



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"



## "MORTERO DE LARGA VIDA Y RELLENO FLUIDO"

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**I N G E N I E R O C I V I L**  
P R E S E N T A :  
**HERRERA BAUTISTA MANUEL**

ASESOR: ING. MANUEL GOMEZ GUTIERREZ



ACATLAN, EDO. DE MEXICO,

A 27 DE MAYO DE 2002.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIAS**

### **A MIS PROFESORES**

DESEO AGRADECER PROFUNDAMENTE LA ORIENTACIÓN, AYUDA Y CONSEJOS DE LOS PROFESORES DE INGENIERIA CIVIL Y EN ESPECIAL AL DIRECTOR DE TESIS, ING. MANUEL GÓMEZ GUTIÉRREZ, ASI COMO TAMBIÉN AL ING. LEONARDO ALVAREZ LEÓN, ING. ABEL ANGEL LÓPEZ MARTÍNEZ, ING. JOSÉ LUIS TERÁN PERÉZ Y AL ING. JUAN ALFREDO CORONA PÉREZ. LOS CUALES DIRIGIERON EL PRESENTE ESTUDIO HACIENDO POSIBLE LA CULMINACIÓN DEL MISMO.

### **A MIS PADRES Y HERMANOS.**

A MIS PADRES MA.FALDO Y MA.ELENA Y A MIS HERMANOS ALDO, LIZBETH Y NORA COMO UNA MUESTRA DE AGRADECIMIENTO POR CONTAR CON SU CARÍÑO Y APOYO MORAL, HE LLEGADO A REALIZAR UNA DE MIS GRANDES METAS. QUE ES LA SUPERACIÓN PROFESIONAL EN BENEFICIO DE NOSOTROS.

### **A MI ESPOSA E HIJA**

A CLAUDIA Y VANESSA POR SU APOYO Y CARÍÑO QUE SIEMPRE ME HAN DADO.

## INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO I

#### GENERALIDADES

|  |    |
|--|----|
| 1.1 RESEÑA HISTÓRICA.....                | 4  |
| 1.2 COMPONENTES DEL MORTERO.....         | 5  |
| 1.2.1 CEMENTO.....                       | 6  |
| 1.2.2 CAL.....                           | 12 |
| 1.2.3 ARENA.....                         | 13 |
| 1.2.4 AGUA.....                          | 16 |
| 1.2.5 ADITIVOS EN GENERAL.....           | 17 |
| 1.3 MORTEROS.....                        | 20 |
| 1.3.1 DEFINICIÓN DE MORTERO.....         | 22 |
| 1.3.2 CLASIFICACIÓN DE LOS MORTEROS..... | 22 |

### CAPÍTULO II

#### MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA

|  |    |
|--|----|
| 2.1 CONSISTENCIA.....  | 28 |
| 2.1.1 MESA DE FLUJO PARA MEDIR LA CONSISTENCIA.....  | 30 |
| 2.1.2 CONO DE PENETRACIÓN.....   | 31 |
| 2.1.3 MÉTODO DE PENETRACIÓN CONWAY.....  | 36 |
| 2.2 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA APLICADAS A MORTEROS CON<br>ADITIVOS Y COMPARADAS CON MORTEROS SIN ADITIVOS..... | 38 |
| 2.2.1 REDUCCIÓN DE AGUA.....   | 38 |
| 2.2.2 AUMENTO DE LA RETENCIÓN DE AGUA.....   | 39 |
| 2.2.3 TIEMPO DE FRAGUADO.....  | 39 |
| 2.2.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....   | 39 |
| 2.2.5 EXPANSIÓN.....   | 40 |
| 2.3 IDENTIFICACIÓN DE SUS COMPONENTES DE UN MORTERO<br>ENDURECIDO.....                                       | 40 |
| 2.4 ENSAYOS DEL MORTERO PREMEZCLADO.....   | 42 |

### CAPÍTULO III

#### ADITIVOS

|  |    |
|--|----|
| 3.1 INCLUSORES DE AIRE.....                          | 45 |
| 3.2 ACELERANTES.....                                 | 46 |
| 3.3 RETARDANTES.....                                 | 48 |
| 3.4 RETARDANTES QUE DEMORAN LA VIDA DEL MORTERO..... | 48 |
| 3.5 COMPUESTOS ANTICONGELANTES.....                  | 49 |
| 3.6 REPELENTES AL AGUA.....                          | 50 |
| 3.7 MODIFICADORES DE ADHIERENCIA.....                | 50 |
| 3.8 PIGMENTOS COLORANTES.....                        | 51 |
| 3.9 INHIBIDORES DE CORROSIÓN.....                    | 52 |

## CAPÍTULO IV

### CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA ELABORACIÓN DEL MORTERO.

|   |    |
|---|----|
| 4.1 MEZCLADORES DE MORTERO.....                           | 55 |
| 4.2 UN NUEVO SISTEMA PARA MEZCLAR EL MORTERO EN OBRA..... | 61 |
| 4.2.1 SILO DE UN COMPARTIMIENTO.....                      | 62 |
| 4.2.2 CAMIONES DE DOSIFICACIÓN Y MEZCLADO.....            | 64 |
| 4.3 APLICACIÓN CON MÁQUINA.....                           | 65 |

## CAPÍTULO V

### ASPECTOS ECONÓMICOS.

|   |     |
|---|-----|
| 5.1 CARACTERÍSTICAS QUE PRESENTA EL MORTERO DE LARGA VIDA.....          | 70  |
| 5.1.1 ADITIVOS DEL MORTERO DE LARGA VIDA.....                           | 75  |
| 5.1.2 CAPACIDAD DE FRAGUADO.....  | 79  |
| 5.1.3 MODOS DE ENTREGA.....   | 80  |
| 5.1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE TRABAJAR CON MORTERO DE LARGA VIDA..... | 81  |
| 5.2 ESPECIFICACIÓN DE NUEVOS MORTEROS.....                              | 84  |
| 5.3 COSTOS DE LOS MORTEROS MÁS COMUNES HECHOS EN OBRA.....              | 87  |
| 5.4 COSTO DEL MORTERO PREMEZCLADO DE LARGA VIDA.....                    | 88  |
| 5.5 CARACTERÍSTICAS QUE PRESENTA EL MORTERO DE RELLENO FLUIDO.....      | 89  |
| 5.6 COSTO DEL MORTERO DE RELLENO FLUIDO.....                            | 101 |

### CONCLUSIONES

### BIBLIOGRAFIA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCIÓN

En México el uso de morteros ha sido variado y común en la construcción, especialmente en el caso de mampostería estructural. Dada la importancia y la amplia gama de posibilidades que revisten los morteros, el presente trabajo plantea diferentes conceptos, propiedades y parámetros de éstos; para finalmente indicar las alternativas que presentan dichos productos en la obra.

Los morteros son materiales de construcción de uso cada vez más extendido y especializado dentro de la edificación, cuyas características son diferentes según sea el destino para el que estén diseñados.

En general, el mortero es una mezcla de arena con otro aglutinante y agua que forma una masa que endurece aproximadamente en 2.5 hrs. Y para el caso de los morteros de larga vida y relleno fluido tienen características de fluidez, mayor tiempo de fraguado y otras mas que trataremos en este trabajo.

Los aditivos son un factor muy importante dentro del diseño de los morteros, ya que estos se emplean para modificar sus propiedades y así poder alcanzar un resultado específico.

En el primer capítulo, describiremos la historia del mortero, los materiales que lo componen, su significado y su clasificación. En el segundo capítulo, se habla de algunos métodos y procedimientos de prueba que definen las propiedades físicas y mecánicas de los morteros en laboratorio. En el tercer capítulo, abordaremos el tema de los aditivos aplicables a los morteros incluyendo sus características y como modifican las propiedades tradicionales de los morteros. En el cuarto capítulo, se presenta algunos métodos de uso más común en el extranjero, para dosificar, mezclar y aplicar los morteros. En el quinto, capítulo nos enfocamos en el análisis comparativo de las características que presenta el

mortero de larga vida y el mortero de relleno fluido contra morteros convencionales hechos en obra.

El "Mortero de Larga Vida" es un mortero fabricado en una planta dosificadora con aditivos que pueden lograr un fraguado inicial en un mayor tiempo que los convencionales y "El mortero de Relleno fluido" también es un mortero premezclado y presenta la característica de ser autonivelable.

Los morteros De Larga Vida y Relleno Fluido no son nuevos en el mercado mexicano; fueron utilizados por primera vez en Estados Unidos en el año de 1983 y diez años mas tarde en México. Estos productos se habían tratado de usar antes de 1983, pero resultaba muy costoso la producción, ya que toda la mezcla tenía que consumirse en 2.5 horas según las normas ASTM. Se complicaba consumir de 3 a 5 metros cúbicos en 2.5 horas. Sin embargo los aditivos fueron la clave para poder modificar esas características.

Uno de los objetivos de este trabajo es mostrar otros panoramas diferentes a los acostumbrados o más comunes en la forma de emplear y utilizar los materiales para determinada obra, así como también otros sistemas para optimizar el personal de obra y reducir tiempos de entrega.

En Norte América estos productos están teniendo constante evolución. Ahora en México se presentan con un desarrollo lento, pero cada vez más constructores lo emplean.

# **CAPÍTULO I.**

## **GENERALIDADES.**





## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1 Reseña histórica.

En épocas lejanas, antes de que los antepasados del hombre actual tuvieran tiendas de campaña o casas, conocían muy bien la manera de construir una choza. Desde luego vivían en una caverna cuando la hallaban y, si no, la cavaban ellos mismos. Con el tiempo se les ocurrió también cortar ramas y hacerse toscas chozas. Pero tardaron mucho en aprender a construir y descubrir con qué podían hacerlo.

Al principio, sólo usaban estacas y ramas entrelazadas, cubiertas a veces de barro que secaban al sol. Poco a poco aprendieron a usar otros materiales. Después de miles de años, supieron utilizar cuatro materiales básicos: la madera, la piedra, el ladrillo y la paja. Mucho más tarde aún, en la época romana, tuvieron azulejos, cemento y yeso.

La piedra exigía un trabajo más duro aún que la madera. En un país rocoso resultaba fácil recoger suficientes y apilarlas formando una especie de muro, pero para hacer una casa había que juntar bien las piedras, y eso requería desbastarlas hasta que quedaran lisas para poderlas pegar con algún material denominado mortero.

Los primeros refugios de mampostería probablemente fueron contruidos con piedra y mortero de barro. Luego vinieron los morteros de arcilla. Luego alguien descubrió que la cal apagada hecha de cal viva producía un excelente mortero. El mortero de cal y arena fue usado para la construcción de mampostería (obra hecha con piezas colocadas y ajustadas unas con otras sin sujeción a determinado orden de hiladas o tamaños), poco antes de la aparición del cemento Portland a mediados del siglo XIX. Si no fuera por su baja trabajabilidad, el mortero de cemento y arena podría haber sido el más convencional. Los

cementos Portland ofrecen excelentes resistencia a la compresión y un fraguado rápido cumpliendo con las prácticas actuales de construcción de mampostería. (ref. 10)

## **1.2 Componentes del Mortero.**

Los componentes del mortero son la arena , el material cementante y agua.

La arena es un material pétreo de origen natural cuyo tamaño de partículas puede ser natural o puede ser obtenido mediante un proceso de trituración o cribado. Se le llama trituración a la disminución de tamaño de un elemento por medio de un sistema mecánico que quiebra el material, éste sistema mecánico se denomina trituradora.

Llamamos cribado a la selección de tamaño de un material mediante un sistema mecánico llamado criba o cedazo.

La arena debe estar limpia, sin lodos ni impurezas orgánicas. Una buena arena debe “crujir” cuando se aprieta con la mano.

El sitio donde se localizan este tipo de materiales se denomina bancos de materiales y puede ser lechos de un río o mantos rocosos.

La distribución de los tamaños de las partículas de un material se define como “granulometría” y es uno de los principales requisitos que debe cumplir la arena para ser usado en la obra.

La granulometría de las arenas a emplear debe estudiarse cuidadosamente, dado que una composición granulométrica adecuada reflejará mejores resultados.

Los aglomerantes son los materiales cementantes, como los cementos o cales, las resinas y los asfaltos.

Los materiales cementantes empleados deben responder a las características mecánicas exigidas por las normas oficiales mexicanas. El cemento Portland, es el material cementante más empleado para la preparación de morteros, ya que les proporciona una elevada resistencia a la compresión y excelentes cualidades hidráulicas.

El cemento, la cal y el yeso son aglomerantes que, con materiales granulares forman morteros y concretos. Mezclando el aglomerante, arena y agua se forman los morteros simples.

En ocasiones es necesario hacer uso de los aditivos que son productos pulverizados o líquidos que se añaden a la mezcla con el fin de mejorar sus cualidades. Todos ellos deben emplearse en proporciones que no afecten la resistencia del mortero.

El agua de la mezcla tiene también mucha importancia, ya que su función es la de provocar el fraguado del aglomerante con la arena, y provocar las reacciones químicas de la mezcla. (Ref.9)

### 1.2.1 Cemento.

El uso de los materiales cementantes es muy antiguo. Los griegos y los Romanos empleaban caliza (roca en estado natural compuesta de carbonato de calcio) calcinada, posteriormente mezclaron cal con agua, arena y algunas piedras trituradas, como el ladrillo y tejas quebradas. Este se considera el primer concreto de la historia.

Se atribuye Joseph Aspdin la invención del "Cemento Portland", patentado en 1824. El prototipo del cemento moderno fue obtenido en 1845 por Isaac Johnson, quién calcinó mezcla de arcilla y caliza para formar el Clinker que es un compuesto fuertemente cementante.

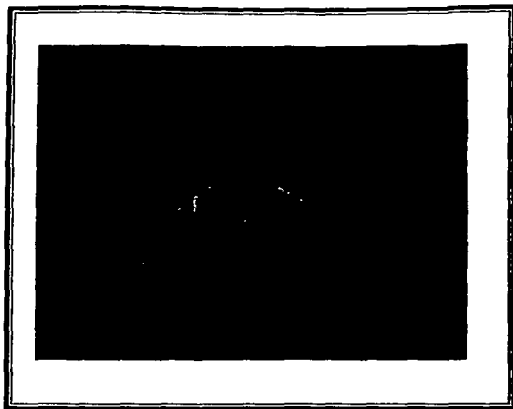
El nombre de "Cemento Portland" tomado originalmente debido a la semejanza de color y calidad entre el cemento fraguado y la piedra Portland, que es una caliza obtenida de una cantera de Dorset, Inglaterra.

El cemento es un producto industrializado de aplicaciones prácticamente infinitas y el cual podemos definir como un material polvoriento de color gris verdoso que mezclado con el agua adquiere la propiedad de endurecer hasta tomar consistencia pétreo siendo utilizada esta propiedad para unir cuerpos sólidos.

La producción del cemento es un proceso relativamente simple, consiste en moler y mezclar proporcionadamente diferentes materias primas que a su vez forman una mezcla homogénea que entre sí cambian sus propiedades físicas y químicas al ser calcinadas a altas temperaturas de tal manera que al combinarse con el agua y agregados puedan formar una materia sólida de extraordinaria dureza (concreto).

La fabricación del cemento se divide en 3 partes:

Primera parte. Se inicia cuando las materias primas son obtenidas de los bancos naturales y llevadas a la planta. Las materias primas fundamentales que se utilizan son caliza, sílica y arcilla. Las cuales son extraídas en piedras o bloques de diferentes tamaños. La caliza llega a la planta en piedras hasta de 60 centímetros la cual es quebrada en un triturador primario de barras de donde sale el material con una dimensión máxima de 5 centímetros, de allí este material pasa a un triturador secundario de tipo de martillo que reduce las dimensiones de este material a un tamaño máximo de un centímetro. Este material procesado es posteriormente enviado a un almacén como se muestran en la figura 1.1.



Material triturado sale del molino y es transportado a un silo de almacenamiento.

Figura.1.1. (Ref. Fotografía CEMEX).

La sílica que es un material muy abrasivo llega a la fábrica con dimensiones similares a la caliza y por su naturaleza es quebrada inicialmente por un triturador del tipo de quijada de donde sale el material con un tamaño máximo de 3.5 centímetros, posteriormente este material es procesado en un triturador secundario del tipo conrotatorio, del cual se obtiene el material con una dimensión máxima de un centímetro, posteriormente este material es enviado también a un almacén.

La arcilla es un material que no presenta los problemas de las otras dos, ya que es fácilmente molida en un triturador del tipo de martillo de donde el material sale en polvo. Posteriormente pasa a la pre-homogenización donde se combina en proporción del 90% a 92% y con un sílica del 8 al 10%.

El paso anterior tiene como objetivo lograr que los materiales se mezclen lo mejor posible.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La Silica y la Arcilla ya mezcladas pasan a un secador primario en donde pierde la humedad natural que puede traer de la cantera o banco de material, éste material ya procesado es enviado a su almacenaje junto al almacén de caliza.

La segunda parte. Se inicia en el llamado molino de bolas para crudo que recibe aproximadamente dependiendo del tipo de cemento que se este produciendo un 72 % de caliza, 27 % de Arcilla Silica y el resto de mineral de fierro.

Estos porcentajes de materiales son controlados industrialmente con espectros de rayos X.

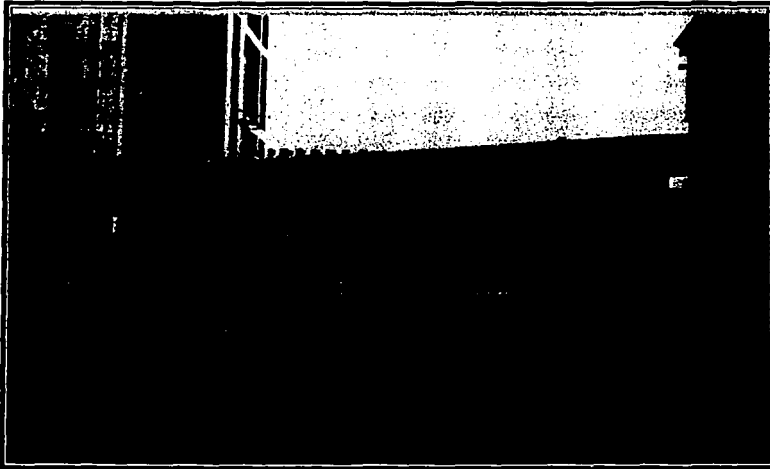
El molino funciona automáticamente de tal manera que en función de la carga circulante aumenta o disminuye la alimentación. Conceptualmente éste molino es un cilindro metálico que gira en posición horizontal teniendo en su interior 2 cámaras en las cuales se encuentra girando una gran cantidad de bolas de acero.

Al girar el cilindro principal estas bolas de acero golpean constantemente al material contra sí mismas y contra las paredes del cilindro produciéndose la molienda del material. Este producto que se obtiene de esta molienda se denomina "harina cruda".

Tercera parte. Se inicia cuando la harina cruda es alimentada o introducida al horno principal a través de un precalcinador el cual eleva inicialmente la temperatura del material hasta 900 °C previamente al entrar al horno, este precalcinador se alimenta de los gases calientes que salen del horno principal.

El horno principal puede decirse que es el corazón del proceso de fabricación consiste en un cilindro metálico de dimensiones que oscilan entre los 60 y 100 metros de largo con un diámetro de 4 metros, como se muestra en la figura 1.2. El cual en su interior se encuentra recubierto totalmente de ladrillo refractario. Este cilindro se encuentra en rotación permanente una vez que se inicia la fabricación su posición es casi horizontal teniendo una ligera inclinación para permitir que el material se desplace en su interior por

gravedad. En este cilindro se encuentran diferentes zonas de calor siendo la temperatura máxima de 1600 ° C produciéndose a estas temperaturas procesos químicos de sinterización en donde los carbonatos y los óxidos se transforman en silicatos los cuales son los principales componentes del cemento. El producto que sale de este horno es el llamado "clinker" siendo la característica de este material un color gris verdoso y con forma de bolas porosas de 10 a 30 mm de diámetro. Posteriormente es enviado a un silo hermético para su almacenamiento;



Hornos giratorios para el cocimiento del cemento con temperaturas hasta de 1650 °C.

Figura. 1.2.( Fotografía CEMEX).

El Clinker es almacenado en un silo hermético y de allí es dosificado junto con el yeso en una proporción de 96 % Clinker y un 4 % de yeso. Este material ya dosificado se envía nuevamente a un proceso neumático a su molienda el producto que sale del molino de bolas es el que se conoce comúnmente con el nombre de " cemento "; este producto se comercializa en dos presentaciones el cemento envasado el cual viene en bolsas de 50 kilos

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

y a granel el cual se maneja por peso y en transportes herméticos especializados que pueden ser góndolas de ferrocarril o camiones pipa que reciben el nombre de "nodrizas".

Las Normas de Construcción del Departamento Del Distrito Federal define y clasifica a los cementantes hidráulicos de la siguiente forma (Ref.12):

A.01. Definición de los cementantes hidráulicos (portland) pueden ser:

- a. Cementos propiamente dicho.- Material que resulta de la pulverización del clinker, materias primas de naturaleza calcárea y arcilla ferruginosa previamente triturados, proporcionados, mezclados, pulverizados y homogeneizados, el que con agua forma un conglomerado capaz de fraguar en el aire o inmerso en agua y transformarse en una pieza endurecida.
- b. Cementante para albañilería.- Material combinado de cemento con cal, pulverizado, con propiedad de fraguado en el aire o en el agua que empleado con agregados y agua, constituyen un elemento de unión o protección en muros y sus recubrimientos.

A.02. Clasificación

a. El cemento se clasifica en:

1.-Tipo I con característica tal, que permite con los agregados lograr la resistencia proyectada a los 28 días de edad.

2.-Tipo II con característica tal, que en su reacción con el agua genera un moderado calor de hidratación y resistencia al ataque de los sulfatos.

3.-Tipo III con característica tal, que permite con los agregados lograr la resistencia proyectada a los 14 días de edad.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



4.-Tipo IV con características tales, que en su reacción con el agua genera bajo calor de hidratación.

5.- Tipo V con características tales, que su constitución final tiene una alta resistencia al ataque de los sulfatos.

6.-Puzolánico tipo 1, con características similares a las del tipo I con la diferencia de que la resistencia proyectada la adquiere a un período superior a los 28 días de edad.

7.- Puzolánico tipo 2, con característica tal, que ofrece una mayor resistencia a la acción agresiva de los sulfatos y sales, obteniéndose con este cemento una mayor plasticidad e impermeabilidad del concreto.

8.-Blanco, sin óxido férrico para eliminar el color gris, con las mismas propiedades al cemento tipo I.

b.- Cementante para albañilería.- De un solo tipo y de un único grado de calidad.

### 1.2.2 Cal

Es el producto resultante de la calcinación y descomposición de rocas calizas al calentarse a temperaturas superiores a los 900 ° C. No se utiliza en su forma de cal viva por eso debe ponerse en contacto con el agua para que se apague, esto es, añadiéndole agua; este material recibe el nombre de cal apagada y se presenta en un aspecto pulverulento.

La cal hidráulica es la más empleada en la construcción. Dado que este aglomerante es de fraguado lento y escasa resistencia mecánica; se emplea para aplanados con yeso y como aglomerante de los morteros para aplanados, entortados y revestimientos.

Las Normas De Construcción Del Departamento Del Distrito Federal (Ref.12) clasifican a la cal de la siguiente forma:

Existen dos tipos de cal hidratada, las cuales son apropiados para usarse en la elaboración de morteros, recubrimientos y como adicionantes para concreto de cemento Portland. Se designan como sigue:

Tipo N.- Cal hidratada Normal.

Tipo E.- Cal hidratada especial.

El tipo E difiere del tipo N, principalmente por su capacidad para dar un alto valor de plasticidad en corto tiempo, así como por su mayor poder de retención de agua y por su limitación en contenido de óxido no hidratado.

### 1.2.3 Arena

La norma NMX-G-4.75 define a la arena como material que resulta de la desintegración de las rocas, a partir de la trituración de las mismas y siempre con un tamaño inferior a los 4.75 mm de diámetro. Para su utilización se clasifican según su tamaño: a tal fin se las hace pasar por unas mallas que van reteniendo los granos más gruesos mientras deja pasar los más finos. La norma NMX-C-111 establece las especificaciones que deben cumplir los agregados naturales fino y grueso para usarse en la fabricación de concreto hidráulico, exceptuando los ligeros.

La cantidad y el tipo de los agregados usados afectan la calidad y rendimiento del mortero. El agregado debe ser bien graduado y limpio, libre de impurezas orgánicas, tierra negra, arcilla y materia vegetal. Estas materias extrañas pueden interferir con el fraguado y endurecimiento de la pasta de cemento y su adhesión a las partículas agregadas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

La arena llena prácticamente todo el volumen, mientras que la pasta de cemento (combinación de cemento, aire y agua) llena todos los espacios vacíos entre las partículas de arena.

Los agregados deben estar bien graduados para producir una buena mezcla de mortero. Los granos grandes de arena contienen espacios vacíos pequeños que son llenados con granos de arena aún más pequeños. Los espacios vacíos que quedan después que todas las partículas de arena han asumido su posición final, serán llenados con pasta de cemento.

La tabla No.1.1 presenta una clasificación de los agregados dependiendo de su origen, proceso, calidad, etc.

Tabla. 1.1  
Clasificación de agregados pétreos para concretos y morteros.

| Grupo        | Origen   | Procesos para la obtención   | Tipo del agregado  | Calidad física        | Calidad Química          |
|--------------|--|--|--------------------|-----------------------|--------------------------|
| Naturales    | Lechos de ríos y fondos lacustres                | Dragado, trituración parcial, lavado y clasificación                           | Normales           | Buena o Regular       | Inocuos o deletereos     |
| Naturales    | Formaciones o depósitos naturales.               | Explotación a cielo abierto trituración parcial, lavado y clasificación        | Ligeros y normales | Buena, regular y mala | Inocuos o deletereos     |
| Naturales    | Canteras, bloques erráticos o material de pepena | Explotación a cielo abierto trituración, molienda, lavado y clasificación      | Ligeros y normales | Buena o regular       | (*) Inocuos o deletereos |
| Naturales    | Minerales de Hierro y Bario                      | Explotación en minas trituración, molienda, lavado y clasificación.            | Pesados            | Buena                 | Inocuos                  |
| Artificiales | Rocas Silíceas con moléculas de agua             | Explotación a cielo abierto. Trituración, tratamiento térmico y clasificación. | Ligeros            | Buena                 | Inocuos                  |

| Grupo        | Origen  | Procesos para la obtención  | Tipo               | Calidad física | Calidad Química |
|--------------|---|---|--------------------|----------------|-----------------|
| Artificiales | Desperdicios industriales de acero  | Lavado tratamiento térmico, trituration molinenda y clasificación | Ligeros y pesados  | Buena          | Inocuos         |
| Artificiales | Desperdicios de concretos y morteros hidráulicos de peso normal y ligeros | Trituración y clasificación                                       | Ligeros y normales | Buena          | Inocuos         |
| Artificiales | Desperdicios de refractarios cerámica y vidrio                            | Trituración y clasificación                                       | Normales           | Buena          | Inocuo          |
| Artificiales | Arcillas, caolines, pizarras y rocas                                      | Fusión térmica, trituración y clasificación                       | Ligeros y normales | Buena          | Inocuos         |
| Artificiales | Resinas, catalizadores  | Síntesis química, trituración y clasificación                     | Ligeros y normales | Buena          | Inocuo          |
| Artificiales | Fibra de acero, vidrio y polipropileno                                    | Tratamiento térmico, síntesis química, corte y clasificación      | Normales y pesados | Buena          | Inocuo.         |

(\* Inocuo : Significa que no contamina la mezcla. Deletéreos : Que produce daños a la mezcla.

La Norma Oficial Mexicana NMX C-111 define al agregado como “ Materia natural, procesada y artificial que se mezcla con un cementante hidráulico para hacer morteros o concretos”.

La clasificación según el tamaño de los agregados los divide en: arenas o agregado fino y gravas o agregado grueso.

Agregado fino - Comúnmente conocido como arenas y que pasa la criba NMX- G-4.75.

Agregado grueso – Comúnmente conocido como grava y que es retenida por la criba NMX- G-4.75.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Las arenas presentan las siguientes características:

- Granulometría de 0.05 a 2.00 mm se considera como arena fina y de 2.00 a 5.00 mm se considera como arena gruesa.
- La NMX -C-111, define el control de calidad: toda arena debe estar limpia de arcillas, carbón y materia orgánica teniendo una granulometría distribuida para evitar vacíos.
- La tabla 1.2 representa los límites granulométricos del agregado fino para su clasificación.

Tabla. 1.2  
Límites granulométricos del agregado fino.

| CRIBA   | % RETENIDO | ACUMULADO |
|---------|------------|-----------|
| G 4.75  | 0          | 5         |
| G 2.36  | 0          | 20        |
| M 1.18  | 15         | 50        |
| M 0.60  | 40         | 75        |
| M 0.30  | 70         | 90        |
| M 0.15  | 90         | 98        |
| CHAROLA | -          | 100       |

#### 1.2.4 Agua

El agua de mezclado deberá ser limpia y cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-122. Si contiene sustancias en solución o en suspensión que le produzcan olor o sabor fuera de lo común no deberá emplearse. También debe estar libre de cantidades

dañinas de cualquier sustancia mineral u orgánica que afecte el fraguado (es el cambio de la pasta de un estado plástico, trabajable, a un estado sólido, rígido) o decoloraría el mortero. El agua de una llave doméstica generalmente puede servir. El agua que esté sucia o dudosa debe ser analizada. Los morteros de prueba de laboratorio se hacen con agua de dudosa calidad para comparación con morteros similares hechos con agua pura, destilada, para observar el efecto de la pureza del agua a la hora de fraguado (según NMX-C-277) y el desarrollo de resistencia (según NMX-C-283). Cualquier incremento significativo en el tiempo de fraguado o cualquier reducción significativa en la resistencia, cuando la muestra dudosa se compara con la muestra que contiene agua destilada, justifica la prueba adicional o la evaluación del agua de otra fuente.

El contenido de agua del mortero estará en función de su aplicación ya sea a mano o por máquina.

El agua debe ser limpia, no contener en proporciones excesivas materias disueltas, ni en suspensión. Lo recomendable es usar agua potable con una temperatura aproximada de 20 ° C.(Ref.4)

### **1.2.5 Aditivos en general.**

La norma ASTM C - 125 definen un aditivo como: “un material diferente del agua, de los agregados y del cemento hidráulico que se emplea como componente del concreto o mortero y que se agrega a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado”

Los aditivos pueden emplearse para modificar las propiedades del mortero haciéndolos más adecuado para determinado trabajo, por economía o con otros propósitos. (Nota: La prueba de revenimiento es válida también para morteros).

En algunos casos por ejemplo, en el caso de la resistencia a la congelación-deshielo, un aditivo puede ser el único medio de alcanzar el resultado esperado. En otros

casos, los objetivos esperados pueden lograrse mediante cambios en la composición o dosificación de la mezcla y no mediante el empleo de un aditivo.

A continuación se presentan algunas razones por las cuales se utilizan aditivos:

#### Modificación del mortero en estado fresco.

- \* Para aumentar la trabajabilidad sin incrementar el contenido de agua, o para reducir el contenido de agua con la misma trabajabilidad.
- \* Para retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial.
- \* Para reducir el tiempo de fraguado o para crear expansión ligera.
- \* Para modificar la tasa o capacidad de sangrado, (se le llama sangrado a la flotación del agua sobre los demás componentes de la revoltura) o ambas.
- \* Para reducir la segregación de los agregados.
- \* Para mejorar la penetración y facilitar el bombeo.

#### Modificación del mortero en estado sólido.

- \* Para retardar o reducir la evolución de calor durante el fraguado temprano.
- \* Para acelerar la tasa de desarrollo de resistencia a edades tempranas.
- \* Para incrementar la resistencia (a la compresión, a la tensión o a la flexión).
- \* Para incrementar la durabilidad o resistencia en condiciones severas de exposición, como sales, vibraciones, etc.
- \* Para reducir el flujo capilar de agua.
- \* Para reducir la permeabilidad a los líquidos.
- \* Para controlar la expansión causada por la reacción de álcalis de los agregados.
- \* Para mejorar la resistencia al impacto y a la abrasión.
- \* Para impedir la corrosión del metal ahogado.
- \* Para producir concreto o mortero coloreado.

Para evaluar un aditivo debe tomarse en cuenta el costo cuando se utilice componente adicional, así como cualquier efecto que pueda tener el empleo de un aditivo sobre el costo de transportación, colado y acabado. Frecuentemente, un aditivo permite la aplicación de métodos de construcción o de diseño menos costosos, para compensar cualquier incremento en el costo debido al uso de un aditivo.

Los aditivos deben usarse de acuerdo con las especificaciones de la ASTM o con las normas NMX. Deben seguirse las instrucciones proporcionadas por el fabricante. Un aditivo debe utilizarse en la obra sólo después de haber evaluado apropiadamente sus efectos en laboratorio; hay que probarlo con los materiales a utilizar y las condiciones del sitio de trabajo. Esta evaluación es particularmente importante cuando:

- 1- Se especifican tipos especiales de cemento.
- 2- Se va a emplear más de un aditivo.
- 3- El mezclado y el colado se llevan a cabo a temperaturas por arriba o por debajo de las temperaturas de colado generalmente recomendadas.
- 4- Siempre deben evaluarse en obras importantes.

Debe señalarse los siguientes puntos en el empleo de aditivos:

1. Es conveniente un cambio en la cantidad de cemento empleado, o una modificación en la composición granulométrica del agregado o de las proporciones de la mezcla.
2. Muchos aditivos afectan a más de una de las propiedades de la mezcla, alterando adversamente, algunas veces, propiedades deseables.
3. Algunos factores, tales como el contenido agua y el contenido de cemento de la mezcla, modifican de manera importante los efectos de algunos aditivos debido al tipo de composición granulométrica del agregado y por el tipo y duración del mezclado.

El amplio campo de aplicación de los aditivos, la introducción continua de materiales nuevos o modificados, así como las variaciones de efectos con diferentes



materiales y condiciones de colado, impiden presentar una lista detallada de los aditivos comerciales.

Los aditivos comerciales pueden contener materiales que, separadamente, podrían pertenecer a dos o más grupos. Por ejemplo, un aditivo reductor de agua puede combinarse con un aditivo inclusor de aire.

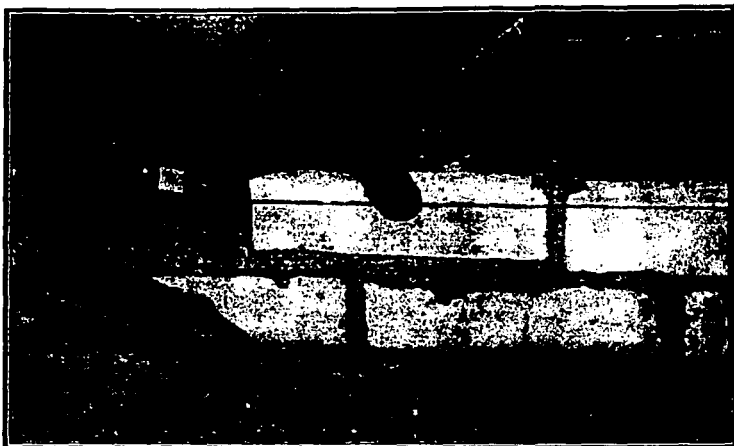
Los aditivos de los morteros son de la misma naturaleza que los utilizados para los concretos. Sin embargo, ciertos aditivos están preparados y acondicionados más especialmente para ser empleados con los morteros.

El empleo exitoso de aditivos depende de la aplicación de un método apropiado de preparación y de dosificación de la mezcla. Un descuido de esto puede afectar significativamente las propiedades y el comportamiento del concreto o mortero. (Ref. 1)

### **1.3 Morteros.**

No existe un solo tipo de mortero que sea aplicable con éxito a todo trabajo. El variar las proporciones se modifican algunas propiedades a expensas de otras. El constructor debe especificar el mortero que se ajuste a las condiciones de trabajo. Hay un tipo óptimo para cada aplicación y uso.

Los residentes de obra no solamente tienen que escoger el tipo de mortero, además deben decidir que materiales se van a utilizar para su elaboración. El diseño de la mezcla debe ajustarse a las condiciones de los trabajos. Si es tabique, tabicon, mortero para inyección, etc. Ejemplo cuando se usa ladrillo como se ilustra en la figura 1.3.



Para evitar micro grietas y filtraciones que pueden aparecer entre el mortero y el ladrillo, el diseño de la mezcla debe ajustarse al tipo de tabique.

Figura 1. 3. (Ref. 7).

En los morteros de cemento Portland y cal, el cemento contribuye a la durabilidad, la resistencia temprana, una porcentaje de endurecimiento uniforme y una alta resistencia a la compresión; mientras que la cal añade trabajabilidad, retención de agua y elasticidad. Si el cemento no es utilizado, los morteros de cal tienen baja resistencia a la compresión, pobre resistencia a la congelación y se endurecen muy lentamente. Los morteros hechos solamente con cemento no retienen bien el agua y su adherencia es pobre.

El mortero de cemento de mampostería es usado hoy en día por su gran consistencia, y bajo costo. Sus buenas propiedades plásticas son a veces el resultado de la utilización de aditivos tales como los inclusores de aire. Las proporciones e ingredientes de los cementos de mampostería usualmente son un secreto de los fabricantes. (Ref. 7)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **1.3.1 Definición de Mortero.**

Se denomina mortero a la mezcla de arena con algún tipo de aglomerante y agua, que forma una masa capaz de endurecer, en un lapso de tiempo máximo aproximadamente de 2.5 horas, adheriéndose fuertemente a los materiales que une. Se usa principalmente en trabajos de albañilería como: aplanados, mampostería de piedra brasa, muros, pisos, lechadas, inyección para anclaje, etc. El costo de un mortero varía dependiendo la calidad y cantidad de sus componentes, ya que depende de las condiciones que lo requiera la obra. (Ref. 4. Ref. 7)

### **1.3.2 Clasificación de los morteros**

En el año de 1954, se denominó a los morteros con las letras M, S, N, O y K. Se obtuvieron de las palabras inglesas "Mason Work" que significa trabajo de albañil.

La norma ASTM C 270, se refiere a las especificaciones para morteros de mampostería, cubre solamente cuatro tipos de mortero. El tipo K se eliminó, dejando los tipos M, S, N y O solamente. Estos tipos de mortero pueden ser especificados por proporción o por propiedades. La especificación por proporción rige siempre que se hace referencia al ASTM C 270 y no se menciona un método específico.

En las normas técnicas complementarias inciso 2.2 dice: "Los morteros que se empleen en elementos estructurales de mampostería deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Su resistencia a la compresión según NMX -C-61 será por lo menos de 40 kg/cm<sup>2</sup>.
- b) La relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes se encontrará entre 2.25 y 3.
- c) Debe emplearse la mínima cantidad de agua de algunos proporcionamientos recomendados."

En la tabla 1.3 se describe la clasificación del tipo de mortero bajo la especificación de propiedades depende de la resistencia a la compresión, la retención de agua y el contenido de aire.

Tabla 1.3  
Clasificación de los morteros por propiedades. (ASTM-C-270).

| Mortero                | Tipo | Resistencia mínima promedio a compresión a 28 días (kg/cm <sup>2</sup> ) | Retención mínima de agua (%) | Contenido máximo de aire (%) | Relación de agregados (medida en condición húmeda y suelta).  |
|------------------------|------|--|------------------------------|------------------------------|---|
| Cemento-Cal            | M    | 176  | 75                           | 12                           | No menor de 2.25 y no mayor que 3.5 veces la suma de los volúmenes separados de materiales cementantes. |
|                        | S    | 127  | 75                           | 12                           |   |
|                        | N    | 53   | 75                           | 14 b                         |   |
|                        | O    | 25   | 75                           | 14 b                         |   |
| Cemento de mampostería | M    | 176  | 75                           | c                            |   |
|                        | S    | 127  | 75                           | c                            |   |
|                        | N    | 53   | 75                           | c                            |   |
|                        | O    | 25   | 75                           | c                            |   |

a = mortero preparado en laboratorio.

b = Cuando se coloca acero estructural en el mortero y cal, el contenido máximo de aire debe ser 12 %.

c = Cuando se coloca acero estructural en el mortero de cemento de mampostería, el contenido máximo de aire debe ser 18 %.

La tabla N° 1.3 esta basada en ciertas propiedades que se utilizan para especímenes de laboratorio solamente y no para morteros mezclados en la obra.

La norma ASTM C 270 establece las proporciones de cemento, cal y arena establecidas en laboratorio sean empleadas al mezclar el mortero en obra. Se presume que

las proporciones establecidas en laboratorio darán un comportamiento satisfactorio en obra.

La norma ASTM C 270 también rige al mortero especificado por proporción que se basa en los requisitos de la tabla 1.4. y la tabla 1.5 presenta los pesos volumétricos de los materiales mas comunes para fabricar el mortero.

Tabla 1.4.  
Especificación por proporciones.  
Volumen de materiales para preparar un mortero.

| Mortero                | Tipo | Proporciones por volumen (materiales cementantes). |                                 |                         | Relación de agregados (medida en condición húmeda y suelta).   |
|------------------------|------|--|---------------------------------|-------------------------|--|
|                        |      | Cemento Portland o Mezcla de Cemento               | Cemento de mampostería<br>M S N | Cal hidratada o apagada |  |
| Cemento y Cal          | M    | 1  | - - -                           | 1/4                     | La suma de los volúmenes separados de materiales cementantes no sea menor de 2.25 y no mayor que 3.5 |
|                        | S    | 1  | - - -                           | de 1/4 a 1/2            |  |
|                        | N    | 1  | - - -                           | de 1/2 a 1 1/4          |  |
|                        | O    | 1  | - - -                           | de 1 1/4 a 2 1/2        |  |
| Cemento de mampostería | M    | 1  | - - 1                           | -                       |  |
|                        | M    | -  | 1 - -                           | -                       |  |
|                        | S    | 1/2  | - - 1                           | -                       |  |
|                        | S    | -  | - 1 -                           | -                       |  |
|                        | N    | -  | - - 1                           | -                       |  |
|                        | O    | -  | - - 1                           | -                       |  |

Tabla 1.5.  
Peso volumétrico de materiales del mortero.

| MATERIAL               | Peso vol.<br>( kg / m <sup>3</sup> ) |
|------------------------|--------------------------------------|
| Cemento Portland       | 1504                                 |
| Cemento de mampostería | 1530                                 |
| Cal hidratada          | 640                                  |
| Cal plástica           | 1280                                 |
| Arena, húmeda suelta.  | 2080                                 |

La relación entre la cantidad de material cementante y los agregados es generalmente menor usando la especificación por propiedades que usando la de proporción. Los diseñadores de mortero tienden a usar más la especificación por propiedades porque el mortero generalmente resulta ser más barato. (Ref. 1).

De los morteros anteriormente clasificados se explica a grandes rasgos su aplicación óptima en obra:

Mortero M: Este mortero es una mezcla de alta resistencia que tiene más durabilidad que otros morteros. El mortero tipo M es ideal para mampostería reforzada o sin refuerzo sujeta a grandes cargas de compresión, acción severa de congelación, altas cargas laterales de tierra, vientos fuertes o temblores. Por gran durabilidad es óptimo para estructuras de

contacto con el suelo tales como las cimentaciones, muros de contención, aceras, tuberías de aguas y pozos.

**Mortero S:** Este mortero alcanza la más alta resistencia de adherencia entre los morteros. Este tipo de mortero se utiliza para estructuras sujetas a cargas compresivas normales, que a la vez tienen alta resistencia de adherencia. Es ideal cuando es el único agente de adherencia con la pared.

**Mortero N:** Es un mortero de propósito general a ser utilizado en estructuras de mampostería sobre el nivel del suelo. Es ideal para paredes internas y divisiones. Este mortero es de mediana resistencia representa la mejor combinación de resistencia, trabajabilidad y economía. Cuando las proporciones de cemento, cal y arena siguen la relación 1 : 1 : 6, los ensayos de compresión en laboratorio pueden producir valores tan altos como 195 kg. /cm<sup>2</sup>. Las mezclas del tipo N de cemento de mampostería y arena usualmente alcanzan cerca de 126 kg. / cm<sup>2</sup> en los ensayos de laboratorio. La mano de obra, la porosidad de la superficie y otras variables afectan su resistencia.

**Mortero O:** Es un mortero de baja resistencia. Se usa principalmente en paredes y divisiones sin carga, y para el revestimiento exterior que no se congela cuando está húmedo. Es el más común de los albañiles porque tiene excelente trabajabilidad y bajo costo. (Ref.7).

# **CAPÍTULO II.**

## **METODOS Y PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA**





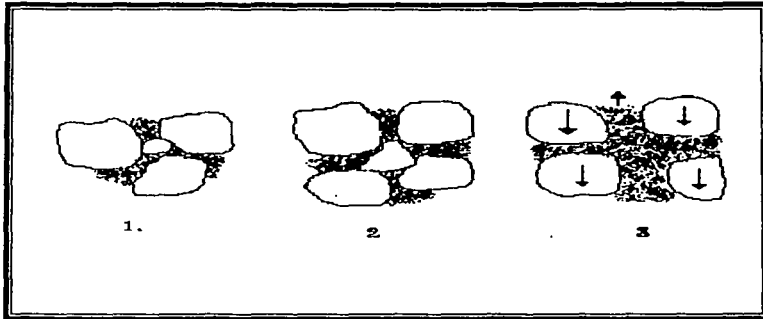
## CAPÍTULO II

### MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA

#### 2.1 Consistencia.

La consistencia del mortero suele determinarla el constructor, según la absorción de la base sobre la que se aplica y las condiciones ambientales, por adición de más o menos agua.

Normalmente, se definen tres consistencias: seca, plástica y fluida, que están determinadas por una película de pasta cementante que rodea a la arena. La siguiente figura se ilustra las 3 consistencias del mortero.



1.-MORTERO SECO, 2.-MORTERO PLASTICO ,3.-MORTERO FLUIDO

Consistencia de morteros

Figura. 2.1.

Cuando la consistencia es seca, el cementante sólo rellena los huecos entre la partículas de arena, quedando estas en contacto, lo que origina en una pasta áspera e intrabajable.

Si la consistencia es plástica, una fina película del cementante moja la superficie de las partículas de arena, dando buena adherencia entre éstos con una estructura casi sólida. Al mismo tiempo, la película monomolecular formada actúa como lubricante entre los granos de arena, proporcionando morteros de gran trabajabilidad.

En la consistencia fluida, las partículas de arena se hallan ahogadas dentro de la pasta cementante, sin cohesión interna entre las partículas, y con tendencia a depositarse por gravedad, lo que se denomina segregación. Los granos de arena no oponen ninguna resistencia al deslizamiento.

La consistencia más conveniente para pegar y recubrir ladrillos, tabiques, blocks y otros es la plástica, ya que evita que el mortero fluya excesivamente por fuera de la junta. Si se desea nivelar una superficie horizontal se empleará una consistencia menos fluida que la plástica para lograr un fácil nivelado con la llana (herramienta metálica plana, de hoja amplia, usada para aplicar, dar forma y acabado liso o fino al mortero).

Los factores que afectan la consistencia de un mortero son: relación agua / cemento, relación cemento / arena y granulometría de la arena. Todos ellos influyen para lograr que la pasta cementante sea capaz de envolver la superficie del agregado fino.

La adición de cal al mortero de cemento aumenta la trabajabilidad de la mezcla porque la lechada de cal disminuye la tensión superficial de la pasta cementante y contribuye a envolver perfectamente los agregados. Además, por su alto grado de finura actúa como lubricante sólido entre granos.

Un efecto semejante se obtiene con los aditivos que modifican la tensión superficial de la pasta de cemento (agentes de aireación, de retención de agua, etc.); ya que favorecen la capacidad de ésta para humedecer la superficie de la arena.

En los 3 siguientes subincisos explicaremos los métodos para analizar la consistencia de un mortero.

### **2.1.1 Mesa de flujo para medir la consistencia**

El mortero para mampostería usado en la obra usualmente es mezclado con gran contenido de agua. Pero el mortero de mampostería tiene que ser fluido. Al colocarlo entre las piezas de mampostería. Éstas rápidamente absorben el exceso de agua. De hecho, cuanto más absorbentes sean las piezas de mampostería, más contenido de humedad debe tener el mortero. Una practica recomendable es emparar la piedra.

La sociedad americana de investigación de materiales ASTM desarrolló dos métodos estándar para medir la consistencia del mortero fresco.

El primer procedimiento de medición es la mesa de flujo identificada como la norma ASTM C 109 que se describe: " Método de ensayo para resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico ". La mesa de flujo tiene como objetivo medir la consistencia del mortero y está destinado únicamente para uso en el laboratorio. La norma NMX-C-144 establece los requisitos para el aparato usado en la determinación de la fluidez de morteros con cementantes hidráulicos.

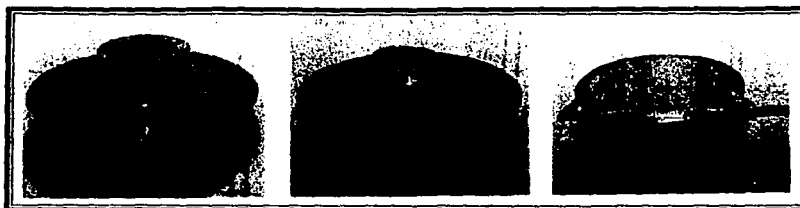
El procedimiento para realizar esta prueba se desarrolla en los siguientes pasos:  
(Ref.7)

1. - El laboratorista coloca un molde estándar de bronce en el centro de la mesa de flujo.
2. - Sé llena con mortero en dos capas, compactándolo con una varilla 20 veces por capa.
3. - Se enrasa el mortero en la parte superior del molde.
4. - Después de un minuto se retira el molde y se le dan 25 golpes o caídas de 13 mm en 15 segundos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

5. -El técnico debe medir el diámetro promedio de la tortilla aplastada de mortero.
6. - El flujo es el incremento promedio del diámetro de la base expresado como porcentaje del diámetro original de la base.

La especificación el diámetro del molde es de 10 cm.



Mesa de flujo. Prueba de fluidez para morteros.

Figura.2.2. (Ref.7)

La norma ASTM C 270 describe “Especificación estándar para mortero de piezas de mampostería”. Esta norma especifica al mortero para cumplir ciertos requisitos de resistencia a la compresión, retención de agua y contenido de aire. Para hacer estos ensayos, el mortero de laboratorio por especificación debe tener un contenido de agua para un flujo de  $110 \% \pm 5\%$ . Por esto, antes de ensayar el mortero en laboratorio, es necesario evaluar otras propiedades como medir el flujo en la mesa respectiva. Como se muestra en la figura 2.2. Un mortero con 110% de flujo es aproximadamente el mortero semiseco que puede sostenerse en la pared después de ser colocado.

### 2.1.2. Cono de penetración.

La consistencia del mortero en la obra puede ser medida por el procedimiento del cono de penetración. Este ensayo también puede ser usado para determinar el tiempo de fraguado del mortero, así como también verificar la calidad, para revisar la uniformidad de la consistencia entre distintas batchadas.

La norma ASTM C 780 describe el procedimiento del cono de penetración. Es un método estándar para evaluar los morteros antes y durante el proceso constructivo de la mampostería ya sea simple o reforzada. En vez de la mesa de flujo, este ensayo usa un penetrómetro cónico, que es una versión modificada del aparato de Vicat según en la norma ASTM C 187 para medir el tiempo de fraguado del mortero.

A continuación se presenta el procedimiento del cono de penetración.

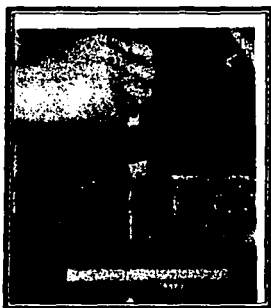


Figura 2.3.

1. Se llena un cilindro estándar metálico de 400 mililitros con mortero, el recipiente se tiene que llenar con tres capas de igual volumen, cada capa debe ser acomodada con una espátula 20 veces. Como se ilustra en la fig.2.3.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Figura 2.4.

2. Después, el cilindro se golpea por los costados para liberar el aire atrapado. Como se ilustra en la figura 2.4.



Figura 2.5

3. - Se enrasa el exceso de mortero de la parte superior del molde. Como se ilustra en la figura 2.5.



Figura 2.6

4. - Se coloca el cilindro abajo del cono del penetrómetro de tal modo que la punta descansa justo en el centro del cilindro. Como se ilustra en la figura 2.6.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Figura 2.7

5. - Se ajusta el tornillo para sostener el cono metálico, y se coloca la escala en ceros.
6. - Se libera el cono en caída libre, mediante un giro rápido del tornillo de sujeción.
7. - Se espera hasta que el penetrómetro quede quieto o después de 30 segundos.
8. - Se registra la profundidad de penetración en milímetros. Cuanto más húmedo o plástico es el mortero, más profunda será la penetración del cono. Como se ilustra en la figura 2.7.

El ensayo del cono de penetración es bastante simple. Usa solamente una pequeña cantidad de mortero, y el equipo es portátil. Sin embargo, se dice que con ciertos morteros, los resultados de los ensayos del cono de penetración no son confiables tal como lo son los ensayos hechos en el laboratorio con la mesa de flujo. (Ref.7).



### 2.1.3 Método de penetración Conway.

En la norma ASTM aún no define el método de medir la consistencia del mortero pero como alternativa se utilizará la norma C 780. El método fue creado por Tim Conway de una compañía de cemento de los Estados Unidos de Norteamérica y por eso es denominada penetración de Conway.

Este método utiliza un penetrómetro manual, y debe ser calibrado especialmente para mortero. Para realizar el ensayo se desarrollan los siguientes pasos:



Figura 2.8

1. - Se coloca un anillo de 40 centímetros de diámetro sobre un plano liso y se rellena con mortero. Como se ilustra en la figura 2.8.



Figura 2.9

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2. - Luego se nivela la mezcla con el borde del anillo y se limpia el anillo. Como se ilustra en la figura 2.9.



Figura 2.10

3. - Se coloca un disco metálico de 2.5 centímetros de espesor y 7 centímetros de diámetro sobre el mortero y se empuja hacia adentro. Como se ilustra en la figura 2.10.
4. - Después se toma la lectura en la escala, que estará en función de la fuerza requerida para incrustarlo.
5. - Se repite el paso 4, durante tres veces en puntos diferentes de la muestra de mortero.

La fuerza leída en la escala es medida relativa de la consistencia del mortero. Cuanta más fuerza sea requerida para empujar el disco en el mortero, más consistente es éste. Entonces el laboratorista también puede usar este ensayo para medir el tiempo de fraguado de la mezcla de mortero, esto significa, conforme el mortero se endurece, la fuerza requerida para incrustarlo aumenta. El laboratorista puede hacer el ensayo sobre el mismo mortero cada 15 minutos y graficar las lecturas para determinar la tasa de endurecimiento. (Ref.7)

## 2.2 Procedimientos de prueba aplicadas a morteros con aditivos y comparadas con morteros sin aditivos.

Para mezclas de mortero el aditivo podrá estar compuesto por cualquier material que produzca en el mismo las características cuantificadas como sigue:

- a) Reducción de agua, mínimo..... 3 %
- b) Aumento de retención de agua, mínimo .....60 %
- c) Fraguado final, tiempo máximo .....40 horas
- d) Resistencia a la compresión, mínima .....90 %
- e) Expansión, dependiendo de las características del cemento.....5 al 14 %

Los morteros sin aditivos no tienen reducción ni retención de agua, su fraguado normal es de 2.5 hrs, no tiene resistencias extraordinarias que las de diseño. Estas características del mortero con aditivos, comparadas con los morteros sin aditivos, deberán siempre ser comprobadas en laboratorio mediante los siguientes procedimientos: (Ref. 6)

### 2.2.1 Reducción de agua.

Primero se preparan dos mezclas iguales, con dos partes de cemento, por peso, 1 Puzolana y 3 de arena graduada, una de ellas con aditivo usado a razón de 1 % del peso de materiales cementantes y la cantidad de agua suficiente para lograr un tiempo de flujo de 16 a 20 segundos en un embudo cónico de 9 " de alto, 7 "de diámetro superior y salida de ½ " de diámetro. La mezcla deberá ser hecha en mezcladora mecánica por 3 a 3 ½ minutos. Con la siguiente expresión se calcula la reducción de agua:

$$Ra = ((Ac - Af) / Ac) \times 100$$

Donde :

Ra = Reducción de agua en %

Ac = Peso del agua usada en la mezcla sin aditivo.

Af = Peso del agua usado en la mezcla con aditivo.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### 2.2.2 Aumento de retención de agua.

Se preparan dos mezclas iguales a las mencionadas en la prueba anterior de reducción de agua y se someten a la extracción de agua por vacío, después se determina el tiempo necesario para extraer a las dos el mismo volumen de agua.

Formula para calcular el aumento de retención de agua:

$$Ar = (Ts - Tc) \times 100 / Tc$$

Donde :

Ar = Tiempo de retención de agua en %

Ts = Tiempo requerido para extraer por milímetro de agua en la mezcla sin aditivo.

Tc = Tiempo requerido para extraer por milímetro de agua en la mezcla con aditivo.

### 2.2.3 Tiempo de fraguado.

El tiempo de fraguado de la mezcla con aditivo, se prepara igual que las pruebas anteriores en la misma forma como se determina el tiempo de fraguado del cemento por el método Vicat, con las modificaciones adecuadas dada la extrema fluidez inicial del mortero. Se llama fraguado final cuando la aguja de 1 mm ya no penetra en la pasta.

### 2.2.4 Resistencia a la compresión.

La norma NMX-C-61 establece el método de prueba para la determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos, por medio de cubos de 50 mm por lado.

Para la resistencia a la compresión es necesario preparar dos mezclas, una con aditivo y otra sin aditivo, como se hizo en las dos pruebas anteriores. Posteriormente se fabrican 3 cubos de 5 cm. de arista de cada mezcla para cada edad de prueba, usualmente 7 y 28 días. Después de probar a compresión los cubos, hasta la ruptura, se procede a calcular la resistencia unitaria promedio y anotando los resultados de las mezclas en porcentajes a las mismas edades.

### **2.2.5 Expansión**

Para determinar la expansión o aumento de volumen de la mezcla con aditivo se llena una probeta graduada hasta determinado nivel. Después de tres horas, se registra el nivel que alcanza la parte superior de la muestra, incluyendo el agua de sangrado y posteriormente se determina el porcentaje de expansión como sigue:

$$E = ( V2 - V1 ) \times 100 / V1$$

Donde :

E = Expansión del mortero en %.

V1 = Volumen inicial de la mezcla en milímetros.

V2 = Volumen final de la mezcla en milímetros.

### **2.3 Como identificar los componentes de un mortero endurecido.**

Los químicos petrógrafos pueden realizar ensayos sobre el mortero endurecido para hallar las cantidades y tipos de elementos de que se compone. Aunque estos ensayos son efectuados pocas veces, puede ser que en un momento dado, el ingeniero deba conocer los ingredientes del mortero endurecido.

Los ingredientes típicos del mortero incluye arena, cal hidratada, cemento de mampostería, cemento portland, ceniza volante de horno, escoria de alto horno y piedra caliza. Mediante la utilización de un microscopio, se pueden identificar la composición

mineralógica y granulométrica de la arena y el tipo de material cementante utilizado. Este estudio cuesta entre \$ 300 y \$ 500 dólares en los Estados Unidos de Norte América. Por otra parte, los químicos pueden determinar la cantidad de materiales cementantes que fueron utilizados. Un análisis químico cuesta entre \$ 250 y \$ 500 dólares en el mismo país.

Los laboratoristas se basan por el ASTM C 295, "Análisis petrográfico de agregados de concreto" y ASTM C 856, "Examen petrográfico de concreto endurecido". Siguen el ASTM C 85. "Contenido de Cemento de concretos de cemento Portland". y en México por la norma NMX-C-265.

Los porcentajes de los materiales que constituyen el mortero son determinados por peso pero pueden convertirse fácilmente en proporciones por volumen y comparadas con las del ASTM C 270, "Especificación Estándar para mortero de piezas de mampostería". Así entonces se puede conocer si el mortero cumple con los requisitos de proporciones volumétricas para un tipo de mortero M, S, N, O.

Lo más común en el mortero es que la cal y el cemento Portland o cemento de mampostería sean los ingredientes principales. El examen petrográfico establece si hay cal hidratada en el mortero. Para un sistema de cal hidratada y cemento Portland, los químicos usan sílica soluble en el mortero para determinar la cantidad de cemento Portland.

El determinar la cantidad de cemento de albañilería en el mortero puede ser más difícil. Distintos fabricantes de este producto agregan a la mezcla ingredientes ligeramente diferentes y en cantidades también diferentes. La mayoría de los cementos de albañilería, sin embargo, están compuestos de cemento Portland y caliza molida.

La cantidad de cemento Portland es determinada midiendo la sílica soluble en el mortero. Como los cementos de mampostería son más o menos 50 % cemento Portland, la cantidad de cemento de mampostería en el mortero es simplemente el doble del contenido del cemento Portland.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Al conocer la cantidad de cemento, puede calcularse el contenido de arena al restar el peso del material cementante y el agua del peso total del mortero.

Los agentes inclusores de aire, los impermeabilizadores integrales, acelerantes, polímeros, y otros aditivos orgánicos en el mortero pueden ser identificados usando análisis espectrofotométrico infrarrojo.

#### **2.4 Ensayos para el mortero premezclado.**

La norma ASTM C 1142 detalla como deben realizarse los ensayos en la planta tomadas directamente del mezclador. Así como las muestras obtenidas en la obra combinando tres proporciones iguales de mortero de diferentes contenedores.

La consistencia se determina por el método de cono de penetración, siguiendo la sección A1 del ASTM C 780. "Método Estándar para evaluación de morteros en la preconstrucción y durante la construcción". Para medir el contenido de aire por el método de presión o el volumétrico, de acuerdo a la sección A 5 de la norma 780 o NMX-C-61. Se evalúa la retención de agua por medio del ASTM C 91.

Se mide la resistencia a la compresión siguiendo la sección A 6 de la norma ASTM C 780, después que hayan alcanzado el fraguado final. Se usan cubos de 5 cm, cilindros de 4 x 10 cm o de 7.5 x 15 cm, pero las especificaciones de resistencia solamente están dados para cubos. Las conversiones de resistencia entre cilindros y cubos deben documentarse en los ensayos. Los especímenes deben ser almacenados en una cámara húmeda por lo menos 20 horas antes de quitar los moldes y ser ensayados 28 días después de colados.

La resistencia a la compresión de un mortero es satisfactoria cuando al menos tres especímenes de cada mezcla promedian la resistencia mínima especificada. Los especímenes que fallan a los resultados individuales que difieren más de un 10 % del promedio deben reportarse. (Ref. 7)



# **CAPÍTULO III.**

## **ADITIVOS.**



## **CAPÍTULO III**

### **ADITIVOS**

#### **3.1 Includor de aire**

Como una alternativa al uso de cementos con includor de aire o cementos para albañilería, puede introducirse un aditivo includor de aire durante el mezclado. El aditivo con includor de aire mejorará tanto la trabajabilidad del mortero fresco como la resistencia a la congelación y deshielo en el mortero endurecido. El mejoramiento de la trabajabilidad del mortero fresco se notará especialmente cuando se usan agregados deficientes en los tamaños más finos 100 ( $150\mu\text{m}$ ) y 200 ( $75\mu\text{m}$ ). Para la aplicación a mano, la inclusión de aire mejorará la trabajabilidad.

En la aplicación con máquina, la inclusión de aire reduce la segregación durante el bombeo. Si sobrepasa el aire especificado puede causar obstrucciones en la bomba, el mortero después de la aplicación por rocío o proyección en la superficie no tendrá aire incluido, ya que el exceso de aire será disipado durante la aplicación.

Las recomendaciones de los fabricantes en cuanto a las dosificaciones de los aditivos con includor de aire deben seguirse cuidadosamente.

Cuando se ha estudiado las condiciones de la obra y ésta requiere de la aplicación de aditivo includor de aire, éste ayuda al mortero endurecido a resistir los ciclos de congelación y descongelación y mejora la trabajabilidad de la mezcla fresca; debido a que introduce burbujas muy pequeñas en el mortero. Dentro de la mezcla endurecida el agua congelada se expande dentro de estas burbujas y no generan presiones internas que agrieten el mortero.

En el mortero fresco, estas burbujas actúan como un lubricante para incrementar la trabajabilidad. Tal como un aditivo reductor de agua, la inclusión de aire también puede reducir significativamente el contenido de agua.

El uso de aditivo para mortero es de gran ayuda en toda la obra donde el mortero endurecido esté expuesto a ciclos de congelación. También es útil en la mezcla fresca de mortero en clima frío, porque hay menor cantidad de agua de mezcla que pueda congelarse.

Los componentes que integran este aditivo son las resinas neutralizadas de vinsol, las sales orgánicas ácidas, ácidos grasos y derivados de hidrocarbón.

Modo de empleo: Debe utilizarse cemento Portland, de mampostería o cal que ya tenga un agente inclusor de aire. No se recomienda agregar el agente en la obra porque es difícil de controlar. Los morteros con cementos de mampostería no deben contener más de 18 % de aire incluido, y los hechos con cemento portland y cal no deben contener más del 14 %.

Una de las precauciones que se deben tener es una excesiva cantidad de inclusor de aire debilita la resistencia del mortero.

### **3.2 Acelerantes.**

El tiempo de fraguado disminuye entre 30 % y 40 % y aumenta una resistencia a las 24 horas hasta en un 150 % o más, mediante la aceleración de la hidratación del cemento. Puede reducir sustancialmente el tiempo de protección contra el frío cuando se trabaja a baja temperatura. Los acelerantes reductores de agua, incrementan la resistencia temprana y la resistencia última reduciendo la relación agua / cemento de la mezcla.

Los aditivos capaces de incrementar la rapidez de desarrollo de resistencia pueden ser benéficos bajo ciertas circunstancias. Los acelerantes para mortero modifican el tiempo

de trabajo necesario entre la aplicación del mortero, el enrase y el aplanado. El acelerante recortará el tiempo requerido entre la aplicación y la terminación de la operación de acabado. El cloruro de calcio es un acelerante capaz de reducir el tiempo entre las operaciones, e incrementar la rapidez de desarrollo de resistencia en el mortero contribuyente a la corrosión del refuerzo metálico.

También el uso de un aditivo acelerante, se utiliza en las obras de clima frío donde el fraguado se retarda.

Como una alternativa a un acelerante puede usarse cemento portland tipo III como parte o como todo el material cementante, calentando el agua, o la arena también puede incrementarse la rapidez de desarrollo de resistencia temprana.

Los aditivos acelerantes contienen cloruro de calcio, nitrito de calcio, nitrato de calcio y otras soluciones acuosas de compuestos orgánicos e inorgánicos poliméricos (son compuestos cuya molécula se halla constituida por la unión de varias moléculas idénticas).

Al usar cloruro de calcio, debe añadirse 2% por peso de cemento portland o 1 % por peso de cemento de mampostería. Para los acelerantes sin cloruros, debe usarse de 3% a 5 % por peso de cemento portland o de 1.5 % a 2.5 % por peso de cemento de mampostería. Debemos asegurar de seguir otras prácticas en clima frío, de ser necesario: mantener las piezas de mampostería secas, caliente los materiales, no use materiales congelados o materiales con hielo, coloque pantallas de protección contra el viento alrededor del equipo de mezcla y los recipientes del mortero y proteja la mampostería durante las 24 horas cubriéndola con lonas o cobijas de aislamiento.

Debemos tener precauciones ya que el cloruro y otros iones de cloruro pueden contribuir con la florescencia y pueden producir corrosión del acero de refuerzo. Por esto no deben utilizarlos en morteros que estén en contacto con metales. Los acelerantes no evitan que el mortero se congele, solamente reducen el tiempo necesario de protección contra el frío. Estos acelerantes irritan ojos y la piel.

### **3.3 Retardantes.**

Uno de los beneficios que ofrecen los aditivos retardantes, es que extienden la vida del mortero fresco hasta por 4 o 5 horas. Ayudan a retener el agua por periodos más largos, y pueden eliminar la necesidad de reacondicionar con agua el mortero. Ayudan a controlar la contracción, lo que asegura juntas más ajustadas. Producen un mortero viscoso que puede ser alisado más fácilmente. También incrementa su resistencia.

Se usan especialmente para combatir el fraguado rápido causado por altas temperaturas mayores de 21 ° C y altas tasas de evaporación. Con ladrillo suave, seco o bloque, los retardantes evitan la succión rápida y ayudan alcanzar mejor adherencia.

Los retardantes principalmente están compuestos de gluconato de sodio, lignosulfato de sodio o citrato de sodio.

El modo de uso de estos retardantes es el siguiente: se agregan al agua o directamente en la mezcla de mortero en una cantidad igual de 0.05 % a 1 % del material cementante. No debe agregarse a la mezcla más de una vez.

Al momento de usar estos aditivos retardantes se deben tener las precauciones siguientes: no agregar más de la dosis recomendada por el fabricante o el mortero no fraguará. El mortero cuando es excesivamente retardado puede requerir curado por humedad para mantener la hidratación.

### **3.4 Retardantes que demoran la vida del mortero.**

La aplicación de este producto hace más lento el tiempo de reacción del cemento y el agua para dar al mortero 12, 24, 48 y hasta 72 horas de vida dependiendo de la dosis utilizada. La trabajabilidad extendida en duración permite que el mortero sea preparado con gran control de calidad en una planta de mezclado. Luego es enviado a la obra en un

camión revolvedor o en contenedores. Lo más importante es que tiene poco o ningún efecto sobre el tiempo de fraguado: el retardante es absorbido cuando el mortero hace contacto con las piezas de mampostería, lo que permite que la hidratación normal del cemento se inicie.

El aditivo extensor de vida para morteros se usa especialmente en la planta de mezclado o en las unidades dosificadoras móviles. Cuando se utilicen en climas cálidos puede ser necesario usar dosis más altas.

El principal componente del aditivo retardante para extender la vida del mortero son los ácidos hidrocarboxílicos.

Se debe tener cuidado en el uso de este retardante, ya que la mayoría de ellos incrementan ligeramente el contenido de aire; de tal modo que debe vigilarse la cantidad de agente inclusor de aire para no sobrepasar la especificación 12 % a 18 % de aire incluido. Algunos fabricantes hacen retardantes de extensión de vida considerando el agente inclusor de aire que viene en el cemento de mampostería.

### **3.5 Compuestos anticongelantes.**

El uso de compuestos anticongelantes en el mortero de cemento no es recomendable. En los compuestos anticongelantes tenemos al, cloruro de calcio, alcohol, y glicol etileno para este propósito, pero no son adecuados como anticongelantes en el mortero, ya que las dosificaciones de seguridad recomendadas producen sólo un ligero decremento de temperatura de congelación del mortero. El cemento de tipo III, o el agua y la arena calentados, o ambos, se obtendrán muy buenos resultados.

### **3.6 Repelentes al agua**

En México pueden conseguirse productos que reducen la permeabilidad del mortero. Estas formulaciones incluyen repelentes al agua, líquidos hidrofóbicos y filtros inertes. Un mortero de calidad que sea apropiadamente curado no necesita repelentes al agua. Las pruebas de laboratorio que miden el tiempo de fraguado y la permeabilidad al agua del mortero, muestran que los compuestos repelentes al agua efectivamente pueden retardar la hidratación e incrementar la impermeabilidad.

### **3.7 Modificadores de adherencia.**

Los mejores beneficios que proporciona este aditivo es el mejoramiento de adherencia y la resistencia a la congelación.

Su uso más común es para mejorar la adherencia de piezas con superficie muy lisa, como bloques cerámicos.

Los agentes de adherencia tienen productos para aumentar la adhesión del mortero a un sustrato o del mortero al mortero. Estos compuestos orgánicos generalmente son acetatos polivinilos o alcoholes, derivados de celulosa o resinas acrílicas. Los alcoholes polivinilos y los derivados de la celulosa efectivamente incrementan la adhesión del mortero al sustrato y generalmente son compatibles con las mezclas de cemento. Los acetatos polivinilos y los alcoholes requieren de curado al aire y llegan a ser menos efectivos en ambientes húmedos. Los compuestos de resina acrílica también necesitan el curado al aire; cuando se agregan a mezclas de cemento, las resinas acrílicas, juegan un papel importante en el compuesto cementante principal. Los agentes adherentes pueden ser aditivos benéficos cuando los morteros convencionales no pueden curarse en humedad adecuada.

Para usarse se debe poner en el mezclador antes que los demás ingredientes. Se agregan en proporciones de 4 litros por saco de cemento. La temperatura mínima de aplicación es de 4 ° C.

Como precaución debe utilizarse con agentes inclusores de aire o cementos inclusores de aire. Al momento de hacer la mezcla debe usarse el equipo adecuado como guantes y cubrebocas ya que puede irritar la piel y los ojos.

Cuando se emplea este tipo de aditivo incrementa considerablemente su precio, hasta en un 30 porciento por metro cúbico de mortero.

### **3.8 Pigmentos colorantes.**

Los pigmentos de color sólo tienen la finalidad de dar estética.

En el mercado actual se tiene un amplio rango de pigmentos colorantes para obtener capas de acabado de color. El pigmento debe seleccionarse cuidadosamente para producir una buena dispersión y suspensión en la mezcla plástica y presencia de color en el estado endurecido. La cantidad de pigmento requerido depende del color del cemento, el color de los granos de arena, la intensidad deseada de color y el contenido de agua en el mortero.

Se usa especialmente para resaltarlo o combinarlo con el color de las piezas de mampostería. La variación del color del mortero, sin cambiar el color de las piezas de mampostería, produce cambios en la pared terminada.

Estos aditivos están compuestos generalmente de óxidos sintéticos de hierro, pero también son usados los óxidos naturales de hierro, óxido de cromo, cobalto y residuos de carbón.

La fabricación de mortero con este aditivo, se debe añadir el pigmento en polvo o en líquido a un tercio o a la mitad inicial de agua y de arena. Se mezcla por 60 segundos. Posteriormente se añaden los ingredientes restantes y se vuelve a batir la mezcla. No se deberá agregarse los pigmentos secos o en polvo al final del mezclado. Los pigmentos líquidos pueden ser incorporados hasta el final, si después es mezclado el mortero por lo menos 5 minutos.





Ejemplo. El pigmento de color en polvo se adiciona a la mezcla durante el procedimiento de mezclado.

Figura.3.1. (Ref.7).

Al momento de elaborar la mezcla con este aditivo, se debe cuidar la uniformidad de los ingredientes, de la dosis y de los procedimientos de mezcla como se ilustra en la figura 3.1. Por ningún motivo se debe adicionar agua para reacondicionar un mortero con color. Antes de la aplicación se debe limpiar la mampostería con agua y cepillo duro, o si es necesario, con un limpiador químico. Los ácidos fuertes lavan el pigmento de color. Antes de limpiar las paredes construidas, deben curarse por lo menos durante dos semanas en clima normal y durante tres semanas en clima frío. El pigmento "negro carbón" es menos resistente a los pigmentos usados para hacer cafés y negros.

### 3.9 Inhibidores de corrosión.

Los inhibidores de corrosión contrarrestan el efecto negativo de los cloruros y evita la corrosión del acero.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Este tipo de aditivo se usa en ambientes marinos o donde las sales desheladoras sean utilizadas.

Su principal componente es el nitrito de calcio. Para usarse debe seguirse las instrucciones que marca el fabricante. Su dosis varía de 10 a 30 litros por metro cúbico de mortero.

# **CAPÍTULO IV.**

## **CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA ELABORACIÓN DEL MORTERO.**



## CAPITULO IV

### CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA ELABORACIÓN DEL MORTERO.

#### 4.1 Mezcladores de mortero.

Las Normas Técnicas Complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería del reglamento del D.F. especifican en el inciso 5.1.2: " La consistencia del mortero se ajustará tratando que alcance la mínima fluidez compatible con una fácil colocación. Los materiales se mezclarán en un recipiente no absorbente, prefiriéndose, siempre que sea posible un mezclado mecánico. El tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega, no debe ser menor de tres minutos". La figura 4.1 ilustra la fluidez del mortero hecho con revolvedora.



El mortero debe fluir fácilmente de la revolverta.

Figura 4.1 (Ref 7)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Se acude al remezclado si el mortero empieza a endurecerse, mezclándolo hasta que vuelva a tomar la consistencia deseada agregándole agua si es necesario.

Los morteros a base de cemento normal deberán usarse dentro del lapso de 2.5 horas a partir del mezclado inicial.

El mortero es uno de los materiales que se hace en obra, por esto es el material más propenso a tener variaciones. Estas variaciones afectan la productividad del albañil y la resistencia del mortero. A pesar de esto, la persona que mezcla el mortero generalmente tiene muy poco entrenamiento.

El mejor mezclador de mortero es el que cumple con los requisitos de la obra. Además, el mismo ingeniero puede juzgar su costo de adquisición y su rendimiento. El constructor al buscar un mezclador nuevo o usado, debe considerar lo siguiente: su capacidad, sus aditamentos y si el contrato de servicios satisface sus necesidades de mezclado. La figura 4.2 ilustra al oficial albañil dosificar los materiales por medio de paladas.



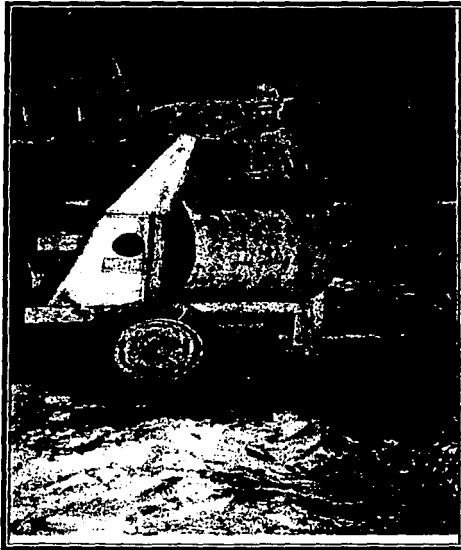
Para obtener una buena consistencia se recomienda hacer cada mezcla del mismo modo

Figura 4.2 (Ref.7)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### Capacidad de mezclado.

Los mezcladores tienen la capacidad de mezclar desde 4 a 16 pies cúbicos (0.11 a 0.45 metros cúbicos) de material. Los constructores determinan la capacidad de un mezclador cuando está lleno de mortero hasta una altura de 3" (7.5 cm) abajo de la línea de centro del eje de las paletas. Muchos fabricantes no están usando esta convención y se hace imposible comparar con precisión la capacidad de los distintos mezcladores. Los fabricantes establecen la capacidad utilizando sacos. Un saco generalmente es igual a 3 o 4 pies cúbicos (0.08 a 0.11 m<sup>3</sup>) de mezcla de mortero o unas 16 paladas de arena. Un ejemplo de revolvedora se muestra en la figura 4.3.



Para hacer la mezcla en una revolvedora primero se vacía la arena, luego el material cementante (cemento y/o cal) y por último el agua.

Figura 4.3 (Ref.7)

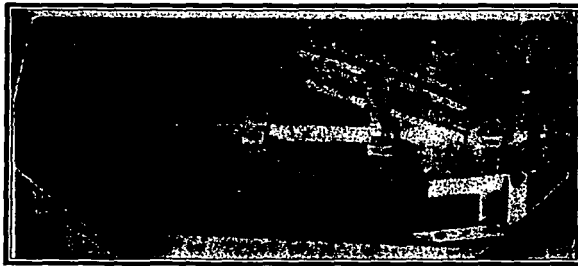
### Tambor o Bote.

La mayor parte de los tambores son parecidos en su forma, aunque muchas veces el espesor del acero del cuerpo del tambor varía. Cuanto más espesor tenga mejor resistencia al desgaste. Las soldaduras a nivel con extremos rebajados son más resistentes que las soldaduras simples en el extremo de las piezas. Los tambores cortos y profundos son más eficientes que los tambores largos y poco profundos, de acuerdo a encuestas hechas a los contratistas. Debido a que el mortero es acarreado de un extremo a otro del tambor con más rapidez, entonces se mezcla mejor y rápidamente. Debe existir una tapa del tambor hecha de malla resistente, de tal forma que el operador siempre la utilice para prevenir un posible accidente.

### Paletas.

Las paletas están disponibles en acero o en neopreno. Algunos fabricantes afirman que las hojas de acero se desgastan más lentamente y tienen menos problemas. Otros dicen que las hojas de neopreno deben viajar en el interior del tambor a 2 o 3 mm de la pared. De esta manera y con la secuencia de mezcla apropiada, el mortero duro no se pegará en el tambor mezclador.

Las paletas deben ser grandes y deben tener un ángulo entre  $30^\circ$  y  $45^\circ$  respecto del eje rotacional como se muestra en la figura 4.4.



Las paletas pueden ser con hojas de neopreno o con hojas de acero

Figura 4.4 (Ref. 7)

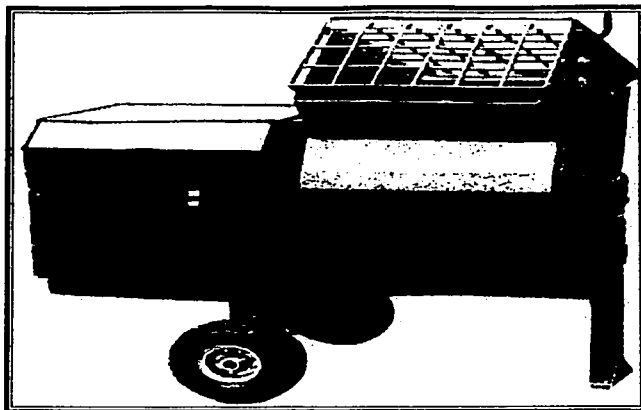
## Motor.

Las condiciones de la obra determinan qué es mejor, un motor de gasolina o un motor eléctrico. Si tenemos acceso a la energía eléctrica en la obra debemos tener en cuenta que el motor eléctrico es más eficiente y económico en operación. Para reducir la caída de voltaje de los motores eléctricos, recordemos usar una extensión eléctrica de calibre adecuado y no demasiado larga.

La mayor parte de los fabricantes ofrecen diferentes motores de gasolina para los mezcladores. El tamaño y la marca del motor tiene un impacto importante sobre el precio del mezclador. Es importante asegurarse que en la región donde este la obra se pueda conseguir partes de repuesto y validar la garantía, e incluirla en una evaluación antes de comprar el equipo. También se debe verificar el precio de repuestos. Los repuestos de algunos motores son tan costosos, que puede ser mejor comprar otro más barato y reponerlo totalmente cuando falle, que reparar el primero.

En el mercado actual de la construcción en México se fabrican revolvedoras especiales para mortero de diferentes marcas y capacidades de bote. La figura N° 4.5 representa un ejemplo de las revolvedoras que hoy en día se encuentran en el mercado de la construcción. Este tipo de revolvedora se puede transportar a cualquier lugar de la obra, es liviana y compacta con motor eléctrico monofásico.





Mortera Modelo ARMP-97 para mortero de medio saco  
Figura.4.5.

#### Características técnicas:

Marca: Armex

Producción: de 2.5 a 3.2 m<sup>3</sup>/hora.

Capacidad de olla o bote: 125 lts.

Motor eléctrico Monofásico 1.5 HP/100 volts

Largo total: 1250 mm

Ancho total: 800 mm

Altura boca de carga: 1200 mm

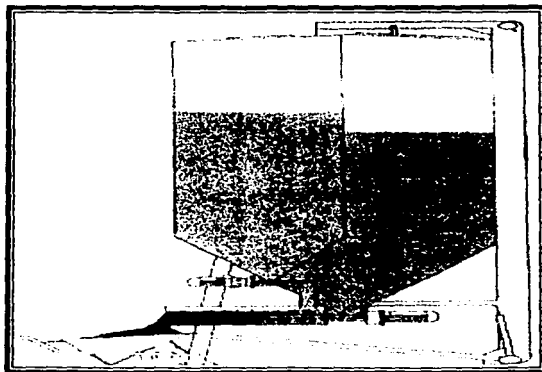
Diámetro de rueda: 350 mm

Peso total del equipo: 110 Kg.

Costo en dólares: 590.00

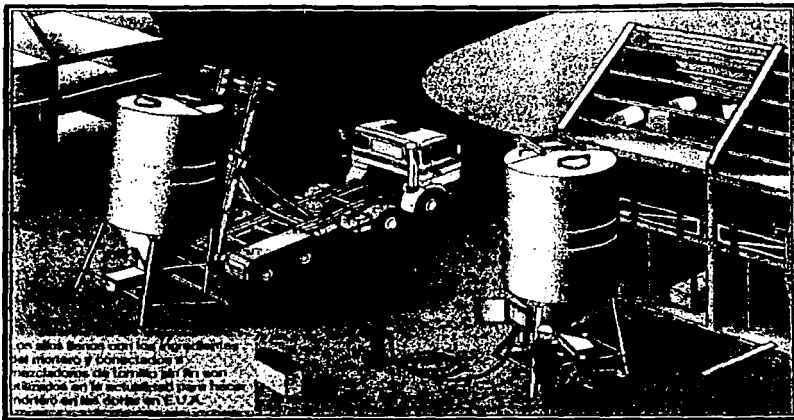
#### 4.2 Un nuevo sistema para mezclar el mortero en obra.

Es conocido en los Estados Unidos como sistema de silos. Los sistemas de silos funcionan con uno más compartimentos pueden mezclar solamente materiales de mortero pre-dosificados. Los silos de varios compartimentos guardan los ingredientes separadamente y los mezclan en la obra con el tornillo mezclador. En la figura N° 4.6. se ilustra el sistema de compartimentos, donde se observa que el compartimento de la arena es tres veces mayor que el de cemento. Estos compartimentos son rellenados en la planta hasta satisfacer la relación agua cemento requerida. Mediante un botón, los tornillos medidores de arena y cemento ciernen los materiales en otro tornillo de 1.5 metros de longitud, que mezcla los materiales con el agua. Los tornillos primarios están ajustados para servir las cantidades necesarias según la relación agua - cemento requerida. Esta relación puede cambiar en la obra al cambiar la velocidad de los tornillos primarios de dosificación, sin embargo, al hacer esto uno de los silos quedará vacío antes de completar el otro. Con este sistema puede llenar una carretilla con mortero en 2.5 minutos. Si opera continuamente, puede producir hasta 3 metros cúbicos por hora.



Con apretar sólo un botón, el mezclador se acciona para llenar la carretilla en 2.5 minutos. Los tornillos medidores alimentan con arena y cemento al tornillo sin fin desde compartimentos separados

Figura 4.6 (Ref 7)



Los silos son transportados y recogidos por camiones especiales hasta el lugar de la obra.

Este método se utiliza en las obras de Estados Unidos.

Figura-4.7. (Ref.7).

La figura 4.7 ejemplifica el silo de diez metros cúbicos que fabrica el mortero necesario para toda una semana. Cuando el silo queda vacío, un camión descarga otro silo lleno, retira el vacío y regresa a la planta para llenarlo nuevamente.

Este sistema con silo de varios compartimentos, se fija o se programa para suministrar una dosificación, ésta permanece sin cambiar hasta que manualmente se altera. Los controles pueden ser asegurados con llave para evitar un accidente o sabotaje. Los aditivos químicos, pigmentos y cal se miden en estado líquido para tener una mayor precisión. Aun en México no se ha utilizado este sistema por el costo de los equipos.

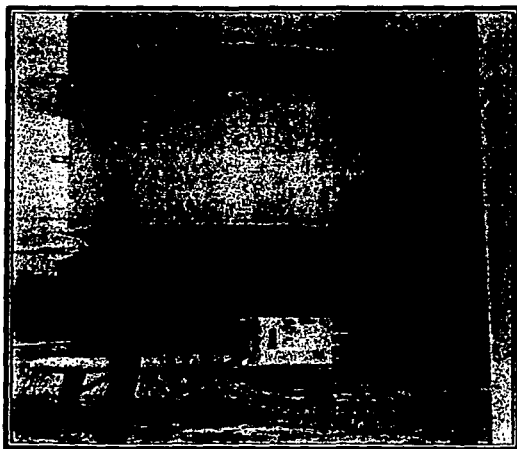
#### 4.2.1 Silo de un compartimento

Otro sistema, es el silo de un sólo compartimento que es llenado en la planta con la mezcla requerida de materiales secos. Fue desarrollado en Alemania y usado por primera

vez en los Estados Unidos de Norteamérica en 1987. En México no se usa por el alto costo de los equipos. La mayor parte de ellos funcionan en Europa y Africa del sur.

Cada material es dosificado por peso. La arena es secada antes de usarla, lo que hace subir su costo, pero el fabricante compensa esto con un menor costo de transporte y la uniformidad final de mezcla. La arena húmeda contiene entre 3 % y 5 % de agua, lo cual incrementa el peso al transportarla.

Estos silos por lo regular pueden almacenar hasta 18 metros cúbicos de materiales secos, con un peso aproximado de 30 toneladas. En la figura 4.8. Se observa las dimensiones de estos silos. Generalmente es transportado a medio llenar para evitar exceder las cargas en puentes y carreteras. Luego, ya en la obra, es llenado totalmente con un camión tanque y una banda transportadora. Este sistema se utiliza para que el mortero en dos o tres semanas se consuma. La dosificación no pueden cambiarse ya que los materiales ya vienen con su proporción exacta.



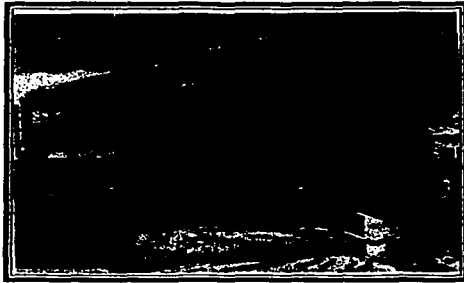
Este silo de un compartimento, cuando queda vacío es llenado por camión tipo tanque de 30 toneladas por medio de una banda transportadora. Figura 4.8 (Ref.7).

#### 4.2.2 Camiones de dosificación y mezclado.

El siguiente sistema de dosificación y mezclado por camiones se está implementando en los países de Canadá y Estados Unidos de Norte América. En México aún se está estudiando este sistema para introducirlo en nuestro país.

Son unidades móviles de dosificación y mezclado tienen tanque y tolvas que contienen agua, arena, cemento, cal, aditivos químicos y agentes colorantes. Con este tipo de unidades se puede dosificar morteros de diferentes tipos.

Al añadir diferentes cantidades de aditivos para prolongar su estado plástico, también se pueden producir morteros con distintos tiempos de fraguado: 24, 48 o 72 horas. Esta unidad móvil tiene que visitar varias obras a la vez y solamente llega a la obra una vez al día o cada dos días. Si el camión puede permanecer en sitio, el mortero se puede mezclar cuando se necesita y no requiere de aditivos para prolongar su vida. Como se ve en figura 4.9.



Los camiones dosificadores y mezcladores tienen todos los materiales necesarios para hacer morteros de distinto tipo en la obra. Por lo regular si el mismo camión es utilizado para servir distintas obras, le añaden aditivos para extender el tiempo de fraguado del mortero y mantenerlo trabajable todo el día.

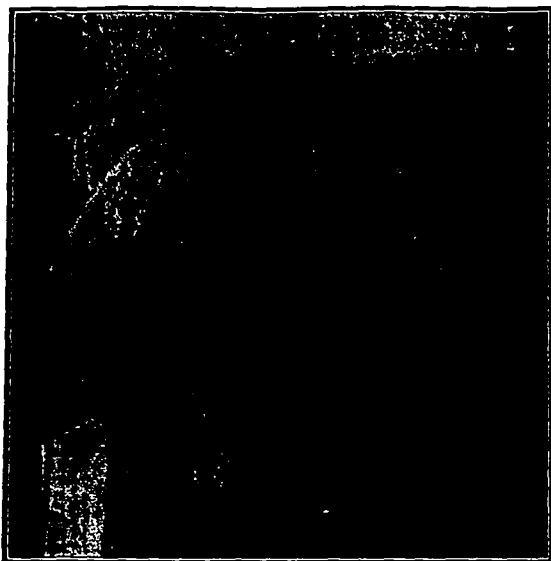
Figura 4.9. (Ref.7).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Todos estos sistemas de tornillos sin fin fabrican morteros más uniformes en su calidad que los mezcladores convencionales. En vez de contar las paladas, los mezcladores añaden una cantidad constante de ingredientes. Pueden proveer el mortero con mayor continuidad. Al momento de encenderlos producirá el mortero. La limpieza en la obra es más simple porque todo el material está en silos. Los materiales no se desperdician, no son robados ni se dañan con el clima. Pero existe algo muy importante, asegurar que el fabricante cumpla a tiempo con el pedido realizado, de lo contrario la obra puede paralizarse y representar pérdidas económicas. Su costo depende del volumen total a ocupar en una obra, además de considerar la distancia desde la planta.

#### **4.3 Aplicación con máquina.**

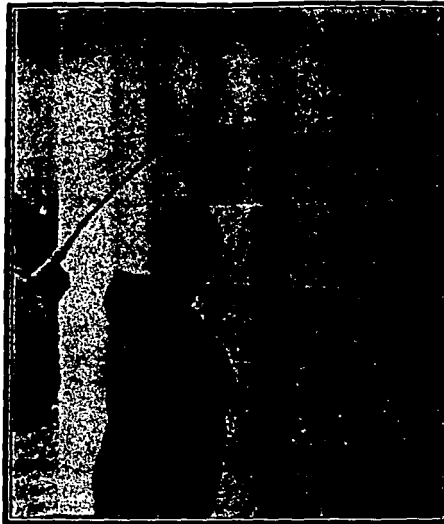
La aplicación del mortero por medio de máquina requiere una planeación previa para que la operación transcurra de manera interrumpida. La bomba de mortero debe estar colocada junto a la mezcladora de mortero y debe tener la manguera suficiente para permitir un bombeo fácil y rápido del mortero desde la mezcladora hasta las superficies que han de ser revestidas. Las longitudes de las mangueras deben estar relativamente derechas y no más largas de lo necesario. Normalmente se usa tubo rígido para acomodar las altas presiones cerca de la bomba y el tubo es acoplado a una manguera flexible de hule en el extremo de entrega del mortero. Para disminuir el esfuerzo en el trabajo del boquillero, se usa una manguera flexible de línea de chicote entre la manguera flexible de hule y la boquilla. La boquilla al final de la línea de bombeo contiene válvulas que dan al operador el control de la descarga a presión por aire y control del volumen de la bomba. Los trabajos de repellido se hacen mas fáciles, como se muestra en la figura 4.10.



Aplicación de aplanado de mortero por medio de máquina.

Figura. 4.10. (Ref.4).

Un buen trabajo de bombeo (figuras 4.11) requiere como condiciones previas, un mantenimiento apropiado durante el bombeo, una limpieza adecuada y un servicio mecánico preventivo apropiado al final del trabajo. Pueden ocurrir obstrucciones de la manguera durante el trabajo, debido a mezclas pobres o a fugas en los acopladores rápidos, colocados entre la bomba, el tubo, la manguera y la boquilla. Una obstrucción requiere la remoción inmediata del material que obstruye y, si es necesario la reparación o reemplazo del equipo. Una presión excesiva puede causar una ruptura de la manguera. El mantenimiento regular preventivo de la bomba debe ser un procedimiento establecido. Al final de la aplicación, la bomba y las mangueras deben limpiarse con agua.



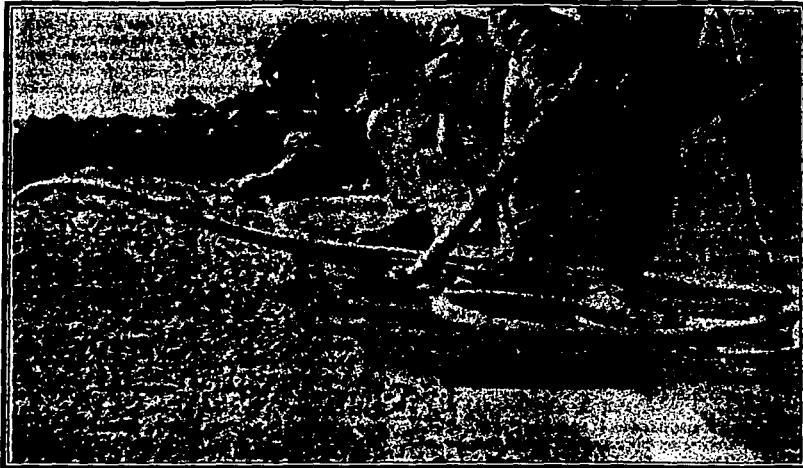
Para aplanar muros de mampostería se recomienda prehumedecer los blocks o tabiques.

Figura.4.11. (Ref.7).

Durante las aplicaciones por bombeo, se mantiene la boquilla aproximadamente a 30 cm. de la superficie. El mortero se aplica al grosor deseado o ligeramente mayor. El boquillero puede cambiar el patrón del rociado y el tamaño del empastado, ajustando la presión del aire, cambiando el tamaño del orificio de la salida, variando la distancia entre la punta de la varilla de aire y el orificio, aumentando o retardando la velocidad de la bomba, o cambiando el contenido de agua, para ajustar la consistencia de la mezcla de mortero. Ver figura 4.12.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





Aplicación de mortero por medio de bomba, en ocasiones se refuerza con malla de gallinero y se le ahoga con llana.

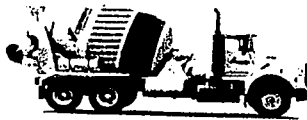
Figura. 4.12. (Ref.4).

La aplicación por máquina elimina las marcas de juntas y traslapes; produce una apariencia más uniforme en color y texturas; y en las capas de acabado coloreadas, produce colores más profundos, oscuros y uniformes que los que pueden obtener por aplicación a mano.

Para darle el acabado final al aplanado es necesario, pasarle la regla para alisarlo. Los fabricantes de las máquinas para aplicar mortero publican instrucciones en cuanto al uso apropiado, el cuidado, y el mantenimiento de su equipo. Estas deben seguirse cuidadosamente.

# **CAPÍTULO.V**

## **ASPECTOS ECONÓMICOS.**

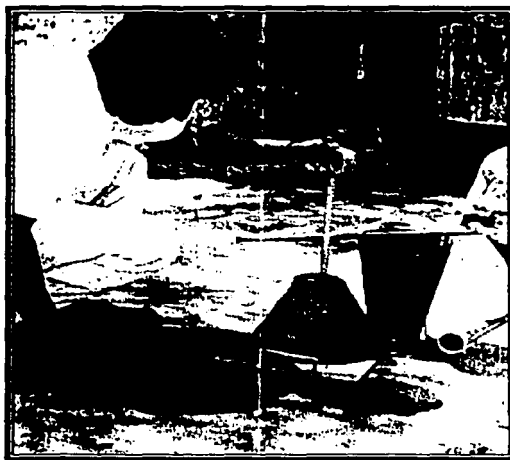


## CAPÍTULO V.

### ASPECTOS ECONÓMICOS.

#### 5.1 Características que presenta el mortero de larga vida.

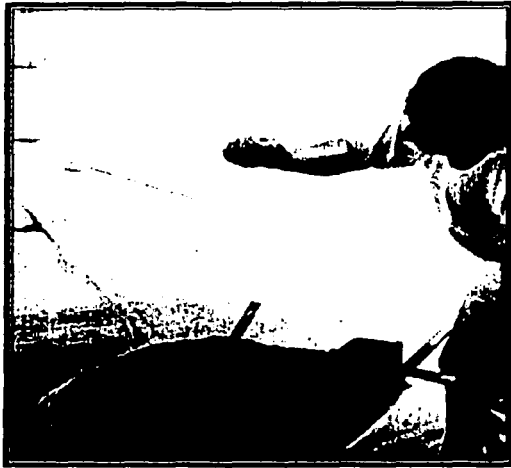
El mortero de larga vida es dosificado, mezclado en una planta y es llevado a la obra en un camión mezclador. Se le llama así ya que puede durar en estado plástico hasta por 72 horas. Este producto después de que se entrega, puede ser almacenado durante la noche y ser usado de nuevo al día siguiente o hasta el tercer día. Los ensayos recientes muestran que el mortero premezclado tiene mejor control de calidad, mayor trabajabilidad y una resistencia a la compresión más uniforme. Las figuras 5.1, 5.2. muestra su revenimiento común y su adherencia. Los aplanados hechos con este material experimentan menos penetración de agua que los hechos con el convencional mezclado en sitio.



Revenimiento común en el mortero de larga vida.

Figura 5.1

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



El mortero de Larga Vida presenta gran adherencia

Figura 5.2

Este tipo de mortero fue utilizado por primera vez en los estados unidos en 1983. Antes de esa fecha se había tratado de usar, pero resultaba antieconómico porque toda la mezcla tenía que consumirse en 2.5 horas según las normas ASTM. Sin aditivos que prolonguen el tiempo de fraguado, era imposible consumir 3 o 5 metros cúbicos de mezcla en menos de 2.5 horas.

Los siguientes ejemplos ilustran los beneficios particulares de cada obra, cuando se utilizó mortero de larga vida.

Cliente : Edificaciones Pedregal, S.A de C.V.

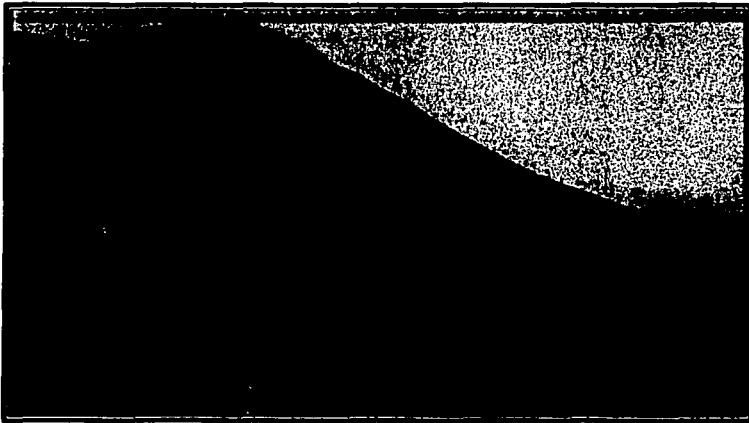
Obra: Canal de riego

Ubicación: Chichimequillas, Querétaro.

Se necesitaba recubrir un canal de riego con una sección transversal tipo trapecioide de plantilla de 30 cm, tirante de 1.20 m y una longitud de 2.2 Km. Las especificaciones del proyecto indicaban concreto premezclado con resistencia  $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$ , acabado fino y agregado máximo de 3/4".

El constructor recomienda recubrir el canal con el mortero de larga vida por las siguientes ventajas:

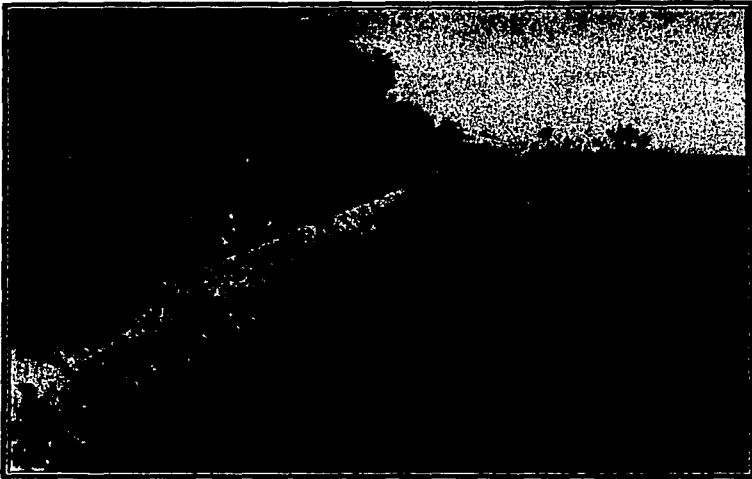
- El mortero de larga vida tiene la capacidad de que al ser vaciado en las carretillas podía durarles toda la jornada de trabajo sin que este se endureciera. En cambio el concreto debía ser utilizado de inmediato antes de que perdiera sus propiedades de fluidez y resistencia.
- Por ser terrenos inaccesibles (Ver figura 5.3). Los camiones revolvedores no tenían acceso a las áreas de trabajo por lo que era necesario llevar el mortero en carretillas.



Canal de riego, Presa de Chichimequillas, Qro.

Figura.5.3.

- Debido a que las paredes del canal tienen una inclinación considerable con taludes de 4:1 (ver figura 5.4) no era posible retener el concreto común debido al agregado grueso, motivo por el cual se empleo el mortero de larga vida.



Canal de riego recubierto de mortero de larga vida.

Figura .5.4.

- El problema anterior, además de poder ser resuelto con mortero, podría haberse resuelto con cimbras para el vaciado del concreto, sin embargo esta solución significaba un gran incremento en el costo.
- Otro de los motivos por lo que se decidió emplear mortero de larga vida premezclado, es debido a que los inconvenientes que presentaba elaborarlo en obra, tales como:

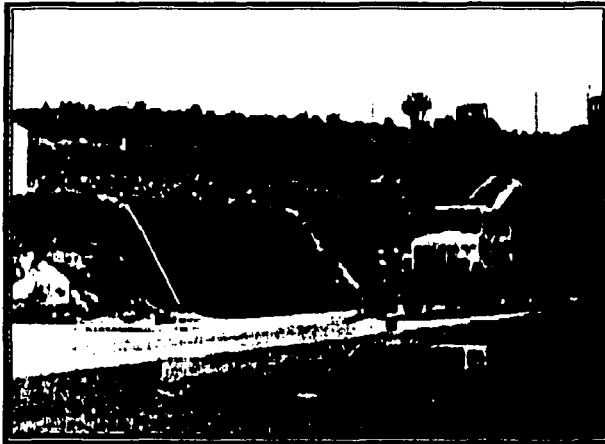
instalación de campamentos, almacenamientos de materiales, mayor requerimiento de mano de obra, además de estar sujetos a las inclemencias del tiempo.

**Cliente de la Concretera: Inmobiliaria Limad. S.A de C.V.**

**Obra: Muro de contención Nave Delphi.**

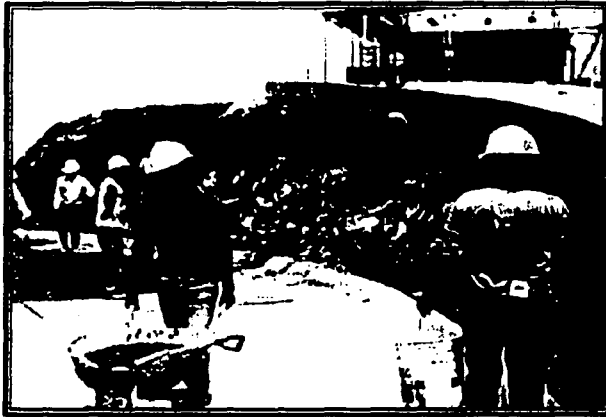
**Ubicación: Parque Industrial Bernardo Quintana. Querétaro, Qro.**

Esta obra consistía en construir un muro de contención como se muestra en las figuras 5.5-5.6. La constructora uso este mortero ya que el analista de costos garantizaba recuperar la inversión del producto en el rendimiento de la mano de obra.



Muro de contención. Parque industrial Quintana, Querétaro.

Figura.5.5



Una vez que es vaciado el material de inmediato se empieza a utilizar.

Figura 5.6

### 5.1.1 Aditivos del mortero de larga vida

El aditivo que retarde el tiempo de fraguado es muy importante en la producción de mortero premezclado. Dicho material mejora las propiedades del mortero fresco. El aditivo puede ser una mezcla de varios aditivos individuales.

En la tabla 5.1 se presenta los productos de la marca Pasa, en la tabla 5.2 los productos Fester y en la tabla 5.3 productos de la marca Sika así como sus usos y rendimientos de todos estos productos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Tabla 5.1

PRODUCTOS "PASA" PARA MORTEROS.

| PRODUCTO         | USOS   | RENDIMIENTO  | PRESENTACION  |
|------------------|--|--|---|
| PROTECTO DIS N   | REDUCTOR DE AGUA EN MORTERO, PARA ELABORAR EN PLANTAS PREMEZCLADORAS. PARA TRANSPORTAR CONCRETO A GRANDES DISTANCIAS. DENSIFICA LA MEZCLA E INCREMENTA SU RESISTENCIA  | DE 100 A 200 CC. POR BULTO DE CEMENTO DE 50 KG. RECOMIENDA EL EMPLEO DE EQUIPO DOSIFICADOR, EN MÁQUINA REVOLVEDORA.  | TAMBOR DE 200 LT. CUBETA DE 19 LTS. CON VALOR DE 18.90 DOLARES. |
| PROTECTO AIRE    | INCLUSOR DE AIRE EN MORTEROS EXPUESTOS A BAJAS TEMPERATURAS, DONDE LA ACCIÓN DE CONGELACIÓN Y DESHIELO ES IMPORTANTE. EN LA COLOCACIÓN DE MORTEROS BOMBEADOS. PARA OBTENER ACABADOS APARENTES DE BUENA CALIDAD | DE 30 A 100 C.C. POR BULTO DE CEMENTO DE 50 KG. RECOMIENDA EL EMPLEO DE EQUIPO DOSIFICADOR, EN MÁQUINA REVOLVEDORA. CHECANDO EL CONTENIDO DE AIRE POR MEDIO DE EQUIPO VERIFICADOR. | TAMBOR DE 200 LT. CUBETA DE 19 LTS. CON VALOR DE 14.50 DOLARES. |
| PROTECTO FLUID N | FLUIDIZANTE Y REDUCTOR DE AGUA, DE ALTO RANGO. SE EMPLEA EN MORTEROS DE ALTA CALIDAD, PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA EN PLANTAS DE CONCRETO, EN OBRAS COMO EDIFICIOS, CANALES, ETC.                           | DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE TRABAJO SE DOSIFICA DE 200 A 500 C.C. POR SACO DE CEMENTO DE 50 KG.  | TAMBOR DE 200 LT. CUBETA DE 19 LTS. CON VALOR DE 16.62 DOLARES. |
| PROTECTO FLUID R | PRINCIPALMENTE COMO RETARDANTE DE FRAGUADO, FLUIDIZANTE Y REDUCTOR DE AGUA EN MORTEROS DE ALTA CALIDAD, PARA INCREMENTAR SU RESISTENCIA EN PLANTAS DE CONCRETO, EDIFICIOS, CANALES, ETC.                       | 200A 500 C.C POR SACO DE CEMENTO DE 50 KG. DE ACUERDO AL RETARDO Y CONDICIONES DE TEMPERATURA.   | TAMBOR DE 200 LT. CUBETA DE 19 LTS. CON VALOR DE 16.00 DOLARES. |

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Tabla.5.2

PRODUCTOS "FESTER" PARA MORTEROS

| PRODUCTO               | USOS  | RENDIMIENTO   | PRESENTACIÓN   |
|------------------------|---|---|--|
| FESTERLITH<br>1500 "R" | RETARDANTE Y FLUIDIFICANTE.<br>CUMPLE CON LA NORMA ASTM C-494.<br>EL ADITIVO IDEAL PARA LUGARES<br>DONDE LA TEMPERATURA AMBIENTE<br>SE ENCUENTRA ENTRE 35° Y 45° C.<br>CUANDO SE REQUIERE TRANSPORTAR<br>EL CONCRETO FRESCO A GRANDES<br>DISTANCIAS MANTENIENDO LA<br>MANEJABILIDAD Y REVENIMIENTO<br>ORIGINAL, POR UN LAPSO MAYOR AL<br>ACOSTUMBRADO, MEJORA LOS<br>ACABADOS, MORTERO BOMBEABLE. | PROPORCIÓN POR SACO DE<br>CEMENTO (50 KG)<br>SEGÚN TEMPERATURA:<br>DE 23 A 35°C: 150<br>A 200 CM3 (0.3 A<br>0.4% CON<br>RESPECTO AL<br>PESO DEL<br>CEMENTO).DE 35<br>A 45°C: 250 CM3<br>(0.5% CON<br>RESPECTO AL<br>PESO DEL<br>CEMENTO). | TAMBOR CON 200<br>LITROS. \$150.88<br>DLS                  |
| FESTARD                | RETARDADOR DE FRAGUADO INICIAL.<br>CUMPLE CON LA NORMA ASTM C-494.<br>POR SUS PROPIEDADES<br>ESPECIALES, PERMITE UNA VARIEDAD<br>DE VENTAJAS PARA<br>ACOMODAMIENTO, RESISTENCIA,<br>RETARDO Y ECONOMÍA EN LAS<br>MEZCLAS QUE FABRIQUE, TALES<br>COMO: CIMIENTOS Y MUROS DE<br>RETENCIÓN: SE OBTIENEN MORTEROS<br>MENOS PERMEABLES.  | POR SACO DE 50<br>KG: MENOS DE<br>18°C: 60 CM3. DE<br>18 A 27°C: 90 CM3.<br>DE 27 A 38°C: 120<br>CM3.   | GARRAFÓN DE 20<br>LITROS CON<br>VALOR DE 15.80<br>DOLARES. |

Tabla.5.3

## PRODUCTOS "SIKA" PARA MORTEROS

|                     |   |  |  |
|---------------------|---|--|--|
| PLASTOCRETE<br>0.25 | REDUCTOR DE AGUA Y PLASTIFICANTE. INCREMENTA LA RESISTENCIA Y LA TRABAJABILIDAD DEL MORTERO. MEJORA EL BOMBEO.  | SE DOSIFICA DE 3.0 A 4.0 ML/KG DE CEMENTO  | CUBETA DE 17 LT<br>TAMBOR DE 195 LT<br>CON VALOR DE 172.00 DOLARES.  |
| PLASTIMENT<br>BV 40 | REDUCTOR DE AGUA, PLASTIFICANTE Y RETARDANTE DE FRAGUADO. REDUCE EL AGUA DE LA MEZCLA HASTA 14 % OBTENIENDOSE ALTAS RESISTENCIAS FINALES, MEJORA EL BOMBEO Y LA TRABAJABILIDAD DEL MORTERO, IMPERMEABILIDAD Y MAYOR RESISTENCIA, MAYOR TIEMPO DE MANEJABILIDAD DEL MORTERO, MENOR SANGRADO Y SEGREGACIÓN, BUENA PERMANENCIA DE FLUIDEZ, ECONOMIZADOR DE CEMENTO | SE DOSIFICA DE 3.5 A 6.0 ML/KG DE CEMENTO  | CUBETA DE 16 LT<br>TAMBOR DE 195 LT.<br>CON VALOR DE 166.00 DOLARES. |
| SIKAMENT 320<br>N   | SUPERFLUIDIZANTE, REDUCTOR DE AGUA DE ALTO PODER. BUENA PERMANENCIA DE FLUIDEZ, OBTENCIÓN DE ALTA RESISTENCIA A CUALQUIER EDAD.   | COMO SUPERFLUIDIZANTE DEL 0.8 AL 1.0 % SOBRE EL PESO DEL CEMENTO COMO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO PODER 1.0 AL 1.4 % SOBRE EL PESO DEL CEMENTO. | TAMBOR DE 193 LT.<br>CON VALOR DE 189.00 DOLARES.                    |

Los mismos factores que afectan a otros aditivos pueden cambiar la efectividad del aditivo que prolonga el tiempo de fraguado: la temperatura del mortero, las proporciones, el tiempo y la secuencia de mezcla. Los fabricantes generalmente recomiendan ciertas dosificaciones iniciales, pero las definitivas deben ser obtenidas por prueba y error. La dosificación puede estar entre 0.30 y 2.0 lt. por cada 50 kg. de material cementante.

El contenido de aire que se añade debe estar controlado. Algunos materiales, como los cementos de mampostería y las arenas finas, pueden incluir más aire que el deseable. Los contenidos altos de aire pueden reducir la resistencia a la adherencia e incrementar la capacidad de deformación. Los contenidos de aire deben mantenerse por debajo del 18 %,

ya que se puede requerir la sustitución de parte del cemento portland por cemento de mampostería.

Cada aditivo que prolonga la vida del mortero usualmente es compatible con los otros aditivos del mismo fabricante: agentes inclusores de aire, impermeabilizadores, inhibidores de corrosión y pigmentos de color. No debe utilizar los aditivos de otro fabricante a menos que garantice la compatibilidad. Esta se señala en la información técnica mencionando sus elementos químicos que contiene.

### **5.1.2 Capacidad de fraguado.**

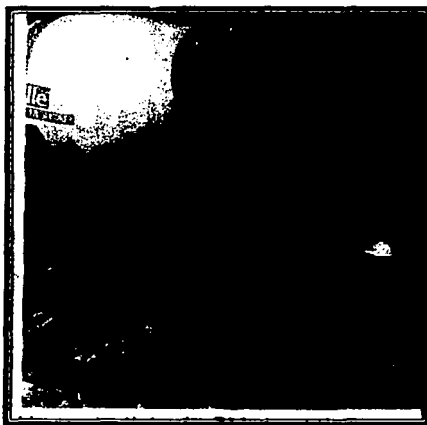
El aditivo extensor de vida mantiene al mortero almacenado en un estado plástico por un periodo específico de tiempo, usualmente entre 1 y 3 días. La cantidad de tiempo puede ser controlada mediante variación de la dosis de este aditivo. El mortero que no sea utilizado en un día debe ser almacenado en contenedores. Pero el mortero colocado en la "mezclera" (recipiente de madera o plástico para mezclar el mortero) no debe ser regresado a la pileta de mortero porque puede iniciar la hidratación del mortero de la pileta. Si es necesario, el mortero puede ser reacondicionado con agua sin que haya un decremento significativo en sus propiedades en estado endurecido.

Cuando el mortero es colocado entre las piezas de mampostería, estas piezas absorben agua y aditivos disueltos. Al absorber el aditivo, el mortero recobra las propiedades de fraguado de un mortero convencional hecho en obra. La velocidad de fraguado depende de la dosis de aditivo que fue proporcionada, el tiempo desde que éste fue añadido, la cantidad de reacondicionamiento y, lo más importante, la cantidad de agua y la rapidez de absorción de las piezas de mampostería. El mortero cerca de los bordes de las juntas generalmente fragua al mismo tiempo que el mortero hecho en obra. La parte media de la junta, que pierde menos agua, permanece suave por más tiempo. Así, la junta puede ser terminada por los albañiles un poco después de lo acostumbrado.

### 5.1.3 Modo de entrega.

El mortero premezclado de larga vida tiene un costo variable en función del volumen comprado, la distancia de transporte y la región de la misma. Este producto puede ser entregado en camiones mezcladores como se muestra en la figura 5.7, embarcado en contenedores sobre un remolque plano, o mezclado en la obra si el proveedor tiene la unidad dosificadora-mezcladora en la obra.

El mortero puede almacenarse en contenedores de 1/5 a 1/4 de metro cúbico. Como recomendación debe evitarse el uso de contenedores más grandes que 1/4 de metro cúbico ya que su movimiento del mismo sería muy problemático por su peso. También debemos considerar que los recipientes muy grandes son muy pesados para los andamios y a menudo no caben por puertas y ventanas. Los contenedores plásticos son de fácil manejo cuando están vacíos y tienen manijas para levantarlos mediante montacargas.



En Estados Unidos en obras grandes y chicas, un camión olla llena los contenedores de mortero. El servicio es confiable y produce un mortero de calidad uniforme.

Figura.5.7. (Ref.7).

#### 5.1.4 Ventajas y desventajas de trabajar con mortero de larga vida.

El mortero premezclado cuenta con los siguientes beneficios:

- \* Permite al operador del mezclador trabajar en otras labores o eliminarlo.
- \* Elimina la inversión de capital en el mezclador y los problemas de mantenimiento y reparación del mismo.
- \* Elimina el retraso inicial en la mañana de llevar el mortero a los albañiles o el pago extra al operador de la mezcladora para que empiece su labor antes.
- \* Elimina el tiempo que los albañiles gastan reacondicionando el mortero.
- \* Elimina el área de almacenamiento de materiales y el área de mezclado. Tampoco requiere limpieza final de esos sitios.
- \* Logra una calidad uniforme en toda la obra.
- \* Mejor control de calidad, mejor trabajabilidad y una resistencia a la compresión más uniforme.
- \* Las paredes hechas con este mortero experimentan menos penetración de agua que las hechas con mortero convencional mezclado en sitio.

Se dice que elimina el área de almacenamiento de materiales ya que en las obras con limitado espacio de trabajo, especialmente las obras urbanas, los contratistas deben rentar espacios para almacenar materiales y equipo. Al eliminar el mezclado en sitio del mortero y el almacenamiento de materiales, el uso del mortero premezclado de larga vida contribuye a bajar este costo de alquiler.

La dosificación del mortero por peso en la planta, en vez de contar las paladas y usar arena de humedad variable, produce una mezcla más uniforme en propiedades y calidad. Las tolerancias en la dosificación por peso que logra son del  $\pm 2\%$  para cada ingrediente. La uniformidad de la calidad no solamente permite la finalización de una obra de calidad sino que también facilita un mejor rendimiento de los albañiles. Evita retrasos debidos a mezclas muy húmedas, muy secas o de poca adherencia. El mortero coloreado tiene menos variaciones y las propiedades del mortero endurecido son mas uniformes.

A pesar que existen muy buenas razones para usar el mortero premezclado de larga vida, el uso de mortero hecho en obra no será abandonado completamente. El mortero premezclado tiene algunas limitaciones. Por ejemplo, en obras muy pequeñas sería difícil justificar el costo de la entrega. También tomemos en cuenta que pasaría si se compraran 6 metros cúbicos de mortero premezclado y luego se presentan tres días continuos de lluvia o que los albañiles no se presenten por algún motivo; esto ocasionaría el desperdicio total del mortero.

Este producto se está desarrollando en México, además existe la norma de la ASTM C-1142 que ayudará a asegurar a los diseñadores que el mortero premezclado es un material totalmente aceptado para uso y probablemente esto estimule a más ingenieros y arquitectos a usarlo.

Un aditivo extensor-retardante en el mortero lo mantiene en condiciones de ser utilizado hasta por 40 horas siempre que este cubierto en las piletas. Después que se coloca en las paredes, se espera un fraguado tan rápido como el mortero mezclado en el sitio.

El mortero premezclado de larga vida, según la especificación ASTM, señala que es un mortero que contiene un aditivo para controlar el fraguado y que es mezclado en una planta central. El mortero premezclado de larga vida puede ser preparado de varias maneras: mezclado en planta y ser entregado por un camión mezclador o en piletas, o hecho en la obra con un camión dosificador mezclador. Puede ser preparado con cemento de mampostería o cemento Portland y cal.

Los constructores en países extranjeros que usan el mortero premezclado dicen que su principal ventaja de usar este producto, es no hacer la "revoltura de mortero" en la obra, por lo que se puede tener más limpia la misma, además de que se obtiene una mezcla más consistente y puede durar hasta dos días.

Sin embargo, la extensión de su vida también puede causar problemas menores. El aditivo extensor de vida, que evita el fraguado rápido del mortero, debe ser absorbido por las piezas de mampostería para que el mortero fragüe. Los contratistas que usan el mortero premezclado dicen que necesita un poco de más de tiempo de fraguar y esto retrasa un poco la construcción de las paredes muy altas.

Experiencias nos dicen; que el mortero premezclado permite el ahorro de mucha mano de obra. Se elimina la persona que mezcla el mortero en sitio, y la persona que lo distribuye entre los albañiles. Una pileta de mortero puede alcanzar para todo un día de trabajo de un albañil. También reduce el desgaste y reparación de los equipos mezcladores.

De observaciones que se han hecho se dice que el mortero premezclado de larga vida se necesita una hora para empezar su fraguado. Por este motivo es recomendable ser precavidos de no construir las paredes altas demasiado rápido. Cuando se construyen paredes, el tiempo de fraguado varía según la condición de humedad de las piezas de mampostería. Se necesita más tiempo para que los ladrillos húmedos absorban el agua y el aditivo y el fraguado empiece a producirse. Si se colocan piezas de recubrimiento en paredes de 6 metros o más altas; puede ser que éstas queden desplazadas de su posición inicial.

Cuando en la obra se decide que el mortero está demasiado húmedo al llegar a la obra, el productor usa un estabilizador en polvo que puede ser agregado a la mezcla para hacerla más rígida. Si está demasiado seco puede agregar agua. El polvo estabilizador (ver tablas 5.1, 5.2, 5.3) es diseñado para que se pueda agregar más agua al mortero. En días calientes de baja humedad, el mortero se hidrata más rápidamente. El polvo y entre 6 y 11 litros de agua se añaden por metro cúbico de mezcla. Si no se agrega agua con el estabilizador, la mezcla se torna rígida.



Cuando no se usa el mortero, se colocan tres centímetros de agua sobre el mortero y se tapa la pileta. Esto evita su fraguado. El contratista puede pedir una vida para el mortero de 1 o 2 días según las condiciones que se le presenten en la obra.

El control de calidad dado por el mortero premezclado asegura una uniformidad de color.

## **5.2 Especificación de nuevos morteros.**

Después de 8 años de estudio y desarrollo, la ASTM, aprobó un compendio de especificaciones para mortero premezclado. Este material está revolucionando el trabajo en mampostería. Gracias al retardante que extiende el tiempo de fraguado, se mezcla en planta y es entregado en obra en camiones mezcladores o contenedores. Al ser entregado este producto puede ser almacenado en contenedores cubiertos que reducen la evaporación. El aditivo retardante lo mantiene en estado plástico por 24, 36 y hasta 72 horas. Además de otras ventajas que mencionamos anteriormente.

En México todavía no se usa por la mayoría de los constructores, ya que no es respaldado por una norma específica como en los Estados Unidos. La norma ASTM C 1142 establece los requisitos mínimos para cuatro tipos de mortero premezclado: RM, RS, RN, Y RO. En la tabla 5.4 se observa las propiedades de estos morteros.

Tabla. 5.4  
Requisitos de propiedades para morteros premezclados. ASTM 1142

| Tipo de mortero | Resistencia mínima a la compresión.(1)<br>(Kg/ cm2) | Retención mínima de agua<br>(%) | Contenido máximo de aire (2).<br>(%) |
|-----------------|---|---------------------------------|--------------------------------------|
| RM              | 175   | 75                              | 18                                   |
| RS              | 125   | 75                              | 18                                   |
| RN              | 53  | 75                              | 18                                   |
| RO              | 25  | 75                              | 18                                   |

1-Resistencia mínima promedio a la compresión a los 28 días.

2-Cuando existe refuerzo estructural en el mortero, el máximo contenido de aire debe ser 12 % de otra forma se debe disponer de resultados de ensayos de adherencia para justificar un mayor contenido de aire.

El contenido máximo admisible de aire para los morteros premezclados es diferente: 18 % si es refuerzo no estructural y 12 % al usarlo con refuerzo estructural.

Según la norma C 1142, un mortero premezclado contiene materiales cementantes, agregado, agua y aditivo de control de fraguado, que es medido y mezclado en un sitio central usando equipo de control de peso o de volumen. Cuando es entregado en obra, el mortero debe ser utilizable por más de 2.5 horas (tiempo máximo para usar un mortero convencional). Solamente puede ser reacondicionado una vez.

Cuatro opciones de cemento pueden ser utilizadas: cemento Portland solo, cemento portland y cal, cemento de mampostería sólo o cemento portland y cemento de mampostería. Estos materiales deben cumplir las normas ASTM para cementos tipo I, II, y III (ASTM C 150), las de cementos de mampostería (ASTM C 91), y la del tipo S de

cal hidratada ( ASTM C 207 ). Los cementos portland o cales con inclusor de aire no son permitidos.

El aditivo de control de fraguado y otros aditivos solamente pueden ser añadidos por el productor del mortero. El productor debe probar que los aditivos no causen o aceleren la corrosión de los metales y no afecten adversamente la resistencia a largo plazo, la durabilidad o la apariencia del mortero. Pero ni ésta y ni ninguna otra norma del ASTM define los requisitos para el aditivo de control de fraguado que hace posible el mortero premezclado. Este aditivo normalmente es una mezcla de retardante, agente retenedor de humedad, reductor de agua y agente inclusor de aire.

A diferencia de la norma ASTM C-270, la nueva ASTM C-1142 es solamente una especificación de propiedades. Esta establece algunos requisitos sobre los ingredientes permitidos, pero no especifica cómo dosificar los ingredientes. La ASTM C-70 permite a los diseñadores especificar el mortero por propiedades o por proporciones.

Existe otra diferencia importante entre la norma C-1142 y la C-270. Solamente el mortero hecho en laboratorio debe cumplir las especificaciones de propiedades de la norma C-270. A pesar que el mortero premezclado sea preparado en una planta de premezclado, las muestras de mortero extraídas en la obra deben cumplir los requisitos de la especificación.

Para obtener el mortero premezclado usando la norma ASTM C-1142, el comprador debe especificar el tipo de mortero (RM, RS, RN, o RO), la vida trabajable del mortero y la consistencia deseada. En el momento de la entrega, el productor de mortero debe dar al comprador la factura que contenga: el nombre del productor de mortero, el nombre de la planta de mezclado, los nombres comerciales de los aditivos usados, fecha, hora de producción del mortero, el tipo específico de mortero solicitado, los metros cúbicos totales a entregar.

El constructor también puede pedir al vendedor que certifique por escrito que los materiales usados y que el mortero entregado cumplen los requisitos de la norma ASTM C-1142. Si el mortero no cumple los requisitos de esta norma, el constructor puede rechazarlo en el momento oportuno.

### 5.3 Costos de los morteros más comunes hechos en obra.

Los morteros hechos en obra pueden variar su precio por distintos factores. Ya sea por la localización de la obra, las inclemencias del clima, el costo de la mano de obra, la renta del equipo y muchos otros que los atañen. En la tabla 5.5 se presenta una lista de precios unitarios P.U. en dólares de los morteros más comunes fabricados en obra, estos precios incluyen IVA. Debemos recordar que estos precios sólo son de la fabricación del producto.

Tabla 5.5  
Morteros más comunes, hechos en obra. (Ref. Neodatás Pribase 1998)

| CONCEPTO                         | UNIDAD | CANT. | P.U<br>(DLS) |
|----------------------------------|--------|-------|--------------|
| MORTERO CALHIDRA-ARENA 1:10      | M3     | 1     | 16.97        |
| MORTERO CALHIDRA-ARENA 1:2       | M3     | 1     | 35.76        |
| MORTERO CALHIDRA-ARENA 1:3       | M3     | 1     | 25.62        |
| MORTERO CALHIDRA-ARENA 1:4       | M3     | 1     | 22.36        |
| MORTERO CALHIDRA-ARENA 1:5       | M3     | 1     | 20.96        |
| MORTERO CALHIDRA-ARENA 1:6       | M3     | 1     | 20.03        |
| MORTERO CALHIDRA-ARENA 1:7       | M3     | 1     | 18.97        |
| MORTERO CALHIDRA-ARENA 1:8       | M3     | 1     | 18.51        |
| MORTERO CALHIDRA-ARENA 1:9       | M3     | 1     | 17.76        |
| MORTERO CEMENTO BLANCO-ARENA 1:5 | M3     | 1     | 93.92        |
| MORTERO CEMENTO-ARENA 1:2        | M3     | 1     | 83.03        |
| MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3        | M3     | 1     | 70.56        |
| MORTERO CEMENTO-ARENA 1:4        | M3     | 1     | 61.59        |
| MORTERO CEMENTO-ARENA 1:5        | M3     | 1     | 53.22        |
| MORTERO CEMENTO-ARENA 1:6        | M3     | 1     | 46.93        |
| MORTERO CEMENTO-ARENA 1:7        | M3     | 1     | 41.68        |

| CONCEPTO                               | UNIDAD | CANT. | P.U<br>(DLS) |
|--|--------|-------|--------------|
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 0.10:1:3 | M3     | 1     | 14.50        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 0.25:1:4 | M3     | 1     | 33.98        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 0.25:1:5 | M3     | 1     | 30.35        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 0.25:1:6 | M3     | 1     | 27.94        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 0.5:1:4  | M3     | 1     | 45.67        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 0.5:1:5  | M3     | 1     | 40.25        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 1:0.25:4 | M3     | 1     | 59.03        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 1:0.25:5 | M3     | 1     | 52.76        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 1:0.25:6 | M3     | 1     | 45.18        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 1:0.5:6  | M3     | 1     | 47.52        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 1:0.5:7  | M3     | 1     | 46.49        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 1:1:10   | M3     | 1     | 37.13        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 1:1:12   | M3     | 1     | 33.58        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 1:1:5    | M3     | 1     | 52.84        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 1:1:6    | M3     | 1     | 50.41        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 1:1:7    | M3     | 1     | 45.51        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 1:1:8    | M3     | 1     | 40.59        |
| MORTERO CEMENTO-CALIDRA-ARENA 1:1:9    | M3     | 1     | 39.23        |
| MORTERO EN SACO DE 50 KG               | TON    | 1     | 69.50        |
| MORTERO DE YESO-AGUA                   | M3     | 1     | 30.23        |
| MORTERO DE YESO-ARENA                  | M3     | 1     | 23.93        |
| MORTERO DE YESO-CEMENTO                | M3     | 1     | 27.54        |
| MORTERO DE YESO-CEMENTO-ARENA          | M3     | 1     | 25.77        |

#### 5.4 Costo del mortero premezclado de larga vida.

El precio del mortero premezclado de larga vida parece ser alto inicialmente, pero al descontar el ahorro de mano de obra los costos son similares. Deben considerarse las variaciones de costo del mortero premezclado según el tamaño de la obra y su distancia de la planta.

El precio del mortero premezclado de larga vida proporción 1:5 cemento arena es de \$ 63.75 dls. por cada metro cúbico. Si lo comparamos con el precio de un mortero tradicional con una especificación similar de la tabla 5.5, nos damos cuenta que es un mortero de precio económico competitivo en el mercado.

Carsa, Apasco, Lacosa, Balsa, Concretos Metropolitanos y otras mas son empresas que trabajan en la ciudad de México y área metropolitana, cualquiera de ellas producen estos "morteros especiales" y si uno es cliente puede obtener descuentos hasta de un 20 %.

### **5.5 Características que presenta el mortero de relleno fluido.**

El mortero de relleno fluido es un material de baja resistencia controlada (MBRC) el cual lo podemos definir como un material cementante que no necesita compactación, usado principalmente como un material de relleno sustituyendo el suelo compactado.

El relleno fluido es mucho más ligero que los concretos tradicionales, es una alternativa económica para los suelos compactados y materiales granulares. El comportamiento de este material es como el de un suelo estable y su fabricación y colocación es como la del concreto premezclado.

Es ideal para usarse en áreas reducidas o restringidas donde la colocación del suelo compactado es difícil, la velocidad del proyecto es importante y se requiere una mejor calidad de la que un suelo compactado puede dar.

Entre las aplicaciones constructivas de uso común tenemos:

- \* Relleno de cavernas.
- \* Areas típicas difíciles.
- \* Rellenos en obras y carreteras.
- \* Rellenos de tanques y tuberías abandonadas.
- \* Nivelación de suelos.

- \* Colocación para ahogar tubería en sistema de agua potable.
- \* Para firmes de pisos.
- \* Trabajo de instalaciones de tuberías de gas.
- \* Facilidad de maniobras en el acabado superficial.
- \* Funciona como base para soportar módulos de vivienda de interés social.
- \* Mejoramiento de suelos.
- \* Estabilización de taludes.
- \* Rellenos provisionales.
- \* Como material de base para pavimentos.
- \* Protección para erosión de suelos.
- \* Plantilla para cimentaciones.
- \* Rampas de emergencia en aeropistas.

El relleno fluido es un material que cruza las fronteras entre suelos y concretos. Es manufacturado de la misma manera que el concreto premezclado, pero su uso muestra características propias de suelos.

Los materiales que constituyen al relleno fluido podrán dosificarse con cemento Portland, puzolanas naturales, cenizas volcánicas, arena, agua y agentes de inclusión de aire.

El relleno fluido cuenta con propiedades de alta fluidez, facilidad en su colocación, es autonivelable, es de contracción controlada, es de bajo peso volumétrico, su valor relativo de soporte (VRS) es igual o hasta mejor que el suelo compactado.

El valor relativo de soporte (VRS) se obtiene de una prueba originalmente desarrollada por el Departamento de Carreteras del Estado de California; actualmente se ha extendido por el mundo. Consiste en una prueba de penetración, en la que un vástago de 19.4 cm<sup>2</sup> (3 pulg 2) de área se hace penetrar en un espécimen de suelo a razón de 0.127 cm/min (0.05 pulg/min); se mide la carga aplicada para penetraciones que varíen en 0.25 cm (0.1 pulg). El valor relativo de soporte del suelo se define como la relación expresada

como porcentaje, entre la presión necesaria para penetrar los primeros 0.25 cm (0.1 pulg.) y la presión requerida para tener la misma penetración en un material arbitrario, adoptado como un patrón, que es una piedra triturada en la que se producen las presiones en el vástago que se anotan en la tabla No.5.6.

Tabla. 5.6  
Presiones para distintas penetraciones del vástago  
En el material patrón. Prueba V.R.S

| Penetración (cm) | Presión en el vástago (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|---|
| 0.25             | 70  |
| 0.50             | 105   |
| 0.75             | 133   |
| 1.00             | 161   |
| 1.25             | 182   |

Los resultados de una prueba de V.R.S se vacían en una combinación de tres gráficas; que se ilustran con en la figura 5.8.

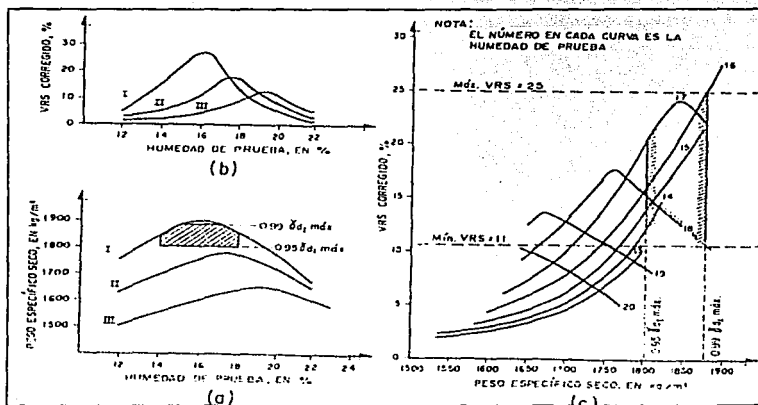


Figura.5.8 Criterio para el cálculo de V.R.S

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



En la parte a) de la figura aparecen gráficas resultado de las pruebas de compactación que se realizaron para fabricar los especímenes en que se efectuaron las pruebas de V.R.S. Las pruebas de compactación serán del tipo de impactos, con energías de compactación decrecientes. En la parte b) de la misma figura aparecen correspondientemente los resultados típicos de las pruebas de V.R.S para los mismos especímenes a que se refiere la parte a), notemos que el V.R.S no es una característica constante del suelo, sino circunstancial y que refleja el contenido de agua y la condición de compactación (energía y método de compactación). En la parte c) se muestra los valores de V.R.S corregido contra los pesos específicos secos de los especímenes probados; cada curva dibujada a pruebas de penetración en que el suelo tenía la misma humedad de compactación, pero fue compactado con diferente energía específica y se obtiene fijando cierto porcentaje de humedad.

El relleno fluido tiene grandes ventajas ya que reduce el tiempo de construcción por su facilidad de entrega, su rápida colocación por lo cual se reduce la minoría de tiempos muertos en espera de pruebas de compactación. Su peso unitario puede variar de 1500 a 1900 kg / m<sup>3</sup>. En la tabla 5.7 se presenta los consumos promedios por cada metro cúbico. Su coeficiente de permeabilidad "k" puede variar de 10<sup>-</sup> m/s a 10<sup>-</sup> m/s, lo que corresponde a un terreno entre arenoso y arcilloso.

Tabla 5.7.  
Consumos promedios por cada metro cúbico:

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| Cemento (kg)                        | 50-130    |
| Arena (Kg)                          | 50-130    |
| Agua (lts)                          | 1400-1600 |
| Aire (%)                            | 170-260   |
| Revenimiento (cm)                   | 20-25     |
| Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )   | 16-25     |
| Valor relativo de soporte ( VRS % ) | 35-200    |

La nueva tecnología del mortero de relleno fluido presenta diferentes componentes que se enlistan en las tablas 5.1, 5.2 y 5.3. En este tipo de mortero es delicada la forma de elaborarlo ya que se utilizan aparatos especiales, como una pistola de aire para generar la espuma y aditivos líquidos.

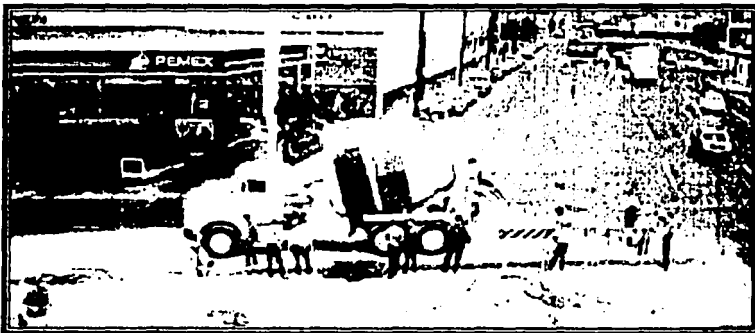
Los siguientes ejemplos ilustran los beneficios, de utilizar mortero de Relleno fluido.

Cliente de la concretera: Constructora De Tijuana

Obra: Red de agua potable

Ubicación: Centro de Tijuana.

Una vez realizada la red de agua potable, se relleno con mortero De Relleno Fluido, se optó por esta decisión ya que no se tenía espacio para almacenar materiales en la vía pública, además se agilizo el tiempo para tapar las sepas. Ver figuras 5.9 y 5.10.



Relleno de zanja con Mortero de Relleno Fluido. En una Avenida principal de Tijuana.

Figura 5.9

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



En una cuantas horas se abre el tránsito de vehículos.

Figura.5.10.

**Obra:** Construcción de Condominios.

**Ubicación:** Playa del Carmen, Quintana Roo.

Las figuras 5.11 y 5.12 se ilustra la utilización del Mortero de Relleno Fluido en las azoteas de los condominios para dar pendiente a las losas, también se colocó en los entrepisos para resguardar las instalaciones.



Colocación de Mortero de Relleno Fluido en entresijos de condominio para nivelar y resguardar las instalaciones.

Figura.5.11



Colocación de Mortero de Relleno Fluido en losa de Azotea para dar pendiente. Playas del Carmen Quintana Roo

Figura.5.12.

Cliente de la Concretera: Compañía Mexicana de Gas

Obra: Instalación de ductos para gas natural.

Ubicación: Centro de Chihuahua.

La compañía Mexicana de Gas instaló ductos de Gas natural en la vía principal del centro de Monterrey. Para no entorpecer la circulación de los automóviles se relleno con mortero de Relleno fluido, ya que en 8 horas los carros ya podían circular sobre esa avenida. Sin necesidad de compactar, ni nivelar por medios manuales. Ver figuras 5.13 y 5.14.



Relleno de zanja con Mortero de Relleno Fluido para resguardar ductería.

Figura.513.



El vaciado de Relleno fluido no requiere personal para extender y nivelar el producto

Figura.5.14.

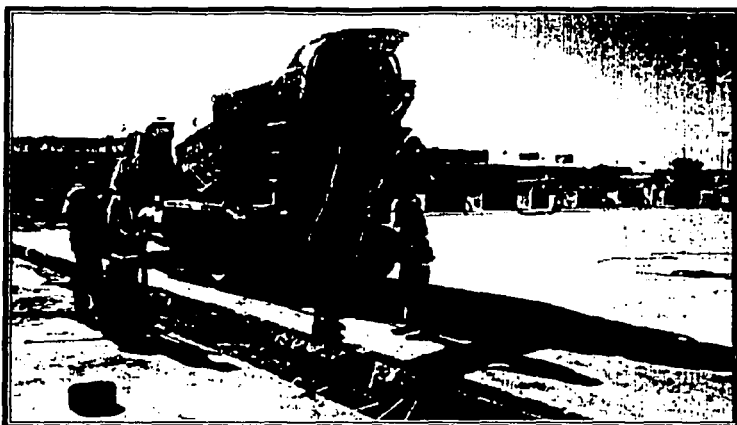
Cliente de la Concretera: General de Tubos

Obra: Relleno de zanja.

Ubicación: Parque industrial Querétaro, Querétaro.

Para rellenar una Zanja se utilizó Relleno fluido. Se optó por este producto por las características de tener facilidad en el acabado superficial, no tener que nivelar el material y por lo tanto se reduce el numero de personal. Ver figura 5.15 y 5.16.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Relleno de zanja con Mortero de Relleno fluido. Parque Industrial de Querétaro.

Figura.5.15



Revenimiento común del Mortero de Relleno Fluido.

Fig.5.16.

Obra: Módulos de la Planta No.24 de Concretos-Monterrey.

Ubicación: Monterrey, Nuevo-León.

El producto de Relleno Fluido fue utilizado para los firmes o plataformas de soporte de las viviendas hechas en serie. Una gran ventaja de este material es que no es difícil de ranurar, por lo cual facilita la excavación para desplantar las dalas perimetrales de desplante y también para las ranuras de las instalaciones sobre el piso. Como se muestra en las figuras 5.17 y 5.18.

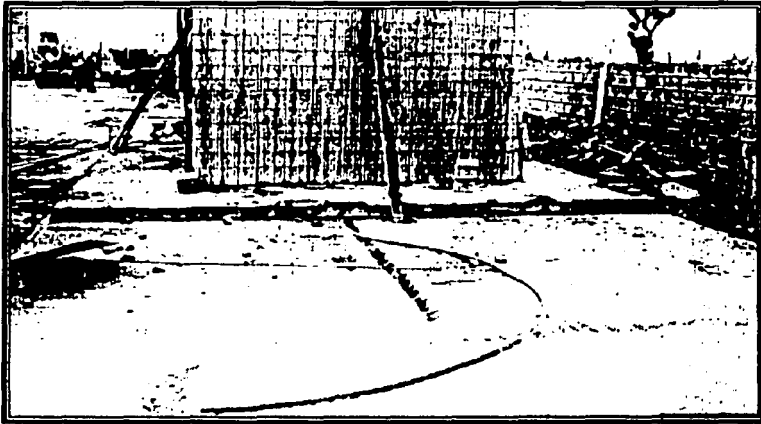


Colado de firmes de Relleno fluido para desplantar casas en serie.

Figura.5.17

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





Los firmes de concreto pueden ser fácilmente ranurados para alojar instalaciones.

Figura.518:

Cliente de la Concretera: Desarrollo y construcciones EVM.S.A de C.V.

Obra: Construcción de Tienda Interceramic Mixcoac.

Ubicación: Río Mixcoac No.5. México D:F.

La obra de tienda Interceramic, ubicada en Río Mixcoac No. 5, presentó el problema de tener 2 tanques enterrados, cada uno de 20,000 litros aproximadamente. Estos tanques existían ahí porque anteriormente había sido una gasolinera. La constructora solucionó el problema con Mortero De Relleno Fluido gracias a su característica de ser autonivelable, ahorrarse mas mano de obra, equipo para abrir y rellenar con otro material. Además se redujo el calendario de obra. Como se observa en la figura. 5.19.



Camión revolvedor descarga en un tanque abandonado de lo que fue una gasolinera.

Figura.5.19.

### 5.6 Costo del mortero premezclado de Relleno fluido.

El precio del mortero premezclado de Relleno fluido, es muy bajo comparado con un concreto de baja resistencia, además por sus características mencionadas anteriormente reducen la mano de obra.

El precio del mortero premezclado de Relleno fluido es de \$ 23.97 dls. por cada metro cúbico. Si lo comparamos con los morteros y/o concretos tradicionales hechos en obra de la tabla 5.5 , concluimos que es un mortero de los más baratos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONCLUSIONES

El Mortero de Relleno Fluido y el Mortero De Larga Vida han sido considerados como materiales novedosos en la industria de la construcción. Actualmente, la necesidad de construir no es como antes.

Los mexicanos han desarrollando en nuestro país la autoconstrucción para sus viviendas y son quienes nunca emplean este tipo de productos. Las constructoras son las mas interesadas en estos Morteros pero que aún así desconfían de ellos. Las concreteras catalogan a estos productos como "especiales".

Para concluir este trabajo mencionaremos en forma general las ventajas de estos productos.

A grandes rasgos mencionaremos las características del Mortero de Larga Vida y Relleno fluido:

Componentes de los morteros premezclados:

- El cemento es el principal componente del mortero, este juega la capacidad de resistencia y dependiendo de la cantidad agua.
- La cal puede ser un componente del mortero que ayuda a tener mejor adherencia a la superficie y mejor trabajabilidad con la pasta.
- El aditivo primordial del mortero de Relleno Fluido es un fluidificante e inductor de aire.
- El aditivo primordial del Mortero De Larga Vida es un retardante.
- Los morteros premezclados deben diseñarse con aditivos según las condiciones que solicite nuestra obra, pueden ser: inductor de aire, acelerantes, retardantes, compuestos anticongelantes, impermeabilizantes, modificadores de adherencia, pigmentos colorantes y otros.

#### Ventajas del Mortero de Relleno Fluido:

- Ahorro considerable del tiempo con respecto a un relleno tradicional.
- Autonivelable por su fluidez.
- No requiere vibrado ni compactación.
- Permite reducir excavaciones por no requerir un espacio para la compactación tradicional.
- Es excavable fácilmente.
- No presenta asentamiento.
- Permite colarse en zanjas estrechas.
- Garantiza uniformidad del relleno alrededor de las tuberías cubiertas.

#### Ventajas Del Mortero De Larga Vida:

- Retarda su fraguado hasta por 72 horas.
- Al momento de ser aplicado funciona como un mortero tradicional.
- Es un mortero hecho en planta y entregado hasta la obra en camión revolverdor.
- Es de mejor calidad.
- Tiene mejor trabajabilidad.
- Tiene resistencia a la compresión más uniforme.
- Elimina el área de almacenamiento de materiales y el área de mezclado.

En general debemos considerar que el Mortero De Relleno Fluido y el Mortero de Larga Vida son avances tecnológicos en la industria de la construcción que hoy en día se encuentran en el mercado y que como profesionales debemos adentrarnos a ellos, ya sea como analista de costos, constructores o encargado de compras, tengamos presente los nuevos materiales que día a día pretenden mejorar la forma de construir y que son productos que aumentan la calidad y rapidez de nuestras obras.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REFERENCIAS

1. - Arq. Esqueda Huidobro Heraclio, Ing. Raúl Huerta Martínez.

Aditivos Para Concreto.

México, D.F.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

1993.

2. - Steven H. Kosmatka ; William C. Panarose.

Diseño y Control de Mezclas de Concreto.

México, D.F

Instituto Mexicano del Cemento y del concreto.

1992.

3. - Gomez Gutierrez Manuel; Huacuja Acevedo Ricardo Javier.

Tesis concreto de muy alta resistencia con aditivo " Silica - Fume.

Acatlán Edo. De México.

1993.

4. - Manual de Aplanados de Morteros de Cemento Portland.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

México D.F.

1992.

5. -Ing. Remigio Arevalo Jose Luis.

Información técnica de Morteros de relleno fluido y de larga vida.

Grupo Carsa Querétaro.

1997.

6. - Olmo Rodriguez Cesar.

Los morteros. Control de Calidad.

Informes de la construcción. no. 433

Septiembre - Octubre 1994. 17 p.

7. - The Aberdeen Group.

Recopilación de la Revista " Masonry Construction " Mortero.

Illinois, USA.

1994.

8. - Ing. Pardo J. Antonio; Ing. Lew P. Nesa.

Concreto de Agregado Pre- Colocado y Mortero de Relleno,

VII. Congreso de Ingeniería Civil.

Guadalajara, Jal.

1967.

9. - Ing. Sánchez De Gúzman Diego.

Tecnología del Concreto y Del Mortero.

Pontificia Universidad y Javeriana.

1976.

10. - Valdehita Rosello Maria Terésa.

Morteros de Cemento Para Albañilería.

Monografías del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento.

1972.

11. -Rellenos y morteros sin contracción.

Tecnocreto. Catalogo general / sección 3.

Naucaipan Edo. De México.

1978.

12. -Normas De Construcción.

Calidad De Los Materiales, Materiales Básicos Libro 4, Tomo 1.

Departamento Del Distrito Federal, Secretaría General De Obras Y Coordinación Subsectorial De Normas.

Especificaciones y Precios Unitarios.

México D.F.

1993.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN