

UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS

FACULTAD DE CONSTRUCCIONES

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL



TRABAJO DE DIPLOMA

**Aplicación de recubrimiento de mortero
en muros de edificaciones.**

Autor: Ailenys Zamora Ferrer.

Tutor: Msc. Ing. Pedro Seijo Pérez.

Santa Clara

2011-20112

PENSAMIENTO

"...aquí está una de las tareas de la juventud: empujar, dirigir con el ejemplo la producción del hombre de mañana."

Ernesto Che Guevara.

DEDICATORIA

*A mi mamá por ser mi guía, mi ejemplo, por tenerme paciencia y
nunca perder la esperanza.*

A mi hermano por ser el mayor regalo que la vida me ha dado.

A mis abuelos que tanto esperaron por ver este momento.

A Julián por haber compartido tantos años de sacrificio.

A Henry por su compañía y por darme las fuerzas para llegar.

A mi familia por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor Pedro Seijo por ayudarme a cumplir mi sueño.

*A todos los profesores que de una forma u otra tuvieron que ver con
mi formación a lo largo de estos cinco años.*

A Yosvany por su colaboración.

A mi mamá y a Julián por apoyarme siempre.

A Dunia por su preocupación.

A Henry por su ayuda incondicional.

A mi familia por su confianza.

A los trabajadores de la ENIA por su colaboración.

A todos:

Muchas Gracias

RESUMEN

El presente Trabajo de Diploma se realizó con el objetivo de elaborar un mortero para revestimiento integral en muros de edificaciones.

Se fabricó una muestra patrón a partir de la cual se fue variando el aglomerante cemento y se mantuvieron los demás parámetros. El mortero se ensayó en estado fresco y después de curado, según establece la NC175:2002 “Morteros de albañilería Especificaciones.”. Todas las mezclas fueron aplicadas sobre el muro de una edificación tanto en el interior como el exterior, para su colocación se utilizó un proyectador de morteros conocido con el nombre de tirolesa.

Para determinar la mezcla adecuada se le realizó a los recubrimientos una inspección organoléptica utilizando el criterio de expertos evaluando la textura, el despegue, el agrietamiento y la pérdida de material al tacto. Los resultados obtenidos en los ensayos físico-mecánicos nos mostraron el comportamiento de los morteros al variar la cantidad de cemento.

El recubrimiento seleccionado presentó buenos resultados en la inspección organoléptica y en los ensayos realizados y brinda mayor economía en los trabajos de recubrimiento.

ÍNDICE

<i>PENSAMIENTO</i>	II
<i>DEDICATORIA</i>	III
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	IV
RESUMEN.....	V
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. Estado del arte de los revestimientos en muros.....	4
1.1 Historia de los revestimientos en Cuba.....	4
1.1.2 Definiciones y clasificación de los revestimientos.....	5
1.1.2.1 Revestimientos continuos conglomerados.....	5
1.1.2.2 Revestimientos discontinuos.....	9
1.1.2.2.1 Piedras naturales.....	10
1.1.2.2.2 Enchapados de piedra artificial.....	12
1.1.2.2.3 Enchapados con material cerámico.....	12
1.1.2.2.5 Enchapados de corcho.....	16
1.1.2.2.6 Recubrimientos de vidrio.....	17
1.1.2.2.7 Recubrimientos plásticos.....	17
1.1.2.2.8 Recubrimientos plásticos.....	18
1.1.2.3 Pinturas.....	19

1.2	Morteros.	28
1.2.1	Tipos de morteros.	28
1.2.2	Propiedades de los morteros.	31
1.2.3	Materiales para preparar morteros. (Jaramillo., SA)	32
1.3	Normas referidas a morteros.	34
	Conclusiones parciales:	37
CAPÍTULO 2. Proyecto y diseño de un caso de estudio.		38
2.1	Diseño experimental.	38
2.2	Caracterización de los materiales utilizados para la elaboración del mortero.	38
2.2.1	Cemento.	38
2.2.2	Árido.	40
2.2.3	Cal.	41
2.2.4	Forma de aplicar el mortero.	41
2.3	Exploración de la zona de investigación.	42
2.3.1	Exploración de la zona de investigación para morteros.	42
2.4	Ensayos a realizar.	43
2.4.1	Determinación de la capacidad de retención de agua.	43
2.4.2	Determinación de la consistencia en la mesa de sacudidas.	45
2.4.3	Determinación de la absorción de agua por capilaridad.	47
2.4.4	Determinación de la resistencia a flexión y compresión.	48
	Conclusiones parciales:	54
CAPÍTULO 3. Evaluación de la solución.		55
3.1	Resultados de los ensayos.	55

3.1.1	Capacidad de retención de agua.	55
3.1.2	Consistencia en la mesa de sacudidas.....	57
3.1.3	Absorción de agua por capilaridad.....	59
3.1.3	Resistencia a flexión y compresión.	61
3.2	Inspección organoléptica.....	65
	Conclusiones generales:	70
	Recomendaciones:	71
	BIBLIOGRAFÍA.....	72
	Anexos	74
	Anexo 1. Procesamiento estadístico de los resultados obtenidos en los ensayos.	74

INTRODUCCIÓN

El revestimiento o recubrimiento consiste en la acción de poner una capa o cubierta en una determinada superficie con el propósito de protegerla y adornarla.

De esta forma, cuando se recubre la superficie siempre el resultado será distinto por la variación del material que se decida emplear. Hay revestimientos que son más sencillos que otros cuya superficie se enaltece volviéndose más llamativa, otros que son rústicos y otros que poseen colores atractivos. El revestimiento puede llevarse a cabo tanto del lado exterior como del interior del lugar donde se esté trabajando.

A la fecha se han desarrollado una gran diversidad de recubrimientos cuya formulación o composición obedece a la solución de un problema específico.

La inmensa mayoría de los recubrimientos cerámicos y pétreos del patrimonio arquitectónico de la humanidad se ejecutaron con morteros de cal, hasta las postrimerías del siglo XIX. En esta etapa se emplearon cementos naturales, más con fines estructurales que como material de agarre, como es el caso de la arquitectura romana.

En todas las civilizaciones y culturas antes del siglo XIX los morteros de cal son el material exclusivo usado en la colocación de revestimientos. Morteros con composiciones bien experimentadas en cada lugar a partir de las arenas disponibles y el óxido cálcico obtenido por calcinación de la roca caliza, como único aglomerante hidráulico, obtenido tras un proceso de apagado de la cal viva con agua.

Desde la progresiva difusión de la patente de Aspdin (Pórtland, Reino Unido, 1824), la formulación de hormigones y morteros desaloja la cal como aglomerante, sustituyéndola, parcial o totalmente, por los cementos industriales. Se gana en resistencia mecánica y un mejor comportamiento frente al agua, pero se pierde la capacidad laborable de los morteros de cal. De hecho, los buenos profesionales seguirán empleando morteros mixtos de cemento y cal hasta el presente, en la colocación de recubrimientos. En estos morteros mixtos no sólo se valora la cal como beneficioso para la adherencia y una cierta

deformabilidad, sino también por su aportación a la laborabilidad, compatible con la consistencia.

Teniendo como antecedentes estudios desarrollados en otros países con materiales y tecnologías disponibles y estudios independientes aplicables en Cuba se pretende demostrar cómo se puede lograr la aplicación de un recubrimiento monocapa sobre muros a base de árido, cemento y otros aglomerantes.

La **problemática de la investigación** radica en la elaboración y aplicación de un recubrimiento mono-capa a base de árido, cemento y cal sobre muros, haciéndolo con tecnología artesanal mediante herramientas de albañilería y accesorios como el “proyector de morteros” (Tirolesa).

El **problema de la investigación** es el siguiente:

¿Es posible lograr un mortero con una laborabilidad tal que se pueda aplicar como recubrimiento monocapa sobre muros de edificaciones?

Se define como **objeto general** los recubrimientos sobre muros.

Se delimita como el **campo de acción** las terminaciones en muros de edificaciones.

El **objetivo general** es lograr una mezcla de mortero, con laborabilidad tal que se pueda aplicar como recubrimiento monocapa sobre muros de edificaciones.

Para llevar a cabo el objetivo general es necesario cumplir los **objetivos específicos**:

1. Ampliar el estado del arte en el tema revestimientos en muros.
2. Establecer las mezclas adecuadas para la fabricación del revestimiento que se aplicará.
3. Evaluar el repello integral aplicado en la edificación.

Las **tareas de investigación** a realizar son las siguientes:

- 1-Revisión de la bibliografía necesaria.
- 2-Ensayar muestras en cuanto a resistencia a compresión, resistencia a flexión, absorción capilar, retención de agua y consistencia.
- 3-Realizar mezclas en condiciones reales de producción para compararlas con los estudios anteriores, donde se realizan las mezclas en condiciones ideales de laboratorio.

La **hipótesis** del trabajo de investigación plantea que:

- ✓ Si logramos obtener una mezcla con una laborabilidad adecuada para revestimiento integral sin que se necesite pintura, será posible aplicarlo en edificaciones.

La **novedad científica** es:

- ✓ Desarrollar las vías para la aplicación de un recubrimiento integral en muros.

Los **aportes** del trabajo de investigación son los siguientes:

Técnico: Demostrar la factibilidad del uso de la técnica de recubrimientos en muros mediante el dispositivo “Tirolesa” y mezclas de mortero debidamente preparadas.

Económico: El recubrimiento integral en muros es mucho más económico que otros recubrimientos utilizados en las terminaciones de edificios, sin que se produzcan afectaciones de calidad, durabilidad y estético-funcionales.

Social: El recubrimiento integral ofrece una solución estética y rápida en las terminaciones de edificios

Los **resultados** que esperamos obtener se definen a continuación:

- ✓ Demostrar la factibilidad técnico-económica de la solución de recubrimiento integral en muros.
- ✓ Diversificar el uso del dispositivo “Tirolesa”.

CAPÍTULO 1. Estado del arte de los revestimientos en muros.

1.1 Historia de los revestimientos en Cuba.

Se conoce que Cuba fue colonizada por España durante cuatro siglos consecutivos, en los que se introdujo su cultura y tradiciones. En el siglo XVI se comienzan a construir en Cuba las primeras edificaciones hechas por los españoles, cuyas paredes de adobe se protegían con revoque de arena y cal; esta última era hasta entonces, un desconocido aglomerante en las construcciones aborígenes. En este mismo siglo, se continúan empleando los revestimientos de cal y arena, y a finales del mismo, fueron colocados sobre muros de mampostería y sillería, protegiéndolos de los ataques de agentes externos. No es hasta el siglo XVIII, que comienzan a revestirse los paramentos exteriores con azulejos traídos de España. Por esta fecha, aparece también, el uso de pintura de cal en exteriores con colores blanco y azul, fundamentalmente.

En los paramentos interiores esta pintura fue también utilizada sobre los revoques predominando el azul, amarillo, rosa claro y verde, no variando en el empleo de cal arena como revoque. En el siglo XIX las terminaciones requieren de nuevos materiales que son capaces de armonizar con las cornisas, recuadros y elementos componentes de la nueva arquitectura, utilizándose en ellos recubrimientos de enlucidos (masilla de cal y yeso) trabajándose con molduras de formas diversas capaces de convertir el diseño en verdaderas pinturas. En exteriores se utilizaron los enchapes de piedra o losa ocultando la estructura, así como enlucidos capaces de preservar los materiales de la humedad y la salinidad del ambiente, además de servir como materiales para la decoración. En las primeras décadas del siglo XX, en Cuba al igual que en otros países, comienza la utilización del mortero en las construcciones, incorporándole el cemento Pórtland, tratándolo primeramente con las técnicas convencionales en las terminaciones. En el transcurso del siglo se fue perdiendo la utilización de éstas, utilizando variantes más simples y rápidas a partir de cemento Pórtland. Además, se han incorporado nuevos

materiales, tanto artificiales como naturales con nuevas características y dimensiones que han enriquecido los revestimientos. (Catá, 1985)

1.1.2 Definiciones y clasificación de los revestimientos.

Definición

El revestimiento o recubrimiento consiste en la acción de poner una capa o una cubierta en una determinada superficie con el propósito de protegerla y adornarla. (Construmática, 2012)

Clasificación de los revestimientos.

Los revestimientos se pueden clasificar según sea su ubicación en el espacio: techos, suelos o paredes. Es una clasificación pertinente, ya que debido a las condiciones que han de cumplir según sea esa ubicación las exigencias son muy diferentes.

Los revestimientos se clasifican según su forma de colocación en:

1-Revestimientos continuos conglomerados.

2-Revestimientos discontinuos.

1.1.2.1 Revestimientos continuos conglomerados.

Los revestimientos continuos conglomerados son aquellos que presentan terminaciones sin juntas utilizando pastas o morteros de conglomerantes: yeso, cal y cemento conjuntamente con el árido y el agua y son preparados a pie de obra.

La clasificación de los revestimientos continuos conglomerados se hace difícil por tratarse de técnicas constructivas muy antiguas en la historia y variadas en el tiempo y en el lugar.

Guarnecidos: Terminación muy poco usada en Cuba y sirve para denominar todo revestimiento que se tiende sobre una superficie vertical u horizontal, ya sea como acabado o como obra preparatoria, se trata simplemente de una obra de albañilería. (FC, 2004)

El guarnecido incluye varias capas con mortero las cuales son:

- Enfoscado o resano.
- Revoco o repello.
- Enlucido.

Enfoscado o resano: Según la RC-3128 y Jesús Gonzales Martín los enfoscados son un

tipo de revestimiento continuos ejecutados con mortero de cemento, de cal o mixto. Por lo general se usan como base o soporte para otro tipo de revestimientos continuos o incluso como base para la aplicación de pinturas.

Para preparar la superficie con el hacha se repica el área de trabajo, produciendo, por el desprendimiento de pequeñas partículas del hormigón, una base más rugosa. Estas marcas o desconchados abarcarán toda el área, sin quedar entre ellas, separaciones mayores de 100 mm.

El espesor de la capa de mortero se encuentra entre los 20 y 30 mm. No se recomienda aplicar capas de espesores mayores ya que el peso mismo puede producir desprendimientos. También el calor de retracción generado durante el proceso de fraguado puede provocar grietas.

Repello o revoque: Es la segunda capa del revestimiento, que es aplicada sobre el resano, la cual nos puede ofrecer una superficie que permite el decorado final cumpliendo la capacidad de proteger a la estructura de los agentes ambientales y darle el aspecto agradable estéticamente o una base uniforme para aplicar posteriormente un acabado final; de forma general se plantea que sus espesores oscilan entre 1 y 2 cm.

Para exteriores, es costumbre utilizar morteros de cal, mortero bastardo o mortero de cemento Pórtland. También se realizan diferentes combinaciones a base de una capa gruesa de mortero de cal, o de cal-cemento, que constituye la base para una capa fina de cemento Pórtland.(Cusa, 1974)

Tipos de revoco. Técnicas de ejecución.

- **Revoco liso lavado:** Es un revoco sencillo que no produce engaño dan apariencia pétreo aunque se despiece. Muestra un noble aspecto de revestimiento, protección, fino en textura y delicado color. Para su aplicación se humedecerá la superficie sin saturarla y sobre un área que permita ser trabajada en forma adecuada, se harán las primeras aplicaciones del mortero de manera que se adhiera y a continuación, con la llana metálica, formando casi un ángulo recto con la superficie, se continuará el alisado hasta lograr el aspecto deseado.(Rodríguez, SA)
- **Repello fino:** Se aplica sobre el resano y constituye una superficie de grano fino, de dos mm o menos de espesor; es uno de los revestimientos más económicos que existen. El mortero empleado es de un grano más fino que el resano y se le añade cierta cantidad de hidrato de cal para darle mayor plasticidad. Con este se logra una

superficie lisa por el menor tamaño de los granos de arena y utilizando la frotada de goma. Se usa tanto para interiores como exteriores. Se procede casi siempre a aplicarle pintura para tapar sus poros y hacerlo impermeable. (Hernández, 1980)

- Repello grueso: Aunque en las construcciones se emplean del mismo modo los términos resano y repello grueso, se clasifica el repello grueso como un acabado, dependiendo de la granulometría del material o materiales inertes, siempre y cuando constituyan una superficie plana. En construcciones muy económicas, se aplica como única capa, es decir, siguiendo las normas del proceso constructivo del resano, aunque el frotado se hace con mas esmero y se pinta posteriormente. Esto no excluye el utilizar un repello grueso sobre una capa base de resano y considerarlo como un repello más en dos capas. (Hernández, 1980)
- Revoco mate: Este revoco está compuesto por una mezcla de yeso blanco y escayola en la proporción de tres partes del primero por una de la segunda y amasadas con agua de cal, para retardar el fraguado. El tendido se hará con llana y antes que seque la pasta se dará sobre la misma una capa de jaboncillo extendido con muñeca y sobre el cual se volverá a pasar la llana. (FC, 2004)
- Repello brillante: Es una masa compuesta y extendida, se ejecutará el brillo aplicando, una vez seca dicha pasta, una mano de aguarrás ligeramente extendida y bruñida con muñequilla, hasta conseguir la evaporación del aguarrás. (FC, 2004)
- Betún: Es un tipo especial de repello fino, que no necesita pintura e imita la piedra caliza cuando se ha despiezado (rayado que simula piedra de cantería), o simplemente mantiene la apariencia de un repello más. Para el repello tipo betún se emplean morteros especiales, que son más resistentes y duraderos, a base de arena, cemento gris o blanco, hidrato de cal, polvo de piedra (de caliza corriente o de algún tipo especial) y a veces partículas de mica. Se aplica sobre una base o resano y se ejecuta con el mayor esmero posible en cuanto a dosificación de mortero y frotado. El betún es aquel tipo de repello que no necesita pintura y tiene mortero de composición especial. (Hernández, 1980)
- Repello rústico: Es aquel cuya superficie no es plana, sino que tiene cierto relieve, producto de su construcción y del efecto que se quiera lograr. Se aplica sobre un resano, no directamente sobre este, sino mediante el uso de una tela metálica o malla, pasándolo a través de esta. Los tipos de repellos rústicos van a estar dados de acuerdo con el tipo de malla que se utilice en su construcción, es decir que según la dimensión de los huecos de la malla será la textura que se obtenga. Los repellos

rústicos se usan con fines estéticos, generalmente en fachadas, ya que forman una superficie áspera no apropiada para interiores. (Hernández, 1980)

- Revoco a la rasqueta: Utilizando un fratás, se extienden dos capas de mortero de cal y arena gruesa sobre la superficie, una a continuación de la otra. Cuando está seca, se aplica la rasqueta en una inclinación de 45° sobre la horizontal, cuidando de no descubrir la primera capa. Luego se efectúa el despiece de paños, y finalmente se barre con un cepillo de crin. (Construmática, 2012)
- Revoco a la tirolesa: Se realiza extendiendo una capa de mortero de aproximadamente 3 mm o más, mediante el uso de un fratás; luego se procede a tirar con medios mecánicos, una primera capa normal al paramento y a continuación, se tiran sucesivas capas sobre el paramento calculando una inclinación de 45°. El espesor y granulado del revoco se obtiene de acuerdo al número de capas aplicadas. Este revoco permite una superficie rugosa o rústica e impermeable. (Construmática, 2012)
- Revoco a "La Martillina": Utilizando fratás se extiende una capa de mortero de cal con arena gruesa; seguidamente se aplica otra capa de mortero de cal con arena fina, y se realiza el bruñido de la superficie. Si lo desea, se marca el despiece y se lava la superficie con brocha y agua. Finalmente se efectúa el picado con martillina a dos bocas. Finalmente se pasa el cepillo de crin para limpiar el granillo suelto. (Construmática, 2012)
- Repello raspado : Cuando el revoque, que ha sido lanzado primeramente con fuerza por medio de la paleta y alisado después con la llana, comienza a endurecerse, se procede a rascar la superficie de manera uniforme, usando al efecto una cuchilla o herramienta especial que le sustituya. El cepillado del mortero a medio secar se realiza con peines de alambre, madera o chapa de hierro, que al pasar, ocasionarán pequeñas erosiones, haciendo saltar algunos granos de arena recordando a la piedra lavada. Acabado el revoque conviene pasar una escoba de cerdas duras por encima del mismo, con el fin de limpiar la superficie del paramento y arrastrar los granitos de arena que desprendidos durante la operación anterior hayan podido quedar sueltos. (FC, 2004)
- Repello pétreo: Este acabado permite una terminación tipo piedra natural. Se utiliza con eficacia en paramentos donde pueden existir problemas de humedades, pues está realizado con un mortero de cemento impermeable. Se aplica extendiendo el mortero con llana, en una sola capa, apretando sobre la superficie; a continuación se realiza un bruñido, y cuando el mortero comienza a fraguar, se lava con un cepillo de crin y agua,

hasta que los granos del árido queden en la superficie. (Construmática, 2012)

- Repello estilo Munich: Se llama así al terminado que se originará procediendo a un alisado de un mortero de grano grueso, lanzado con el auxilio de la paleta tan pronto como haya comenzado a fraguar. La operación se realizará rápidamente, apretando suavemente la llana en dirección perpendicular al suelo, originando las estrías que son su principal característica, dichas estrías aparecen más regulares y abundantes, presentando poca profundidad. (FC, 2004)
- Revoco esgrafiado : Los esgrafiados consisten en una superposición de capas de mortero de cal teñidas, que tras su aplicación sucesiva y en fresco aún su última capa, se trasladan por estarcido los dibujos previamente preparados en cartón, para que acto seguido y con las herramientas adecuadas, proceder al rascado y eliminación de las capas exteriores en las zonas previstas, dejando visibles las de abajo, diferentemente pigmentadas, de modo que la exterior, la más clara, queda de fondo de la composición. El muro debe ser absolutamente plano, para evitar desigualdades en el grosor de las capas, y deberá estar realizado todo del mismo material y ser poroso. La técnica es simple: El enfoscado será aplicado con impulso, o paletadas, y dejándolo rugoso para mejor adherencia del revoco. (FC, 2004)

Enlucidos: El enlucido se emplea para dotar a las paredes de la casa y techos interiores de una superficie fina, suave, lisa y apropiada para que, a continuación, la pared pueda ser decorada o tratada a base de pintura o papel. El enlucido se realiza con yeso, que proporciona un aislamiento térmico, acústico y protege contra el fuego.

Existe básicamente dos formas o métodos para realizar el acabado en yeso: el tradicional, por medio de un enlucido de yeso húmedo; y el moderno, en donde se utiliza un cartón-yeso que se denomina revestimiento seco. (Pérez., 2010)

1.1.2.2 Revestimientos discontinuos.

Los revestimientos discontinuos no son más que aquellas capas superficiales aplicadas sobre un muro a base de elementos de forma y dimensiones definidas, y que tienen por objetivo dar a dicho muro unas características fisicoquímicas superficiales determinadas como son el aspecto formal, la textura, la resistencia. (FC, 2004) Este revestimiento está constituido por diferentes materiales de distintas procedencias, características y especificaciones, como son: piedras naturales, artificiales, cerámicas, maderas, corcho, vidrio, plásticos y metálicos.

1.1.2.2.1 Piedras naturales.

Por lo general se extraen del yacimiento en grandes bloques que después son cortados a los tamaños que se requieren. De acuerdo al tipo de superficie que se quiere lograr, en una o en varias de sus caras se les dará tratamiento o no.

Las piedras naturales más utilizadas en la construcción son: areniscas, basaltos, calizas y granitos. (Valle., SA)

- Areniscas: Está compuesta de granos angulosos y redondeados, están cementadas constituyendo una masa sólida. El cementante puede ser sal de sílice, carbonato de calcio, óxido de hierro o material arcilloso. Su color, dureza y durabilidad es muy variada. En general es una buena roca para la construcción, a excepción de la arenisca arcillosa que es porosa y se desmenuza al absorber agua. Las areniscas se emplean en mampostería y escultura, pero no son apropiadas para los concretos. (Venezuela., 1962)
- Basaltos: Se trata de una roca de origen volcánico de color gris oscuro o negro azulado, compuesta principalmente de feldespato, originado por la consolidación de los alcanos y angitos. De estructura muy compacta es típica su disminución en cristales hexagonales. Resulta un material de increíble dureza, por ende, muy difícil de labrar. (Venezuela., 1962)
- Calizas: Estas rocas están formadas principalmente por carbonato cálcico; al encontrarse muy extendidas en la naturaleza constituyen una excelente piedra de construcción que se emplea en mampostería y como materia prima para la fabricación de aglomerantes. Las calizas pueden ser amorfas y cristalinas. Las primeras, constituyen materia prima para la fabricación de la cal viva y el cemento, mientras que las segundas, son conocidas bajo la denominación genérica de mármol. (Venezuela., 1962)
- El Mármol: De estructura granular, se halla mezclado con diversas sustancias que le proporcionan su variadísima gama de colores, así como la presencia de grandes manchas y veteados. Ambas cualidades, unidas a su resistencia ante el paso del tiempo y la acción de los agentes atmosféricos, y sobre todo, la facilidad de pulimento y de regeneración de la superficie que presenta exteriormente, hacen de este material un elemento inapreciable para enchapados y losas de pavimentación. Según la forma del acabado de la pieza, que dependerá de las manipulaciones a que sea sometida, el

mármol podrá ser rústico, arrugado, de labra media, de labra fina y pulimentado.(Rodríguez, SA)

- Granito: Es una roca ígnea y es la utilizada en la construcción, es una roca de grano grueso mediano o fino, está constituida por una mezcla de feldespato, cuarzo y mica como elementos principales. La mayoría de las veces es de color gris, aunque puede presentar tonos rosas, verdes o amarillos, de coloración variable según la abundancia de los minerales que lo componen. Se trata de un material de construcción de gran calidad, apto para resistir grandes cargas. Sus usos son diversos.(Venezuela., 1962)

Enchapados de piedra natural.

Este revestimiento es el que se efectúa con placas de piedra natural. Tiene que realizarse con placas de escaso grosor. De la misma se tiende a conseguir un efecto meramente decorativo y pueden presentarse de forma pulimentada o rústica. Esta facilidad la brinda debido a que es una piedra labrada de cantera, convirtiendo así, la vulgaridad de una pared anodina, en un destacado centro de interés. (Domínguez, 2011)

Colocación del enchapado de piedra natural.

Se consideran dos casos, según se trate de grandes placas pulimentadas (granito y mármol), que deban cubrir una superficie de manera uniforme, o bien de piezas pequeñas de acabado basto o rugoso, con las que se pretende conseguir una imitación de cantería, mampuesto o sillares. Estas piezas se suelen colocar con las juntas vistas, es decir, dejando entre ellas unos huecos más o menos ostensibles, que pueden dejarse huecos o rellenarse con mortero. Estas piezas se fijan a la pared tomándolas igualmente con mortero sobre la superficie de agarre. (FC, 2004)

Resulta muy conveniente proceder a colocar las piezas a medida que vaya a construyéndose el muro, el cual debe estar correctamente húmedo, lo que facilitará el trabajo.

Es aconsejable también, que el aplacado no quede en contacto con las juntas de la pared, para lo cual, se situarán las piezas con separación de unos 2cm respecto a la misma, rellenándose después el hueco vertiendo mortero muy fluido y por último se procederá a un anclaje de las placas a la propia obra de fábrica. Si la superficie a revestir es relativamente de poca altura, al no cargar excesivamente el peso del material sobre la parte inferior, se podrá prescindir de anclaje, fijándolas directamente con cemento rápido.

Estas piezas pequeñas, son muy fáciles de colocar, siempre que se encuentren una superficie de agarre perfectamente plana. (FC, 2004)

1.1.2.2.2 Enchapados de piedra artificial.

La piedra artificial es la resultante de una mezcla de cemento Pórtland, gravilla fina o arena y en algunos casos polvo de ladrillo que, una vez haya fraguado, adquirirá una compacidad y una resistencia muy similar a las del hormigón, al mismo tiempo que su textura guardará razones de semejanza con la piedra arenisca. La arena utilizada es por lo general arena sílice y caliza molida, y el cemento Pórtland puede ser sustituido por cemento griffi. Para mejorar la mezcla se introducen agentes impermeabilizantes para obtener un material totalmente hidrófugo. (FC, 2004)

Colocación.

Antes que nada, la superficie a revestir deberá hallarse absolutamente limpia, no tendrá yeso ni polvo, ni tampoco deberá encontrarse pintura de ninguna clase, ni siquiera un ligero encalado. Antes de proceder a su colocación, las plaquetas deberán ponerse en remojo, para que absorban toda el agua que admitan.

En cuanto el mortero de agarre su dosificación será de 1:5 (cemento Pórtland y arena carente de arcilla). No son aconsejables altas dosis de cemento y es imprescindible pintar el reverso de las plaquetas con lechada de cemento. (FC, 2004)

Su colocación es similar a cualquier labor de enchapados de piezas que requieren un mortero de agarre. Si las juntas que quedan vistas se quiere que aparezcan coloreadas, se agregará al mortero los colorantes deseados.

Colocado el revestimiento sobre la obra, tendrá que conservarse la humedad de la superficie durante 3 ó 4 días.

1.1.2.2.3 Enchapados con material cerámico.

Los materiales cerámicos tienen por base la arcilla en sus distintas variedades, donde además del compuesto principal de alúmina, se encuentran presentes distintos óxidos con los cuales forman aluminatos de naturaleza muy compleja. Los óxidos de más frecuente aparición son los de hierro, silicio y calcio. En todos estos materiales se explota la propiedad que poseen de poderse modelar con facilidad en forma de barro crudo y de adquirir gran dureza por efecto de la cocción. En su estado natural la arcilla es

inapropiada para la fabricación de vasijas y demás objetos, pero basta amasarla con la cantidad de agua conveniente para transformarla en una masa plástica, es decir, susceptible de adquirir y conservar las formas más diversas. (Valle., SA)

La clasificación más sencilla puede ser:

1. **Moldeados de barro colado** (Imitación a ladrillos): Están constituidas por plaquetas de arcilla desengrasadas especiales, cuidadosamente seleccionadas y sometidas a un minucioso proceso de fabricación suele adicionarse pequeñas cantidades de feldespato, para garantizar la acción aglomerante de la masa y también un pequeño porcentaje de óxido férreo. (FC, 2004)

Colocación.

Las piezas deben sumergirse en agua antes de su empleo para saturarse, aunque la absorción sea muy baja. Se realiza la comprobación del nivel del muro y la limpieza de la superficie del soporte, para la colocación se emplea cemento rápido o mortero.

2. **Moldeados esmaltados y vitrificados**: Son aquellos que están constituidos por piezas de tierra cocida barnizada, con cuya variante se obtiene un material brillante, de características muy acusadas, conocido en sus variedades populares con el nombre de azulejos. (FC, 2004)

Tipos de azulejos. (FC, 2004)

Los tipos de azulejos pueden resumirse en:

- **Azulejos corrientes**: Son los utilizados normalmente en la construcción como materia de acabado de obra. Ofrecen la cara esmaltada de color liso o jaspeado (color entero).
- **Azulejos artísticos**: Son piezas de superior calidad que presentan una solución de tipo ornamental, mediante dibujos que pueden formar una unidad independiente, expresada en cada baldosa o como fragmento de un dibujo, que se compone de varias piezas.

Colocación.

Según la RC-3131, Gustavo Domínguez y Orge Hernández las superficies que se van a recubrir con azulejos deben estar previamente preparadas. Si son paredes, llevarán un resano que empareje las irregularidades. Debe cuidarse que estén bien las escuadras, plomos y niveles de las superficies, para que al asentar los azulejos no queden

irregularidades y defectos. Uno de los principales secretos de la colocación de este material consiste precisamente en la preparación previa, adecuada, de las superficies sobre las cuales van a ser asentados. Además, deberán estar bien mojados tanto los azulejos como las superficies. En cuanto a su forma de colocación, puede ser a junta corrida, a matajuntas o a cartabón. La primera es la forma más usual para todos los fines, tanto por su facilidad de colocación, como por su lucimiento.

El punto clave en el lucimiento de un local azulejado es la repartición correcta antes de comenzar el trabajo. Debe estudiarse la forma de disposición de la hilada de replanteo antes de comenzar, para buscar la mayor cantidad posible de coincidencias de juntas con aparatos y de las juntas de pared con las de piso, cuando el piso vaya del mismo material. (Hernández, 1980)

3. **Moldeados de gres:** El gres es un material cerámico que se diferencia de los anteriores en que su masa es compacta y no porosa, conseguida por la mezcla de arcillas muy seleccionadas que sean susceptibles de vitrificar a baja temperatura. En esta elaboración suele recurrirse a dos o más arcillas, por lo general, unas de ellas de tipo refractario. Los productos de gres presentan una extraordinaria compacidad y son impermeables. (FC, 2004) Por sus características pueden más bien ser considerados porcelana.

Colocación.

Las piezas grandes, se toman de una en una sobre la superficie a revestir, mientras que las pequeñas, van dispuestas en paneles, formando placas compuestas.

Tanto en uno como en otro caso, habrá que constatar el nivel del paramento, que deberá presentar una superficie de agarre perfectamente plana. En el caso de que no sea así, se rectificará con un mortero de cemento y arena. La colocación del revestimiento de gres se hace, en general, como la del azulejo.

Al colocar la plaqueta se deben prever juntas de dilatación cada 6 m como máximo, tanto vertical como horizontalmente, estas juntas deben llegar hasta el paramento y si es preciso, se rellenarán con mástique o mortero plástico. En cuanto a las plaquitas mosaicos presentadas en paneles, van pegadas sobre un papel, que actúa de elemento de cohesión, el mosaico de gres va pegado al panel por medio de un adherente plástico que es soluble por la acción del agua caliente. Por lo tanto, una vez fraguado el cemento de fijación, se procede a empapar el papel, que habrá quedado en la parte de encima, con

agua hirviendo, dejando que el agua penetre por los poros y actúe sobre el pegamento, para disolverlo. Al cabo de unas horas, poco más o menos y cuando se inicia el secado natural del papel, con un rápido tirón será separado fácilmente del mosaico. (FC, 2004)

La limpieza del gres ya colocado, se hace, primeramente, antes del rejuntado, para quitar los restos de mortero y las suciedades de mayor tamaño. Por último, la operación de rellenado de juntas se realiza con una lechada de cemento, empleando el cemento blanco o coloreado.

1.1.2.2.4 Enchapados de madera.

La madera

Es un material orgánico, utilizado en las construcciones desde tiempos remotos. Se entiende como madera como material de construcción, la sustancia fibrosa y dura que forma el tronco y las ramas gruesas de determinadas árboles, que a través del uso y la experiencia han permitido recomendar su empleo. (Valle., SA)

Los acabados de obra con madera ya sea en paredes o techos, resultan elegantes y confortables.

Colocación de los revestimientos de madera.

Todos los revestimientos de madera pueden encolarse directamente a la pared, siempre que la superficie que vaya a recibir las placas o paneles, esté perfectamente aislada y sea plana. Existiendo la verticalidad y nivelación suficientes, las piezas se podrán fijar con facilidad con el solo empleo de adhesivos adecuados.

En caso de que la superficie a revestir presentase imperfecciones o fuese irregular, resulta indicado interponer un revestimiento complementario a base de tableros contrachapados o aglomerados, que serán los que se peguen a la pared, encolando encima de ellos el material de revestimiento.

Sin embargo, a pesar de que el sistema indicado es el más fácil de emplear, debe aconsejarse la utilización de cualquier método indirecto, disponiendo las piezas de madera sujetas con clavos o tornillos a un entramado de madera corriente, formando un marco en la pared, a la que irá fijando mediante tornillos, clavos o un adhesivo de tipo plástico, intercalando por su centro y en sentido horizontal nuevos listones con una separación máxima de 60 cm.

Este entramado debe sustituirse por un emparrillado, cuando se trata de superficies muy grandes, y a su vez puede reducirse en instalaciones interiores de viviendas, en las que suelen manejarse dimensiones pequeñas, por la simple instalación de dos o tres listones horizontales y paralelos entre sí, con separaciones de 60 cm y a medio empotrar en el muro. Incluso, estos listones pueden eludirse, recurriendo al empleo de tacos de madera.

En cualquier caso, lo que se pretende es que el material de revestimiento, no apoye directamente en la pared, sino que quede separado unos cuantos milímetros de la misma, con lo que se obtiene una cámara de aire que constituye un perfecto aislamiento térmico y acústico. (FC, 2004)

1.1.2.2.5 Enchapados de corcho.

El corcho se obtiene de la corteza del alcornoque, una especie que crece sobre todo en áreas de clima mediterráneo. Está compuesto por células poliédricas muy unidas entre sí, prácticamente vacías en su interior y muy impermeables. Es muy resistente a las lluvias, las sequías y las altas temperaturas, por lo que se trata de un material óptimo para aislamiento térmico. Además, su estructura se compone de pequeñas celdas que absorben muy bien los ruidos, lo que garantiza un buen aislamiento acústico.

El corcho se puede encontrar en losetas, planchas o rollos, principalmente. En el primer caso, se emplea como revestimiento decorativo para paredes y suelos, donde se colocan losetas barnizadas o enceradas. Su instalación es sencilla en ambas superficies y ofrece una gran durabilidad. (Bricolaje, 2012)

Colocación

Antes de ponerse manos a la obra, es importante comprobar que la superficie está completamente lisa. En caso contrario, hemos de cubrir bien las grietas e imperfecciones. Además, debe estar limpia y seca. Antes de fijar las placas, decidiremos su disposición en función del color, ya que, al ser natural, existen diferencias en la tonalidad.

Para la instalación se requieren herramientas básicas: paneles, cuchillo o cúter, brocha o rodillo, martillo y cola. Para fijarlas, se aplica el adhesivo tanto en la pared o suelo como en el material. Se deja secar un poco la cola y se coloca el corcho.

El proceso ha de ser meticuloso, ya que una vez instaladas, las correcciones resultan muy complicadas. Para una fijación perfecta, se realiza presión con un mazo, con cuidado de no dañar el revestimiento. (Facilísimo, 2012)

1.1.2.2.6 Recubrimientos de vidrio.

Vidrio

Se denominan vidrios a ciertas sustancias duras, frágiles y generalmente transparentes o translúcidas, formadas por soluciones sólidas de silicatos, resultantes de la solidificación progresiva y sin trazas de cristalización, de mezclas homogéneas de sílice (SiO₂), que actúa como ácido y óxidos que actúan como bases. El carácter más notable de los vidrios es su total ausencia de cristalización. (Valle., SA)

Tipos y usos de vidrios que se emplean para el recubrimiento en la construcción.
(Hornbostel, 2002)

- Vidrio aislante: Encristalado de áreas pequeñas en las que se requiere aislamiento.
- Vidrio con refuerzo de alambre y con dibujo: Se utilizan en tragaluces y áreas similares en las que haya riesgos de rotura, encristalado de puertas y ventanas contra incendios.
- Bloques huecos de vidrio: Muros exteriores cuando se requieren aislamientos e iluminación especializada.
- Bloque sólidos de vidrio: Prisiones e instituciones para enfermos mentales.
- Vidrio celular: Aislamiento de techos, paneles, obras perimetrales y muros.
- Vidrio con dibujo: Paneles y pantallas decorativas.
- Vidrio con tinte: Reducir la ganancia de calor, absorber el calor y reducir destellos.
- Vidrio grueso en plancha: Encristalado de áreas grandes, frentes de tienda, repisas.
- Vidrio plateado en plancha y con calidad para encristalar: Encristalado de áreas medianas a grandes.
- Vidrio estructural: Sistema de muros de cortina, vistas para el exterior o interior del edificio.
- Fibras de vidrio: Materiales aislantes, refuerzo de plástico y papeles.
- Vidrio flotado con tinte: Encristalado en donde se requieren eliminar destellos, absorción de calor y mejor aislamiento.
- Vidrio flotado transparente: Encristalado de ventanas grandes, frentes de tienda.
- Vidrio laminado: Encristalado en donde se requiere resistencia a balas.
- Vidrio templado: Encristalado donde se requieren la luz, seguridad y privacidad.

1.1.2.2.7 Recubrimientos plásticos.

Plástico

Productos de origen orgánico y de alto peso molecular, que son sólidos en su estado definitivo, pero que en alguna etapa del proceso de su fabricación son lo suficientemente fluidos, como para dejarse moldear por calor y presión. (Valle., SA)

En la actualidad, los revestimientos plásticos o vinílicos, debido a sus características, han cobrado auge pues satisfacen las necesidades de la arquitectura, de la decoración y la tapicería por su fácil aplicación, durabilidad y bajo costo de mantenimiento; así como por su gran variedad de estilos y colores, y la diversidad de imitaciones que pueden lograrse.

Colocación

Para la colocación de los revestimientos plásticos se extenderá el material adhesivo sobre la superficie, colocando inmediatamente sobre él el revestimiento. Utilizando una espátula o un rodillo de fieltro se harán desaparecer las burbujas de aire que se hayan formado durante la colocación, en ningún caso se soplará el material. Se rematarán cuidadosamente las uniones entre los rollos consecutivos y de las paredes con el piso y con el techo. Cualquier resto de pega que salga entre las juntas, se limpiará con un paño húmedo. (Venezuela, 1962)

1.1.2.2.8 Recubrimientos plásticos.

Metales

Se denominan con este nombre a sustancias que presentan características de brillo metálico, y altas propiedades mecánicas de resistencia a la deformación y a la rotura que permiten trabajarlos para darle forma adecuada. (Valle., SA)

Metales utilizados como recubrimientos.

➤ Acero: Empleado para estructuras, ya sea por sí solo o con hormigón.

•Usos del acero

Acero laminado: El acero que se utiliza para la construcción de estructuras metálicas y obras públicas, se obtiene a través de la laminación de acero en una serie de perfiles normalizados. (Wikipedia, 2012)

➤ Cobre: Es un metal de color rojo característico. Se utiliza en forma de chapas para revestir cubiertas y en decoración.(Civil., 1985)

➤ Aluminio: Es bastante dúctil y maleable. El aluminio se usa como elemento estructural en columnas y puertas. (Civil., 1985)

- Plomo: Es muy maleable, es relativamente blando. En forma de planchas se utiliza para proteger contra las radiaciones atómicas. (Civil., 1985)
- Latón: Aleación de cobre y zinc. Se utiliza para fabricar planchas que son utilizadas de recubrimientos. (Civil., 1985)

1.1.2.3 Pinturas.

Pinturas en la construcción (Definición, materiales)

Definición

Son mezclas líquidas, generalmente coloreadas, que, aplicadas por extensión, pulverización o inmersión, forman una capa o película opaca en la superficie de los materiales de construcción, a los cuales protege y decora. Las pinturas están constituidas por un pigmento sólido y el aglutinante o vehículo líquido (Asso, 1997).

Materiales que conforman la pintura

1. Los pigmentos (Gorchakov, 1984)

Los pigmentos aportan el color o el poder de cubrimiento. También comunican propiedades especiales como la textura y el brillo. Son materiales en polvo, insolubles que se encuentran uniformemente distribuidos dentro del cuerpo ligante.

Los pigmentos por su origen se clasifican en naturales y artificiales, y por su naturaleza en inorgánicos y orgánicos.

Pigmentos naturales: Creta, ocre, rojo de hierro, minio de hierro, cinabrio.

Pigmentos artificiales: Se obtienen por la transformación química de la materia prima.

Pigmentos inorgánicos: Están compuestos casi totalmente por óxidos y sales de metales de diferente color.

Pigmentos orgánicos: Son negro de carbón para pinturas, grafito y colorante sintéticos que tienen gran poder colorante.

Según la misión que desempeñan en la pintura se les clasifica por su color:

Pigmentos blancos: Entre ellos figuran los blancos, la creta y la caliza.

El blanco de titanio es un polvo fino de bióxido de titanio TiO_2 . Se considera el mejor entre los blancos modernos: es estable a la luz, tiene buen poder cubriente, es inocuo. Se

emplea al prepara pinturas al aceite, vítreas y otras para trabajos exteriores e interiores en madera, metal y enlucidos.

El blanco de zinc esta principalmente constituido por el óxido de zinc ZnO , es estable a la luz, inocuo, no es lo suficiente estable a la acción de álcalis.

El blanco de plomo es un polvo blanco del carbonato básico de plomo $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$. Se emplea poco a consecuencia de su toxicidad. Se vuelve oscuro bajo la acción del hidrógeno sulfurado, gas sulfuroso y otros compuestos de sulfuro. Por eso el blanco de plomo no deberá mezclarse con, por ejemplo, el pigmento azul marino.

El blanco de litopón está formado por sulfato de zinc y sulfato de barios precipitados, se vuelve amarillo al exponerse a la luz. Por eso se emplea mezclándolo con el pigmento azul para pinturas interiores.

La creta se utiliza con profusión como pigmento y carga para bloquear los pigmentos de color. A menudo integra las pinturas a la cola para locales, pinturas de sílice, banqueos de techos.

El pigmento de aluminio tiene partículas de forma laminar, debido a la cual se obtiene una capa de pintura densa que tiene una estructura escamosa. La pintura de aluminio al aceite preserva las estructuras metálicas contra la corrosión, ya que la película que se forma es estable al agua, duradero y prácticamente impermeable a los rayos solares ultravioleta.

Pigmentos amarillos: Son ocre y pigmentos minerales a base de compuestos de plomo y zinc.

El pigmento de zinc (cromato de zinc) se emplea en lo fundamental para el revestimiento anticorrosivo de cubiertas metálicas.

Los pigmentos de plomo (compuesto de cromato y sulfato de cromo) tienen color que varía desde el limón hasta el anaranjado. El amarillo de cromo cambia su color bajo la acción de soluciones alcalinas (enrojece). Los pigmentos de plomo son tóxicos, por eso al manipularlos deberán observarse los requerimientos de la protección del trabajo.

Los ocre, llamados a veces pinturas terrosas, están compuestos por hidróxido de hierro con impurezas de arcilla. El color del ocre puede ser desde amarillo claro y dorado hasta el amarillo oscuro, en dependencia del contenido del óxido de hierro e impurezas. El ocre calcinado adquiere un color marrón o rojo.

Pigmentos marrones: Este grupo de pigmentos incluye la sienas y una serie de pigmentos mixtos obtenidos a partir de sanguina y rojo de hierro con adición de peróxido de manganeso y óxido de cromo triturados.

La sienas pertenece a las pinturas terrosas. Es un polvo fino de arcillas coloreado en condiciones naturales por Fe_2 , MnO_2 y otras impurezas en color castaño oscuro.

Pigmentos verdes: Son los óxidos de cromo, verde de zinc y otros pigmentos mixtos.

El óxido de cromo Cr_2O_3 goza de muchas ventajas, es estable a la acción de álcalis, ácidos y temperaturas elevadas. Para obtener matices verde azulados se añade el azul marino.

El verde de zinc se obtiene mezclando pigmentos de zinc y plomo con el azul para pinturas y la carga (BaSO_4). Es estable a la acción de los álcalis.

Pigmentos azules: Son los siguientes, el azul marino y el azul para pinturas.

El azul marino se obtiene por fusión de la caolina con sosa y azufre. Aunque es estable al agua, jabón, y álcalis débiles, los ácidos descoloran el azul marino descomponiéndolo del hidrógeno sulfurado y el ácido silícico.

El azul para pinturas (azul de Prusia) representa el ferrocianuro férrico de color azul intenso, en el que el hierro se encuentra de forma trivalente. Este pigmento es prácticamente insoluble en el agua y ácidos, pero los álcalis lo descomponen. Por eso al aplicarlo sobre le hormigón o enlucido fresco, dicho pigmento pierde su color.

Pigmentos rojos: De este grupo de pigmentos los más utilizados son el minio de hierro, el rojo de hierro, el minio de plomo.

El minio de hierro es un polvo fino de óxido férrico de color rojo ladrillo.

El rojo de hierro artificial es un pigmento que tiene diferentes matices a tenor de la correlación de sus partes integrantes, el óxido férrico y el sulfato de calcio.

El rojo de hierro natural (almagre) es un polvo mineral fino tintado en condiciones naturales por los óxidos de hierro en color encarnado.

El minio de plomo es un polvo de color rojo anaranjado que contiene principalmente el peróxido de plomo $\text{PbO} \cdot \text{Pb}_2\text{O}_3$.

El óxido rojo es un pigmento de óxido férrico estable en medios alcalinos.

Los pigmentos negros y grises: Son el negro para pinturas, el peróxido de manganeso y el grafito finamente molido.

El negro para pinturas es un polvo de carbono casi puro.

El peróxido de manganeso MnO_2 (pirolusita) que se obtiene a partir del mineral de este elemento, es estable a la acción de la luz y los álcalis y relativamente barato.

El grafito contiene de un 70~95% de carbono, en forme desmenuzada se emplea como cemento gris.

2. El vehículo o aglutinante (Gorchakov, 1984)

Son los líquidos que llevan en suspensión los pigmentos y que, una vez secos, mantienen unidas las partículas de color entre sí y con la superficie sobre la que se aplica la pintura, impidiendo que se desprenda. El vehículo consta del aglutinante propiamente dicho y de un líquido que lo disuelve y diluye.

Los vehículos se clasifican en volátiles o no. (Asso, 1997)

- Los vehículos volátiles acuosos pueden ser minerales; a la cal y al vidrio soluble y orgánicos; colas, animales o vegetales y emulsiones de almidón, caseína, cera o jabones de resina y goma laca.
- Los vehículos volátiles no acuosos pueden ser lacas al alcohol, celulósicas, resinas naturales y artificiales.
- Los vehículos no volátiles están constituidos por los aceites vegetales secantes: lianza, adormidera, nueces, madera, ricino y los barnices y lacas.

Los componentes de los vehículos son los siguientes.(Gorchakov, 1984)

- Agua: El agua empleada como vehículo en las pinturas deberá ser pura, no conteniendo sales ni materias orgánicas, con objeto de no alterar los colores de los pigmentos ni de los aglutinantes.
- Cola: Las colas empleadas pueden ser de origen animal o vegetal. Se emplean para pegar cuerpos orgánicos puestos en contacto.
- Aceites secantes: Son cuerpos grasos vegetales que gozan de la propiedad de que, al ser extendidos, absorben oxígeno y se polimerizan, solidificándose, formando una película sólida, elástica y transparente, siendo favorecida esta acción química por la luz solar.

- **Disolventes:** Son líquidos de fácil evaporación que se agregan a los vehículos de las pinturas para hacerlas más fluidas, poderse aplicar mejor y para acelerar el secado.

Otros componentes son(Hornbostel, 2002):

- **Secantes:** Son los cuerpos que se añaden a la pintura para catalizar o acelerar la oxidación y polimerización de los aceites vegetales, disminuyendo el tiempo de secado de las pinturas. Los secantes generalmente empleados están constituidos por óxidos, resinatos u oleatos de plomo, manganeso y cobalto, litargirio, acetato de plomo, minio, albayalde, bióxido, borato y oxalato de manganeso y los terebenos. Se presentan en forma solida en polvo, pasta y líquida. Existe una cantidad óptima de secantes a emplear, y si se pasa de este límite el efecto es contrario, pues en vez de aumentar el secado lo retrasa e incluso lo detiene.
- **Resinas:** Las resinas que se usan como ingredientes no volátiles de vehículos, pueden ser ya sea naturales o sintéticas. Las naturales se han usado desde la antigüedad para pinturas y barnices. Las resinas sintéticas están ocupando el lugar de las resinas orgánicas, ya que están cambiándose constantemente, sustituyéndose y mejorándose.
- **Selladores :** Se dividen en tres categorías
 1. Selladores transparente y compuestos repelentes al agua.
 2. Selladores de piso.
 3. Selladores resanadores.
- **Cargas:** Son materiales neutros respecto a lo demás componentes y su objeto es aumentar su viscosidad o el volumen. No son necesarias.

Clasificación de las pinturas.

Tipos de pinturas

Las pinturas se denominan, generalmente, por la naturaleza del aglutinante o vehículo y también por el nombre del pigmento, las más corrientes son:

- **Pinturas de cal:** Como aglutinante se emplea la cal hidratada. La lechada de cal debe tener una consistencia apropiada de pintura. Se utilizan solo pigmentos estables a los álcalis. Para conservar la humedad en el compuesto aplicado, necesaria para la carbonización exitosa de la cal, se introducen aditivos que resisten el agua: Sal común, cloruro de calcio o alumbre. Por ser accesibles y baratos los compuestos de cal siguen empleándose con bastante profusión para pintar fachadas, aunque la

pintura debe renovarse con frecuencia a causa de la baja estabilidad a la intemperie. (Gorchakov, 1984)

- **Pinturas al fresco:** Se ejecuta sobre enlucidos convenientemente preparados y sin secar, empleando colores a la cal, puestos en suspensión en vehículos o aglutinantes de colas de animales (albúmina de sangre o huevos).

Las superficies a pintar al fresco se preparan con un primer enlucido hecho con mortero de cal hidráulica o cal grasa y puzolana y arena sílice en la proporción de 1:3 y cuando ha fraguado, se aplica otro enlucido formado por una parte de cal grasa apagada en polvo y dos partes de arena sílice fina y de consistencia plástica. Cuando éste segundo enlucido ha empezado a endurecerse de forma que resista una ligera presión con los dedos, se aplica la pintura estando todavía fresco el mortero, formando, al secar, un solo cuerpo. (FC, 2004)

- **Pintura al silicato:** Se utiliza en calidad de aglomerante el silicato de potasio en forma de una solución acuosa coloidal. La pintura está compuesta por el aglomerante, un pigmento mineral estable a los álcalis (ocre, minio de hierro) y un árido silícico (arena cuarzosa machacada, diatomita o trípoli) que aumenta la estabilidad de la película de agua.

Con pinturas silícicas se colorean estructuras de madera para protegerlas contra la inflamación. Se utilizan también para pintar fachada e interiores de locales. (Gorchakov, 1984)

- **Pintura a la cola o temple:** Los compuestos se preparan utilizando cola de materia prima natural: de carnaza, huesos o caseína; precisamente estas juegan el papel de aglomerante.

La pintura a la cola es una suspensión de pigmentos y carga (creta) en una solución acuosa coloidal de cola. La capa de pintura va endureciendo a medida que se seca el compuesto de cola. Antes las pinturas a la cola se empleaban para pintar interiores aplicándolas sobre enlucido seco y la madera. Sin embargo los compuestos de cola son poco estables al agua, además para su fabricación se utiliza materia prima natural. Hoy día las pinturas a la cola con éxito van sustituyéndose por pinturas sintéticas. (Gorchakov, 1984)

- **Pintura al óleo:** Son las pinturas que se preparan con aceites vegetales como vehículo o aglutinante, siendo el más usado el de linaza. Para diluir se utiliza la

esencia de trementina o aguarrás y como pigmentos o colores, aquellos más convenientes según el objeto a cubrir. Las primeras manos de imprimación, tanto para interiores como para exteriores, se suelen diluir con aguarrás, pero las finales, para exteriores, deberán ser tan solo con aceite puro sin diluir. (FC, 2004)

- **Pinturas al barniz o esmalte:** Cuando se emplea el barniz como vehículo y en el que se ponen en suspensión los colores, las primeras manos se diluyen con aguarrás y en la última, sólo barniz. Se mejora mucho esta pintura puliendo cada mano con papel de lija fino. (FC, 2004)
- **Pinturas bituminosas o asfálticas:** Obtenidas por disolución de betún natural o breas de hulla y madera en aceites grasos, benzol, etc. Las superficies recubiertas con esta pintura quedan muy brillantes, pudiendo obtenerse mates agregando negro de humo.

Es una de las mejores pinturas protectoras de la oxidación del hierro y fundición, por su resistencia al agua conservándose bien en ausencia de luz y enterradas, como las tuberías de agua y gas, esclusas, etc. y son incompatibles con las de óleo y cola. (FC, 2004)

- **Pinturas a la celulosa:** Son dispersiones pigmentadas de nitro o etilcelulosa en solventes volátiles. Las lacas nitrocelulosas se emplean muchas veces en vez de pinturas de aceite, con la particularidad de que las primeras se secan mucho antes que las segundas. (Gorchakov, 1984)
- **Pinturas resistentes al fuego y a la flama:** Estas pinturas son de dos tipos: 1) las que permiten la combustión y por tanto impiden la propagación de la flama, y 2) las que no solo impiden la combustión sino que además se dilatan y detienen la transmisión del calor a los materiales combustibles. Por definición, el segundo tipo se denomina pintura intumescente. Los materiales pintados con este tipo, en realidad crean un área a prueba de fuego cuando los afecta el calor. (Hornbostel, 2002)
- **Pintura preventiva contra oxidación:** La pintura protectora para metal ferroso se debe caracterizar por sus propiedades inhibitoras de la oxidación, baja permeabilidad a agentes corrosivos, baja absorción del agua y la capacidad de impregnar la superficie a que se va a aplicar. (Hornbostel, 2002)
- **Pinturas resistentes a los hongos, antibacterianas y contra insectos:** La mayoría de las pinturas se pueden hacer resistentes a hongos, pudrición e insectos si se les agregan ingredientes contrarrestantes. (Hornbostel, 2002)

-
- **Pinturas luminosas:** Se dividen en tres grupos: reflejantes, fosforescentes y fluorescentes. (FC, 2004)
 - Reflejantes: están constituidas por perlas de vidrio de pequeño diámetro, pegadas con un adhesivo y lanzadas con soplete sobre una superficie
 - Fosforescentes: son las que, expuestas a la luz visible, siguen luminosas en la oscuridad, debido a que devuelven la luz absorbida anteriormente. Están constituidas por pigmentos radioactivos, generalmente el bromuro de sodio y sulfuro de zinc.
 - Fluorescentes: emiten luz bajo la acción directa de radiaciones invisibles, como rayos ultravioletas, rayos x, como las pantallas de radiografía, y tubos de alumbrado y la iluminación cesa cuando lo hace la energía excitadora.
 - **Pinturas plásticas:** Están constituidas por una emulsión acuosa de resinas o materias plásticas, que secan por polimerización, y de pigmentos inalterables a la luz dispersados en ella. Se emplean el caucho natural, el artificial sintético y el polietileno. Se caracterizan por su gran poder de cubrición, aún en paramentos húmedos, lavables. Una vez seca, dan bellos tonos mates o satinados, que no cambian con el tiempo y son de gran duración. (FC, 2004)
 - **Pinturas al cemento:** En calidad de aglomerante se usa el cemento Pórtland blanco; los pigmentos deben ser estables a los álcalis. Para aumentar la capacidad de retener el agua en la pintura, en esta se introduce cal hidratada y cloruro de calcio. Con el propósito de elevar la estabilidad a la intemperie, a la pintura se añaden sustancias hidrofobizantes: jabón nafténico estearato de calcio. Las pinturas de cemento se utilizan para los trabajos exteriores y el coloreo interior de locales industriales húmedos aplicándolas sobre el hormigón, ladrillos, enlucidos. (Gorchakov, 1984)

Tecnologías, equipos y accesorios utilizados en la aplicación de pinturas. (Hornbostel, 2002)

En construcción, la pintura, o la aplicación de recubrimiento, ha llegado a ser tan complicada que se ha dividido en cuatro tipos principales:

1-Aplicación de pintura en la obra.

2- Aplicación de pintura en planta, taller o fábrica.

3-Aplicación industrial.

4-Pintura de mantenimiento.

Herramientas y técnicas

La aplicación de pintura en la obra se hace por lo general con brochas o rodillos o por aspersión de pintura con pistola.

Las pinturas de planta, taller o fábrica se aplica por una amplia variedad de métodos. Algunos de los más comunes son:

- Aplicación mediante baño, en el cual el material se sumerge en el recubrimiento.
- Aplicación con rodillo.
- Volteado en tambor, en el que se colocan objetos pequeños junto con el recubrimiento dentro de un barril metálico que luego gira.
- Centrifugado, en que lo objetos pequeños se colocan en un recipiente perforado que luego se sumerge en el recubrimiento y después se coloca en una centrífuga.
- Aspersión, que se efectúa en cabinas especiales con pistolas atomizadoras.
- Con pantalla de seda, en que el recubrimiento se aplica a través de un tamiz de seda sobre el material.
- Recubrimiento con cuchillas en que la pintura se extiende bajo una cuchilla u hoja que entra en contacto con el material.
- Recubrimiento satinador en que se aplica una capa seca a base de color y rodillos al material.

Los acabados y recubrimientos industriales incluyen aquellos para mantenimiento de fábrica, aplicación de pinturas para condiciones especiales, aplicación de pinturas en industrias de ferrocarriles y de transporte, aplicación de pinturas para artículos duraderos y de madera, estaño decorativo y otros tipos especiales de aplicación de pintura. Para todos estos trabajos siempre se debe consultar al fabricante de pintura, el del material y a especialistas en los campos particulares, para decidir el tipo correcto de recubrimiento y los métodos de aplicación adecuados a las condiciones de que se trate.

Todas las superficies pintadas tienen una vida relativamente corta, por tanto, siempre es necesario repintar y mantener la pintura. Los puntos importantes que se deben tener en consideración son los siguientes:

- Hay que quitar toda la pintura suelta.
- Hay que quitar y nivelar todas las ampollas y las grietas.
- Se debe rellenar, lija y resanar las irregularidades de la superficie pintada existente.

- Antes de aplicar nuevas capas se tienen que eliminar todos los resanes.
- El nuevo tipo de recubrimiento sea del tipo que se pueda aplicar sobre la pintura o recubrimiento existente.
- Si es necesario empezar de nuevo sobre la superficie original, se puede quitar la pintura con removedor de pintura o barniz, cepillo de alambre, quemándolo, lijándola, esmerilándola y en el caso de pintura de agua, lavándola.

1.2 Morteros.

Definiciones.

Según diversos autores las definiciones de morteros son las siguientes:

Mezcla de materiales cementosos con o sin materiales silíceos, los cuales, una vez preparados, en estado plástico con o sin agua, endurecen como una masa pétreo(Hornbostel, 2002).

Mezclas plásticas obtenidas con un aglomerante, arena y agua, que sirven para unir las piedras o ladrillos que integran las obras de fábrica y para revestirlos con enlucidos o revocos(Asso, 1997).

Se da el nombre de mortero a la mezcla de materiales inertes y aglomerantes amasados con agua en cantidad suficiente para que la masa sea laborable. (Ribeaux, 2009)

1.2.1 Tipos de morteros.

Según el lugar de colocación ((NC-175), 2002):

- Morteros de revestimientos o repellos: Morteros que se utilizan en el revestimiento de paredes y techos.
- Morteros de colocación: Mortero que se utilizan para unir elementos (ladrillos, bloques, celosías, otros).

Según el sistema de fabricación ((NC-175), 2002):

- Mortero preparado “in situ”: Mortero compuesto por los componentes primarios, mezclados y amasados en el lugar de construcción.
- Mortero industrial: Mortero dosificado y mezclado en la fábrica, que se suministra al lugar de construcción. Este mortero puede ser mortero seco que exige la adición y

amasado con agua para su utilización o mortero húmedo que está retardado y se suministra listo para su empleo.

- Mortero industrial semiterminado: Material cuyos componentes se mezclan en fábrica y se suministran al lugar de construcción, en donde se mezclan y amasan en las proporciones y condiciones especificadas por el fabricante.

Según el aglomerante (Jaramillo., SA):

- Morteros de Cal: Es el mortero más antiguo. Fue ampliamente utilizado por los romanos. Se obtiene llenando los huecos de la arena con una pasta formada por cal apagada y agua. Se precisa para ello un volumen de cal por tres de arena. Las cales utilizadas pueden ser hidráulicas y aéreas.
- Morteros de Cemento: Cuando se precisan altas resistencias iniciales, o bien resistencias elevadas en el mortero endurecido, se pueden utilizar conglomerantes del tipo de los cementos naturales o Pórtland. Son morteros demasiado resistentes para los usos normales y con alta retracción de secado, susceptibles de producir grietas. Sin embargo, se utilizan estos morteros ricos para obras de ingeniería que exijan grandes resistencias (muros de contención, por ejemplo) y también para elementos de muro que, como los cimientos, van a estar por debajo del nivel del suelo pues son morteros densos, impermeables y por consiguiente, resisten la acción de las sales del sustrato en condiciones de alta humedad.
- Morteros con Aditivos: Los aditivos que se emplean pueden ser aireantes (que introducen aire en el interior de la masa del mortero) o bien actuar sobre la tensión superficial de la pasta de cemento, aumentando la retención de agua. Ambos tipos aumentan la laborabilidad de las mezclas pobres de cemento, pues las burbujas de aire rellenan los huecos entre partículas de arena, y les permiten deslizarse sin rozar entre ellas. Esta disminución de la tensión superficial favorece que la pasta de cemento «moje» la superficie del árido, lográndose el mismo efecto.

Los cementos de adición para albañilería son mezclas de cemento Pórtland con minerales finamente divididos, siendo estos últimos potencialmente hidráulicos (puzolanas, escorias) o totalmente inertes (caliza, caliza dolomítica) desde el punto de vista conglomerante, y con adición o no de agentes aireantes. Sus buenas propiedades de trabajabilidad se deben a los finos que contienen, los cuales rellenan los huecos entre áridos. La proporción de adiciones inertes es inferior al 35%.

-
- Morteros de cemento-cola: Los cementos – cola, son mezclas de cemento y compuestos orgánicos de tipo resina soluble en agua. Se suelen dosificar al 50 % en peso de arena, generalmente bajo instrucciones del fabricante. Estos morteros son muy adherentes y pueden emplearse en su composición arenas finas por la baja tensión superficial que presentan, llegándose a obtener así juntas muy delgadas (2 mm). Además, requieren poca agua de amasado, con la consiguiente disminución de humedad en la obra y el tiempo de espera por secado. Se emplean para aplicar cerámica sanitaria, elaborar juntas delgadas en paneles prefabricados y hacer enlucidos de superficie final muy fina.
 - Morteros bastardos: Están compuestos de cemento, cal y arena. Estos morteros se caracterizan por tener un endurecimiento bastante rápido, evitan grietas por contracción, aumentan la plasticidad y la adherencia siendo más compactos. (Ribeaux, 2009)

Otros morteros (Gorchakov, 1984)

- Morteros refractarios: Tienen una base de arcilla refractaria a la que se pueden agregar sílice, cromo, carburo de silicio y alúmina para obtener composiciones especiales. El campo de los morteros refractarios es altamente especializado y en cada caso se debe consultar a los fabricantes de estos morteros.
- Morteros decorativos: Se destinan para las capas de acabado de los paneles y bloques de muro, así como para la ornamentación exterior e interior de los edificios. Dichos morteros se preparan a base de cemento Pórtland blanco, de colores y corrientes. Como árido sirve la arena cuarzosa pura o arenas machacadas de caliza blanca, mármol.
- Morteros impermeable Se preparan, por lo común, con la composición 1:2.5 o 1:3.5 (cemento: arena en masa), empleando los cementos Pórtland expansivos y el Pórtland resistente los sulfatos.
- Morteros de cemento de inyección: Se utilizan para llenar los conductos en las estructuras pretensadas y compactar el hormigón.
- Morteros de obturación: Se destinan para la impermeabilización de pozos, minas y túneles, tapando los suelos acuíferos, grietas y cavidades en las rocas y rellenando el espacio fijado. En calidad de aglomerante en estos moteros sirve el cemento Pórtland especial de obturación; en las aguas agresivas, el cemento Pórtland resistente a los sulfatos.

- Morteros de protección contra los rayos x: Se prepara con la arena de barita (BaSO_4) cuya finura límite sea de 1.25mm, utilizando el cemento Pórtland ordinario o el de escoria. En el mortero se introducen aditivos que contengan elementos ligeros (litio, boro).

Según su resistencia (Hornbostel, 2002)

- Tipos M y S: Son morteros de alta resistencia adecuados para uso general y se recomienda específicamente para mampostería de ladrillo reforzado y mampostería plana bajo el nivel del terreno.
- Tipo N: Este es un mortero de mediana resistencia adecuado para uso general en mampostería expuesta bajo el nivel del terreno.
- Tipos O y K: Son morteros de baja resistencia adecuados para muros no soportantes compuestos por unidades de mampostería sólidas, para muros divisorios, para muros de apoyos cuyos esfuerzos a compresión no excedan de 100lb/pulg^2 (0.6895 MN/m^2) y cuya exposición no sea severa.

Morteros de nueva tecnología (Ribeaux, 2009)

- Morteros monocomponentes: Morteros hidráulicos-poliméricos en polvo. Se amasan con la cantidad de agua especificada en el saco y ficha técnica. Gracias a los aditivos incorporados se consigue una laborabilidad y una respuesta inmejorable.
- Morteros bicomponentes: Morteros hidráulicos-poliméricos compuestos por una parte en polvo (cemento + árido + aditivo) y una parte líquida (resina en dispersión). Vienen predosificados para dar la mejor respuesta de su función.
- Morteros epoxi: Morteros formados por un solvente bicomponente (base epoxi+ reactor animal) con aditivos y cargas. Vienen predosificados en dos o tres componentes, según el árido este incorporado en la base, en el reactor o aparte.

1.2.2 Propiedades de los morteros.

Propiedades de los morteros en estado fresco (Jaramillo., SA)

Un buen mortero fresco se adhiere a la paleta, se extiende con facilidad y no pierde mucha agua ni se entumece en contacto con ladrillos o bases adsorbentes. A estas propiedades se las denomina consistencia, plasticidad y capacidad de retención del agua, y contribuyen a lograr una buena unión entre elementos constructivos, así como a disminuir el riesgo de penetración de la lluvia a través del muro terminado.

Propiedades de los morteros en estado endurecido (Jaramillo., SA)

- Poseer suficiente resistencia a la compresión para soportar el peso de las hiladas superiores sí es muro de cerramiento y soportar cargas sí es muro portante. Dentro de esta propiedad esta resistir golpes o el punzonamiento en el caso de los revestimientos.
- Resistir al despegue, lo cual implica una capacidad de absorber tensiones de tracción y deslizamiento. A esta propiedad se le denomina adherencia.
- Tener una buena estabilidad volumétrica.

1.2.3 Materiales para preparar morteros. (Jaramillo., SA)

1. Conglomerantes: Sustancias capaces de ligar fraguando y endureciendo conjuntamente con una variedad de otros materiales: los agregados, el agua y los aditivos, a fin de producir materiales de construcción básicos como son: el concreto, los morteros.

- Conglomerantes Aéreo: Todos aquellos que presentan estabilidad al contacto con el aire, tales como: las Cales y los Yesos.
- Conglomerantes Hidráulicos: Son aquellos cuyas propiedades se manifiestan tanto bajo agua como a la intemperie.

Ha sido el uso por excelencia de la cal como conglomerante a través de la historia de la civilización. Los morteros que contienen sólo cemento son poco plásticos y de baja o nula retención de agua por lo que los bloques, ladrillos u otros elementos de mampostería, si no se encuentran saturados de agua, la succionan del mortero afectando notoriamente las propiedades del mismo. (Jaramillo., SA)

1.1 La cal

Se denomina cal al producto de la calcinación de la roca caliza ($\text{CaCO}_3 > 90\%$ de pureza). Dicha calcinación se efectúa entre los 900 a 1050°C y deja como producto un compuesto químico, Oxido de Calcio (CaO), cuyo nombre popular es cal viva. Al adicionarle agua a la cal viva hay una reacción de hidratación acompañada de un incremento de volumen (aproximadamente 0,3 veces) y una liberación de calor alta (280 cal/g) formándose la cal apagada o hidróxido de calcio (Ca(OH)_2).

La adición de cal en la preparación de morteros de cemento, permite obtener las siguientes ventajas:

- Plasticidad y trabajabilidad
- Alta retención de agua
- Alta capacidad de uso de arena en el mortero. Con lo que se rebajan costos.
- Más flexibilidad bajo carga
- Buena resistencia de enlace (adherencia)
- Menos eflorescencia
- Fácil coloreado
- Facilidad al reemplado
- Autocicatrización

Los morteros de cal no alcanzan las mismas resistencias mecánicas a compresión que los morteros de cemento, pero desarrollan propiedades adicionales que los mejoran en la mayoría de los casos. A su vez se consiguen rebajar los costos de obra al emplear menores cantidades de cemento, y permiten mayores facilidades en la aplicación que se traducen en menor tiempo de ejecución.

1.2 Cemento (Hornbostel, 2002)

Los cementos pueden modificar las características del mortero, sobre todo la resistencia, como se verá el cemento Pórtland tiene buena resistencia a la compresión, pero muy baja plasticidad. El cemento de cal hidráulica, los cementos naturales y las puzolanas tienen por regla general muy baja resistencia. Los cementos de escoria y los especiales Pórtland no manchan los materiales adjuntos y se utilizan en morteros que requieren esta característica.

2. Agregados: Materiales pétreos que mezclados con agua y cemento forman el mortero o el concreto. (Jaramillo., SA)

Clasificación de los agregados de acuerdo a su tamaño:

Agregado fino: aquel que pasa el tamiz 4.76 mm. (#4) y es retenido en el tamiz (#200)

Agregado grueso: aquel retenido en el tamiz 4.76 mm. (#4)

De acuerdo a su origen, las rocas y los agregados de construcción se clasifican así:

Naturales: silíceos, calcáreos, micáceos, zeolíticos, etc., según sea su roca de origen.

Artificiales: arcillas expandidas, escorias de carbón y altos hornos.

3. Agua: La cantidad del agua en las mezclas de concreto o mortero, juega un papel preponderante puesto que define la relación a/c, la trabajabilidad o manejabilidad y por ende la resistencia mecánica de la mezcla.

La calidad química del agua tiene importancia tanto en la preparación de la mezcla como en el curado de ella. En la preparación de las mezclas, es frecuente requerir aguas provenientes de abastecimientos desconocidos o no estudiados, especialmente para las obras que se encuentran fuera de los centros urbanos. Es necesario reconocer los riesgos que se corren, al utilizar aguas desconocidas que puedan aportar, sustancias nocivas disueltas o en suspensión. (Jaramillo., SA)

4. Aditivos: Material añadido en pequeñas cantidades con relación a la masa del cemento, antes o durante la mezcla del mortero, de manera que aporten a sus propiedades determinadas modificaciones bien definidas. ((NC-175), 2002)

Los aditivos pueden ser (Jaramillo., 2000):

- Colorantes. Se usan pigmentos minerales sin exceder el 10% en peso del cemento.
- Incorporadores de aire. Mejoran la retención de agua pero disminuyen la adherencia y la resistencia a la compresión.
- Retardantes de fraguado.
- Acelerantes de fraguado y endurecimiento. Si es con base en cloruro de calcio, éste no debe exceder el 2% del peso de cemento Pórtland, si se embeben aceros dentro del mortero.
- Repelentes de agua

Los aditivos generalmente se utilizan en la producción de morteros premezclados, pero su uso no se recomienda en la preparación de morteros al pie de obra.

1.3 Normas referidas a morteros.

Las normas de mortero establecen los requisitos que debe cumplir un mortero en cuanto a dosificación, preparación y aplicación, así como de los materiales que lo componen. Todos los países se rigen por normas en particular, para le realización del trabajo de diploma revisaremos algunas de ellas.

1. La Norma Cubana 175:2002 se titula: “Morteros de albañilería. Especificaciones.” La siguiente norma contienen disposiciones que, al ser citadas en el texto, constituyen disposiciones de la misma:

-
- ✓ NC 169:2002 Mortero fresco. Determinación de la capacidad de resistencia de agua.
 - ✓ NC170:2002 Mortero fresco. Determinación de la consistencia en la mesa de sacudidas.
 - ✓ NC 171:2002 Mortero endurecido. Determinación de la absorción de agua por capilaridad.
 - ✓ NC 172:2002 Mortero endurecido. Determinación de la resistencia a la adherencia por tracción.
 - ✓ NC 173:2002 Mortero endurecido. Determinación de la resistencia a flexión y compresión.

La Norma ASTM C 1329-00 se titula: "Standard Specification for Mortar Cement." En esta se hace referencia a las siguientes normas:

- ✓ C 91 Specification for Masonry Cement²
- ✓ C 109/C 109M Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or 50-mm Cube Specimens)²
- ✓ C 128 Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate³
- ✓ C 140 Test Methods of Sampling and Testing Concrete Masonry Units⁴
- ✓ C 151 Test Method for Autoclave Expansion of Portland Cement²
- ✓ C 183 Practice for Sampling and the Amount of Testing of Hydraulic Cement²
- ✓ C 185 Test Method for Air Content of Hydraulic Cement Mortar²
- ✓ C 187 Test Method for Normal Consistency of Hydraulic Cement²
- ✓ C 188 Test Method for Density of Hydraulic Cement²
- ✓ C 219 Terminology Relating to Hydraulic Cement²
- ✓ C 230/C 230M Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement²
- ✓ C 266 Test Method for Time of Setting of Hydraulic- Cement Paste by Gillmore Needles²
- ✓ C 305 Practice for Mechanical Mixing of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency²
- ✓ C 430 Test Method for Fineness of Hydraulic Cement by the 45- μ m (No. 325) Sieve²
- ✓ C 511 Specification for Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes²
- ✓ C 778 Specification for Standard Sand²
- ✓ C 780 Test Method for Preconstruction and Construction Evaluation of Mortars for Plain and Reinforced Unit Masonry⁴

✓ C 1072 Test Method for Measurement of Masonry Flexural Bond Strength4

De las normas consultadas la ASTM C 1329-00 aborda con más profundidad el tema referido a los morteros, pero para la realización del presente Trabajo de Diploma haremos uso de la NC 175:2002.

Conclusiones parciales:

1. Los revestimientos tienen como propósito proteger la superficie de los muros contra las afectaciones del medio ambiente.
2. Los revestimientos se clasifican según su forma de colocación en revestimientos continuos conglomerados y revestimientos discontinuos.
3. La adición de cal al mortero genera un incremento en la propiedad de retención de agua, una reducción del contenido de aire, un incremento en la plasticidad y en el rendimiento de la mezcla.
4. Los morteros deben cumplir las propiedades de consistencia, plasticidad, capacidad de retención del agua, resistencia, adherencia y estabilidad volumétrica.

CAPÍTULO 2. Proyecto y diseño de un caso de estudio.

2.1 Diseño experimental.

Utilizando arena, cal, cemento y agua se elaboro un mortero como mezcla patrón, a partir del cual se comenzaron a preparar otras muestras variando el aglomerante cemento y manteniendo los demás parámetros.

Estas mezclas se ensayaron en cuanto a absorción de agua, consistencia, resistencia al agua, resistencia a la flexión y compresión, recomendados por la Norma Cubana 175:2002 “Morteros de albañilería. Especificaciones.”.

El mortero fue aplicado sobre un muro, tanto en exterior como en interior, para determinar organolépticamente, por el criterio de expertos, la laborabilidad adecuada para aplicar el mortero integral con un proyectador de mezcla conocido con el nombre de tirolesa.

2.2 Caracterización de los materiales utilizados para la elaboración del mortero.

2.2.1 Cemento.

El cemento que se utilizó fue Pórtland P-350 de la fábrica Siboney con las siguientes características:

Tabla 2.1 Características del cemento Pórtland P-350

Ensayo.	Unidad de medida.	Resultado.	Especificaciones.
Resistencia a flexo-tracción a 7 días	MPa	5,1	>4,0
Resistencia a flexo-tracción a 28 días	MPa	6,5	>6,0

Resistencia a compresión 7 días	MPa	28,9	>25,0
Resistencia a compresión 7 días	MPa	41,0	>35,0

Finura (Retenido en el tamiz 170 y Blaine). 3295.

Finura de molido 2.7% menor o igual que 10.

Consistencia normal y tiempos de fraguado.

Tiempo de fraguado inicial-----165 min ----- \geq 45

Tiempo de fraguado final-----3.40 hrs ----- \leq 10

Consistencia normal -----24.8 %

Peso especifico real 3.15 g/cm³.

Peso unitario suelto: 1130 Kg/m³.

Composición química y de fases (de acuerdo datos de la fábrica).

Tabla 2.2 Composición química del cemento Pórtland P-350.

Óxido	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	MgO
%	62,64	21,20	5,79	2,70	0,00	0,61	1,22

Tabla 2.3 Composición de fase del cemento Pórtland P-350.

Fases	S ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ FA	CaO libre
%	41,52	29,46	10,78	8,22	1,50

2.2.2 Árido.

El árido utilizado fue arena de la cantera El Purio.

El ensayo granulométrico se realizó según la NC-178:2002 en el laboratorio de la ENIA. Se hizo el tamizado de todas las materias. El rango de abertura se encuentra entre 9.52 mm y 0.14mm,

Tabla 2.4 Ensayo granulométrico.

Muestras.	Tamices.	Peso retenido.	Peso acumulado.	% de peso acumulado.	% pasado.
Arena.	9,52	0	0	0	100
	4,76	28,4	5,51	5,51	94
	2,38	143,5	27,85	33,36	67
	1,19	107,2	20,81	54,37	46
	0,59	82,2	15,95	70,13	30
	0,297	51,1	10,05	80,18	20
	0,149	34,6	6,72	86,90	13
	0,074	30,9	5,99	92,90	7
	Fondo	36,6			

Módulo de finura=4.23

% que pasa por el tamiz 200=15.04%

Impurezas orgánicas=Placa N° 1

Peso específico corriente=2.56

Peso específico saturado=2.62

Peso específico aparente=2.73

Peso volumétrico suelto=1614 kg/m³

Peso volumétrico compactado=1873 kg/m³

% Absorción=2.5%

Para la elaboración del mortero se utilizó la arena que pasó por el tamiz 2,38.

2.2.3 Cal.

En la tabla 2.5 se detalla la composición química del hidrato de cal.

Tabla 2.5 Composición química del hidrato de cal.

Compuesto (% de peso)	SiO ₂	FeO ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
Cal	0,884	0,299	0,341	97,416	0,588	0,473

2.2.4 Forma de aplicar el mortero.

Para aplicar el mortero la superficie del muro debe ser previamente humedecida, proyectando con el dispositivo conocido por el nombre de tirolesa (Ver figura 2.1) capas sobre el paramento, calculando una inclinación de 45°



Figura 2.1 Proyectador de morteros "Tirolesa".

2.3 Exploración de la zona de investigación.

Esta exploración se realiza con el objetivo de determinar la mezcla de mejor comportamiento, tras la elaboración de una serie de muestras experimentales las que fueron inspeccionadas organolépticamente y evaluadas según la Norma Cubana 175: 2002 “Morteros de albañilería. Especificaciones.”

2.3.1 Exploración de la zona de investigación para morteros.

Tabla 2.6. Morteros, dosificaciones y materiales utilizados.

Muestra	Cemento P-350 (g)	Arena (ml)	Cal(ml)	Relación a/c
1	602.0 (14%)	2 partes de 2000ml	1 parte de 1000ml	1.1
2	702.0 (16%)	2 partes de 2000ml	1 parte de 1000ml	1.1
3	802.0 (18%)	2 partes de 2000ml	1 parte de 1000ml	1.1
4	902.0 (20%)	2 partes de 2000ml	1 parte de 1000ml	1.1
5	1002.0 (22%)	2 partes de 2000ml	1 parte de 1000ml	1.1
6	502.0 (12%)	2 partes de 2000ml	1 parte de 1000ml	1.1

2.4 Ensayos a realizar.

2.4.1 Determinación de la capacidad de retención de agua.

Aparatos, utensilios y medios de medición.

- Molde cilíndrico de 100 mm de diámetro y 25 mm de profundidad (Ver figura 2.2).



Figura 2.2 Molde cilíndrico.

- Vidrio o placa de plástico plana de 100 mm de diámetro y 5 mm de espesor, una de las caras debe ser lisa.
- Pesa con una masa de 2 kg y diámetro de 100 mm -110 mm.
- Espátula.
- Balanzas con precisión de 0,1 g y 0,01 g (Ver figura 2.3).



Figura 2.3 Balanza.

- Discos de papel de filtro de 85 g/m² (No. 390) y 100 mm de diámetro.

- Gasas de algodón de 100 mm de diámetro o cuadrada.
- Cronómetro.

Procedimiento.

Primero se prepara el mortero y se mide la cantidad de material seco (M ms) y el agua utilizada (M am), hay que pesar el molde cilíndrico seco y limpio con una balanza de 0,1 g de precisión y anotar su masa, seguidamente se pesan 10 discos de papel de filtro y 2 gasas de algodón secos con la misma balanza, a continuación se llena el molde con la espátula con unas 10 toma de muestras aproximadamente iguales, hasta que el mortero sobresalga ligeramente por encima del molde retirando el exceso y enrasando con movimientos de vaivén en toda la superficie, manteniendo la espátula formando un ángulo de 45° respecto a la superficie del molde y después aplanar con una sola pasada de la espátula en dirección contraria, limpiando los bordes del molde y pesarlo(M CL), sobre la superficie del mortero se colocan las 2 gasas de algodón, los papeles de filtro y la placa no porosa, se invierte el molde y se coloca encima un peso de aproximadamente de 2 kg durante 2 minutos, finalmente removemos el papel de filtro con las gasas y se pesa rápidamente(M PM).

Para calcular la retención de agua (Ra) se emplean las siguientes ecuaciones:

$$Ra=100 \left(1 - \frac{M_{pm} - M_{ps}}{F \times M_{mc}}\right) (\%) \quad F = \frac{M_{am}}{M_{ms} + M_{am}}$$

donde:

M MC - Masa del mortero en el molde cilíndrico (gramos) = M CLL – M CV

M CLL - Masa cilindro lleno (gramos).

M CV - Masa cilindro vacío (gramos).

M AM - Masa de agua del mortero (gramos).

M MS - Masa del mortero seco (gramos) = M C + M A + M HC

M C - masa de cemento en gramos

M A - masa de arena en gramos

M HC - masa hidrato de cal en gramos

M PM – Masa del conjunto de discos y papel de filtro mojados (gramos)

MPS - Masa del conjunto de discos y papel de filtro secos (gramos)

2.4.2 Determinación de la consistencia en la mesa de sacudidas.

Aparatos

- Mesa de sacudidas: Plataforma circular de acero de $(254 \pm 2,5)$ mm de diámetro, acoplado a un soporte que posee un dispositivo capaz de elevarla y dejarla caer desde una altura de 12,7 mm.
- Molde tronco-cónico: Molde de acero inoxidable o latón de $(50 \pm 0,5)$ mm de altura, con un diámetro interno de $(100 \pm 0,5)$ mm en la base y $(70 \pm 0,5)$ mm en la parte superior. La superficie interior y los bordes del molde deben ser lisos. Se recomienda disponer de un embudo que encaje en su parte superior para un mejor llenado del molde.
- Pisón: Barra de sección circular de un material no absorbente y generalmente metálica con un diámetro en la cara de compactación de (25 ± 3) mm y una masa aproximado de 340 g.
- Amasadora: Recipiente de acero inoxidable o de otro material duro e inatacable por la pasta de cemento y/o cal de $(4,7 \pm 0,25)$ litros de capacidad y dotado de elementos necesarios para poderlo fijar convenientemente en el equipo. La amasadora debe disponer de una velocidad lenta (140 ± 5) revoluciones por minuto de la pala sobre su eje. (Ver figura 2.4)



Figura 2.4 Amasadora.

- Pie de rey: Debe ser capaz de medir hasta 300 mm de diámetro.

Procedimiento.

Se vierten los materiales en la amasadora según la dosificación deseada, mezclándose en seco durante 30 seg utilizando la velocidad lenta para su homogeneización. A continuación se le añade el agua prefijada y se continúa el mezclado hasta los 120 seg. Si la cantidad de agua prefijada no fue la correcta, se podrá adicionar durante ese tiempo (120 seg) cualquier cantidad de agua en no más de tres ocasiones.

Una vez alcanzada la consistencia deseada debe repetirse el procedimiento empleando la cantidad de agua obtenida, la cual se adicionará de una sola vez después de los 30 seg iniciales de mezclado.

Antes de comenzar el ensayo, el disco de la mesa de sacudidas (Ver figura 2.5), la superficie interior y los bordes del molde, se deben limpiar y secar con un paño húmedo, también debe accionarse la mesa no menos de 10 veces (caídas), si no se ha trabajado con ella ese día.



Figura 2.5 Mesa de sacudidas.

Para terminar la consistencia, se centra el molde de acero inoxidable o latón en la parte superior, sobre la mesa de sacudidas, se vierte una porción del mortero preparado en el molde tronco-cónico previamente engrasado, se sujeta y se llena en dos partes iguales, cada una de las cuales será compactada en toda su superficie con 20 golpes suaves y homogéneos.

Después que se ha compactado la segunda capa, se terminará la superficie exterior engrasándola con la tolva o regla metálica, se limpia y seca el área libre del disco para

eliminar cualquier resto de mortero o agua que pueda estar alrededor del borde inferior del molde, inmediatamente se quita el molde con un movimiento cuidadoso y rápido hacia arriba.

La mesa de sacudidas se eleva y deja caer desde la altura prefijada (12,7 mm) 25 veces en 15 s, girando la manivela con una velocidad uniforme.

El diámetro del mortero extendido sobre el disco de la mesa de sacudidas se mide en milímetros en dos direcciones perpendiculares entre sí determinándose su media aritmética.

Si los dos valores parciales del escurrimiento difieren en más de un 10 % del valor del escurrimiento de la muestra se repite el ensayo.

2.4.3 Determinación de la absorción de agua por capilaridad.

Aparatos, utensilios y medios de medición

- Bandejas de laboratorio.
- Balanzas con precisión de 1 gramo.
- Probetas de 250 ml - 500 ml.

Procedimiento.

Se preparan probetas de 40x40x160 y son colocadas en la sala de curado a temperatura de $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa de $\square 90\%$, durante 28 días.

Las probetas curadas se colocan en posición vertical, o sea por su cara de 40 mm x 40 mm sobre un lecho de arena fina de no más de 10 mm de espesor en un recipiente estanco que contenga una altura de agua por encima del lecho de arena de aproximadamente 5 mm (Ver figuras 2.6 y 2.7). Para mantener el nivel del agua en el recipiente se llena una probeta de agua y se coloca en posición invertida a 5 mm sobre el lecho de arena.

Las probetas son pesadas antes de ser colocadas en el agua y a las edades de 4 h; 8 h; 1; 3; 5 y 7 días. Antes de cada pesada debe limpiarse la superficie para evitar que no queden partículas de arena adheridas al mortero y se secan con un paño el agua superficial.



Figura 2.6 Recipiente estanco.



Figura 2.7 Probetas colocadas en el recipiente.

Para determinar la absorción se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Absorción por capilaridad} = \frac{P_{\text{final}} - P_{\text{inicial}}}{16} \text{ (g/cm}^2\text{)}$$

donde:

P final - Masa de la probeta a la edad del ensayo en gramos.

P inicial - Masa de la probeta antes de sumergirse en el agua en gramos.

2.4.4 Determinación de la resistencia a flexión y compresión.

Aparatos, utensilios y medios de medición

- Moldes. Los moldes serán de acero, con tres compartimentos separados por paredes de 10 mm de espesor como mínimo, suficientemente rígidos para que no sufran deformaciones. Las dimensiones de cada compartimento serán de (40 mm ± 0,1 mm) x (40 mm ± 0,1 mm) x (160 mm ± 0,4 mm) formando ángulos rectos (90°) entre todos los lados (Ver figura 2.8).



Figura 2. 8 Moldes.

- Pisón. Barra de sección circular de un material no absorbente y generalmente metálica con un diámetro en la cara de compactación de $(25 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm})$ y un peso aproximado de 340 g.

Procedimiento.

Se empleará un molde de 40 mm x 40 mm x 160 mm para cada ensayo, lo que genera tres probetas para el ensayo de flexión y seis para el ensayo a compresión. El molde debe estar limpio y bien cerrado. Las paredes y su base deben engrasarse previamente antes de ser utilizados.

Se vierte una porción representativa de la muestra de aproximadamente 300 g de mortero en cada compartimento del molde, para formar una primera capa que se compactará en toda su superficie con 25 golpes suaves y homogéneos. Se vierte el resto del material y se repite la operación de apisonado, de modo que no afecte la masa del mortero colocado inicialmente y ya apisonado. Se eliminan los espacios vacíos que hayan podido quedar en la superficie de los tres compartimentos. Cuando el mortero comience a endurecer, se engrasa el molde con una superficie metálica.

Para el curado de las probetas se mantiene el mortero en el molde durante 24h en ambiente húmedo a temperatura de $(27\text{C}^\circ \pm 2\text{C}^\circ)$ y más de 90 % de humedad relativa. A continuación se desmoldan, se marcan y se mantienen en el ambiente húmedo hasta la edad de ensayo.

Ensayo de resistencia a flexión.((NC-54-207), 1980)

La máquina para el ensayo debe ser capaz de aplicar cargas menores de 1000 Kgf (9.8 KN) con una precisión de 1% en los 4/5 superiores de su escala de medición. La flexión se realiza con la ayuda de tres cilindros de acero de 10mm de diámetro, dos de ellos sobre los cuales se apoyará la probeta, estarán situados en un mismo plano y paralelos y a la distancia de 100 mm o 106.7 mm; el tercero equidistará de los dos primeros y se apoyará sobre las caras opuestas de las probetas. (Ver figura 2.9)



Figura 2.9. Máquina empleada para realizar el ensayo a flexión.

La probeta se colocará sobre los cilindros de soporte y de forma que su eje longitudinal sea perpendicular a los ejes de estos y su eje transversal y el del cilindro de carga se encuentre en el mismo plano y paralelo entre sí (Ver figura 2.10). La carga será aplicada verticalmente por el cilindro de carga sobre la cara lateral opuesta de la probeta y deberá crecer progresivamente a razón de

(5 ± 1) kg f/s $[(49 \pm 10)$ N/S].

El módulo de rotura R. está dado por la siguiente fórmula:

$$R = \frac{6M}{b^3} = \frac{1.5PI}{b^3}$$

donde:

b= lado de la sección cuadrada de la probeta

M= momento flector que es hallado por la formula siguiente

$$M = \frac{PI}{4}$$

donde:

P = Carga de rotura aplicada en el centro de la probeta.

L = distancia entre los cilindros de soporte: Expresando l y b en mm

La formula se transformará en:

R=0.234P para l=10.00cm

R=0.250P para l=10.67cm

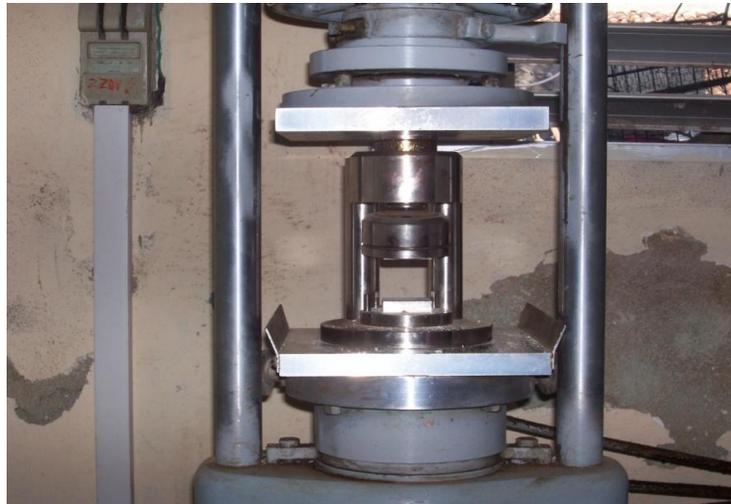
R se expresara como Kg f /cm², cuando P este Kg f ó KN/cm² cuando P esté en KN.



Figura 2.10. Colocación de la probeta en el equipo para el ensayo de flexión.

Ensayo de resistencia a la compresión. ((NC-54-207), 1980)

Cada uno de los trozos de las probetas rotas por flexión se ensaya después a compresión ejerciendo el esfuerzo en una sección de 40x40 mm sobre las dos caras laterales de la probeta. Para ello se utilizarán dos placas de acero de dureza no inferior a HRC 60, de (40 ± 0,1) mm de ancho y largo y de un espesor mínimo de 10 mm, las cuales deben ser planas con un error menor de 0.02 mm si son nuevas y de 0.05 mm si están usadas (Ver figura 2.11).



. Figura 2.11 Máquina para el ensayo de compresión.

El conjunto se coloca entre los platos no mayores de (10 x 10) cm de una prensa, cuya rótula debe estar bien centrada sobre el eje de las secciones sometidas a compresión. Si la prensa no dispone de rótula los platos de aprieto deben estar perfectamente paralelos con una diferencia menor de 0,1 mm entre las alturas medidas en los 4 vértices de la sección de rotura. Los planos deben guiarse sin fricción apreciable durante el ensayo para poder mantener siempre la misma proyección horizontal. Uno de los planos debe estar ligeramente inclinado con el objeto de obtener un perfecto contacto con la probeta. (Ver figura 2.12)



Figura 2.12 Colocación de la probeta en el equipo para el ensayo a compresión.

La velocidad de carga estará comprendida entre 10 y 20 Kgf/cm²/s (0,10 a 0,20 KN/cm²/s) pero se reducirá en caso necesario para que el ensayo no dure menos de 10 segundos.

La resistencia a la compresión R se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$R = \frac{P}{S} = \frac{P}{lb}$$

P = carga aplicada a la probeta.

S = superficie de la sección transversal de la probeta (cm²).

R = se expresa en Kg f/cm²

Cuando P este en Kg f o en KN/cm², cuando P este en KN.

En los ensayos de la resistencia a flexión y compresión se romperán como mínimo tres probetas, y se considerará que la resistencia del mortero, viene expresada por el valor medio, de los resultados obtenidos. Si se obtienen resultados que difieren en 10% del valor medio, serán descartados estos valores obtenidos para la tanda y se re calculará la media con el resto de los valores, siempre que el total de valores para el ensayo de flexión sean 2 como mínimo y 5 para el ensayo de compresión. En caso de tener mayor número de valores discrepantes se repetirá el ensayo.

Conclusiones parciales:

1. Antes de proceder a la aplicación del repello, la pared debe estar húmeda y se debe haber eliminado cualquier protuberancia que pueda alterar la uniformidad del revestimiento.
2. El mezclado del mortero debe ser homogéneo y se debe evitar que durante su colocación el sol o la lluvia modifiquen la relación agua cemento.
3. La mano de obra que realizará el trabajo de recubrimiento con el dispositivo Tirolesa debe ser calificada.

CAPÍTULO 3. Evaluación de la solución.

En este capítulo se brindan los resultados obtenidos en los ensayos de retención de agua, consistencia, absorción de agua, resistencia a flexión y compresión. Se realizó un análisis de los mismos a través de gráficas y un procesamiento estadístico, para definir, después de la evaluación organoléptica realizada por expertos la dosificación adecuada para el mortero que se aplicará con el dispositivo tirolesa.

3.1 Resultados de los ensayos.

3.1.1 Capacidad de retención de agua.

La retención de agua es la capacidad de un mortero de retener el agua.

Tabla 3.1 Resultados del ensayo de resistencia al agua.

Muestras.	No. de muestras.	Ra (%)	Prom. Ra (%)
1	1	94.5	95.45
	2	96.4	
2	1	96.7	96.9
	2	97.1	
3	1	97.1	97.3
	2	97.5	

4	1	95.3	95.65
	2	96.0	
5	1	96.9	96.65
	2	96.8	
6	1	96.1	96.8
	2	97.5	

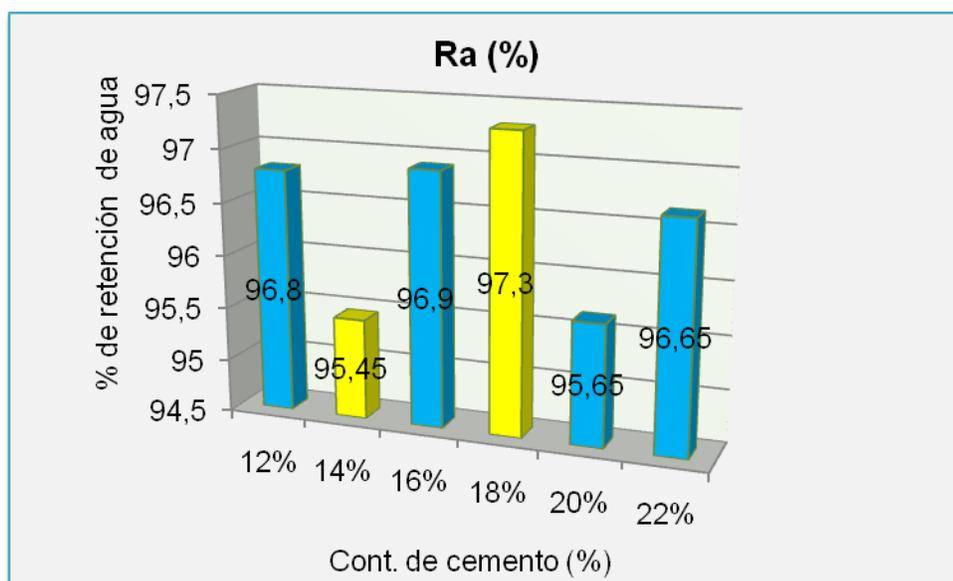


Gráfico 3.1 Retención de agua (%)

Para comprobar las diferencias significativas entre las medias de las muestras se realiza un análisis de varianza, el cual da como resultado que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 muestras para un 95.0% (Ver gráfico 3.2). En forma de comprobación se le realiza a las muestras seleccionadas el Test de Rangos múltiples para determinar si hay medias significativamente diferentes obteniendo como resultado que entre las muestras de color amarillo hay una diferencia estadísticamente significativa para un nivel de confianza de 95.0%. Por lo que el incremento del cemento solo afecta a los valores de retención de agua en estas dos mezclas.

Como se puede observar en el gráfico 3.1 la muestra que tiene mejor comportamiento en el ensayo de retención de agua es la número 3, con un 18 % de contenido de cemento.

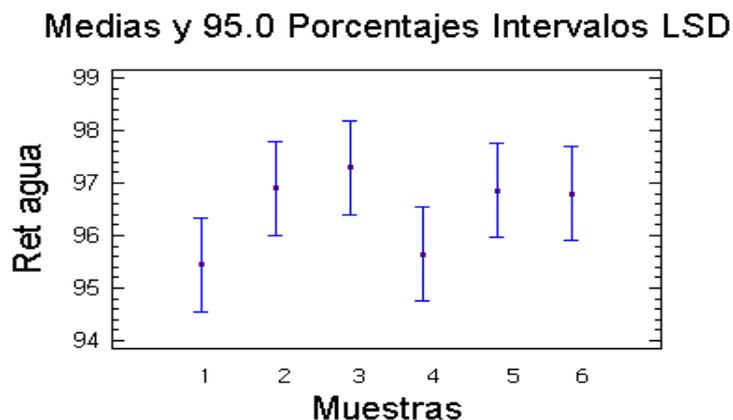


Gráfico 3.2. Media de las muestras.

3.1.2 Consistencia en la mesa de sacudidas.

La laborabilidad es la propiedad más importante del mortero fresco, esta se mide en el laboratorio por medio de la fluidez, la cual indica el aumento del diámetro producido en una muestra de mortero fresco moldeado en un molde tronco-cónico de dimensiones determinadas, cuando la mesa de sacudidas se eleva y se deja caer desde una altura de 12,7 mm 25 veces en 15 segundos, girando la manivela con una velocidad constante.

Tabla 3.2 Resultados del ensayo para la determinación de la consistencia.

Muestras.	Diámetro (mm)		Media aritmética.	Diferencia de los escurrimientos.	10% de la media.
	D ₁	D ₂			
1	167.5	169.0	168.25	0.75	< 16.8
2	190.0	192.5	191.25	1.25	< 19.1
3	197.5	195.0	196.25	1.25	< 19.6
4	205.0	202.5	203.5	1.5	< 20.3
5	230.0	227.5	228.75	1.25	< 22.8
6	192.5	195.0	193.75	1.25	<19.3

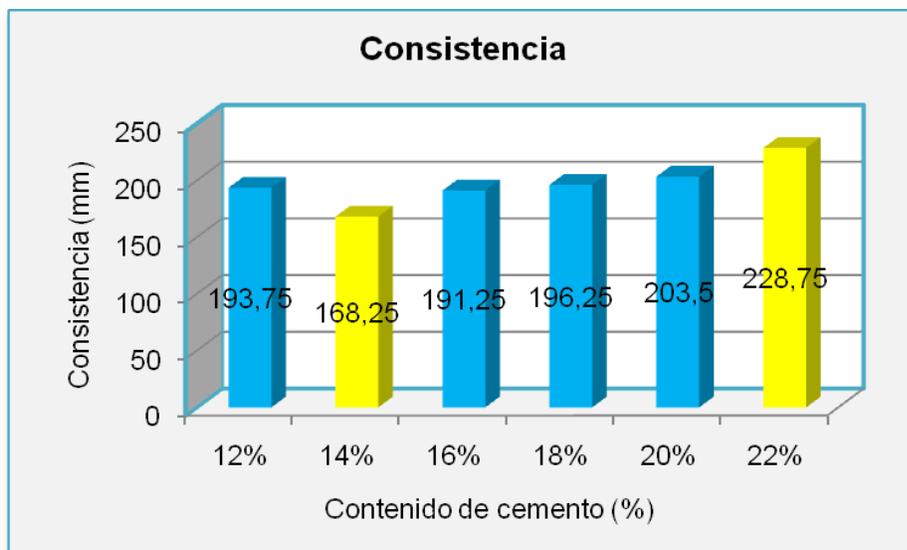


Gráfico 3.3 Consistencia.

Tras un procesamiento estadístico se determinó que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 muestras para un 95.0%. (Ver gráfico 3.4). Comprobando los resultados obtenidos se realiza el Test de Rangos múltiples obteniendo que hay diferencias significativas entre las muestras de color amarillo. Por lo que al variar el contenido de cemento solo se ven afectadas estas dos mezclas.

El gráfico 3.3 nos muestra que la mezcla más consistente es la número 1, presentando este menor valor, con un contenido de cemento de 14%.

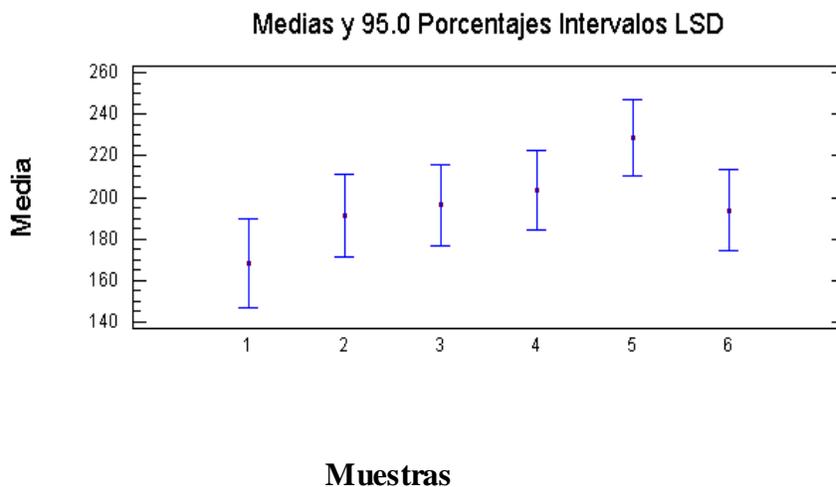


Gráfico 3.4 Media de las muestras.

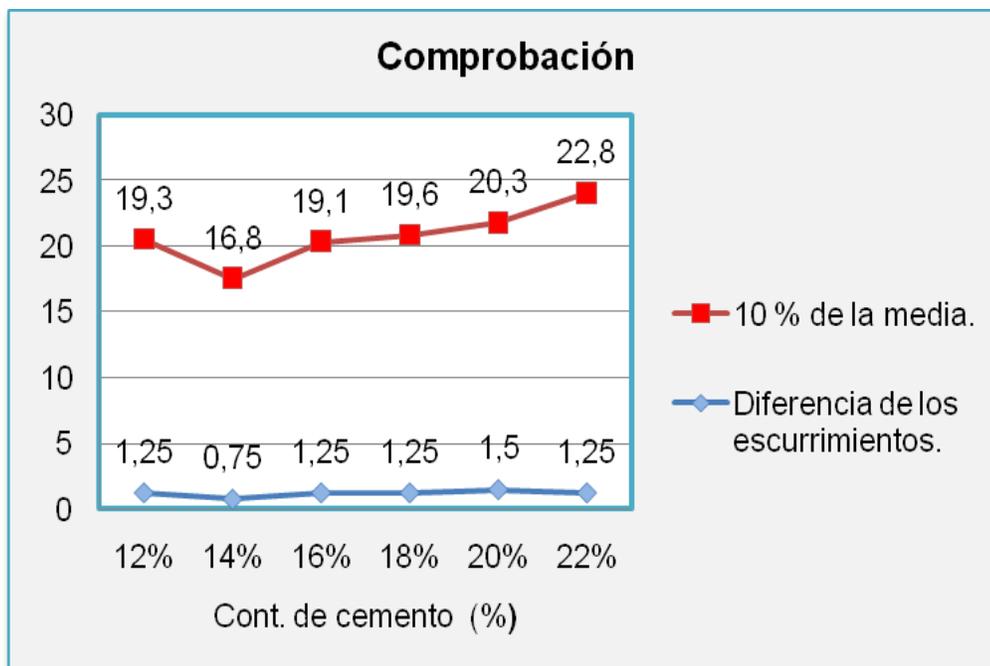


Gráfico 3.5 Comprobación.

Como se puede ver en este gráfico se comprueba que los dos valores parciales del escurrimiento difieren en menos de un 10 % del valor del escurrimiento de la muestras.

3.1.3 Absorción de agua por capilaridad.

La absorción de agua por capilaridad es una propiedad que no esta completamente definida en los morteros de albañilería. En ocasiones se confunde con la permeabilidad, cuando se determina principalmente en morteros de recubrimiento.

Tabla 3.3 Resultados de la determinación de la absorción de agua por capilaridad.

Muest.	No.	Absorción de agua (g/cm ²)											
		4h	x _{prom}	8h	x _{prom}	1día	x _{prom}	3 días	x _{prom}	5 días	x _{prom}	7 días	x _{prom}
1	1	0.34	0.25	0.83	0.63	1.33	1.03	1.47	1.31	1.51	1.38	1.65	1.45
	2	0.11		0.29		0.48		0.84		0.99		1.06	
	3	0.31		0.78		1.29		1.61		1.63		1.63	

2	1	0.14	0.20	0.28	0.36	0.46	0.59	0.81	0.88	0.87	0.97	0.91	0.99
	2	0.24		0.37		0.69		0.84		0.95		0.96	
	3	0.21		0.43		0.64		0.99		1.09		1.12	
3	1	0.17	0.19	0.31	0.34	0.31	0.34	0.67	0.91	0.74	1.02	0.79	1.07
	2	0.14		0.26		0.26		0.64		0.72		0.73	
	3	0.25		0.45		0.45		1.42		1.59		1.68	

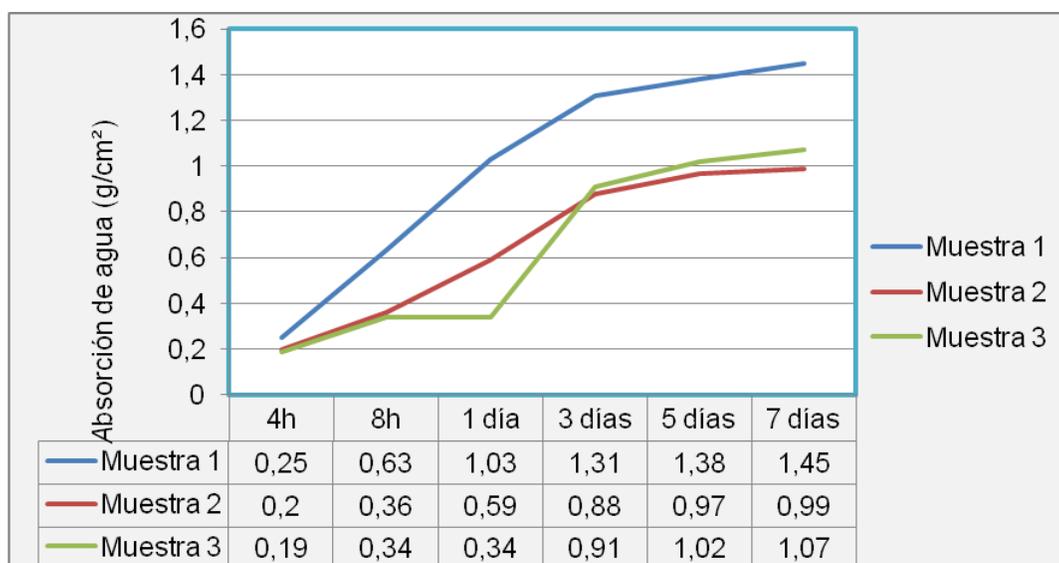


Gráfico 3.5 Absorción de agua a las edades de 4h, 8h, 1día, 3 días, 5 días y 7 días.

Para comprobar las diferencias significativas entre las medias de las muestras se realiza un análisis de varianza, el cual da como resultado que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 muestras para un 95.0%. En forma de comprobación se le realiza a las muestras seleccionadas el Test de Rangos múltiples para determinar si hay medias significativamente diferentes obteniendo como resultado que no hay diferencia estadísticamente significativa para un nivel de confianza de 95.0%. Esto quiere decir que con la variación del contenido de cemento no se afecta la absorción de agua por capilaridad.

Mediante los resultados expuestos en el gráfico 3.5, la mezcla que menos absorbe agua en el transcurso de las edades en que se midió es la número 2, que tiene un contenido de cemento del 16%.

3.1.3 Resistencia a flexión y compresión.

Para este ensayo se prepararon inicialmente tres muestras que se curaron durante 28 días, al cabo de los días se elaboraron otras tres muestras que se curaron solo por 7 días.

Tabla 3.4 Resultados del ensayo a flexión y compresión de las primeras tres muestras a los 28 días.

Muestras.	No.	Resistencia a flexión. (MPa)	Resistencia promedio.	No.	Resistencia a compresión.(MPa)	Resistencia promedio.
1	1	4.2	4.5	1	11.8	12.3
				2	11.5	
	2	4.7		3	12.3	
				4	13.2	
	3	4.7		5	12.5	
2	1	4.2	4.2	1	13.8	14.4
				2	14.3	
				3	15.3	
	2	4.2		4	15.0	
				5	14.0	
				6	13.7	
3	1	5.1	5.1	1	14.7	13.6
				2	14.3	
				3	13.2	
	2	5.1		4	13.2	
				5	13.0	
				6	13.0	

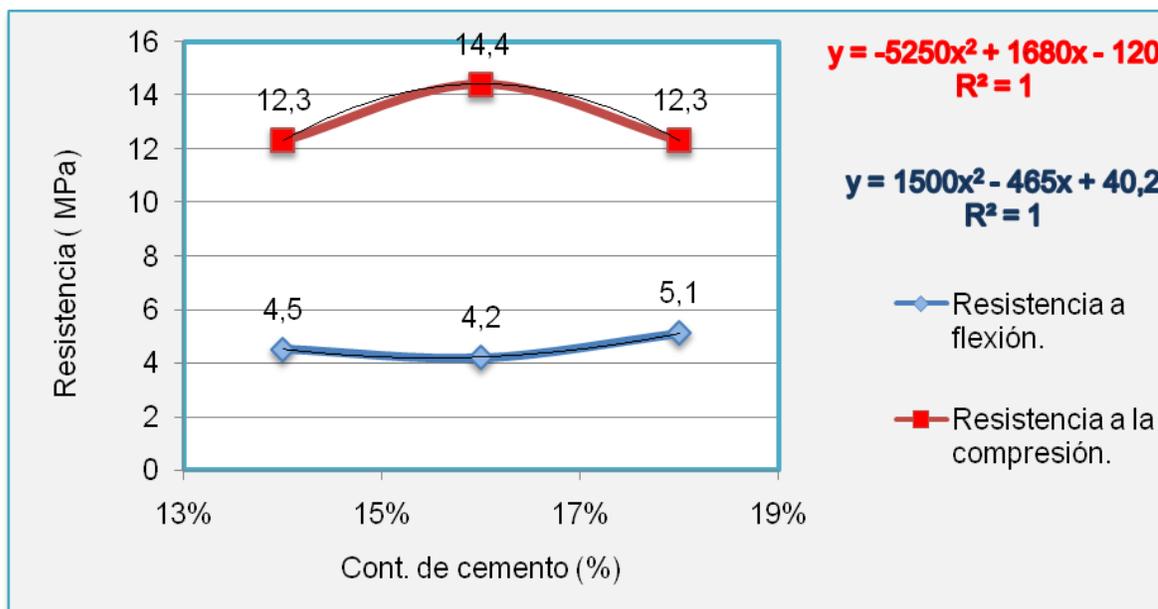


Gráfico 3.6 Resistencia a flexión y compresión a los 28 días.

En el análisis estadístico que se le realiza a los resultados alcanzados en el ensayo de flexión y compresión a los 28 días se obtiene que hay diferencia significativa entre las medias de las 3 variables aun nivel de confianza del 95.0% (Ver gráfico 3.7 y 3.8). Para determinar las medias que son significativamente diferentes, se selecciona el Tests de Rangos Múltiples obteniendo que entre las muestras 1 y 3 y las mezclas 2 y 3 existe una diferencia estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95.0%; en el ensayo a flexión y en el ensayo a compresión entre las muestras 1 y 2 y las mezclas 1 y 3. Demostrando que el incremento de cemento influye en la variación de la resistencia tanto a flexión como a compresión.

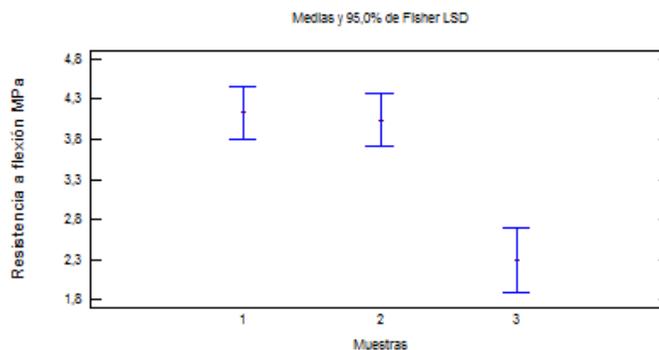


Gráfico 3.7 Media de las muestras a flexión.

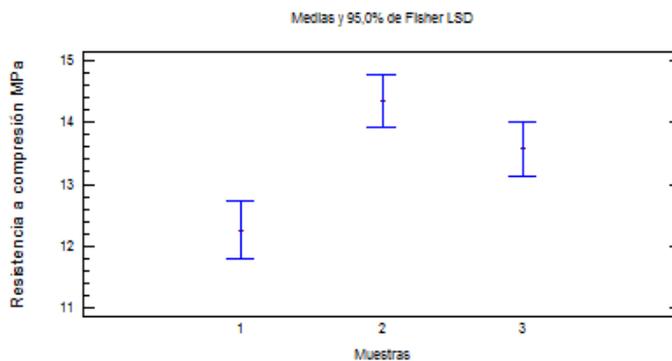


Gráfico 3.8 Media de las muestras a flexión.

De las muestras que fueron ensayadas a los 28 días después de curadas la que muestra mejor resultado es la número 2 con un contenido de cemento de 16%.

Tabla 3.5 Resultados de los ensayos a flexión y compresión de las otras tres muestras a los 7 días.

Muestras.	No.	Resistencia a flexión. (MPa)	Resistencia promedio.	No.	Resistencia a compresión (MPa)	Resistencia promedio.
4	1	4.2	4.1	1	9.8	9.8
	2	4.5		2	9.2	
	3	3.7		3	10	
				4	9.5	
				5	10.2	
				6	10.2	
5	1	4.2	4.0	1	11.6	10.9
	2	3.7		2	10.7	
	3	4.2		3	10.5	
				4	11.7	
				5	11.8	

6	1	2.3	2.3	1	5.1	5.1	
					2		4.7
					3		5.2
	2	2.3			4		5.5
					5		5.1
					6		5.1

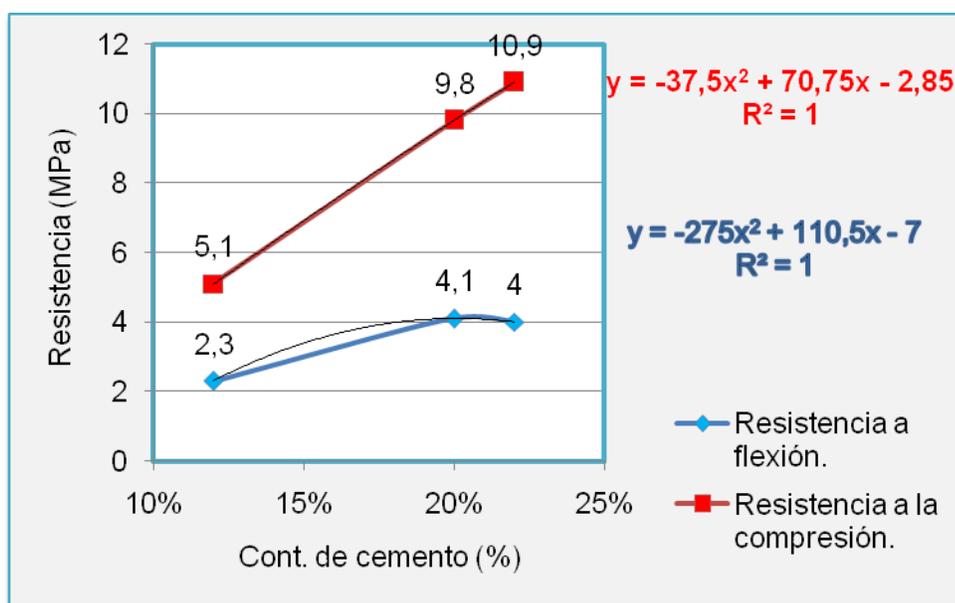


Gráfico 3.9 Resistencia a flexión y compresión a los 7 días.

Para comprobar las diferencias significativas entre las medias de las muestras se realiza un análisis de varianza, el cual da como resultado que hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 muestras para un 95.0% (Ver gráfico 3.10 y 3.11). Para determinar las medias que son significativamente diferentes se aplica un procedimiento de comparación múltiple teniendo como resultado que en el ensayo a flexión hay diferencias entre las muestras 4 y 6 y las muestras 5 y 6, mientras que en el ensayo a compresión hay diferencia significativa entre todos los valores.

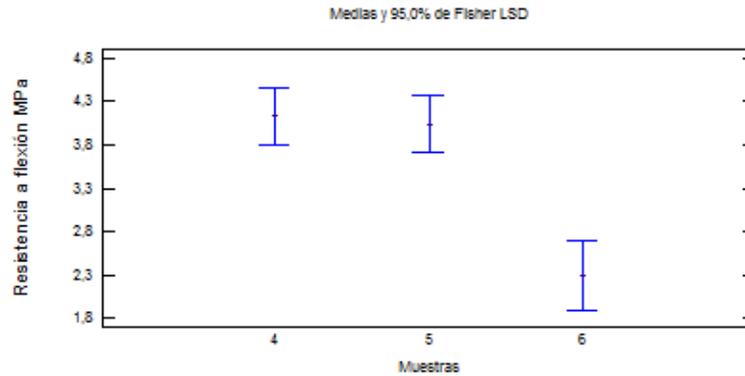


Gráfico 3.10 Media de las muestras a flexión.

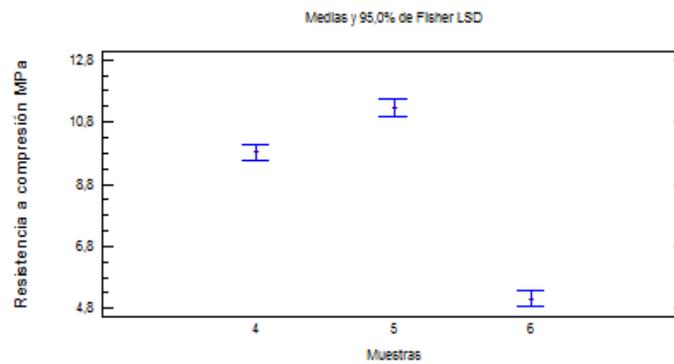


Gráfico 3.11 Media de las muestras a flexión.

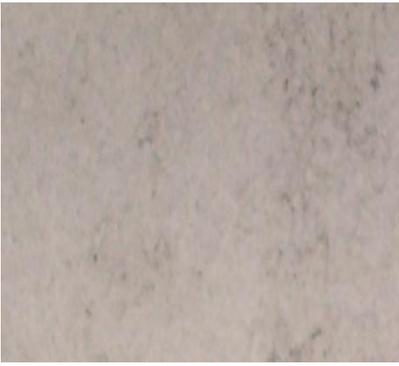
Entre las muestras que fueron ensayadas a los 7 días de curado La que presenta mejor resultado es la número 5 que tiene un contenido de cemento de 22%.

3.2 Inspección organoléptica.

Mediante el criterio de expertos se le realizó a los recubrimientos dados tanto en el interior como en el exterior de la edificación de prueba (Ver tabla 13), una inspección organoléptica, valorando los siguientes criterios:

1. Pérdida del material al tacto
2. Textura
3. Despegue
4. Agrietamiento

Tabla 3.6 Imágenes de los recubrimientos.

Muestras	Exterior	Interior
1		
2		
3		

4		
5		
6		

Tabla 3.7 Resultados de la inspección.

Muestras	Perdida del mat. al tacto		Textura		Despegue		Agrietamiento.	
	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior	Exterior	Interior
1	No	No	Rugoso	Rugoso	No	No	No	No
2	Si	Si	Rugoso	Rugoso	No	No	No	No
3	No	No	Rugoso	Rugoso	No	No	No	No
4	No	No	Rugoso	Rugoso	No	No	No	No
5	No	No	Rugoso	Rugoso	No	No	No	No
6	No	No	Rugosidad uniforme	Rugosidad uniforme	No	No	No	No

Como se puede observar en la tabla anterior los recubrimientos dados poseen buenas características, en cuanto a los aspectos evaluados, excepto la muestra número 2 que presenta perdida de material al tacto tanto en el interior como en el exterior de la edificación.

Para seleccionar el mejor recubrimiento tras las evaluaciones realizadas se tuvieron en cuenta varios factores.

- El recubrimiento aplicado aunque en todo el transcurso del trabajo se le denominó mortero tiene mayor cantidad de agua que los morteros tradicionales.
- Los resultados obtenidos en los ensayos fisicomecánicos no se compararán con los valores recomendados por la Norma Cubana 175:2002 “Morteros de albañilería. Especificaciones.” por lo expuesto anteriormente.
- La selección del mortero recaerá en la inspección organoléptica, buscando buenos resultados y economía.

La muestra que se seleccionó tras la inspección organoléptica fue la número 6 que tiene un contenido de cemento de 12%, comparandola con los morteros que se utilizan para el

recubrimiento fino es mucho más económico ya que estos contienen de un 20% a un 25% de cemento.

Los resultados obtenidos en los ensayos fisicomecánicos para esta mezcla son los siguientes:

Tabla 3.8 Resultados de los ensayos de la muestra 6.

Muestra	Ra (%)	Consistencia (mm)	Res. a flexión (Mpa)	Res. a compresión (Mpa)
6	96.8	192.5	2.3	5.1

Los resultados expuestos en la tabla 3.8 son favorables para un recubrimiento por lo que esta muestra es idónea para el revestimiento que se quiere obtener.

Conclusiones generales:

1. Se realizó un estudio del estado del arte el cual arrojó valiosa información acerca de los morteros, las cuales sirvieron de base teórica al desarrollo del presente trabajo.
2. La mezcla seleccionada fue la que tenía un contenido de cemento de 12%, presentando buenos resultados en los ensayos físico-mecánicos y en la inspección organoléptica.
3. Se obtiene un mortero de buena calidad logrando mayor economía en los trabajos de recubrimiento.
4. El recubrimiento seleccionado no presenta pérdida del material al tacto, despegue, ni agrietamiento y tiene una textura uniforme.

Recomendaciones:

1. Para trabajos posteriores recomendamos realizar el ensayo de adherencia a los morteros elaborados.
2. Adicionar pigmentos al mortero para evaluar su comportamiento.
3. Medir los desperdicios que se producen al utilizar el proyectador de morteros tirolesa.

BIBLIOGRAFÍA.

1. (NC-54-207), O. N. D. N. 1980. Cemento. Ensayos fisicomecánicos.
2. (NC-169), O. N. D. N. 2002. Determinación de la capacidad de retención de agua.
3. (NC-170), O. N. D. N. 2002. Determinación de la consistencia en la mesa de sacudidas.
4. (NC-171), O. N. D. N. 2002. Determinación de la absorción de agua por capilaridad.
5. (NC-172), O. n. d. n. (2002). Determinación de la resistencia a la adherencia por tracción.
6. (NC-173), O. N. D. N. 2002. Determinación de la resistencia a flexión y compresión.
7. (NC-175), O. N. D. N. 2002. Mortero de albañilería. Especificaciones.
8. Arango, A. J. O. y. A. J. (1980). RC-3129. Repello directo.
9. Arq. José Mosquera, A. E. G. P. y. A. T. P. P. (1981). RC-3131. Azulejos en paredes.
10. ASSO, F. O. 1997. Materiales de construcción.
11. ASTM (2000). C-1329 Standar specification for mortar cement.
12. BRICOLAJE 2012. El corcho, un recubrimiento aislante muy resistente.
13. CATÁ, J. A. 1985. Materiales de construcción.
14. CIVIL., C. D. A. F. D. I. 1985. Materiales de Construcción.
15. Construmática (2011). "Uso de metales en la construcción."
16. CONSTRUMÁTICA. 2012. Revestimientos continuos.
17. Construmática (2012) Enfoscados.
18. CUSA, J. D. 1974. Revestimientos interiores y exteriores.
19. DOMÍNGUEZ. 2011. Piedras para la Construcción.
20. FACILÍSIMO 2012. El corcho.
21. FC, C. D. A. D. 2004. Texto básico- revestimientos.
22. GORCHAKOV, G. I. 1984. Materiales de Construcción.
23. HERNÁNDEZ, G. D. Y. O. 1980. Tecnología y práctica de albañilería. In: EDUCACIÓN, P. Y. (ed.).
24. HORNBOSTEL, C. 2002. Materiales para construcción. Tipos, usos y aplicaciones.
25. J. Ma Rincón López, M. R. P. (2004). Técnica cerámica.
26. Jaramillo, A. S. (2009). Síntesis de la tecnología del concreto.
27. JARAMILLO., A. S. 2000. Guía Práctica. Mortero de pega para muros de mampostería. In: FACULTAD DE INGENIERÍA, U. D. V. (ed.).

28. JARAMILLO., A. S. SA. Mortero de Mapostería.
29. Longo, J. (2009) Como colocar azulejos.
30. Martín, J. G. (2005). Revestimientos Continuos: tradicionales y modernos.
31. Mosquera, A. T. P. P. y. A. J. (1981). RC-3133. Marmolejos.
32. Peraza, J. E. (2006). Carpintería II. Techos, suelos y paredes de madera.
33. PÉREZ, J. V. 2010. Como se realiza un enlucido. Marmi di Carrara srl [Online].
34. Plá., A. E. G. (1980). RC-3130. Fino sobre resano.
35. Restrepo, V. (2012) Recubrimientos de madera.
36. RIBEAUX, J. E. S. 2009. Materiales de construcción.
37. RODRÍGUEZ, I. I. A. M. L. Y. I. M. A. B. SA. Materiales de construcción.
38. Romaloe., A. J. O. (1981). RC-3128. Salpicado y resano en paredes.
39. VALLE., C. A. SA. Materiales y productos.
40. VENEZUELA., R. D. 1962. Norma para la construcción de edificios. .
41. Vergara, T. V. (1980). RC-3150. Terminaciones. elaboración de morteros para albañilería.
42. Wikipedia (2012) Materiales de construcción.
43. WIKIPEDIA. 2012. Acero.

Anexos

Anexo 1. Procesamiento estadístico de los resultados obtenidos en los ensayos.

1. Resumen estadístico para la retención de agua.

Muestra	Frecuencia	Media	Varianza	Desviación típica
1	2	95.45	1.805	94.5
2	2	96.9	0.08	96.7
3	2	97.3	0.08	97.1
4	2	95.65	0.245	95.3
5	2	96.85	0.005	96.8
6	2	96.8	0.98	96.1
Total	12	96.4917	0.806288	94.5

Análisis de la Varianza

Fuente	Sumas de cuadrados.	Gl	Cuadrado medio	Coficiente-F	P- valor
Entre grupos	5.67417	5	1.13483	2.13	0.1919
Intra grupos	3.195	6	0.5325		
Total (Corr.)	8.86917	11			

La tabla de análisis de varianza descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de cada grupo. El F-ratio, que en este caso es igual a 2.13114, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a

0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 variables a un 95.0%.

Contraste Múltiple de Rango para Retención de agua según Muestras

Método: 95.0 porcentaje LSD

Muestra	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
1	2	95.45	X
4	2	95.65	XX
6	2	96.8	XX
5	2	96.85	XX
2	2	96.9	XX
3	2	97.3	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1-2	-1.45	1.78558
1-3	*-1.85	1.78558
1-4	-0.2	1.78558
1-5	-1.4	1.78558
1-6	-1.35	1.78558
2-3	-0.4	1.78558
2-4	1.25	1.78558
2-5	0.05	1.78558
2-6	0.1	1.78558

3-4	1.65	1.78558
3-5	0.45	1.78558
3-6	0.5	1.78558
4-5	-1.2	1.78558
4-6	-1.15	1.78558
5-6	0.05	1.78558

* indica una diferencia significativa.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. La mitad inferior de la salida muestra la diferencia estimada entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de uno de los pares, indica que éste muestra diferencia estadísticamente significativa a un nivel de confianza 95.0%. En la parte superior de la página, se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas. El método actualmente utilizado para discernir entre las medias es el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). Con este método, hay un 5.0% de riesgo de considerar cada par de medias como significativamente diferentes cuando la diferencia real es igual a 0.

2. Resumen estadístico para la consistencia.

Análisis de la Varianza para la consistencia.

Fuente	Sumas de cuadrados.	Gl	Cuadrado medio	Coficiente-F	P- valor
Entre grupos	383777.0	5	76755.4	1.93	0.0867
Intra grupos	4.67694E7	1176	39769.9		
Total (Corr.)	4.71532E7	1181			

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de cada grupo. El F-ratio, que en este caso es igual a 1.92999, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 6 variables a un 95.0%.

3. Resumen Estadístico para la absorción de agua %

Muestra	Frecuencia	Media	Varianza	Desviación típica
1	3	1.44667	0.112233	0.335012
2	3	0.996667	0.0120333	0.109697
3	3	1.06667	0.283033	0.532009
Total	9	1.17	0.1458	0.381838

Análisis de la Varianza

Fuente	Sumas de cuadrados.	Gl	Cuadrado medio	Coficiente-F	P- valor
Entre grupos	0.3518	2	0.1759	1.30	0.3406
Intra grupos	0.8146	6	0.135767		
Total (Corr.)	1.1664	8			

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de cada grupo. El F-ratio, que en este caso es igual a 1.29561, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es superior o igual a 0.05, no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables a un 95.0%.

4. Resumen Estadístico para la resistencia a flexión a los 28 días

Muestra	Frecuencia	Media	Varianza	Desviación típica
1	3	4.53333	0.0833333	0.288675
2	2	4.2	0.0	4.2
3	2	5.1	0.0	5.1
Total	7	4.6	0.166667	0.408248

Análisis de la Varianza

Fuente	Sumas de cuadrados.	Gl	Cuadrado medio	Coficiente-F	P- valor
Entre grupos	0.833333	2	0.416667	10.0	0.0278
Intra grupos	0.166667	4	0.0416667		
Total (Corr.)	1.0	6			

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de cada grupo. El F-ratio, que en este caso es igual a 10.0, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0.05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables a un nivel de confianza del 95.0%. Para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras, seleccione los Tests de Rangos Múltiples en la lista de Opciones Tabulares.

Contraste Múltiple de Rango para resistencia a flexión a los 28 días según Muestra

Método: 95.0 porcentaje LSD

Muestra	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
---------	------------	-------	-------------------

2	2	4.2	X
1	3	4.53333	X
3	2	5.1	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1-2	0.333333	0.517362
1-3	*-0.566667	0.517362
2-3	*-0.9	0.566741

* indica una diferencia significativa.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. La mitad inferior de la salida muestra la diferencia estimada entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95.0%. En la parte superior de la página, se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas. El método actualmente utilizado para discernir entre las medias es el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). Con este método, hay un 5.0% de riesgo de considerar cada par de medias como significativamente diferentes cuando la diferencia real es igual a 0.

5. Resumen Estadístico para la resistencia a compresión a los 28 días

Muestra	Frecuencia	Media	Varianza	Desviación típica
1	5	12.26	0.433	11.5
2	6	14.35	0.435	13.7
3	6	13.5667	0.546667	13.0
Total	17	13.4588	1.16632	11.5

Análisis de la Varianza

Fuente	Sumas de cuadrados.	GI	Cuadrado medio	Coficiente-F	P- valor
Entre grupos	12.0208	2	6.01042	12.67	0.0007
Intra grupos	6.64033	14	0.47431		
Total (Corr.)	18.6612	16			

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de cada grupo. El F-ratio, que en este caso es igual a 12.6719, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0.05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables a un nivel de confianza del 95.0%. Para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras, seleccione los Tests de Rangos Múltiples en la lista de Opciones Tabulares.

Contraste Múltiple de Rango para resistencia a compresión a los 28 días según Muestras

Método: 95.0 porcentaje LSD

Muestra	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
2	5	12.26	X
1	6	13.5667	X
3	6	14.35	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
1-2	*-2.09	0.894441
1-3	*-1.30667	0.894441

2-3	0.783333	0.852816
-----	----------	----------

* indica una diferencia significativa.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. La mitad inferior de la salida muestra la diferencia estimada entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95.0%. En la parte superior de la página, se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas. El método actualmente utilizado para discernir entre las medias es el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). Con este método, hay un 5.0% de riesgo de considerar cada par de medias como significativamente diferentes cuando la diferencia real es igual a 0.

6. Resumen Estadístico para la resistencia a flexión a los 7 días.

Muestra	Frecuencia	Media	Varianza	Desviación típica
4	3	4.13333	0.163333	0.404145
5	3	4.03333	0.0833333	0.288675
6	2	2.3	0.0	0.0
Total	8	3.6375	0.754107	0.868393

Análisis de la Varianza

Fuente	Sumas de cuadrados.	GI	Cuadrado medio	Coficiente-F	P- valor
Entre grupos	4.78542	2	2.39271	24.25	0.0027
Intra grupos	0.493333	5	0.0986667		

Total (Corr.)	5.27875	7			
---------------	---------	---	--	--	--

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de cada grupo. El F-ratio, que en este caso es igual a 24.2504, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0.05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables a un nivel de confianza del 95.0%. Para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras, seleccione los Tests de Rangos Múltiples en la lista de Opciones Tabulares.

Contraste Múltiple de Rango para resistencia a flexión a los 7 días según Muestra

Método: 95.0 porcentaje LSD

Muestra	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
6	2	2.3	X
5	3	4.03333	X
4	3	4.13333	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
4-5	0.1	0.659284
4-6	*1.83333	0.737101
5-6	*1.73333	0.737101

* indica una diferencia significativa.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. La mitad inferior de la salida muestra la diferencia estimada entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 2 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95.0%. En la parte superior de la página, se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias

estadísticamente significativas. El método actualmente utilizado para discernir entre las medias es el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). Con este método, hay un 5.0% de riesgo de considerar cada par de medias como significativamente diferentes cuando la diferencia real es igual a 0.

7. Resumen Estadístico para la resistencia a compresión a los 7 días.

Muestra	Frecuencia	Media	Varianza	Desviación típica
4	6	9.81667	0.161667	0.402078
5	5	11.26	0.373	0.610737
6	6	5.11667	0.0656667	0.256255
Total	17	8.58235	7.48029	2.73501

Análisis de la Varianza

Fuente	Sumas de cuadrados.	GI	Cuadrado medio	Coficiente-F	P- valor
Entre grupos	117.056	2	58.528	311.71	0.0
Intra grupos	2.62867	14	0.187762		
Total (Corr.)	119.685	16			

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de cada grupo. El F-ratio, que en este caso es igual a 311.714, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F es inferior a 0.05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 3 variables a un nivel de confianza del 95.0%. Para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras, seleccione los Tests de Rangos Múltiples en la lista de Opciones Tabulares.

Contraste Múltiple de Rango para resistencia a compresión a los 7 días según Muestras

Método: 95.0 porcentaje LSD

Muestra	Frecuencia	Media	Grupos homogéneos
6	6	5.11667	X
4	6	9.81667	X
5	5	11.26	X

Contraste	Diferencias	+/- Límites
4-5	*-1.44333	0.562762
4-6	4.7	0.536572
5-6	*6.14333	0.562762

* indica una diferencia significativa.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. La mitad inferior de la salida muestra la diferencia estimada entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 3 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95.0%. En la parte superior de la página, se identifican 3 grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen signo X forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas. El método actualmente utilizado para discernir entre las medias es el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher (LSD). Con este método, hay un 5.0% de riesgo de considerar cada par de medias como significativamente diferentes cuando la diferencia real es igual a 0.