pistas de aeropuertos y zonas de estacionamiento.



### Concreto para pisos industriales

Concreto diseñado para la construcción de losas y pisos, el cual ofrece facilidad en la colocación y la firmeza necesaria, según los requerimientos del diseño y sistema constructivo.

Este tipo de producto es utilizado para pisos industriales como: fábricas, centros logísticos, grandes superficies, centros comerciales, parqueaderos, zonas de almacenamiento, bodegas, terrazas y zonas muy amplias donde se instalen o existan elementos de mucho peso.

### 3.3

## SEGÚN SU ACABADO



### Concreto de Color

Concreto pigmentado decorativamente que permite obtener una serie de ventajas arquitectónicas, puede ser usado **para para muros, pavimentos, vías internas y pisos, que aportan una función estética.**



### Concreto Permeable

Es un concreto diseñado con una mezcla especial y cuidadosa de materias primas con altas especificaciones (agregado grueso, materiales cementantes, agua y aditivos), que entregan un material con la capacidad de permitir el paso, almacenamiento e infiltración de agua proveniente de diversas fuentes, en especial el agua lluvia. Se puede usar en Senderos peatonales, ciclorutas, canchas deportivas y parques, alcorques, vías de bajo tráfico.

### 3.4

## CONCRETOS DE ALTA TECNOLOGÍA



### Concreto Alta resistencia

Diseñado para alcanzar resistencias iguales o superiores a 7000 psi; por las consideraciones de estos diseños, contribuye altamente al cumplimiento de especificaciones de durabilidad según normas vigentes.



### Concreto Durable

Es un concreto diseñado y caracterizado especialmente para lograr una baja permeabilidad y alta resistencia al ataque de agentes externos a los que pueda estar expuesto durante su vida útil.



### Concreto Avanzado

Producto de última tecnología que además de ofrecer alta resistencia a la compresión, también ofrece resistencia a la flexotracción con muy buena manejabilidad, lo que permite romper la barrera de los concretos convencionales y lograr un gran número de alternativas estructurales y estéticas. Puede ser usado en aplicaciones estructurales como puentes, túneles, losas prefabricadas o en aplicaciones arquitectónicas como fachadas, mobiliario urbano o esculturas.

## 4

# PROPIEDADES

Las **propiedades de los concretos** se presentan en sus dos estados, el estado plástico que busca mejorar la eficiencia de los procesos constructivos y el estado endurecido que busca verificar la calidad del producto:

### 4.1

## ESTADO PLÁSTICO

### 1 Trabajabilidad:

Es la habilidad del concreto para ser colocado y compactado apropiadamente sin segregación.

#### Manejabilidad

La trabajabilidad esta representada por el grado de compacidad, cohesividad, plasticidad y la consistencia o movilidad.

Y puede estar afectada por factores como: la cantidad de agua de mezclado, el contenido de aire, las condiciones del clima, el tipo y cantidad de agregados utilizados.



## 2 Segregación:

Es la separación de los componentes de una mezcla heterogénea, es decir cuando se separa los gruesos (mezclas secas) o se separa la lechada (mezclas húmedas).

Para evitar que esto ocurra es aconsejable: dosificar muy bien los componentes, verificar el cumplimiento de la distribución granulométrica de los agregados, realizar un correcto mezclado, transporte y vibrado.



## 3 Exudación o Sangrado:

Es una forma de segregación, donde parte del agua sube a la superficie del concreto colocado, puede propiciarse por la forma y textura de los agregados (angulares), gradación del agregado fino y contenido de aire. Una exudación excesiva puede debilitar la capa superficial del concreto, desgastándolo y propiciando la aparición de fisuras.

## 4 Temperatura:

La temperatura del concreto depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes, ya que la influencia de cada material depende de su calor específico de su masa y de su temperatura, además del calor liberado por la hidratación del cemento, la energía de mezclado y el medio ambiente. En climas cálidos debe tenerse cuidado.

## 5 Tiempos de Fraguado:

Tiempo en que el concreto pasa de un estado plástico a un estado endurecido. Los tiempos de fraguado en el concreto pueden variar por: el tipo y contenido de cemento, las condiciones del clima, y la inclusión de aditivos. Deben ajustarse los tiempos de acuerdo con el proceso constructivo.

## 6 Contracción Plástica:

Es generada por los cambios de volumen (pérdida de agua/reducción de volumen) durante el fraguado y puede llegar a generar fisuras en el concreto. Ocurre con mas frecuencia en losas, pavimentos y pisos y sobre todo en climas cálidos (altas tasas de evaporación). Para controlar el agrietamiento por contracción plástica es recomendado: realizar un buen diseño de mezcla y correctos controles de curado inicial del concreto.

## 1 Resistencia:

Es la capacidad del concreto de resistir esfuerzos, esta depende básicamente de la resistencia del agregado, la resistencia de la pasta y la adherencia entre la pasta y los agregados.

### a. Resistencia a la compresión:

Es la mayor resistencia que es capaz de soportar un concreto, por esto la mayoría de los controles de calidad se realizan bajo esta propiedad.

### b. Resistencia a flexión:

Suele ser aproximadamente un 10% de la resistencia a la compresión.

La resistencia del concreto se puede ver afectada por: la relación a/c, el tipo de cemento, las características de los agregados, el tipo y contenido de aditivos, además de los procesos de transporte, colocación y curado del concreto.



## 2 Durabilidad:

Capacidad de comportarse satisfactoriamente frente a las acciones agresivas ya sean físicas o químicas - o la combinación de ambas y así proteger adecuadamente las armaduras y demás elementos metálicos embebidos en el concreto, durante su vida útil. De acuerdo a NTC 5551 y NSR-10 Título B Capítulo 4, debe valorarse el tipo de agresiones del medio al que estarán expuestos los concretos (Microclima, agresiones físicas y químicas, uso, mantenimiento) y de acuerdo a esto, elegir el grado de exposición, para especificar las protecciones adecuadas sobre el diseño estructural, diseño de la mezcla de concreto o proceso de colocación.

## 3 Cambios de volumen:

Los cambios de volumen en el concreto empiezan una vez se hace la colocación del mismo, al igual que durante el proceso de fraguado, el concreto cambia de volumen durante su etapa de endurecimiento (contracción de secado, contracción térmica, reacciones químicas) y esto puede ocasionar agrietamiento.

# 5

## PRODUCCIÓN DE CONCRETO EN OBRA

Según la NTC 3318 Producción de concreto, se deben tener en cuenta ciertos requisitos mínimos para la elaboración de concretos, el correcto control de calidad en los materiales y la ejecución de adecuados procesos de dosificación, mezclado, colocación y curado. En el siguiente capítulo se resumirán importantes recomendaciones a fin de lograr concretos en obra de excelente calidad.

Antes de iniciar cualquier proceso de producción de concreto en obra **se debe contar con un diseño de mezcla** preestablecido y validado de acuerdo con las características de las materias primas con que se cuenta y las condiciones en estado plástico y endurecido necesarias para cumplir las especificaciones del proyecto. En este documento no se tratarán temas de **diseño de mezcla**, pero recalcamos la importancia de contar con uno, que permita encontrar la combinación más económica y práctica, cumpliendo con todos los requisitos de calidad.

### 5.1

#### ALMACENAMIENTO Y CUIDADO DE LOS MATERIALES

##### AGREGADOS:

- Los agregados deben ser almacenados por separado para que no se mezclen entre ellos y en sitios donde no se contaminen o ensucien.
- En zonas de clima cálido, es importante dotar las áreas de almacenamiento de agregados de sistemas de aspersión y en algunos casos de cubiertas (producción de concreto de baja temperatura).
- Se recomienda que los agregados sean almacenados en camadas y no apilados, para evitar la segregación de las partículas de mayor tamaño
- Los pisos donde se almacenan los agregados deben ser duros y con buenas pendientes, preferiblemente pavimentados y con canales de desagüe.
- Los espacios planteados para el almacenamiento deben permitir un almacenamiento tipo FIFO (first in first out).
- Mantenerlos humedecidos para evitar que absorban agua de la pasta lo que puede ocasionar variaciones en la consistencia, la resistencia y el volumen del concreto.



## CEMENTO:

- El **cimento empacado de uso general y el estructural max**, se deben almacenar por un tiempo máximo de 3 meses, en un lugar seco y ventilado, bajo techo, protegido de humedad y evitando el contacto con el agua para evitar la hidratación anticipada.
- El cemento debe almacenarse sobre estibas y no sobre el suelo, en pilas de menos de 10 sacos y una vez abierto se debe consumir de manera inmediata para evitar la hidratación.



- El **cimento industrial y Estructural Max a granel** por su manejo a granel debe ser almacenado en silos protegidos contra la intemperie y con adecuada ventilación para evitar la absorción de humedad. Los silos deberán ser limpiados internamente aproximadamente dos veces por año, para evitar la formación de costras internas.



## AGUA:

- El agua para la producción de concreto puede provenir de diferentes tipos de fuentes: Agua potable del acueducto, ríos, lagos, lagunas, pozo profundo, lluvia, agua reciclada o como slurry (lodo).
- Debe almacenarse en tanques, donde no se contamine con elementos que puedan afectar la calidad del concreto como: grasas, aceites, combustibles, ácidos, sulfatos, etc.
- En caso de contar con agua turbia, podrá ser usada sólo si se trata de partículas sólidas en suspensión y se deberá dejar en reposo al menos 24 horas antes de su empleo, de esta forma los sólidos se precipitan al fondo y se podrá utilizar el agua limpia que queda en la parte superior. Debe tenerse la precaución de no ensuciar el agua nuevamente con el material del fondo.

## ADITIVOS:

- Si los aditivos son líquidos, estos deben de almacenarse en tanques herméticos, protegidos de cualquier tipo de contaminantes

- Debe tenerse especial cuidado con las fechas de vencimiento y los números de lote del aditivo, esto con el fin de tener un control de trazabilidad, en caso de algún tipo de reclamación.
- En el caso de aditivos en polvo, estos deberán ser manejados en forma similar a los cementos ensacados.

## 5.2

## DOSIFICACIÓN DE MATERIALES

Para obtener la resistencia, trabajabilidad, manejabilidad y demás propiedades esperadas para el concreto, sus componentes deben ser integrados a la mezcla en las cantidades justas, según lo definido en el diseño. Estas cantidades deben ser medidas rigurosamente durante el proceso denominado dosificación.

Es ideal hacer la dosificación por peso, es decir, usando una báscula calibrada para medir la cantidad exacta de materiales. Es importante tener en cuenta los cambios en el contenido de humedad de los agregados, ya que el agua contenida en el agregado por su porosidad se debe excluir del agua de mezclado pues puede afectar la resistencia.

### DOSIFICACIÓN POR PESO:

Una de las ventajas de realizar la dosificación por peso es garantizar la medida exacta de los materiales teniendo en cuenta el grado de humedad del agregado, ya que esto, no solo afecta la calidad del concreto, en lo referente a resistencia y manejabilidad, sino también, el rendimiento volumétrico del producto terminado.

#### Cemento:

- Cuando el material cementante se dosifique por sacos la unidad mínima permitida es de medio saco o múltiplos de dicho peso.
- Las básculas de cementantes, deberán estar provistas de elementos de llenado que permitan un corte preciso, al momento en que se ha alcanzado la cantidad determinada por el diseño; esto generalmente se logra, mediante válvulas tipo mariposa o sinfines, con el diámetro y la velocidad de giro apropiados.

#### Agregados:

- Es importante tener en cuenta el orden en el cual ingresan los agregados a las básculas y a las mezcladoras, pues como los agregados finos tienden a pegarse de las esquinas de las tolvas, es recomendable dosificarlos primero que los agregados gruesos, esto con el fin de que el agregado grueso arrastre los finos y no se queden pegados de las paredes.
- Como los agregados que se almacenan en planta pueden tener humedad variable y los diseños de mezcla se calculan en peso seco, se debe establecer el estado de humedad real al momento de dosificar.



## Contenido de humedad de los agregados:

- Tomar una muestra del agregado. NTC 129
- Pesar dicha muestra y secarla al horno hasta llevarla a la condición S (toda humedad removida, a 105°C, todos los poros vacíos).
- $H$  (Humedad del agregado %) =  $\left[ \frac{\text{masa inicial de la muestra (g)} - \text{masa de la muestra seca (g)}}{\text{masa seca (g)}} \right] * 100$

## Agua y Aditivos:

- El agua y los aditivos pueden ser dosificados por peso o por volumen.
- Los aditivos líquidos deben ser dosificados junto con la primera cantidad de agua que ingresa a la mezcladora, aunque algunos aditivos especiales, requieren ser dosificados, una vez el concreto haya alcanzado cierta manejabilidad, para lograr su efecto.

## DOSIFICACIÓN POR VOLUMEN:

Es usual que en algunas obras pequeñas la dosificación se haga por volumen. Esto es posible siempre y cuando se conozca la **masa unitaria suelta de los agregados y se utilicen recipientes que garanticen medidas constantes** durante todo el proceso. Por ejemplo, los agregados deben ser dosificados con un cajón medidor de 40cm x 40cm x 25cm, lo cual corresponde a un volumen de 0,04 m<sup>3</sup>, equivale a su vez a un saco de cemento de 50 kilogramos. También es posible hacerlo por cuñetes de 20 litros sabiendo que dos de estos equivalen a un saco de cemento de 50 kilogramos.

## DISEÑOS DE MEZCLA

para concretos básicos de 3.000 psi y 4.000 psi

Si usted siempre ha usado Cemento de Uso General y desea empezar a utilizar Cemento Estructural Max, la Arena de Concreto y la Grava de Argos, a continuación, encontrará una guía de dosificación de las cantidades de material recomendadas con este nuevo cemento: puede realizar la dosificación ya sea por peso o con unidades de medidas conocidas como sacos y/o litros.

TABLA DE DOSIFICACIONES POR M3 UTILIZANDO CEMENTO ESTRUCTURAL MAX

Resistencia (psi)	Tipo de dosificación	Materiales*			
		Cemento	Agua	Arena	Grava
● 3.000	Peso	289 (kg)	173 (litros)	917 (kg)	897 (kg)
	Sacos/Litros	6,8 Sacos*	173 (litros)	23 Sacos**	22,4 Sacos**
● 4.000	Peso	332 (kg)	189 (Litros)	838 (kg)	921 (kg)
	Sacos/Litros	7,8 Sacos*	189 (Litros)	20,8 Sacos**	23 Sacos**

\*Saco de Cemento Estructural Max por 42,5 kg.

\*\*Agregados ensacados Argos por 40 kg.

## CONSIDERACIONES

**Importante:** Esto no es un diseño de concreto, sino una tabla de dosificación que se puede utilizar como base para desarrollar los diseños de concreto exigidos en los proyectos.

- Esta es una dosificación aproximada, elaborada con agregados que cumplen con todos los criterios de la norma NTC 174 y la curvas granulométricas del ACI 211.
- Esta dosificación, se realizó en condiciones controladas en un laboratorio acreditado por la ONAC.

- C. Las cuantías de cemento obtenidas en la dosificación, deberán estar supeditadas a las definiciones establecidas por la NSR-10, considerando las exigencias por durabilidad y sus limitantes en cementante definidas por la NTC-5551.
- D. Si se requiere lograr mayor manejabilidad en el diseño se debe validar el mismo incluyendo aditivos.

## 5.3 MEZCLADO DE LOS MATERIALES

Para mezclar el concreto en obra se puede usar una mezcladora mecánica, sólo puede hacerse mezclado manual para trabajos menores (NSR-10 Título D). Se debe definir el método de mezclado, porque las condiciones y orden de ingreso de los materiales pueden variar.

**Algunas recomendaciones utilizando las dos alternativas:**

### Mezclado manual

- Alistar todas las herramientas necesarias y cantidades suficientes de materiales.
- Las herramientas deben estar limpias y en buen estado.
- La mezcla se debe realizar sobre una superficie dura, limpia, no absorbente, plana y nivelada, no debe hacerse directamente sobre el suelo.

### Se recomienda seguir el siguiente orden:

- 1. Medir la arena** de acuerdo con la dosificación y esparcirla sobre la superficie de mezclado.
- 2. Vaciar los sacos de cemento sobre la arena** y regarlo completamente con la pala hasta que la cubra en su totalidad.
- 3. Mezclar la arena con el cemento** pasando de un lado a otro tantas veces cuanto sea necesario hasta obtener un color uniforme. No deben quedar grumos de cemento.
- 4. Medir la grava con cajón medidor** de acuerdo con la dosificación y depositarla sobre la mezcla homogénea de cemento y arena.
- 5. Mezclar todos los materiales**, incluyendo aditivos sólidos, en caso de ser necesario, hasta obtener una distribución uniforme de toda la mezcla.
- 6. Incorporar el agua**, junto con aditivos líquidos, en caso de ser necesario, de manera cuidadosa, previamente medida y continuar mezclando hasta obtener una mezcla homogénea.



## Mezclado mecánico

- Antes de iniciar el mezclado, los materiales deben estar medidos según la dosificación.
- Las herramientas de aplicación y el transporte deben estar limpias y listas, puesto que este proceso es más rápido que el mezclado a mano y cualquier demora puede alterar la uniformidad y consistencia de la mezcla.
- Revisar que el interior de la mezcladora esté limpio para evitar contaminación de la mezcla con otro producto. Se recomienda colocar aproximadamente 15 kilos de cemento adicionales al inicio de la primera mezcla para que se adhiera a la mezcladora y así evitar que tome parte del cemento requerido en la dosificación.

### Se recomienda que la entrada de materiales a la mezcladora se realice de la siguiente manera:

- 1.** Encender la mezcladora y adicionar parte del agua previamente medida, para humedecerla.
- 2.** Se incorpora la grava y la arena según la dosificación.
- 3.** Se incorpora el cemento y el agua restante de la dosificación.
- 4.** Si se utilizan aditivos, estos deben ir disueltos en la última porción de agua.
- 5.** Todo lo anterior debe hacerse con la mezcladora en movimiento.
- 6.** El tiempo de mezclado debe oscilar entre **3 y 5 minutos**, tiempos mayores pueden afectar la calidad de la mezcla.
- 7.** Al terminar este proceso el concreto estará listo para ser transportado y colocado.



## Planta en obra

En Argos, contamos con el servicio Planta en obra, el cual contempla el traslado del sistema industrial productivo que tenemos en nuestras plantas fijas a los proyectos de nuestros clientes.

Esta iniciativa está dirigida a proyectos de edificaciones de vivienda y algunos comerciales, en los que el cliente es quien “prende y apaga” la planta de acuerdo con los requerimientos del proyecto.

### ¿Cuáles son las ventajas?

- Disponibilidad permanente del concreto en obra con todo nuestro respaldo, experiencia y calidad.
- Eficiencia económica, la cual el cliente puede trasladar a los productos de su proyecto, especialmente en los casos de vivienda media-baja.
- Argos se encarga de todo el control logístico de la planta, lo que para el cliente significa enfocarse en desarrollar su proyecto en vez de resolver asuntos relacionados con: la calidad y resistencias del concreto, el transporte y almacenamiento de agregados, los desperdicios de preparación, entre otros.
- Los clientes tienen a su disposición en la obra un operario de calidad y un operario de planta, quienes garantizan 24/7 la producción y calidad del concreto.
- Cada planta en obra cuenta con el soporte y acompañamiento de las plantas fijas que funcionan como respaldo, trasladando su apoyo administrativo, logístico y de calidad en el momento que se requiera.

### ¿Cuáles son los requisitos para instalar una planta en obra?

- Proyectos de edificación cuyo volumen de consumo por mes sea entre 800 a 1000 m<sup>3</sup>, con una duración de no menos de 1 año.
- Que los requerimientos técnicos o especificaciones del concreto no sean complejos (no concretos de alto valor).
- Espacio para montaje en obra de 300 m<sup>2</sup> aproximadamente y con buen acceso para la materia prima.
- La distribución en obra se realiza vía bomba o torre grúa para asegurar optimización de costos y cumplimiento de los requerimientos del cliente.



La colocación de concreto es un proceso que debe realizarse teniendo especial cuidado para no afectar la homogeneidad alcanzada durante el mezclado. Las etapas en que se divide la colocación son: transporte, descarga y vibrado.

## 6.1

## TRANSPORTE

**El concreto se debe trasladar cuidadosamente hasta el sitio de vaciado evitando que sufra cambios que afecten su calidad.**

- Evitar golpes y vibraciones excesivas para que no haya segregación.
- Planear muy bien los recorridos; utilizar rampas firmes y caminos provisionales seguros para que el concreto sufra la menor cantidad de golpes.
- Las distancias de acarreo de la mezcla dentro de la obra deben ser inferiores a 50 metros a menos que se utilice un equipo de bombeo.
- Al llegar al sitio de colocación se puede hacer un pequeño mezclado manual dentro del recipiente para reducir una posible segregación.
- Para distancias de transporte considerables en climas cálidos, condiciones de lluvia o posible contaminación con polvo u otros agentes dentro de la obra, se debe cubrir la mezcla con plástico.

**El método usado para el transporte del concreto depende de cuál es el más apropiado para el proyecto y debe planearse para no tener inconvenientes; considere: espacio, facilidad, costos, rapidez, riesgo de segregación:**

- **Carretillas manuales:** Usadas para transporte corto y plano en todos los tipos de obra, especialmente donde la accesibilidad al área de trabajo es restringida.
- **Canaletas:** Es importante que tenga en cuenta las pendientes, éstas no deben ser mayores de 1:2, ni menor de 1:3. Si la canal es demasiado larga es recomendable cubrirla.
- **Torre Grúa:** Permite el aprovechamiento de estos equipos instalados en la obra para vaciar concreto, se debe tener en cuenta que el concreto no puede ser muy fluido pues se pueden tener escapes o desperdicios altos. Se debe controlar muy bien la descarga para no segregar la mezcla.
- **Bombas de concreto:** Permiten vaciar grandes volúmenes, es necesario un suministro de concreto constante con consistencia plástico o fluida.

## 6.2

## DESCARGA

**Durante el vaciado del concreto se deben controlar todos los factores que puedan segregar o separar los agregados gruesos de la mezcla. Para evitar la segregación durante el vaciado se recomienda:**

- Antes de iniciar el vaciado se deben verificar los planos, la posición de elementos como tuberías, cajas y casetones, diámetros, longitudes, cuantías, separaciones, espesores de recubrimiento, amarres, anclajes y traslapos de los aceros de refuerzo.
- El tiempo transcurrido entre el mezclado y la colocación del concreto no debe ser mayor a 60 min. En climas cálidos debe ser inferior a 30 min.
- La descarga del concreto debe hacerse lo más cerca de su posición final, además la caída libre máxima debe ser entre 0,90 m hasta 1,2m.
- Cuando el vaciado no se pueda efectuar desde alturas menores a 1,2mt, se debe hacer uso de mangueras o tubos flexibles, para evitar que la mezcla choque contra los refuerzos y la formaleta.
- En superficies inclinadas (rampas), el vaciado debe hacerse desde la parte más baja hacia la parte más alta.
- **LOSAS:** el vaciado debe comenzar a lo largo del perímetro o en uno de sus extremos, y debe hacerse a velocidad constante para evitar tener juntas frías.
- **MUROS:** Depositar el concreto en capas horizontales de espesor uniforme (entre 15 y 50cm), vibrando adecuadamente cada capa antes de vaciar la siguiente.
- **PISOS / PAVIMENTOS:** asegúrese de que la base este muy bien compactada y nivelada antes de colocar el concreto. Humedézcala antes de recibir el concreto.
- Cuando la mezcla ha empezado a endurecer no se debe colocar, éste no se recupera adicionando más agua y cemento.

## 6.3

## VIBRADO

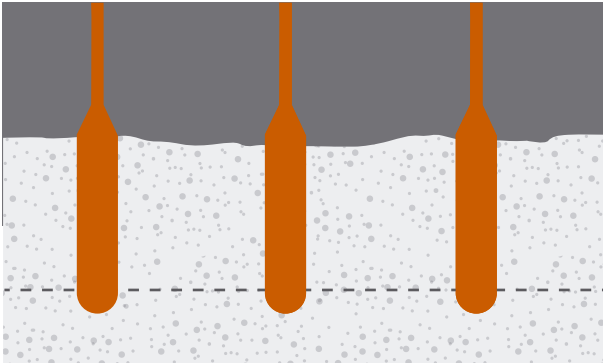
Durante el mezclado, transporte y vaciado, el concreto atrapa grandes cantidades de aire, formando espacios vacíos u hormigueros, los cuales le restan resistencia al concreto, lo dejan expuesto al ataque de agentes externos que lo pueden deteriorar y afectan su apariencia o acabado, por lo tanto, es fundamental eliminar el aire atrapado con una adecuada operación de consolidación, compactación o vibrado.



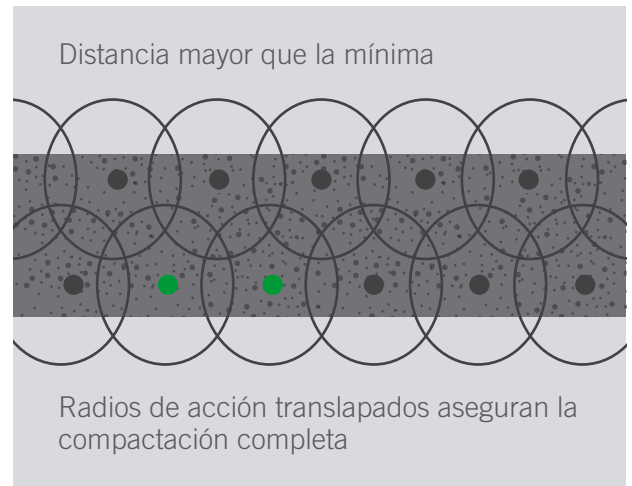
Con un buen vibrado se mejora la resistencia, la adherencia, apariencia superficial y la densidad.

## Vibrado interno:

El cual se realiza con vibradores de inmersión o de aguja, se emplea principalmente para losas, vigas, columnas y estructuras de poco espesor.



- Los vibradores internos no deben inclinarse o acostarse, deben permanecer verticales, para garantizar una distribución homogénea de las ondas de vibración.
  - Las capas de vibrado deben ser de aproximadamente la misma longitud de la cabeza del vibrador.
  - La distancia entre inserciones debe ser aproximadamente 1,5 veces el radio de acción del vibrador. El radio de acción del vibrador varía también principalmente por el diámetro de la cabeza del vibrador.
  - En losas delgadas el vibrador puede insertarse en ángulo.
- Nunca se debe usar el vibrador como medio para transportar o empujar el concreto para evitar segregación.
  - En promedio se puede vibrar para una compactación adecuada cada punto entre 5 a 15 seg (depende de la manejabilidad del concreto), luego de este tiempo retírelo lentamente.
  - El vibrador no debe tocar la formaleta pues genera daños en la misma.
  - Límpielo al terminar la jornada.



## Vibrado externo:

Consiste generalmente en equipos que se fijan a la formaleta para generar una secuencia de fuertes vibraciones en todo el sistema formaleta – concreto de tal forma que el interior de la mezcla se reacomoda eliminando los espacios vacíos. También se considera vibrado externo a los pequeños golpes que se dan a la formaleta con un martillo de goma, lo cual debe hacerse con cuidado y sólo como complemento del vibrado interno.

- Reglas vibratorias: se usan para compactar concreto desde la superficie de losas, se debe pasar sobre el concreto dos veces para lograr una adecuada compactación. La profundidad de vibración de estos equipos es hasta 15 cm; si las losas tienen mayor espesor, se debe combinar con vibrado interno.

## Servicio de Bombeo de concreto

El bombeo es la manera preferida de entregar el concreto debido a la facilidad con la cual puede ser realizado. El equipo se puede parquear cerca del borde o fuera de la obra y usando tubería se bombea el concreto hacia el área deseada o un elemento estructural.

**Existen dos tipos de equipos para el bombeo de concreto:**

### Bomba estacionaria

Este equipo de bombeo para concreto se utiliza para bombear elementos en donde no es posible el acceso con camiones de concreto al elemento de forma directa. Este sistema requiere del armado de una serie de tubos (metálicos) aproximadamente de 3 m de longitud, entramados entre sí a través de accesorios que permiten llegar al sitio de descarga.



En altura se realizan bombeos hasta 100 m en condiciones normales. Se puede llegar a bombear a mayores alturas en casos específicos, donde se involucran estaciones fijas de bombeo, y accesorios especiales que permiten llegar al punto requerido. Para este tipo de bombeo se debe tener en cuenta el tiempo de armado de la tubería y se debe tener coordinación previa para lograr descargar el concreto tan pronto llegue a obra.

### Autobomba

Como su nombre lo indica, es un sistema automático de bombeo de concreto, el cual consta de una bomba montada sobre un chasis de un vehículo, que funciona bajo el mismo principio de hidráulica de la bomba estacionaria, la cual tiene un brazo con su propia tubería, operada normalmente con control remoto el cual se ubica hasta el sitio de descarga. Este sistema es muy práctico ya que a diferencia de las bombas estacionarias no dependen del armado de la tubería, simplemente se ancla el equipo y por control remoto se ubica el brazo o “boom” en el sitio requerido del vaciado.





Este tipo de equipos, se utilizan en una gran variedad de trabajos, desde las losas y edificios de altura media, a los proyectos comerciales e industriales de gran capacidad.



**Cada camión bomba varía de tamaño con longitudes de brazo que se extienden de 17 a 63 m.**

En los dos casos se debe tener especial cuidado y manejo de las especificaciones del concreto, ya que no todas las mezclas se pueden bombear. Se deben tener en cuenta factores de diseño de mezcla, y principalmente el asentamiento. Es por ello que se sugiere realizar visita técnica a la obra previa al bombeo y lograr revisar las condiciones de entrega.



**Nota aclaratoria de responsabilidad:**

Las observaciones contenidas en este documento son de carácter informativo y deben ser aplicadas y/o evaluadas por el constructor o usuario solamente en caso de considerarlas pertinentes. Por lo tanto, estas observaciones no comprometen a Argos, a sus filiales o a sus subordinados.

# 7

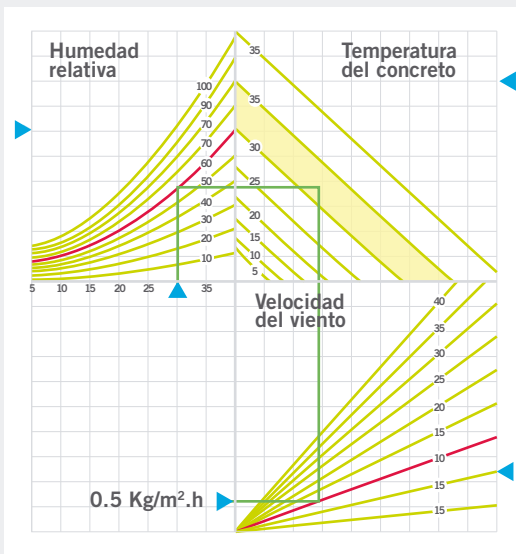
## CURADO Y PROTECCIÓN



El curado es un proceso que busca mantener en el concreto una temperatura y un contenido de humedad adecuados, durante los primeros días después del vaciado, **para que se puedan desarrollar en él las propiedades de resistencia y durabilidad deseadas.**

Es importante evitar la pérdida excesiva de humedad de la mezcla de concreto pues esto puede causar además de problemas de resistencia en el concreto, fisuración por retracción. Dos terceras partes del agua que se adiciona al concreto en el mezclado se evaporan a medida que el concreto va fraguando y endureciendo. Si ese volumen de agua sale de la masa de concreto a temprana edad cuando aún parte de la resistencia no se ha alcanzado, entonces se producirá un agrietamiento excesivo y no se alcanzarán ni la resistencia ni la apariencia que se esperaba.

### Nomograma de Menzel



- Efecto de la Humedad relativa, temperatura del concreto, velocidad del viento y temperatura ambiente sobre la tasa de evaporación.
- **Si la tasa de evaporación es:** mayor que  $1\text{kg/m}^2\cdot\text{h}$  se deben tomar medidas necesarias para prevenir la pérdida excesiva de humedad de la superficie del concreto endurecido; mayor que  $0.5\text{ kg/m}^2\cdot\text{h}$  pueden requerirse dichas medidas.
- Si no se previene la pérdida excesiva de humedad se puede presentar agrietamiento plástico.

### 7.1

### CURADO EN CLIMA FRÍO

El vaciado en clima frío normalmente permite una mayor resistencia final del concreto, pues entre más baja sea la temperatura inicial, mejor se hará la hidratación del cemento permitiendo la máxima eficiencia del material cementante. Sin embargo, va a dar como resultado un desarrollo de resistencia del concreto más lento y demoras en las operaciones de acabado y desencofrado.



**Debe realizarse por lo menos durante 14 días.**

## 7.2

### CURADO EN CLIMA CÁLIDO

Los problemas de vaciado en clima cálido están asociados a los siguientes factores: temperatura ambiente, temperatura del concreto, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar. Estas condiciones pueden producir una alta tasa de evaporación de la humedad superficial del concreto. Debido a que el clima cálido propicia un endurecimiento más rápido del concreto, la protección y el curado son más críticos. Si se utiliza curado con agua, este debe ser continuo para evitar cambios de volumen debido a ciclos de humedecimiento y secado.

La necesidad de un curado adecuado es mayor durante los primeros días siguientes a la colocación. En clima cálido, siempre y cuando se mantengan de manera continua unas condiciones de humedad favorables, el concreto obtiene un grado mayor de madurez en un tiempo muy corto.



**Debe realizarse por lo menos durante 7 días.**

## 7.3

### MÉTODOS DE PROTECCIÓN Y CURADO

#### Protección Inicial para superficies horizontales:

- Usar barreras rompe-viento. Pueden ser de mínimo 1.5 metro de alto, se utilizan para evitar que el viento llegue directamente a la superficie del concreto.
- Descargue y extienda el concreto en el menor tiempo posible, evite vaciar en horas donde las temperaturas sean más elevadas.
- Usar retardantes de evaporación para el proceso de nivelación. El uso de este retardante NO elimina el uso de curadores químicos, éste es usado para ayudar con el extendido del concreto y para evitar por un corto período la pérdida de agua rápida para facilitar la colocación.

#### Usar curador químico en dos capas:

**1** Primera, después de realizar el flotado o nivelación, ya que mientras que el concreto está a punto para realizar el macro texturizado éste su puede fisurar.

**2** Segunda, luego de realizar el macro texturizado, ojalá en la dirección contraria a la primera capa y de forma tal que cubra la totalidad de la superficie. La cantidad de curador a aplicar debe ser la recomendada por m<sup>2</sup> por el fabricante.

#### Recomendaciones:

- El curador debe aplicarse con aspersores y en capas lo suficientemente gruesas y homogéneas para evitar pérdidas de humedad por las zonas donde no se coloque dicho curador.
- En zonas cálidas el uso de curadores químicos es imprescindible, para proteger el concreto en estado plástico.

## Métodos de curado

- **Curado con Agua:** Es el método más sencillo y efectivo. Consiste en inundar la superficie para limitar el alabeo por gradientes de humedad. Es importante que la temperatura del agua y del concreto no exceda los 11°C para evitar un choque térmico además la superficie siempre debe estar saturada para evitar ciclos de humedecimiento y secado.



- **Cubiertas húmedas:** Las cubiertas húmedas más comunes son telas, costales, heno, paja o arena húmedos en un espesor de 25 mm. Las cubiertas deben permanecer húmedas durante todo el periodo de curado. Estas tienen la capacidad de bajar la temperatura del concreto que se está hidratando evitando así los alabeos.

- **Cubiertas que retienen la humedad:** Son polietilenos generalmente en colores blanco, negro y transparente. Se deben extender tan pronto como sea posible después de las operaciones de acabado superficial y deben sellarse con cinta, pegantes o sostenerse con bloques. Estas pueden dejar manchones sobre la superficie del concreto.
- **Curadores de membrana:** Es un método fácil para curar concreto ya que no es necesario controlarlo permanentemente. Cuando se usan compuestos de curado con pigmentación, su aplicación uniforme puede examinarse visualmente, pero es necesario verificar la proporción a través de la medición del volumen usado para un área dada y su posterior comparación con los requisitos especificados o recomendados por el fabricante. La dosis usualmente recomendada es de 200 a 250 g/m<sup>2</sup>.



# 8

## CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO



### El control de calidad y las pruebas son parte indispensable del proceso constructivo

porque confirman que se están obteniendo buenos resultados, para esto es importante seguir los lineamientos indicados en las Normas Técnicas Colombianas NTC.

Todos los datos obtenidos en el plan de inspección y ensayo realizado en la obra, deben registrarse y archivarlos apropiadamente a fin de tomar decisiones oportunas y dejar documentado todo el proceso de calidad.

### 8.1

### CONTROL DE CONCRETO FRESCO

#### Toma de muestra NTC 454 (ASTM C 172):

Esta norma establece los procedimientos para obtener muestras representativas de concreto fresco para la realización de los ensayos que se requieran.

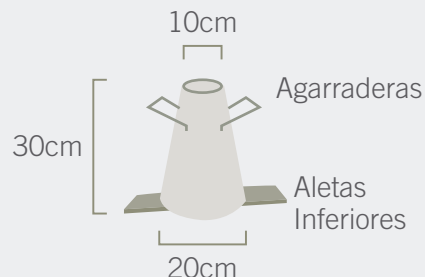
- La muestra debe estar conformada por varias porciones de una misma bachada, esta debe remezclarse con una pala para asegurar la uniformidad
- El muestreo se realiza en dos partes o más, a intervalos de tiempo espaciados regularmente, durante la descarga, o se debe elegir aquella porción que garantiza la homogeneidad del mezclado, nunca tomar lo primero que sale del camión mezclador o trompo.

#### Determinación Del Asentamiento Del Concreto (NTC 396)

##### Equipo:

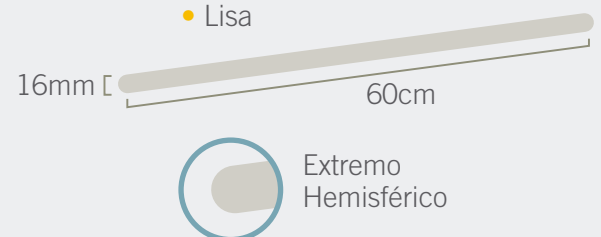
##### Molde

- Cono metálico
- Sin deformaciones
- Sin remaches
- Sin abolladuras



##### Varilla Compactadora

- De acero
- Lisa



## Procedimientos preliminares

- Mezcle la muestra para homogenizarla.
- Humedezca los elementos que van a estar en contacto con el concreto
- Coloque el molde sobre una superficie firme, plana, humedecida, horizontal, rígida, no absorbente, sin vibraciones ni perturbaciones

## Ensayo

- El molde se sostiene firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de igual volumen. Cada capa se apisona con 25 golpes en forma de espiral.
- Se enrasa la capa superior y se levanta el molde a una distancia de 300 mm durante 5 +/- 2 segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba sin producir movimiento lateral y/o torsión.
- Tiempo máximo para realizar el ensayo: 2,5 minutos, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira.

## Temperatura NTC 3357 (ASTM 1064):

La temperatura del concreto fresco debe tomarse mediante termómetro introducido mínimo 75 mm en una porción de concreto que garantice que haya más 75 mm de material en todas las direcciones. Se busca mediante este ensayo verificar cumplimiento con respecto a las especificaciones de diseño.

## Masa Unitaria y Rendimiento Volumétrico NTC 1926 (ASTM C-138):

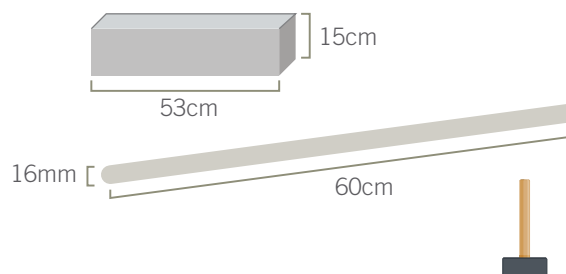
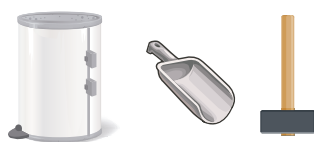
Debido a que la mezcla se dosifica principalmente por peso (kg) pero se controla en obra por volumen (m<sup>3</sup>), es indispensable determinar esos dos parámetros a fin de conocer si las dosis de cada material se están usando correctamente y tener un control de inventarios.

## 8.2 CONTROL DE CONCRETO ENDURECIDO

### Elaboración Y Curado De Especímenes NTC 550 (ASTM C 31)

#### Equipo:

- Moldes de cilindros
- Cucharón
- Martillo de caucho (peso entre 400 a 800g)
- Moldes de viguetas
- Varilla compactadora



La longitud y diámetro de la varilla para la elaboración de los especímenes cilíndricos dependerá del diámetro del cilindro.

## Elaboración de los cilindros:

- Antes de colocar el concreto en los moldes impregne su interior con un material que evite que el concreto se adhiera a la superficie del mismo.
- Llene los moldes con el cucharón en tres capas si el cilindro es de 15 cm x 30 cm y en dos capas si el cilindro es de 10 cm x 20 cm. (Lo anterior explícito en la última actualización de la NTC 550). Con el extremo redondeado de la varilla, apisona cada capa con 25 golpes distribuidos uniformemente. Para cilindros con altura de 300 mm la varilla debe penetrar 25 mm en la capa inmediatamente inferior y para cilindros con altura de 200 mm la varilla debe penetrar 12 mm.
- Después de compactar cada capa golpee suavemente de 10 a 15 veces el borde del molde con el martillo de caucho.
- Enrase los cilindros con la varilla compactadora, la llana de madera o el palustre.
- Identifique los cilindros sin escribir sobre ellos. Una vez desmoldados márquelos con pintura, crayola o un marcador de tinta permanente.

## Elaboración de viguetas:

- Se debe garantizar que las dimensiones de los moldes para las viguetas sean las establecidas en las normas para no afectar los resultados del ensayo.
- Antes de colocar el concreto en los moldes impregne su interior con un material que evite que el concreto se adhiera a la superficie del molde.
- Las viguetas se deben elaborar en dos capas iguales, apisonando cada capa de acuerdo al siguiente criterio: un golpe de apisonamiento por cada 14 cm<sup>2</sup> del área de la cara superior de la viga y posteriormente golpee 10 a 15 veces con el martillo de caucho.
- Después de compactar el concreto, se debe enrasar su superficie para que quede plana y uniforme.
- Las viguetas recién elaboradas deben permanecer en reposo en un sitio cubierto y protegidos de cualquier golpe o vibración para ser desmoldadas a las 24 h  $\pm$  8 h.
- Las viguetas se deben marcar para identificar el concreto que representan, utilizando un método que no altere la superficie del concreto. Una vez desmoldadas se marcan para conservar la identificación.

## Curado:

Los cilindros recién elaborados deben permanecer en reposo en un sitio cubierto y protegidos de cualquier golpe; además los cilindros se deben proteger de la evaporación y la pérdida de humedad (cúbralos con una lámina o platina no absorbente). Desmolde los cilindros dentro de las 24 h  $\pm$  8 h y almacénelos en un ambiente húmedo con agua y saturada con cal libre a una razón de 3 g de cal x litro de agua.

## Transporte:

- Los especímenes que van a ser transportados al laboratorio antes de las 48 h, deben permanecer en los moldes en un ambiente húmedo, hasta que sean recibidos por el laboratorio, desmoldados y sometidos al curado final.
- Antes de transportar, cure y proteja los especímenes de concreto. Durante el transporte, proteja los especímenes con un material adecuado de amortiguación para evitar daño por sacudidas.
- Evite la pérdida de humedad durante el transporte envolviendo los especímenes en plástico o rodeándolos de arena húmeda o aserrín húmedo.
- No se sienta sobre las muestras de concreto ni las manipule en estado fresco.
- Los especímenes prismáticos se transportan en una posición horizontal evitando cualquier tipo de golpes o vibraciones.
- El tiempo de transporte no debe exceder las 4 h.

## 8.3

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS

El concreto está compuesto por materiales heterogéneos, y se encuentra sujeto a la variabilidad de sus componentes, así como también a las dispersiones que se generan por las técnicas de elaboración, transporte, colocación y curado en obra.

El resultado de resistencias es por más la característica mecánica más importante del concreto y por lo tanto, con base a ella se realizan una serie de análisis estadísticos a fin de asegurar el comportamiento del proceso en sí.



Un ensayo de un par de muestras no necesariamente arroja un mismo resultado



Muestras de un mismo lote y de una misma clase de concreto rara vez obtienen la misma resistencia.

No es suficiente contar con un control de proceso, sino que se debe garantizar estadísticamente que el proceso de producción de concreto se encuentre bajo control. El análisis estadístico de los resultados de los concretos permite realizar una calificación cualitativa y cuantitativa de los mismos de acuerdo con los resultados de la desviación estándar y el coeficiente de variación.

### Frecuencia de Resultados:



No menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 40 m<sup>3</sup> de concreto, ni menos de una vez por cada 200 m<sup>2</sup> de superficie de losas o muros



Cuando la cantidad total de una clase dada de concreto sea menor que 10 m<sup>3</sup>, no se requieren ensayos de resistencia cuando sea aprobada por el Supervisor Técnico.

### Dato de resistencia:



Resultado del promedio de resistencia de dos o tres cilindros tomados de una misma mezcla y ensayados a 28 días o edad especificada.


### Promedio Móvil:




Promedio de los conjuntos de tres pruebas de resistencia consecutivas de cilindros ensayados a los 28 días de edad



## Criterio de aceptación:

 Promedio aritmético de tres ensayos consecutivos es igual o superior a  $f'c$ .

 Ningún ensayo es menor que  $f'c$  por más de 3,5Mpa ( $f'c \leq 35\text{Mpa}$ ) o por mas de  $0,10f'c$  ( $f'c > 35\text{Mpa}$ ).

## Ejemplo de evaluación de ensayos de resistencia según la NSR-10

Aceptación del concreto por su resistencia a compresión  
Resistencia especificada,  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$


No. de Pruebas	Cilindros No. 1	Individuales No. 2	Promedio de la prueba	Promedio de 3 pruebas consecutivas
<b>Ejemplo aceptable</b>				
1	289	299	294	--
2	270	287	278	--
3	311	313	312	294
4	258	269	263	284
5	325	321	323	299
<b>Ejemplo de baja resistencia</b>				
1	254	249	252	--
2	279	285	282	--
3	287	281	284	272*
4	342	330	336	301
5	238	219	228†	283


\* Promedio de tres pruebas consecutivas


† Una prueba con más de  $f'c=35 \text{ kg/cm}^2$  por debajo

Ejemplo de evaluación de ensayos de resistencia a la compresión de acuerdo con la NSR-10.

## Resultados de baja resistencia:

 Primero asegurarse de que cumplan todas las normativas de toma de muestras (NTC454) y elaboración y curado de especímenes (NTC 550).

 **Rechazo de cilindros dudosos (NTC 2275):** Se recomienda descartar un cilindro de un ensayo de 3 o más, si la desviación respecto a la media del ensayo es superior a  $3\sigma$ . Además, si durante el ensayo se han observado variaciones dudosas y se trabaja con los otros dos resultados.

 Si se confirma la posibilidad de tener baja resistencias en el elemento se permite realizar una investigación adicional:

- Ensayos No destructivos como, Esclerómetro – NTC 3692 o Velocidad de pulso – NTC 4325. Estos ensayos son valiosos sobre todo para hacer comparaciones con otros concretos, dentro de la misma obra.
- Ensayos de núcleos extraídos de la zona cuestionada NTC 3658. Estos ensayos califican la resistencia real colocada, y se considera aceptable si el promedio de 3 núcleos es por lo menos igual al 85% de  $f'c$  y ningún núcleo tiene resistencia menor al 75% de  $f'c$ .

# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **NSR-10** TÍTULO C Concreto Estructural.
- **NTC 3318** Producción de Concreto.
- **NTC 2275** Procedimiento recomendado para la evaluación de los resultados de los ensayos de resistencia del concreto.
- **NTC 550** Toma y elaboración de especímenes.
- **NTC 396** Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.
- **NTC 454** Concreto fresco. Toma de muestras.
- **NTC 1377** Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos de laboratorio.
- **Colección del concreto** – Tecnología del Concreto Tomo 1 Materiales, Propiedades y Diseño de mezclas.
- **Colección del concreto** – Tecnología del Concreto Tomo 2 Manejo y colocación en obra.
- **Tecnología del concreto A.M. Neville, J.J. Brooks**





**ARGOS**

Empresa de cemento del  **GRUPO ARGOS**