

## CAPITULO II.

### MATERIALES Y DOSIFICACIÓN.

#### 2.1 CEMENTO.

El cemento Pórtland se define como un cemento hidráulico porque fragua y endurece al reaccionar con el agua, producido por la pulverización de escoria que consiste esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos, que en forma usual contienen una o más formas de sulfato de calcio que se añade y se muele con ella.

El cemento no es un compuesto químico simple, sino que es una mezcla de muchos compuestos. Cuatro de ellos conforman el 90% o más del peso del cemento y son: el silicato tricálcico, el silicato dicálcico, el aluminato tricálcico y el aluminoferrito tetracálcico.

El nombre de cemento Pórtland le fue dado por la similitud de color que el cemento tenía con la piedra de la isla Pórtland en el Canal Inglés.

La aparición del cemento Pórtland y de su producto resultante, el concreto, ha sido un factor determinante para que el mundo adquiriera una fisonomía diferente.

##### 2.1.1 TIPOS DE CEMENTOS.

En la actualidad existen varios tipos de cementos y su clasificación esta dada por la NORMA MEXICANA NMX C-414-ONNCCE, "Industria de la Construcción, Cementos Hidráulicos, Especificaciones y Métodos de Prueba", que ha sido revisada y actualmente está en vigencia la versión 2003, cancelando así a la del 19 de Octubre de 1999.

La actualización de esta normatividad tiene como fin principalmente de homologarlas a nivel mundial y con ello, cumplir con las exigencias internacionales.

Los cementos Pórtland se clasifican de acuerdo con las materias primas que lo forman y que se agrupan de la siguiente manera:

TIPO	DENOMINACION
<b>CPO</b>	Cemento Pórtland Ordinario
<b>CPP</b>	Cemento Pórtland Puzolánico
<b>CPEG</b>	Cemento Pórtland con Escoria Granulada de Alto Horno
<b>CPC</b>	Cemento Pórtland Compuesto
<b>CPS</b>	Cemento Pórtland con Humo de Sílice
<b>CEG</b>	Cemento con Escoria Granulada de Alto Horno

**Tabla 2.1** Tipos de Cementos por sus Componentes.

Los tipos de cementos definidos en la tabla anterior pueden presentar adicionalmente una o más características especiales, misma que se clasifican de acuerdo a la siguiente tabla.

NOMENCLATURA	CARACTERÍSTICAS ESPECIALES
<b>RS</b>	Resistente a los Sulfatos
<b>BRA</b>	Baja Reactividad Alkali - Agregado
<b>BCH</b>	Bajo Calor de Hidratación
<b>B</b>	Blanco

**Tabla 2.2** Características Especiales del Cemento.

Y de acuerdo por su clase resistente se clasifican en:

Clase Resistente	Resistencia a la Compresión.		
	Kg./cm <sup>2</sup>		
	Mínimo a 3 días	Mínimo a 28 días	Máximo a 28 Días
<b>20</b>	--	<b>204</b>	<b>408</b>
<b>30</b>	--	<b>306</b>	<b>510</b>
<b>30 R</b>	<b>204</b>	<b>306</b>	<b>510</b>
<b>40</b>	--	<b>408</b>	--
<b>40 R</b>	<b>306</b>	<b>408</b>	--

**Tabla 2.3** Cementos de Resistencia Normal y Resistencia Inicial.

La letra R indica que el cemento debe cumplir con una resistencia inicial especificada a la edad de 3 días.

## 2.2 LOS AGREGADOS.

Los agregados se definen como materiales granulares que constituyen entre el 60 y el 80 por ciento del volumen total del concreto y se usan con un medio cementante como la lechada, para formar mortero o concreto.

Los agregados de calidad deben cumplir ciertas reglas para darles un uso óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta del cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables.

Debido a esto influyen mucho en el costo económico y en las propiedades del concreto fresco, como en el endurecido. Las propiedades físicas que podrían ser afectadas incluyen el peso unitario, la manejabilidad, el módulo de elasticidad, resistencia, contracción, flujo plástico, comportamiento térmico y durabilidad.

Dentro de los agregados encontramos dos clasificaciones, los agregados gruesos o gravas y los agregados finos o arenas.

## 2.2.1 TERMINOLOGÍA DE AGREGADOS PARA CONCRETO.

A continuación se dará a conocer las clasificaciones que se utilizan para los materiales que se emplean como agregados en el concreto. Estas clasificaciones no contemplan la composición química de los agregados y obedece a los diferentes términos que genera la procedencia de estos mismos.

### 2.2.1.1 CLASIFICACION POR SU ORIGEN.

#### 2.2.1.2

Esta clasificación toma como base la procedencia natural de las rocas y los procesos físico-químicos involucrados en su formación, dividiendo a las rocas en tres grandes grupos:

- Ígneas

- Sedimentarias.
- Metamórficas.

Ninguna de las clasificaciones anteriores considera en sus divisiones las propiedades físicas y/o químicas que debe cumplir un agregado para concreto.

#### 2.2.1.2 CLASIFICACIÓN POR SU COLOR.

Esta clasificación es la más común que existe debido a que es muy fácil de generar, tomando en cuenta sólo el color del material. Pero debemos tomar en cuenta que esta clasificación proporciona una mínima información por su simplicidad al identificar a los agregados.

#### 2.2.1.3 CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO DE PARTÍCULA.

Es necesario realizar esta división de los materiales debido a la condición mínima del concreto normal de dividir a los agregados en dos grupos, cuya frontera nominal es 4.75 mm (malla No. 4 ASTM), obteniendo por resultado lo siguiente.

Clasificación	Intervalo nominal (mm)	Mallas correspondientes	
		NMX	ASTM
Agregado fino	0.075 - 4.75	F0.075 - G4.75	No. 200- No. 4
Agregado grueso	4.75 - variable	G4.75-(+)	No. 4

**Tabla 2.4** Clasificación de los Agregados por Tamaño de Partícula.

#### 2.2.1.4 CLASIFICACIÓN POR MODO DE FRAGMENTACIÓN.

Por la forma en que ocurre el proceso de fragmentación de la grava y la arena, ya sea a base de trituración, por la explotación de una mina, o bien por el dragado y cribado del lecho de un río, los materiales se clasifican en:

- Natural: el proceso de fragmentación ocurre en procesos naturales como la erosión.
- Manufacturado: es cuando en la fragmentación del material intervienen procesos artificiales como la trituración o por medio de quebradoras.
- Mixto. Cuando intervienen ambos procesos, el natural y el manufacturado.

#### 2.2.1.5 CLASIFICACIÓN POR PESO ESPECÍFICO.

El peso específico de un agregado es la relación de su peso al peso de un volumen igual de agua. Esto nos sirve porque se usa en algunos cálculos para el control de la mezcla, sin ser una medida de la calidad del agregado. La clasificación que resulta de esto la mostramos a continuación:

- Ligerito.
- Normal.
- Pesado.

De esta clasificación de los agregados se genera una característica básica del concreto que es su peso unitario, clasificándolo en tres grandes grupos; el concreto de peso normal ( $2,400 \text{ kg/m}^3$ ), el concreto ligero (pesa menos de  $1,800 \text{ kg/m}^3$ ) y el concreto pesado (pesa más de  $3,200 \text{ kg/m}^3$ ).

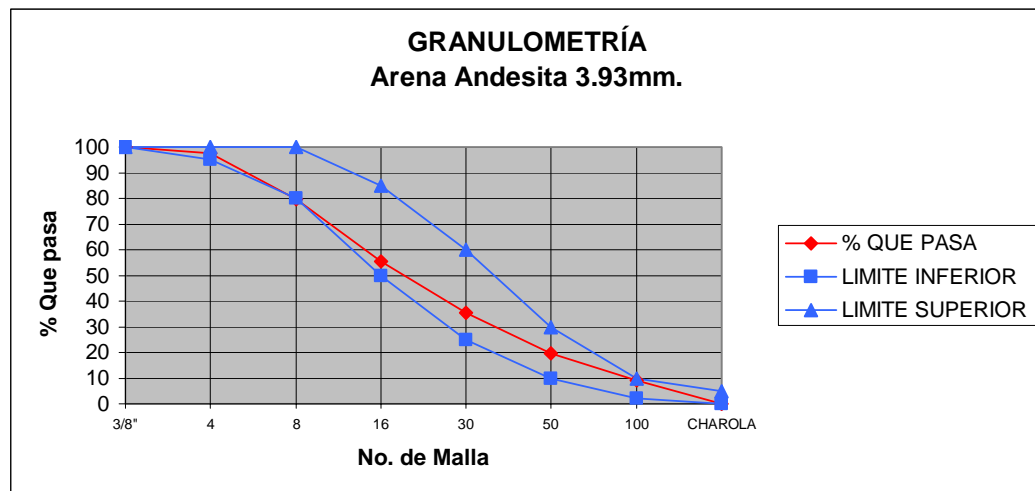
## 2.2.2 EL AGREGADO FINO.

Depende del tipo de trabajo, de la riqueza de la mezcla, y el tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas más pobres, o cuando se emplean agregados gruesos de tamaño pequeño, la granulometría que mas se aproxime al porcentaje máximo que pasa por cada criba resulta lo mas conveniente para lograr una buena trabajabilidad. En general, si la relación agua – cemento se mantiene constante y la relación de agregado fino a grueso se elige correctamente, se puede hacer uso de un amplio rango de granulometría sin tener un efecto apreciable en la resistencia.

Entre más uniforme sea la granulometría, mayor será la economía.

El agregado fino o arena se define como:

Las partículas de agregado menores de 4.75 mm pero mayores de 75  $\mu\text{m}$ , o también como la porción de material que pasa la malla No. 4 (4.75 mm) y es retenido en la malla No. 200 (0.075 mm).



**Gráfica 2.1** Granulometría de la Arena Utilizada.

La arena que se utilizó para el diseño de la mezcla fue andesita Huixquilucan de 3.93 mm.



**Fig. 2.1** Banco de Arena Andesita.

### 2.2.3 EL AGREGADO GRUESO.

El tamaño máximo del agregado grueso que se utiliza en el concreto tiene su fundamento en la economía. Comúnmente se necesita mas agua y cemento para agregados de tamaño pequeño que para tamaños mayores, para revenimiento de aproximadamente 7.5cm para un amplio rango de tamaños de agregado grueso.

El número de tamaño de la granulometría (o tamaño de la granulometría) se aplica a la cantidad colectiva de agregado que pasa a través de un arreglo mallas.

El tamaño máximo nominal de un agregado, es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado. La malla de tamaño máximo nominal, puede



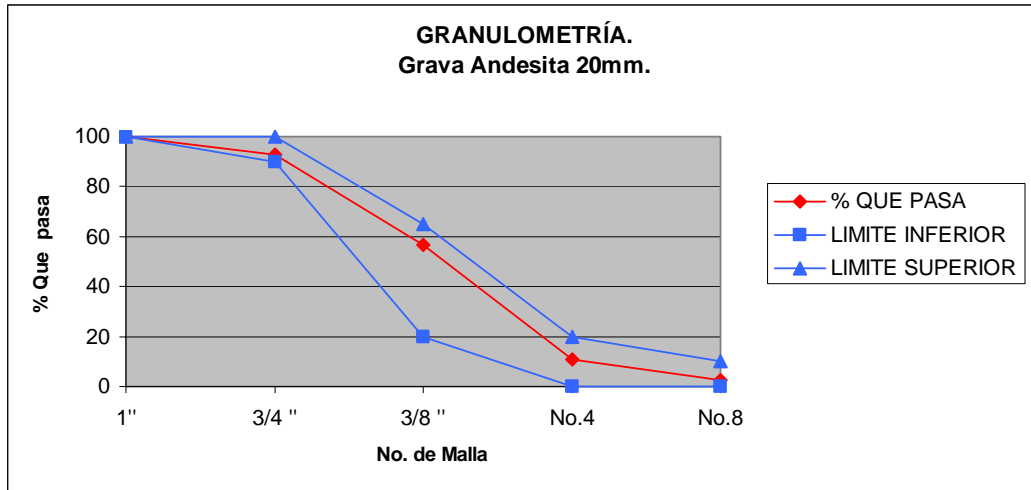
retener de 5% a 15% del agregado dependiendo del número de tamaño. Por ejemplo, el agregado de número de tamaño 67 tiene un tamaño máximo de 25mm y un tamaño máximo nominal de 19mm. De noventa a cien por ciento de este agregado debe pasar la malla de 19mm y todas sus partículas deberán pasar la malla 25mm.

Por lo común el tamaño máximo de las partículas de agregado no debe pasar:

- Un quinto de la dimensión más pequeña del miembro de concreto.
- Tres cuartos del espaciamiento libre entre barras de refuerzo.
- Un tercio del peralte de las losas.

El agregado grueso o grava se define como:

Las partículas de agregado mayores de 4.75 mm, es decir, el retenido en la malla No. 4 (4.75 mm).



**Gráfica 2.2** Granulometría de la Grava Utilizada.

La grava que se utilizó para el diseño de la mezcla fue andesita Huixquilucan de 20mm o  $\frac{3}{4}$  de pulgada como se muestra en la siguiente figura.



**Fig. 2.2** Banco de Grava Andesita.

### 2.3 EL AGUA.

El agua cumple con dos funciones vitales en el desarrollo del concreto, como agua de mezclado y la segunda como agua de curado. Para la primera, casi cualquier agua natural que pueda beberse, sin tener un sabor u olor notable pueden servir para el mezclado, ya que el agua cuando funciona como un ingrediente en la fabricación de la mezcla ocupa entre el 10 y 25 por ciento de cada metro cúbico producido.

En general el agua que tenga como total menos de 2,000 ppm (partes por millón) de sólidos disueltos puede usarse satisfactoriamente para hacer concreto y tratar de evitar a toda costa que esté contaminada de sulfatos que son agresivos al cemento.

Si no tenemos cuidado en eliminar la impurezas excesivas contenidas en el agua de mezcla, pueden afectar no solo el tiempo de fraguado, la resistencia del concreto, la constancia de volumen, sino que a su vez pueden producir eflorescencia o corrosión del refuerzo.

### 2.3.1 CLASIFICACIÓN DE AGUA (NMX C-122).

TIPO DE AGUA	EFFECTOS CON SU USO EN CONCRETO
Aguas puras	Acción disolvente e hidrolizante de compuestos cálcicos del concreto.
Aguas ácidas naturales	Disolución rápida de los compuestos del cemento.
	Interrumpe las reacciones del fraguado de cemento.
Aguas fuertemente salinas	En el curado, disolución de los componentes cálcicos del concreto
Aguas alcalinas	Produce acciones nocivas para cementos diferentes al aluminio.
Aguas sulfatadas	Son agresivas para concretos fabricados con cemento Pórtland.
Aguas cloruradas	Producen una alta solubilidad de la cal. Produce disolución en los componentes del concreto.
	Tienden a fijar la cal, formando hidróxido de magnesio
Aguas magnesianas	y yeso insoluble. En la mezcla, inhibe el proceso de fraguado del

	cemento.
Aguas de mar	Producen eflorescencias. Incrementan la posibilidad de generar corrosión del acero de refuerzo.
Aguas recicladas	El concreto puede acusar los defectos propios del exceso de finos.
Aguas industriales	Por su contenido de iones sulfato, ataca cualquier tipo de cemento.
Aguas negras	Efectos imprevisibles.

**Tabla 2.5** Clasificación del agua.

También podemos encontrar aceites, algas e incluso azúcar en el agua de mezcla, por lo que describiremos a continuación el efecto que causan.

El azúcar en pequeñas cantidades, de un 0.03 a 0.15 por ciento en peso del cemento retarda el fraguado del cemento y cuando aumenta a un 0.20 por ciento acelera el proceso de fraguado. La resistencia a los 7 días puede reducirse, y a los 28 días puede mejorarse, pero si tenemos un contenido del 0.25 por ciento de cantidad de azúcar o más en peso del cemento producen un rápido fraguado y una notable reducción en la resistencia a los 28 días.

Cuando encontramos ocasionalmente aceite mineral (petróleo) que no este mezclado con aceites animales o vegetales, produce un efecto menor en el desarrollo de la resistencia que otros aceites. Pero si las concentraciones de aceite mineral superan el

2 por ciento en peso del cemento pueden reducir la resistencia del concreto en más del 20 por ciento.

Las algas que se encuentran presentes en el agua de mezcla pueden causar una pérdida excesiva de la resistencia al introducir una gran cantidad de aire en el concreto, o reduciendo la adherencia de este. Las algas también las podemos encontrar en los agregados, lo que dificultará la adhesión del agregado y la pasta de cemento sufrirá una reducción.

Por lo tanto se considera que si el agua es clara y no tiene algún sabor pronunciado, puede ser usada como agua de mezclado o de curado para concreto, sin necesidad de mayores pruebas.

Pero si el agua no procede de una fuente de suministro de agua potable, se puede juzgar su aptitud como agua para concreto mediante los requisitos físico-químicos contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-C-122 (ASTM C-94).<sup>1</sup>

## 2.4 ADITIVOS.

Es un material distinto del agua, el cemento y los agregados, que se utiliza como ingrediente del concreto para modificar o crear condiciones inexistentes en la mezcla y que se añade a la revoltura antes o durante el mezclado. El uso de los aditivos en el concreto es ya parte del proceso de fabricación, facilitando el manejo y trabajabilidad de la mezcla. En este caso se utilizó el aditivo de línea 322-N, que es un reductor de agua simple.

---

<sup>1</sup> CFE y El Instituto de Ingeniería de la UNAM (1994), "Manual de Tecnología del Concreto", Editorial Limusa, Sección 1, México D.F. Pág. 183.

Algunas de las razones para el uso de aditivos en el concreto pueden ser:

- Reducir sus costos de producción.
- Ser el único medio factible para alcanzar las características deseadas en la mezcla.
- Beneficiar las características y propiedades del concreto endurecido.
- Mejorar entre otras propiedades la trabajabilidad y el manejo de la mezcla.

#### 2.4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ADITIVOS (ACI 212).

Los aditivos se clasifican de acuerdo con su función principal en el concreto.

<b>TIPO DE ADITIVO</b>	<b>EFFECTOS DESEADOS EN EL CONCRETO</b>
<b>Acelerantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceleran el desarrollo de resistencia</li> </ul>
<b>Inclusores de aire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuyen el sangrado</li> <li>• Mejoran la manejabilidad</li> <li>• Inducen control de los efectos por congelamiento</li> </ul>
<b>Reductores de agua y controladores de fraguado</b>	
Reductores de agua simple	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuyen el contenido de agua</li> </ul>
Retardantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inducen un retardo controlado sobre el tiempo de fraguado.</li> </ul>
Retardante y reductor de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Induce retardo en el tiempo de fraguado</li> <li>• Reducción el contenido de agua</li> </ul>
Acelerante y reductor de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acelera el desarrollo de resistencia</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción el contenido de agua</li> </ul>
<p>Reductor de agua de alto rango (plastificantes)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce radicalmente el uso de agua</li> <li>• Incrementa el revenimiento sin incrementar el agua</li> <li>• Incrementa la fluidez de la mezcla</li> </ul>
<p>Reductor de agua de alto rango y retardante</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcada reducción de la demanda de agua</li> <li>• Incrementa la fluidez de la mezcla</li> </ul>
<p><b>Minerales finamente divididos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora la resistencia contra le ataque por sulfatos</li> <li>• Reduce la permeabilidad</li> <li>• En algunos casos controla la reacción álcali-agregado</li> <li>• Disminuye los efectos por lixiviación</li> <li>• Producen disminución del calor de hidratación</li> </ul>
<p><b>Diversos</b></p>	
<p>Formadores de gas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para producir concretos celulares</li> </ul>
<p>Para mezclas de inyección</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Induce estabilidad, reduce la contracción de la mezcla</li> </ul>
<p>Para control de expansión</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regula la expansión</li> </ul>
<p>Adhesivos integrales</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentan la adherencia de concreto nuevo con el concreto viejo</li> </ul>

Auxiliares de bombeo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementan la cohesión y viscosidad de la mezcla</li> </ul>
Repelentes de humedad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducen la velocidad de penetración del agua en el concreto</li> </ul>
Reductores de permeabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducen la permeabilidad</li> </ul>
Inhibidores de reacción tipo de álcali-agregado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducen las expansiones causadas por esta reacción</li> </ul>
Inhibidores de la corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crean bloques electroquímicos para impedir la corrosión del acero.</li> </ul>

**Tabla 2.6** Clasificación de los Aditivos.

Otro tipo de aditivos que se usan en el concreto son las fibras. Existen diferentes tipos de fibras que han sido utilizadas para reforzar las mezclas de concreto. Las fibras pueden ser sintéticas orgánicas (polipropileno o carbón), sintéticas inorgánicas (tal como el acero o el vidrio) o naturales orgánicas (como el asbesto). Actualmente solo las fibras de acero, las fibras de vidrio, las fibras de polipropileno y las de poliéster son ampliamente usadas en la industria de la construcción en los Estados Unidos. El concreto reforzado con fibras de acrílico, ha sido usado por muchos años en Europa, y actualmente esta siendo introducido en el mercado americano. En países de muy poco desarrollo y por razones económicas, las fibras naturales orgánicas son una forma muy común para refuerzo del concreto.

Y la fibra que se utilizó para realizar las pruebas de laboratorio fue una fibra copolimérica 100% virgen de alto desempeño, diseñada específicamente para absorber



parte de la tensión que desarrolla el acero estructural en diferentes aplicaciones con mayores ventajas tanto técnicas como económicas.

Sus aplicaciones abarcan desde pisos industriales, pavimentos, plataformas de puentes, muelles de carga hasta cimentaciones de maquinaria.

Las propiedades físicas de esta fibra se enumeran en la siguiente tabla:

MATERIAL	Copolímero virgen de polipropileno
GRAVEDAD ESPECÍFICA	0,93
ABSORCIÓN	Despreciable
LONGITUD DE LA FIBRA	1.5" (38 mm)
RESISTENCIA A LOS ÁLCALIS	Excelente
RESISTENCIA A LOS ÁCIDOS	Excelente
RESISTENCIA A LA TENSIÓN	90-10 ksi (620-756 Mpa)
TIPO DE FIBRA	Monofilamentos
COLOR	Gris
MÓDULO DE ELASTICIDAD	4.3 GPA
PUNTO DE IGNICIÓN	350° C.
DOSIFICACIÓN	2.5 a 10 kg.

**Tabla 2.7** Ficha Técnica de la Fibra Copolimérica.

Como un tercer tipo de aditivo que se utilizó para el diseño de la mezcla se presenta el hule de llanta de 10mm que es un hule negro, vulcanizado, sin acero ni fibra, que se obtiene mediante el siguiente proceso:

- Corte de la llanta en costados y piso de rodamiento

- Eliminación de la ceja.
- Corte del piso y costado.
- Molienda de piso y costados.
- Empaque de material.

El uso de este material es reciente en el mercado y surge como una solución ecológica para evitar la contaminación por la quema de llantas y disminuir los grandes depósitos de basura al aire libre.

Se utilizó como una solución experimental para observar su comportamiento frente al fenómeno de la contracción por secado sustituyéndolo en una proporción del 20% sobre el total del agregado grueso.

## 2.5 DOSIFICACIÓN POR EL MÉTODO ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE).

El objetivo al diseñar una mezcla de concreto consiste en determinar la combinación más práctica y económica de los materiales con los que se dispone, para producir un concreto que satisfaga los requisitos de comportamiento bajo las condiciones particulares de su uso. Para lograr tal objetivo, una mezcla de concreto bien proporcionada deberá poseer las propiedades siguientes:

- En el concreto fresco, trabajabilidad aceptable.
- En el concreto endurecido, durabilidad, resistencia y presentación uniforme.
- Economía.

La elección de las características de la mezcla se realiza en base al uso que se propone dar al concreto, a las condiciones de exposición, al tamaño y forma de los miembros, y a las propiedades físicas del concreto (tales como la resistencia), que se requieren para la estructura.

## 2.6 DOSIFICACIÓN DE MATERIALES.

Para que el concreto se diseñe de modo que el material resultante satisfaga eficientemente los requerimientos particulares del proyecto, es necesario conocer sus componentes y su interacción entre ellos.

Un método de dosificación racional es el ACI (American Concrete Institute).

Así, la elección de los materiales y su dosificación se hace en base a:

- Resistencia, para alcanzar el  $f'c$  requerido.
- Durabilidad, que satisfaga las condiciones de servicio previstos.
- Relación agua cemento, para obtener mayor resistencia y durabilidad.
- Utilizar la menor cantidad de agua posible, para reducir el fenómeno de la contracción.
- Economía.

### 2.6.1 MEDICIÓN DE LOS MATERIALES.

La medición de los materiales se hará de acuerdo a la siguiente forma:

- El cemento: se medirá en masa por separado de acuerdo al diseño de la mezcla.
- La arena y la grava se medirán en masa, separadamente, conforme al diseño de la mezcla.
- El agua se medirá en masa por separado.

- El aditivo líquido se medirá en volumen y se agregará junto con el agua.
- La fibra y el hule de llanta se medirán en masa por separado, para luego agregarse a la mezcla.

## 2.6.2 DOSIFICACIONES CORREGIDAS POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN.

### DISEÑO DE CONCRETO PARA LA MEZCLA TESTIGO.

$f'c=250\text{kg/cm}^2$ , relación  $a/c=0.74$

MATERIAL	Proporción Base para 1 m <sup>3</sup>	Pesos Netos (kg)
Cemento	265kg/m <sup>3</sup>	18.55
Grava	685kg/m <sup>3</sup>	47.97
Arena	965kg/m <sup>3</sup>	69.93
Agua	195kg/m <sup>3</sup>	11.29
Peso Vol.	2111kg/m <sup>3</sup>	

**Tabla 2.8** Diseño de la Mezcla Testigo.

Aditivos:

Reductor de agua (322-N)=74.20ml.

Volumen 70 LTS. Para 6 cilindros de (10x20), 2 vigas de (15x15x50), 3 barras de contracción y 2 anillos de contracción por secado.

## DISEÑO DE CONCRETO PARA LA MEZCLA CON FIBRA COPOLIMÉRICA.

$f'c=250\text{kg/cm}^2$ , relación  $a/c=0.74$

MATERIAL	Proporción Base para 1 m <sup>3</sup>	Pesos Netos (kg)
Cemento	265kg/m <sup>3</sup>	14.57
Grava	685kg/m <sup>3</sup>	37.69
Arena	965kg/m <sup>3</sup>	54.95
Agua	195kg/m <sup>3</sup>	8.87
Peso Vol.	2111kg/m <sup>3</sup>	

**Tabla 2.9** Diseño de la Mezcla con Fibra.

Aditivos:

Reductor de agua (322-N)=58.30ml.

Fibra copolimérica=170gr.

Volumen 55 LTS. Para 6 cilindros de (10x20), 2 vigas de (15x15x50), 3 barras de contracción y 1 anillos de contracción por secado.

## DISEÑO DE CONCRETO PARA LA MEZCLA CON HULE DE LLANTA.

$f'c=250\text{kg/cm}^2$ , relación  $a/c=0.74$

MATERIAL	Proporción Base para 1 m <sup>3</sup>	Pesos Netos (kg)
Cemento	265kg/m <sup>3</sup>	14.57
Grava 1	523kg/m <sup>3</sup>	37.69
Arena	921kg/m <sup>3</sup>	52.39
Agua	195kg/m <sup>3</sup>	9.00
Peso Vol.	2034kg/m <sup>3</sup>	

**Tabla 2.10** Diseño de la Mezcla con Hule de Llanta.

Aditivos:

Reductor de agua (322-N)=58.30ml.

Hule de Llanta=7.14kg.

Volumen 55 LTS. Para 6 cilindros de (10x20), 2 vigas de (15x15x50), 3 barras de contracción y 1 anillo de contracción por secado.