



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO: INGENIERIA ESTRUCTURAL**



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO Y  
ENDURECIDO DEL MORTERO ADHESIVO TILEBOND**

Trabajo Especial de Grado presentado a la Universidad de Carabobo como requisito  
para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por:**

Hernández Sandra

Silva Yibelly.

**Tutor:** Prof. Pedro Giménez

Valencia, Noviembre del 2012



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO: INGENIERIA ESTRUCTURAL**



**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO Y  
ENDURECIDO DEL MORTERO ADHESIVO TILEBOND**

**Elaborado por:**

Hernández Sandra

Silva Yibelly.

**Tutor:** Prof. Pedro Giménez

Valencia, Noviembre del 2012



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DEPARTAMENTO: INGENIERIA ESTRUCTURAL**



## **CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Los abajo firmantes miembros del jurado asignado para evaluar el trabajo especial de grado titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO DEL MORTERO ADHESIVO TILEBOND**, realizado por los bachilleres: **Sandra P. Hernández M. C.I.:19.524.299**, **Yibelly D. Silva R. C.I.:19.364.438**, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

---

Prof. Pedro Giménez  
**Presidente del Jurado**

---

Prof. Reny Marín  
**JURADO**

---

Prof. Francisco Soto  
**JURADO**

Valencia, Noviembre de 2012.

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme salud, vida, por darme fuerzas para continuar hasta lograr mis metas y ser mi guía a lo largo de todo el camino.

A mis padres Gloria Moreno y Luis Hernández por brindarme su apoyo incondicional, cariño, amor y dedicación a lo largo de mi vida.

A mis Hermanos Julio y Yaneth Hernández por estar presentes cuando los necesite, además de su cariño y comprensión.

A mis sobrinos Andrea, Alessandra y Alejandro por las alegrías que me causaron.

A mis amigos más cercanos, compañeros de promoción, y demás familiares por acompañarme durante todo este tiempo y por el cariño brindado.

A los profesores que compartieron sus conocimientos y guiaron durante estos años de estudio y dedicación.

A la empresa IMMERC por su apoyo.

A la Universidad de Carabobo por ser mi casa de estudio durante 5 años.

**Sandra P. Hernández M.**

## **DEDICATORIA**

A Dios por guiarme y darme fortaleza durante el camino para lograr ésta meta.

A mis papas Betty y Víctor Silva, por su esmero, dedicación, amor, cariño, confianza, por darme siempre el apoyo que necesite, los consejos y el ánimo para seguir adelante, sin su apoyo no lo hubiera logrado.

A mi hermana Yilibeth Silva, por su comprensión, por estar siempre a mi lado y apoyarme incondicionalmente.

A toda mi familia, en especial a mi tío Luis y a mi abuela Hilda, que siempre me han apoyado y me han brindado su amor y cariño.

A mi novio Gustavo Fleitas, por su incondicional apoyo a lo largo de estos 5 años, en especial en este trabajo de grado, gracias por confiar en mí y estar conmigo siempre.

A todos mis amigos y compañeros que estuvieron presentes de una u otra forma en la realización de este sueño. Muchas gracias a todos.

**Yibelly D. Silva**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar agradecemos a Dios por brindarnos salud y vida para hacer realidad el logro de ésta meta.

Que este agradecimiento sea extensivo a todos los profesores que a lo largo de la carrera compartieron con nosotros sus conocimientos intelectuales, profesionales y humanos para desarrollar nuestros talentos, en especial a los profesores: Pedro Giménez por su dedicación absoluta e incondicional apoyo como tutor de tesis y Francisco Soto por su colaboración, preocupación y dedicación como orientador durante la elaboración de la investigación.

A la empresa IMMERC.C.A. por brindarnos su apoyo y colaboración, en especial a la ing. Dinaí Elías, coordinadora de ventas de la misma empresa, por su apoyo como tutor empresarial y por facilitarnos el material para la elaboración de los ensayos.

A Carlos Manzanares, Jesús Pinto y la Sra. Mariela, técnicos del laboratorio de Materiales y Ensayos, de la Escuela de Ingeniería Civil, de la Universidad de Carabobo por su valiosísima e incondicional cooperación en todo lo referente al trabajo realizado en el laboratorio.

A nuestros amigos y compañeros de promoción, que nos acompañaron durante la carrera, y nos brindaron su apoyo incondicional.

A la ilustre Universidad de Carabobo por darnos la oportunidad de adquirir conocimientos durante todos estos años en nuestro desarrollo como profesionales.

A nuestros Padres, Familia y Amigos, por su amor, apoyo y cariño.



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO: INGENIERIA ESTRUCTURAL**



## **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO DEL MORTERO ADHESIVO TILEBOND.**

**Elaborado por:**

Hernández Sandra

Silva Yibelly.

**Tutor:** Prof. Pedro Giménez

**Fecha:** Noviembre 2012

### **RESUMEN**

El siguiente trabajo de grado surge de la necesidad de evaluar las propiedades en estado fresco y endurecido del mortero adhesivo TILEBOND, fabricado por la empresa IMMERC C.A. En el estudio sólo se evaluó las características de adherencia, resistencia a la compresión, tiempo abierto, tiempo de corrección, deslizamiento y pérdida por calentamiento a 110°C, sobre superficies de concreto y en condiciones de laboratorio. La dosificación de cada uno de los componentes del mortero fue la establecida por el fabricante. La investigación es de tipo descriptiva de campo, utilizando la observación directa de los ensayos como técnica de recolección de datos. El estudio se realizó a dos sacos de un lote de producción del mortero, siguiendo la metodología descrita en las normas COVENIN para morteros de recubrimiento cerámicos. Se obtuvo como resultado que el mortero TILEBOND es de secado rápido (tiempo abierto y de corrección reducidos), garantiza bajo deslizamiento en las probetas cerámicas, no presenta pérdida del material a altas temperaturas, alcanza altos valores de adherencia a tempranas edades (alcanzando valores cercanos al máximo en 7 días) y desarrolla valores de resistencia a la compresión que cumplen con los requisitos exigidos por las normas. Se concluyó que la dosificación utilizada y proporcionada por la empresa IMMERC C.A. es óptima y el producto cumple con el objetivo principal para el cual fue diseñado.

## ÍNDICE GENERAL.

<b>RESUMEN</b> .....	<b>p.p</b> vii
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	viii
<b>LISTA TABLAS</b> .....	xi
<b>LISTA DE GRÁFICOS Y FIGURAS</b> .....	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1

### CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

Planteamiento del problema.....	3
Formulación del problema.....	4
Objetivos de la Investigación.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Justificación.....	6
Alcance.....	7
Limitaciones.....	7

### CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes.....	8
Bases Teóricas.....	9
El Mortero.....	9
Morteros adhesivos de revestimientos cerámicos.....	9
<i>Avance histórico de los morteros adhesivos para revestimientos cerámicos</i> .....	9
<i>Tipos de morteros adhesivos para revestimientos cerámicos</i> .....	11
Mortero adhesivo base cemento modificado con látex o resina.....	13
<i>Definición</i> .....	13
<i>Clasificación</i> .....	14
<i>Composición</i> .....	15
<i>Características de la unión adhesiva</i> .....	15
<i>Características del adhesivo</i> .....	16
<i>Características del soporte</i> .....	18
<i>Características de la pieza cerámica</i> .....	18
<i>Características de la puesta en obra y condiciones ambientales durante la misma</i> .....	19

	<b>p.p</b>
<i>Propiedades del mortero adhesivo</i> .....	21
<u>Propiedades de identificación</u> .....	21
<u>Propiedades en estado fresco</u> .....	22
<u>Propiedades en estado endurecido</u> .....	24
<i>Ejecución y métodos de colocación del mortero adhesivo</i> .....	25
<u>Mezclado o amasado</u> .....	25
<u>Colocación</u> .....	25
<i>Requisitos que deben cumplir los morteros adhesivos base cemento modificado con látex o resina</i> .....	31
<u>Requisitos según ANSI A118.4</u> .....	31
<u>Requisitos según UNE EN 12003 y UNE EN 1346</u> .....	32
Descripción del mortero TILEBOND.....	32
Parámetros Estadísticos.....	34

### **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Tipo de Investigación.....	37
Diseño de la Investigación.....	37
Población y Muestra.....	38
Descripción de la Metodología.....	39
Ensayos realizados al mortero adhesivo TILEBOND.....	40
Determinación de la desviación estándar de los resultados de compresión y adherencia.....	53
Técnicas en Instrumentos de Recolección de Datos.....	54
Procesamiento de los Datos Obtenidos.....	54

### **CAPÍTULO IV. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Ensayo de pérdida por calentamiento 110°C.....	55
Ensayo de Tiempo Abierto.....	56
Ensayo de Tiempo de Corrección.....	62
Ensayo de Deslizamiento.....	64
Ensayo de Adherencia a tracción.....	65
Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	75

### **CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones.....	79
-------------------	----

Recomendaciones.....	<b>p.p</b> 82
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	83
<b>ANEXOS</b> .....	86

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLAS</b>	<b>p.p</b>
1. Clasificación de los morteros adhesivos cementoso.....	12
2. Clasificación de los morteros adhesivos en dispersión.....	13
3. Clasificación de los morteros adhesivos de resinas de reacción.....	13
4. Clasificación de la pieza cerámica según grado de absorción.....	19
5. Requisitos exigidos para el tiempo de corrección, deslizamiento y resistencia a la compresión.....	31
6. Requisitos exigidos para la adherencia.....	32
7. Datos técnicos del mortero adhesivo TILEBOND.....	32
8. Factor del rango ponderado.....	36
9. Tamaño de la muestra. (sacos).....	38
10. Especificaciones técnicas del equipo DYNA.....	50
11. Resultados obtenidos del ensayo de pérdida por calentamiento a 110° C.....	55
12. Resultados del ensayo de tiempo abierto para la muestra uno.....	56
13. Resultados del ensayo de tiempo abierto para la muestra dos.....	57
14. Resultados del ensayo de tiempo abierto para la muestra tres.....	58
15. Resultados del ensayo de tiempo abierto para la muestra cuatro.....	59
16. Resultados del ensayo de tiempo abierto para la muestra cinco.....	60
17. Resultados del Ensayo de Tiempo de Corrección.....	62
18. Resumen del Ensayo de Tiempo de Corrección.....	63
19. Resultados del ensayo de deslizamiento.....	65
20. Resumen de resultados obtenidos para el ensayo de adherencia a tracción a 1 día.....	66
21. Resumen de resultados obtenidos para el ensayo de adherencia a tracción a 7 días.....	68
22. Resumen de resultados obtenidos para el ensayo de adherencia a tracción a 14 días.....	70
23. Resumen de resultados obtenidos para el ensayo de adherencia a tracción a 28 días.....	72
24. Análisis estadístico de los valores obtenidos en el ensayo de adherencia para cada edad de ensayo.....	74
25. Resultados del ensayo a compresión axial de probetas cúbicas a la edad de 7 días.....	76
26. Resultados del ensayo a compresión axial de probetas cúbicas a la edad de 28 días.....	76
27. Análisis estadístico de los resultados de resistencia a la compresión a 7 y 28 días.....	77

## LISTA DE GRÁFICOS Y FIGURAS

<b>GRÁFICOS</b>	<b>p.p</b>
1. Capacidad humectante en función del tiempo para la muestra uno.....	56
2. Capacidad humectante en función del tiempo para la muestra dos.....	57
3. Capacidad humectante en función del tiempo para la muestra tres.....	58
4. Capacidad humectante en función del tiempo para la muestra cuatro.....	59
5. Capacidad humectante en función del tiempo para la muestra cinco.....	60
6. Resultados del Ensayo de Tiempo de Corrección. Porcentajes de probetas que cumplen y no cumplen por tiempo de ensayo.....	63
7. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra uno a la edad de 1 día.....	67
8. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra dos a la edad de 1 día.....	67
9. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra uno a la edad de 7 días.....	69
10. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra dos a la edad de 7 días.....	69
11. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra uno a la edad de 14 días.....	71
12. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra dos a la edad de 14 días.....	71
13. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra uno a la edad de 28 días.....	73
14. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra dos a la edad de 28 días.....	73
15. Comportamiento de la adherencia en función del tiempo.....	75
16. Resistencia a la compresión promedio para cada edad de ensayo.....	78

<b>FIGURAS</b>	
1. Hoja técnica del mortero adhesivo TILEBOND.....	87
2. Placa colocada en posición vertical durante 10 min.....	88
3. Colocación de pesas de 300 gr. sobre cada probeta para medir deslizamiento.....	88
4. Malla de material acrílico utilizada en el ensayo de tiempo abierto.....	89
5. Extendido del mortero sobre las placas de concreto.....	89
6. Colocación de pesas de 2 Kg sobre las probetas durante 30 seg.....	90
7. Medición de la cantidad de mortero adherido en las probetas.....	90
8. Herramienta utilizada para el ensayo de tiempo de corrección.....	91

	<b>p.p</b>
9. Placa colocada verticalmente con probetas para el ensayo de corrección.....	91
10. Colocación de la herramienta para girar cada probeta 90 °. Ensayo de la primera fila de probetas.....	92
11. Primera fila de probetas después del ensayo.....	92
12. Segunda fila de probetas después del ensayo.....	93
13. Ensayo de la segunda fila de probetas.....	93
14. Máquina de tracción utilizada en el ensayo de adherencia.....	94
15. Utilización del equipo de tracción para determinar la resistencia al despegue de cada probeta.....	94
16. Muestra de placa con probeta ya arrancada.....	95
17. Moldes y barra compactadora, utilizados para la elaboración de las probetas cúbicas.....	95
18. Prensa hidráulica para el ensayo de compresión.....	96
19. Colocación y compactación de las capas de mortero en los moldes.....	96
20. Moldes cubiertos con polietileno para el curado de las probetas por 24 horas.....	97
21. Colocación de la probeta en la prensa hidráulica para realizar el ensayo.....	97
22. Probeta cúbica luego de haber sido sometida a compresión.....	98

## INTRODUCCIÓN

El propósito de la investigación es determinar las características del mortero elaborado por la empresa IMMERC.C.A. ubicada en la zona industrial de Valencia estado Carabobo, debido a que no se tienen datos técnicos del producto, y por ende se desconoce su comportamiento en estado fresco y endurecido. El material ha sido utilizado de forma empírica en obras de construcción dentro del país, para la colocación de baldosas de gran tamaño, razón por la cual es necesario el estudio para obtener una información más técnica del mismo.

Se elaboraron ensayos de resistencia a la compresión, deslizamiento, tiempo abierto, tiempo de corrección, adherencia y otros de identificación como pérdida por calentamiento, todos siguiendo la dosificación recomendada y las condiciones establecidas por las normas para la elaboración de los ensayos.

Con los resultados obtenidos se presentaron las características técnicas del producto, información que será suministrada a la empresa para un mejor conocimiento técnico por parte del usuario y de la misma empresa.

El trabajo de investigación está conformado por cinco (5) capítulos a saber: El primero, titulado: El Problema, el cual describe el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación, los alcances y las limitaciones de la investigación. El segundo denominado: Marco Teórico, constituido por los antecedentes y las bases

teóricas que sustentan la investigación. El tercero: Marco Metodológico, describe de forma detallada el tipo de investigación, su diseño, la metodología utilizada, y el procesamiento de los datos obtenidos; el capítulo cuatro: Análisis e Interpretación de los Resultados, donde se hace referencia al análisis de los resultados obtenidos; y el capítulo cinco: conclusiones, recomendaciones, y anexos.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **Planteamiento del Problema**

Desde el siglo X hasta nuestros días se ha utilizado en la construcción los recubrimientos cerámicos para dar una belleza artística y arquitectónica a las estructuras. Una parte importante de ese patrimonio cerámico ha soportado con dignidad el paso del tiempo, sin desprendimientos o pérdida de sus atributos formales, producto de la estabilidad del soporte y el tamaño de las piezas cerámicas que no superaban los  $625 \text{ cm}^2$ , hasta bien avanzado el siglo XX donde las tensiones por adherencia se incrementaron por el aumento en las dimensiones de las baldosas.

En la actualidad existen diversas industrias especializadas en la elaboración de morteros adhesivos para recubrimientos cerámicos, muchos de ellos utilizados para casos específicos en los cuales se necesita una mayor exigencia en el comportamiento del mismo. De ahí nace la necesidad de las industrias de diseñar nuevos morteros modificados, que brinden propiedades especiales.

La nueva inclusión de estos productos en el mercado, hace necesario establecer controles de calidad en el material, a través de la realización de ensayos para conocer sus propiedades y si cumplen o no con las normativas establecidas.

Cabe destacar que el comportamiento de los morteros adhesivos modificados es diferente al de los morteros tradicionales, por tanto los requisitos exigidos varían. De no conocerse las propiedades del producto, se ignora su cumplimiento con las normas, su calidad y su adecuada o inadecuadas de utilización.

En la actualidad la empresa IMMERC.C.A. ha desarrollado un mortero adhesivo de alta resistencia para pegar losetas denominado TILEBOND al que se debe determinar las propiedades más significativas a fin de implementarlo adecuadamente y evaluar que las mismas cumplan con las normativa, siguiendo así mismo la metodología instaurada en las Normas nacionales COVENIN y algunas normas internacionales (ANSI y UNE EN).

De manera que ya conocidas las propiedades del material pueden ser parte de la ficha técnica del nuevo mortero de la empresa ofreciendo al usuario información técnica detallada del producto y su posterior certificación por parte de la normativa vigente.

### **Formulación del Problema**

¿Qué características tiene el mortero adhesivo TILEBOND?

¿Cuáles son sus propiedades más importantes?

¿Cuáles ensayos y bajo qué metodología se pueden determinar sus propiedades?

¿De qué manera se pueden interpretar los resultados obtenidos de los ensayos?

¿Cuál es el comportamiento de las propiedades más importantes en estado fresco y endurecido del mortero Adhesivo TILEBOND?

## **Objetivos de la Investigación**

### **Objetivo General.**

Evaluar las propiedades en estado fresco y endurecido del mortero adhesivo TILEBOND.

### **Objetivos Específicos.**

1. Identificar las características del mortero adhesivo TILEBOND.
2. Seleccionar las propiedades a evaluar del mortero adhesivo TILEBOND, a través de los ensayos y métodos establecidos en las normas nacionales e internacionales.
3. Determinar las propiedades a través de ensayos de laboratorio.
4. Analizar los resultados obtenidos en el laboratorio.
5. Evaluar las propiedades más importantes en estado fresco y endurecido del mortero Adhesivo TILEBOND

## **Justificación.**

El propósito de la investigación es evaluar el comportamiento y desempeño del nuevo producto de la empresa nacional IMMERC. C.A. que de acuerdo a sus componentes debe cumplir con ciertas normativas para asegurar su buena calidad y desempeño durante su vida útil, pudiendo cumplir con sus funciones principales.

Desde el punto de vista práctico los resultados obtenidos de la investigación serán de gran aporte para la empresa, por mostrar una información amplia y detallada del producto, avalada por ensayos realizados en el laboratorio. Además de brindar al usuario información técnica sobre su comportamiento que sirva de guía para su correcta utilización.

Desde el punto de vista académico el trabajo de investigación representa una guía en el campo de la ingeniería Civil, especialmente sobre morteros para pegar losetas modificados con látex o resinas, cuya información en Venezuela es limitada.

Desde el punto de vista teórico el estudio permite comprobar todos los aspectos técnicos con la información basada en normas internacionales, bajo un modelo teórico práctico que sirva para evaluar el nuevo producto en el mercado, u otros similares.

Como aporte social se puede considerar una mayor demanda por parte de las empresas constructoras al conocer las ventajas que brinda el mortero y por ende una disminución de los costos del producto facilitando la adquisición del mismo al comprador.

### **Alcance.**

La investigación comprende el estudio del mortero TILEBOND comercializado o producido por la empresa IMMERC C.A en estado fresco y endurecido, mediante pruebas realizadas en el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería, Escuela de Civil, de la Universidad de Carabobo.

Las propiedades a evaluar son: pérdida por calentamiento, resistencia al deslizamiento, tiempo de ajuste o corrección, tiempo abierto, resistencia a la compresión a los 7 y 28 días y adherencia a tracción a los 1, 7, 14 y 28 días.

### **Limitaciones.**

Los resultados de los ensayos se obtendrán bajo las condiciones de laboratorio de  $(23\pm 2)$  °C y  $(50\pm 5)$  % de humedad relativa, en el laboratorio de Materiales y Ensayos, escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Carabobo, ubicada en la región de Naguanagua, estado Carabobo.

Los ensayos fueron realizados sobre soportes de concreto con superficie de mortero alisado, por ser las más comunes en las estructuras de la región y las exigidas por la empresa para la realización del estudio.

Las probetas cerámicas utilizadas para los ensayos fueron de alta absorción de agua.

En Venezuela no existen normas especialmente para morteros adhesivos modificados con resinas, por lo que se vio en la necesidad de tomar como guía la normativa internacional para ciertos ensayos.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes de la Investigación**

##### **Antecedentes**

Yefry V. Rosales J., (2004), realizo una investigación titulada: “Ensayos para morteros adhesivos de revestimientos cerámicos”, el propósito de la investigación fue presentar al estudiante y al profesional de la ingeniería, la metodología para realizar ensayos de laboratorio para evaluar los morteros adhesivos de revestimientos cerámicos que se están utilizando con gran frecuencia en la industria de la construcción. La metodología seguida fue la establecida por American National Standards Institute (normas ANSI A118.1.) El tipo de investigación es descriptiva. Se seleccionaron dos muestras de morteros adhesivos diferentes A y B para realizar los ensayos correspondientes según su tipo, resultado mejor el mortero A por cumplir con todos los requisitos instaurados por las normativa vigente, a diferencia del mortero B que no cumplió con los ensayos más importantes, probando que la capacidad de deformación y la plasticidad de un mortero adhesivo son los factores decisivos para garantizar su durabilidad y eficacia en el largo plazo. La investigaciones de gran aporte para la evaluación de morteros adhesivos, las técnicas, metodología, presentación de los resultados y fundamentos teóricos.

Páez Gervileth, Peter Johanny, (2005), realizaron una investigación titulada: “análisis y evaluación del agregado fino en la elaboración de morteros para paredes”, la investigación tiene como propósito determinar la proporción ideal de agregado fino en la elaboración de morteros para frisos de paredes en las obras de construcción de Valencia, estado Carabobo. El estudio es de tipo descriptivo de campo, con una población con dos estratos, el primero formado por 90 poblaciones de los proyectos de construcción en Valencia con 27 muestras y el segundo estrato con 11 proveedoras de agregado fino de constructoras de la ciudad con 2 muestras, las muestras fueron seleccionadas de manera aleatoria y sin remplazo. La metodología seguida para los ensayos fue la señalada por las Normas Covenin vigentes. El estudio realizado sirve como herramienta teórica y técnica para el análisis y evaluación de los morteros y las propiedades que juegan un papel importante en su calidad.

## **Bases Teóricas**

### **El Mortero**

Un mortero es una mezcla natural o artificial compuesta básicamente por uno o varios aglomerantes y agua, también puede adicionarse agregado fino como la arena y en casos especiales aditivos, cuyo tipo dependerá de las características que se requieran aportar al compuesto.

### **Morteros adhesivos de revestimientos cerámicos**

#### ***Avance histórico de los morteros adhesivos para revestimientos cerámicos***

Desde antiguo, a los materiales de construcción tradicionales (mortero de cal, yeso, etc.) se les han incorporado para usos específicos ciertas sustancias, conocidas con el

nombre de aditivos, añadidas en pequeñas proporciones, con el fin de proporcionar, modificar o incrementar en el material tradicional determinadas características.

Desde 1824 en la composición de los morteros se sustituye la cal por el cemento industrial, mejorando su comportamiento ante el agua y la humedad, la resistencia mecánica especialmente a la compresión, pero se incrementa la rigidez del sistema.

Una mejora en las propiedades como material de agarre, a veces notable, se ha logrado con la incorporación de sustancias naturales, tales como: arcilla, albúmina de sangre, colas de origen animal, almidón, etc., que constituyen (al igual que puede ser considerado el propio cemento) sustancias poliméricas.

A inicios de la década de los cincuenta, comenzó a aplicarse en Estados Unidos, el método de la capa fina ejecutados con morteros adhesivos secos cementosos para la colocación de revestimientos cerámicos, debido a que no se aseguraba la mínima adherencia por la naturaleza de la superficie en contacto con el mortero o por las exigencias de deformabilidad.

Según Porcar (2008): “Define el método de capa fina, como modalidad de aplicación del adhesivo, sobre una superficie plana y posterior peinado con llana dentada para obtener un grosor uniforme: asimismo especifica que la superficie de colocación debe ser rígida.” (P. 18)

La colocación en capa fina con adhesivo ha pasado, en menos de diez años, de representar una opción de calidad y rendimiento en la colocación, a una necesidad en un buen número de aplicaciones de las baldosas cerámicas y otros materiales rígidos modulares. No solamente se requiere adherencia ante superficies lisas y/o no absorbentes sino también deformabilidad ante la inestabilidad de soportes y superficies de colocación.

### *Tipos de morteros adhesivos para revestimientos cerámicos*

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) a través de las normas UNE regula en Europa los materiales utilizados para la colocación de pavimentos cerámicos y La Institución Americana Nacional de Estándares (ANSI) que regula en América los morteros de cemento para revestimientos cerámicos.

Las Especificaciones ANSI vienen dadas de acuerdo al tipo de mortero en estudio, entre ellos se encuentran:

- Morteros de Cemento Portland.
- Morteros adhesivos base de cemento.
- Morteros adhesivos base de cemento modificado con látex o con resinas.
- Morteros adhesivos base de cemento modificado con látex EGP (resinas para triplay).
- Morteros epóxidos.
- Morteros modificados con emulsión epóxica.
- Morteros de resinas furánicas.

Según la UNE EN 12004, los morteros adhesivos para revestimientos cerámicos se clasifican en:

- Adhesivo Cementoso

Mezcla de conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos, que se mezclan con agua o adición líquida en su preparación. Se les identifica con la letra C.

- Adhesivos en dispersión

Mezcla de conglomerante(s) orgánico(s) en forma de polímero en dispersión acuosa, aditivos orgánicos y cargas minerales, que se presenta lista para su uso. Se les identifica con la letra D.

- Adhesivos de resinas reactivas

Mezcla de resinas sintéticas, aditivos orgánicos y cargas minerales cuyo endurecimiento resulta de una reacción química, y que se comercializan en forma de uno o más componentes. Se les identifica con la letra R.

Para cada tipo podrán utilizarse dos clases:

- Normal (Clase 1)
- Mejorado (Clase 2)

Se prevén además tres características opcionales:

- Fraguado rápido F(solo Cementosos)
- Deslizamiento reducido T (todos )
- Tiempo abierto prolongado E(solo Cementoso y Dispersión)

La UNE EN 12002 prevé además la característica de mejorar la deformabilidad.

- S1 (Deformación transversal entre 2.5 y 5mm)
- S2 (Deformación transversal mayor o igual a 5mm)

**Tabla 1**

*Clasificación de los morteros adhesivos cementoso*

DESIGNACIÓN		ADHESIVO CEMENTOSO
TIPO	CLASE	
C	1	normal
C	1F	normal de fraguado rápido
C	1T	normal con deslizamiento reducido
C	1FT	normal de fraguado rápido y deslizamiento reducido
C	2	mejorado
C	2E	mejorado, con tiempo abierto ampliado
C	2F	mejorado, de fraguado rápido
C	2T	mejorado, con deslizamiento reducido
C	2TE	mejorado, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado

*Nota.* Tomado de UNE EN 12004

**Tabla 1 (Continuación)**

C	2FT	mejorado, de fraguado rápido y con deslizamiento reducido
C	2FTE	mejorado, de fraguado rápido, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado

**Tabla 2**

*Clasificación de los morteros adhesivos en dispersión*

DESIGNACIÓN		ADHESIVO EN DISPERSIÓN
TIPO	CLASE	
D	1	normal
D	1T	normal con deslizamiento reducido
D	2	mejorado
D	2T	mejorado, con deslizamiento reducido
D	2TE	mejorado, con deslizamiento reducido y tiempo abierto ampliado

*Nota.* Tomado de UNE EN 12004

**Tabla 3**

*Clasificación de los morteros adhesivos de resinas de reacción*

DESIGNACIÓN		ADHESIVO DE RESINAS DE REACCIÓN
TIPO	CLASE	
R	1	normal
R	1T	normal con deslizamiento reducido
R	2	mejorado
R	2T	mejorado, con deslizamiento reducido

*Nota.* Tomado de UNE EN 12004

### **Mortero adhesivo base cemento modificado con látex o resina.**

#### ***Definición***

Se conoce como mortero adhesivo base de cemento modificado con látex o resina a un mortero mixto compuesto por cemento, arena y algún aditivo especial ya sea en forma de látex o de polvo redispersable, fabricado en planta industrial, que se usa para adherir recubrimientos cerámicos. Cuando se agrega en forma de látex, se considera un sustituto parcial o total de la medida de agua especificada. Este tipo de

mortero también es conocido como morteros de cola, sus componentes se encuentran dosificados, y se suministran envasados con marca de fabricación.

Se usa de modo muy similar al de los morteros adhesivos base cemento. Los aditivos a base de látex o resina empleados en los morteros adhesivos base cemento para revestimientos cerámicos, están diseñados para mejorar la adhesión, reducir la absorción de agua, y proporcionar mayor poder de adhesión y resistencia contra choques e impactos. Estos aditivos permiten cierto margen en cuanto a tiempo, condiciones de trabajo y temperatura. Por tanto suelen ser requeridos para la instalación de revestimientos porcelánicos.

Varían en su composición, dependiendo de la aplicación y características de desempeño para las que fueron diseñados.

### *Clasificación*

#### **Mortero adhesivo base cemento modificado con látex de secado rápido**

“Es un mortero adhesivo base cemento modificado con látex que adquiere la resistencia mínima a la ruptura y la adhesión a una velocidad mayor que el mortero adhesivo modificado con látex normal.”(ANSI A118.4, 2010, p.100)

#### **Mortero adhesivo base cemento modificado con látex sin revenimiento**

“Es un mortero adhesivo base cemento modificado con látex que es diseñado para reducir el deslizamiento de revestimientos cerámicos en instalaciones verticales.” (ANSI A118.4, 2010, p.100)

### ***Composición***

Los morteros cola están formados por una mezcla de:

- Aglomerante:
  - ✓ Cemento blanco o gris
  
- Agregados:
  - ✓ Minerales de naturaleza silíceo y/o caliza
  
- Aditivos orgánicos:
  - ✓ Retenedores de agua.
  - ✓ Resinas o látex.
  - ✓ Polímerosredispersables en agua.
  - ✓ Modificadores reológicos.
  - ✓ Fibras, entre otros.

### ***Características de la unión adhesiva.***

Las características finales de la unión cerámica soporte no solo dependen del mortero adhesivo, sino también de las características de la superficie de soporte y de las propia operación de puesta en obra.

Olmo y otros (1982) afirmaron que:

Esto no quiere decir que el mortero cola no pueda ser utilizado sin la preparación previa del soporte y con una puesta en obra poco cuidada; sino que la preparación del soporte, en caso necesario, aumenta notablemente el valor de la adherencia alcanzada, la cual se incrementa igualmente con una aplicación cuidada. (P.44)

## Características del adhesivo

### Compatibilidad con el soporte.

El adhesivo debe ser compatible con el soporte y una reacción indeseable entre ambos perjudica gravemente la unión, los adhesivos modificados con resina son compatibles con la mayoría de los materiales que se emplean como soportes en las edificaciones, excepto con el yeso, en particular cuando este material contiene un elevado grado de humedad.

Olmo y otros (1982) afirmaron que:

Cuando se coloca un alicatado sobre un soporte de yeso por medio de un mortero cola (de endurecimiento hidráulico), es aconsejable aislar el yeso del material de agarre por medio de una imprimación, para prevenir la probable reacción entre ambos materiales, en presencia de humedad, que daría lugar a la formación de ettringita (compuesto expansivo) y cuyo resultado previsible sería el desprendimiento del alicatado. La aplicación de la imprimación sobre el yeso debe hacerse cuando este está seco (humedad inferior al 3 %); porque, en caso contrario la imprimación sería rechazada por difusión del vapor de agua del soporte. (P.44)

### Extendido inicial del producto.

Durante la aplicación de la pasta de mortero debe estar en un estado permanentemente deformable que permita un extendido fácil sobre el sustrato, con lo que se consigue un íntimo contacto entre ambos materiales.

La menor o mayor facilidad en el extendido de la pasta depende de sus características reológicas. Lo que propicia un extendido óptimo es una baja tensión superficial de la fase líquida de la pasta, una suficiente cohesión de sus partes integrantes y una baja viscosidad de la misma.

### Mojado del sustrato

La pasta debe conseguir un mojado óptimo del soporte, y este depende de las propiedades interfaciales; un valor reducido de la tensión superficial de la pasta favorece el mojado de aquel.

### Espesor de la capa de mortero

El mortero adhesivo se aplica en capa fina, con lo que se consiguen los valores máximos de la adherencia y la rigidez de la unión formada. La cantidad de pasta aplicada debe ser suficiente para unir las dos superficies, procurando al mismo tiempo que la capa de pasta tenga un espesor uniforme.

### Fraguado y endurecimiento

El material debe poseer un tiempo de fraguado y endurecimiento ni demasiado rápido con lo que se disminuiría los rendimientos de aplicación y se dificultaría la ejecución del revestimiento, ni excesivamente lento como para tener que aplazar la puesta en servicio.

### Estabilidad dimensional.

Según Olmo y otros (1982):

Por otro lado también puede influir en el comportamiento final el coeficiente de dilatación potencial frente a la humedad de las piezas cerámicas. Si este es muy elevado, pueden producirse tensiones importantes de cizallamiento en el plano de encolado. Sin embargo, una de las ventajas del encolado por capa fina con mortero cola es no tener que humedecer las piezas, gracias a su retención de agua, con lo cual se reducen notablemente las posibilidades de absorción de agua de la cerámica.

La humedad incide en los morteros adhesivos de resina notablemente produciendo un hinchamiento de la pasta que depende a su vez de la composición del material. Lo que ocasiona una pérdida de adherencia que por consiguiente es recuperada cuando se seca.

### **Características del soporte**

#### Cohesión

La superficie de soporte debe tener estabilidad mecánica y cohesión que permita la adhesión de las piezas cerámicas a colocar. Esta debe estar libre de partículas sueltas, grasas, polvo, entre otros, que impidan la unión con el soporte.

#### Propiedades superficiales

Una superficie de soporte óptima no debe ser ni demasiada áspera ni muy lisa. Cuando es muy rugosa puede dificultar el extendido del mortero. Por el contrario al ser muy lisa no se logra una buena adherencia del mortero.

#### Porosidad

El sustrato debe ser poroso o lleno de capilares abiertos por donde el adhesivo pueda mojar o penetrar en la masa de soporte, fluyendo a través de ellos.

### **Características de la pieza cerámica**

La pieza determinará la necesidad de seleccionar adhesivos con menor o mayor adherencia de tipo químico. Se distinguen los siguientes grupos en función de la absorción:

**Tabla 4**

*Clasificación de la pieza cerámica según grado de absorción*

GRUPO I	$E \leq 3\%$	BAJA ABSORCIÓN
GRUPO IIa	$3\% \leq E \leq 6\%$	MEDIA ABSORCIÓN
GRUPO IIb	$6\% \leq E \leq 10\%$	
GRUPO III	$E \leq 10\%$	ALTA ABSORCIÓN

*Nota.* Datos tomados de Azkárate y otros (2005)

Absorciones bajas significan ausencia de poros y, por tanto, dificultan una adherencia mecánica. En estos casos se hace necesaria la fuerza ligante de los polímeros junto al cemento.

**Características de la puesta en obra y condiciones ambientales durante la misma**

Extendido

Del Olmo César y otros (1982) establecen que para el extendido adecuado de la mezcla de mortero es conveniente revestir el soporte con la llana y luego peinarla con la parte dentada. Una vez colocada la pasta, la adherencia queda en función del tiempo abierto, las condiciones ambientales y la velocidad de formación de la película.

Es recomendable que el operario no extienda el material en grandes superficies, debido a que el tiempo que transcurre desde la colocación de la primera pieza a la última puede superar el tiempo abierto del mortero, generando desprendimientos posteriores de la pieza cerámica.

## Presión

Una colocación óptima de la pieza cerámica con un mortero adhesivo con resina debe hacerse:

- Fijando éstas con un ligero movimiento de rotación, para romper eventualmente la película superficial que puede formarse sobre la capa de mortero.
- Imprimiendo sobre la plaqueta una presión adecuada que permita que el exceso de material de agarre fluya fuera de ésta, con el fin de lograr un contacto perfecto sobre la superficie de unión.
- En superficies verticales manteniendo ésta presión durante el tiempo imprescindible para asegurar que la resistencia inicial de la unión superar las tensiones específicas inherentes a la forma de encolado.

## Condiciones ambientales

Las condiciones ambientales posteriores a la colocación de la unión adhesiva pueden influir negativamente, si éstas son adversas, de dos maneras distintas: favoreciendo la evaporación rápida de amasado y provocando movimientos en el soporte.

Los morteros adhesivos con resina poseen propiedades que los hacen más resistentes ante éstas condiciones ambientales, a diferencia de los morteros tradicionales. El poder de retención de agua de éstos morteros le brinda una mayor elasticidad que le permite absorber pequeñas variaciones volumétricas.

### ***Propiedades del mortero adhesivo.***

En los morteros se distinguen dos etapas diferenciadas por su estado físico, denominadas estado fresco y estado endurecido. La primera corresponde a la fase cuando el mortero es mezclado y amasado, en esta etapa el mortero es plástico y trabajable, lo que permite su puesta en obra. Su duración varía con el tiempo de fraguado por la porción de mezcla preparada, así como de las condiciones ambientales a las cuales está sometido (humedad, temperatura, entre otros).

Las propiedades relativas del estado fresco se relacionan con la puesta en obra e influirán principalmente en el rendimiento y calidad de ejecución, dichas propiedades son determinantes, pues influirán en gran medida en las prestaciones finales que ofrecerá el mortero adhesivo. Culminada la fase de estado fresco el mortero fragua hasta consolidarse, a este estado se le conoce como estado endurecido.

Las propiedades en estado endurecido influyen en la durabilidad (o conservación de la calidad), la cual debe ser adecuada frente a la acción de las distintas solicitaciones que pueden darse en la edificación.

### **Propiedades de identificación.**

Las características de identificación tienen por objeto únicamente comprobar que el producto conserva una constante en sus propiedades, de una partida a otra a lo largo de su fabricación.

Los parámetros experimentales elegidos para conocer la regularidad del producto son: la masa volúmica aparente, la pérdida por calentamiento a 110 °C y la granulometría, medido solo el producto en polvo.

## **Propiedades en estado fresco.**

### Tiempo de reposo o maduración.

Es el intervalo de tiempo que transcurre desde la operación de mezclado hasta la utilización del mortero. Los fabricantes suelen dar información de este tiempo. El tiempo de reposo permite la distribución de los retenedores de agua en la mezcla y la colocación de las resinas poliméricas alrededor de las partículas de cemento.

### Vida útil.

Es el tiempo máximo que puede transcurrir desde el mezclado del mortero hasta su utilización. Suelen establecerse rangos de aplicación dependiendo del tipo de mortero, cuando existe presencia de resinas reactivas es mas limitado.

Esta característica debe ser tomada en cuenta por el alicatador/solador para no generar problemas posteriores de adherencia.

En condiciones ambientales adversas se recomienda tapar la pasta adhesiva y mezclar con frecuencia.

### Consistencia

La consistencia es el grado de firmeza o facilidad relativa para deformarse el mortero mezclado, esta define la manejabilidad o trabajabilidad del mismo. En algunos manuales se denomina plasticidad. La consistencia adecuada se considera en obra mediante la adición de cierta cantidad de finos, empleo de aditivos, absorción de agua de la base sobre la que se aplica, así como de las condiciones ambientales, gustos de los operarios, entre otros factores.

Esta característica se determina mediante la mesa de caída siguiendo el procedimiento de la norma COVENIN 1610-80 (procedimiento complementado con la norma COVENIN 484-93)

### Tiempo abierto.

Es el tiempo máximo que puede transcurrir desde la extensión del adhesivo sobre la superficie de soporte hasta la colocación con la baldosa, para que se alcance la adherencia mínima de  $0,5 \text{ N/mm}^2$  mediante el ensayo de resistencia a la tracción a los 28 días.

El tiempo abierto en campo suele ser más reducido que los obtenidos en el laboratorio, una vez caducado este tiempo aparece una película sobre la superficie que disminuye la humectación sobre la baldosa.

### Capacidad humectante

Capacidad de la capa peinada de adhesivo de humectar la baldosa. Está relacionado íntimamente con el tiempo abierto, ambos afectados por condiciones ambientales de humedad relativa, temperatura y circulación de aire.

### Tiempo de ajuste o corrección.

Intervalo máximo de tiempo durante el cual se puede ajustar una baldosa colocada con adhesivo sin pérdida significativa de adherencia. El tiempo de ajuste para adhesivos cementosos oscila entre 10 y 30 minutos, y en las resinas reactivas es mucho más reducido, como mínimo 10 minutos. Está condicionado por el grado de absorción de agua de la baldosa y el de la superficie de colocación.

### Deslizamiento.

Es el movimiento descendente de una baldosa colocada sobre una superficie vertical o inclinada con una capa de adhesivo peinado. La fuerza de adherencia inicial en la unión adhesiva debe ser tal que no permita un deslizamiento de la pieza colocada mayor a 2 mm medidos en las primeras 24 horas.

## **Propiedades en estado endurecido.**

### Adherencia.

Es la capacidad que tiene un material de fijar una pieza a un determinado soporte. La capacidad de adherencia se identifica con la fuerza máxima por unidad de superficie, que puede ser medida por la resistencia a la tracción o a la cizalladura. La adherencia por cizalladura se determina aplicando la fuerza de forma paralela al plano de falla o al recubrimiento adhesivo, a diferencia de la adherencia por tracción que se obtiene aplicando la fuerza en el plano perpendicular al de la unión o superficie de soporte.

Se pueden distinguir dos mecanismos de adherencia:

- Adherencia mecánica:

Es el tipo de adherencia basado en la cohesión del mortero, alcanzada durante el proceso de hidratación del mortero. Se caracteriza por el acoplamiento mecánico entre adhesivo y adherente, y la capacidad humectante.

- Adherencia química:

Interviene la química orgánica en la concepción de la adhesión. La incorporación de resinas poliméricas mejoran notablemente las propiedades en estado fresco y finales.

Las propiedades en estado fresco son:

- ✓ Poder de retención de agua, que asegura la adherencia con grosores mínimos, desde 1 mm
- ✓ Optimiza la trabajabilidad y mojabilidad (capacidad humectante).
- ✓ Acorta los tiempos de utilización, aplicación y maduración, asegurando la adherencia en determinadas condiciones ambientales de humedad y temperatura.

Las propiedades finales son:

- ✓ Menores contracciones de secado y maduración, junto a una mejor hidratación del cemento.
- ✓ Unión adhesiva de menor porosidad, con reducción también del tamaño de los poros, lo que repercute directamente sobre la impermeabilidad.
- ✓ Buen anclaje sobre superficies lisas y no absorbentes.
- ✓ Mayor resistencia mecánica a la tracción, flexión, impacto y abrasión.
- ✓ Capacidad deformable por el comportamiento viscoelástico de las resinas poliméricas incorporadas.
- ✓ Mantenimiento de la adherencia en condiciones de alta temperatura (hasta 150-170°C).

#### Deformabilidad.

Porcar José (2008) establece que la deformabilidad de un adhesivo es cuando un sistema adhesivo/adherente mantiene su cohesión ante esfuerzos mecánicos de flexión y cizalladura principalmente, sean éstos permanentes o variables en el tiempo.

#### Resistencia a la compresión.

Es la propiedad más indicativa del comportamiento del mortero en los cerramientos portantes construidos en la mampostería. La resistencia debe ser lo más elevada posible aunque es conveniente que sea inferior a los elementos de albañilería que va a unir.

Las resistencias a compresión del mortero se obtienen conforme a los resultados del ensayo de probetas cúbicas de 50,8 mm de lado, conservadas en laboratorio según

condiciones normalizadas COVENIN 484-93 y ANSI 118.4 (esta última para morteros adhesivos base cemento modificado con resinas)

### *Ejecución y métodos de colocación del mortero adhesivo.*

Existen dos fases fundamentales a la hora de aplicar el adhesivo.

#### **Mezclado o amasado.**

El mezclado del producto se debe realizar preferiblemente con mezcladores mecánicos de poca revolución, hasta obtener una mezcla cremosa con ausencia de grumos y burbujas de aire.

Después del amasado se debe mantener la mezcla en reposo durante el lapso indicado por el fabricante, para el posterior reamasado de la misma.

La cantidad de la mezcla dependerá del tiempo abierto del producto, la rapidez de aplicación y las condiciones ambientales. La masa restante se debe desechar una vez iniciado el endurecimiento.

#### **Colocación**

Se distinguen dos métodos de colocación:

##### **Método de capa gruesa.**

Es un método que se encuentra en desuso y consiste en un modo de colocación tradicional no normalizado.

Con esta técnica la pieza se coloca directamente sobre el soporte, evitando una colocación previa del mortero sobre la superficie. El grosor del material aplicado permite corregir las irregularidades del soporte. El fabricante debe especificar que morteros son los indicados para este tipo de aplicación.

En pavimentos se debe aplicar el producto sobre el soporte con una llana en dos capas. La primera es extendida sobre el soporte con la parte lisa de la llana, y la segunda sobre el revés de la baldosa colocada.

#### Método de capa fina.

Es una técnica evolucionada en los últimos 50 años, adaptada a los actuales materiales cerámicos y a la diversidad de soportes. Se caracteriza por el escaso espesor (de 1 a 5 mm) del material de agarre colocado sobre la superficie de aplicación, ofrece las siguientes ventajas: menor cantidad de adhesivo necesario, se elimina el riesgo de la dosificación de las mezclas, aumenta la velocidad y rendimiento en la colocación.

En su aplicación se diferencian dos formas:

- Simple encolado: el adhesivo se extiende únicamente sobre el soporte
- Doble encolado: el adhesivo se extiende sobre el soporte y la pieza cerámica.

Tras la colocación se pasa la parte dentada de la llana por toda la superficie de la pasta, es decir, se peina. El tipo de llana a utilizar depende del formato de la pieza cerámica, y a la profundidad y tipo de relieve de su reverso.

El adhesivo se extiende en superficies reducidas de uno a dos metros cuadrados máximo, para así evitar pérdida de la capacidad adherente por desecación de la superficie.

#### *Método de colocación de capa fina en pavimentos:*

La colocación con colas se caracteriza por la aplicación del adhesivo (mortero cola) en capa delgada.

El procedimiento que se sigue es el siguiente:

- **Preparación de la Superficie de Colocación.**
  - ✓ Limpiar escrupulosamente el plano de trabajo.
  - ✓ Verificar la planitud de la superficie de colocación.
  - ✓ Regularizar la superficie de colocación con un material adecuado y compatible con el futuro paramento, generalmente un mortero prefabricado. En bases de yeso aplicar una capa previa con un producto de imprimación que mejore la adherencia.
  - ✓ Señalar las juntas de deformación y fijar el nivel del plano de colocación.
  
- **Preparación del Adhesivo.**
  - ✓ Seguir las recomendaciones del fabricante y preparar la mezcla mediante elementos de batido mecánico de forma que se consiga un producto homogéneo y sin grumos.
  
- **Aplicación del Adhesivo y Colocación de la Pieza.**
  - ✓ Es aconsejable usar junta de colocación.
  - ✓ No se deben sumergir los azulejos en agua.
  - ✓ Se recomienda proceder por zonas de extensión reducida aplicando el adhesivo sobre el soporte y "peinando" (extender el adhesivo uniformemente) posteriormente con llana dentada según las recomendaciones dadas por el fabricante.
  - ✓ Es recomendable untar y peinar el dorso de las piezas (técnica del doble encolado), en el caso de pavimentos de gran formato.
  - ✓ Colocar las baldosas ejerciendo una ligera presión y respetando la junta de colocación prevista (se usarán distanciadores para garantizar un tamaño de junta constante).
  - ✓ Batir enérgicamente pieza a pieza con un martillo de goma de forma que se consiga un buen asentamiento.

- ✓ Levantar periódicamente piezas colocadas para comprobar el perfecto macizado del adhesivo que será garantía de una futura buena adherencia.

- **Rejuntado.**

- ✓ Esperar al menos 24 horas desde la finalización del solado hasta el comienzo del relleno de juntas.
- ✓ Seleccionar el material a utilizar en función de la anchura y prestaciones físico-químicas requeridas. Se aconseja usar mezclas prefabricadas para garantizar la composición.
- ✓ Limpiar todas las juntas de posibles restos de adhesivo para poder realizar posteriormente un correcto rejuntado.
- ✓ Aplicar el mortero de rejuntado con llana de goma dura y filo vivo.
- ✓ Limpiar las juntas con una esponja húmeda o similar cuando el material todavía no haya fraguado.
- ✓ Eliminar el material sobrante que todavía no se haya podido desprender y volver a limpiar con una esponja.

*Método de colocación de capa fina en revestimientos:*

- **Preparación de la Superficie de Colocación.**

- ✓ Limpiar exhaustivamente la superficie de colocación
- ✓ Estudiar la planitud del mismo. En caso de irregularidades, subsanar.
- ✓ Señalar las juntas perimetrales.

- **Preparación del Adhesivo.**

- ✓ Preparar el mortero siguiendo las indicaciones del fabricante y empleando agitador mecánico para obtener una mezcla homogénea y sin grumos.

- **Aplicación del Adhesivo y Colocación de la Pieza.**

- ✓ Aplicar el adhesivo sobre el soporte en zonas de extensión reducida.
- ✓ Peinar mediante una llana dentada de altura de diente aproximada 8 - 10 mm.
- ✓ Es recomendable untar y peinar el dorso de las piezas (técnica del doble encolado), sobretodo en el caso de grandes formatos.
- ✓ Colocar las baldosas sobre el adhesivo fresco, presionándolas y ejerciendo un pequeño movimiento de vaivén para conseguir la mayor cobertura del dorso de las mismas, respetando la junta de colocación prevista (la mínima en la mayoría de los casos).
- ✓ Una vez colocadas en la zona de extensión reducida, llevar a cabo el asentamiento definitivo de la baldosa empleando una plancha de goma rígida y limpia, batiendo sobre la misma con un martillo de goma.
- ✓ Verificar periódicamente en algunas piezas recién colocadas si realmente se logra la cobertura adecuada.

- **Rejuntado.**

- ✓ Esperar como mínimo 24 horas desde la finalización de la colocación de baldosas hasta el comienzo del rejuntado.
- ✓ Limpiar exhaustivamente todas las juntas de restos de adhesivo y demás suciedad.
- ✓ Aplicar el material de rejuntado (mortero de cemento cola) mediante una llana de goma dura y filo vivo.
- ✓ Limpiar las juntas con un trapo húmedo o similar cuando el material de rejuntado todavía no está endurecido.

- **Limpieza y protección**

- ✓ Limpiar el revestimiento con agua y productos limpiadores, empleando trapos, esponjas y cepillos de plástico pero en ningún caso espátulas metálicas ni estropajos abrasivos.

*Requisitos que deben cumplir los morteros adhesivos base cemento modificado con látex o resina.*

Debido a que en Venezuela no existen normas que rijan el comportamiento de los morteros especiales, se puede seguir las recomendaciones de las normas Norteamericanas ANSI y las normas Europeas UNE.

**Requisitos según ANSI A118.4**

Alcance

En esta especificación se describen los métodos de prueba y los requisitos mínimos para los morteros adhesivos base cemento modificado con látex.

**Tabla 5**

*Requisitos exigidos para el tiempo de corrección, deslizamiento y resistencia a la compresión*

Requisitos		Unidad	Valor
Tiempo de Corrección	Normal	minutos	$\geq 30$
	Secado Rápido	minutos	$\geq 20$
Deslizamiento		mm	$< 2$
Resistencia a la Compresión		Kg/cm <sup>2</sup>	$\geq 175,8$

*Nota.* Datos tomados de ANSI A118.4 (2010)

## Requisitos según UNE EN 12003 y UNE EN 1346

Para Adherencia UNE EN 12003:

**Tabla 6**

*Requisitos exigidos para la adherencia*

Requisitos	Unidad	Valor
Adherencia inicial	N/mm <sup>2</sup>	≥ 2
Adherencia después de inmersión en agua	N/mm <sup>2</sup>	≥ 2

*Nota.* Datos tomados de UNE EN 12003

Según la UNE EN 1346 el tiempo abierto debe ser no menor a 20 minutos y debe cumplir con una adherencia mínima de 0,5 N/mm<sup>2</sup>.

### **Descripción del mortero TILEBOND**

El producto TILEBOND es un mortero adhesivo de alta resistencia para pegar losetas, elaborado por la empresa IMMERC.C.A.

#### ***Composición.***

- Componente A:
  - ✓ Dilución de resina acrílica
  
- Componente B:
  - ✓ Cemento
  - ✓ Polvo sílice
  - ✓ Agregado fino
  - ✓ Aditivo hidrófugo en polvo

### *Usos*

Como adhesivo para losetas de gran tamaño colocadas en superficies verticales.

### *Cualidades.*

- Excelente adherencia, formando una unión resistente entre la loseta y la pared
- Soluble en agua cuando está fresco, permitiendo limpiar el material sobrante en superficies y herramientas de trabajo.

### *Datos Técnicos.*

**Tabla 7**

*Datos técnicos del mortero adhesivo TILEBOND*

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>Parte A:</b> Galón de 4 Kg., <b>Parte B:</b> Saco de 18 Kg.
<b>ALMACENAJE</b>	6 meses en envases cerrados.
<b>ESTADO FÍSICO</b>	<b>Parte A:</b> Pasta Blanca, <b>Parte B:</b> Polvo granuloso.
<b>COLOR</b>	Blanco
<b>DENSIDAD</b>	De la mezcla 1,09 Kg. / Lt.
<b>DOSIFICACIÓN</b>	Mezclar totalmente todo el contenido del galón <b>A</b> con el contenido del saco <b>B</b> , sin añadir agua.
<b>RENDIMIENTO PRÁCTICO PROMEDIO</b>	aprox. 10 Kg. cubren 3 m <sup>2</sup> con espesor de 5 mm
<b>TIEMPO DE SECADO</b>	3 horas

*Nota.* Datos tomados de catálogo de productos de IMMERC C.A.

### ***Limitaciones.***

No aplicar cuando hay amenaza de lluvia

### ***Aplicación***

- La superficie debe estar sana, libre de polvo, grasa etc.
- Debe humedecerse para la aplicación del **TILEBOND**.
- Mezclar los 2 componentes según presentación, mezclando el componente cementoso sobre la resina acrílica de manera progresiva e ir homogeneizando la mezcla lentamente. (Preferiblemente con batidores mecánicos de baja revolución.
- Aplicar sobre la superficie y adherir las losetas sobre el **TILEBOND** aun fresco.

### **Parámetros Estadísticos**

La estadística constituye la herramienta más adecuada y útil que se dispone para el control de calidad, la cual permite condensar los datos obtenidos y presentarlos de forma probabilística de manera que sean fácilmente comprensibles y comparables. Sin embargo la estadística no toma decisiones, las cuales tienen que basarse en criterios de otra índole, debido a que ésta sólo expresa la probabilidad de que se alcancen ciertos límites para establecer un criterio uniforme en el análisis de resultados. Lo importante es que una vez decididos estos límites de calidad, los mismos se mantengan invariables en todas las circunstancias, lo cual permitirá una referencia segura a qué atenerse.

### ***Media aritmética o promedio aritmético***

Es la tendencia central del valor del resultado de los ensayos o datos.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \text{Ec. (1)}$$

### ***Desviación estándar***

Es la medida más representativa de la dispersión del conjunto de datos o variabilidad de los mismos, la cual indica la desviación de cada ensayo con respecto a la media de la muestra y viene dado por la siguiente expresión:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}} \quad \text{Ec. (2)}$$

### ***Rango***

Se denomina así a la magnitud de la diferencia entre el valor mayor y el menor del grupo de datos que se está considerando.

$$d = x_{max} - x_{min} \quad \text{Ec. (3)}$$

### ***Rango ponderado***

Con el rango se puede obtener una estimación del límite superior de la desviación estándar. Para ello basta multiplicarlo por un valor estadístico, Kr, que es función del número de datos o valores.

$$S = Kr \cdot d \quad \text{Ec. (4)}$$

El rango ponderado es sumamente útil cuando se dispone de pocos valores; la información que suministra se considera tan válida como la del cálculo de la desviación estándar mediante fórmulas.

**Tabla 8**

*Factor del rango ponderado*

Número de ensayos, n	Factor, Kr
2	0.8865
3	0.5907
4	0.4857
5	0.4299
6	0.3946
7	0.3698
8	0.3512
9	0.3367
10	0.3249

*Nota.* Datos tomados de Porrero (2004)

***Coefficiente de variación***

Es la relación entre la desviación estándar y la media, expresada usualmente en forma porcentual.

$$v = \frac{S}{\bar{x}} * 100 \quad \text{Ec. (5)}$$

## **CAPITULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **Tipo de Investigación**

Según Arias (1999), “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o suceso con establecer su estructura o comportamiento”(p.20).

La investigación es de tipo descriptivo debido a que se identifican elementos y características del proyecto de investigación. Se busca obtener resultados de las características más importantes del mortero adhesivo TILEBOND (Adherencia, resistencia a la compresión, tiempo abierto, tiempo de corrección, deslizamiento, pérdida por calentamiento), sin modificación ni alteración de las variables que influyen en su comportamiento.

#### **Diseño de la Investigación**

El diseño de investigación adoptado para responder al problema planteado es de Campo, debido a que es por medio de la realización y análisis de ensayos que se obtienen los parámetros para describir el comportamiento del mortero adhesivo, sin manipulación de su naturaleza.

## Población y Muestra

Para el estudio se seleccionó como población un lote de producción de mortero adhesivo TILEBOND elaborado por la empresa IMMERC.C.A. Según lo establecido en la Norma Covenin 3517-99 el muestreo debe realizarse según la tabla que se muestra a continuación

**Tabla 9**

*Tamaño de la muestra. (sacos)*

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra
Hasta 90	5
91 a 150	8
151 a 280	13
281 a 500	20
501 o más	32

*Nota.* Datos tomados de la Norma COVENIN 3517-99.

Del lote de producción (menor a 90), se tomaron 2 sacos del mortero, lo cual es menor a los valores de la tabla 9, pero debido a las disponibilidades de la empresa, se emplearan las muestras mencionadas

Porrero y otros (2004) establecen que para poder determinar los parámetros estadísticos entre las diferentes mezclas de un mismo producto, se deben tomar como mínimo dos (2) probetas para cada muestra que posean las mismas condiciones, es decir, que sean idénticas y ensayadas a la misma edad; el motivo de emplear como mínimo dos (2) probetas por ensayo, es para disminuir el efecto de dispersión que pueda tener éste sobre la mezcla.

Para la elaboración de los ensayos se realizaron 5 mezclas para las propiedades en estado fresco (deslizamiento, tiempo abierto, tiempo de corrección y perdida por

calentamiento a 110 °C) y 5 mezclas para evaluar la resistencia a compresión a los 7 y 28 días, con un total de seis muestras por cada mezcla, para una mayor confiabilidad. Así mismo, por ser más limitado, para el ensayo de adherencia se realizaron dos mezclas, una por cada saco de producción, evaluadas a 1, 7, 14 y 28 días, con un total de 9 muestras por edad y 72 muestras analizadas. Se emplean el número de mezclas propuestas por disposición del material otorgado por la empresa.

La dosificación se realiza por recomendación del fabricante y es la misma para todos los ensayos.

### **Descripción de la Metodología**

En el procedimiento a seguir, primero se identifican las características del producto. TILEBOND es un mortero adhesivo de alta resistencia el cual se presenta en dos partes: Un componente A (disolución de resina acrílica de color blanco) y un componente B (parte en polvo de color crema constituido por cemento, polvo sílice, agregado fino y aditivo hidrófugo en polvo). El componente A viene en galón de 4 kg. y el componente B viene en saco de 18 Kg., con un rendimiento promedio de 3 m<sup>2</sup> con un espesor de 5mm por cada 10 Kg. de material. Su dosificación es por cada 18 kg. de componente B (saco) se agrega 4 Kg. de componente A (galón).

Luego de haber descrito el producto se procede a seleccionar los ensayos a realizar para evaluar el producto bajo las normas COVENIN y ANSI. Se seleccionan los ensayos de adherencia, resistencia a la compresión, deslizamiento, tiempo abierto, tiempo de corrección y pérdida por calentamiento.

Se realizan las diferentes mezclas, siguiendo la dosificación del fabricante, para cada tipo de ensayo. Para el ensayo de compresión se realizan 5 mezclas. Para los ensayos de deslizamiento, tiempo abierto y tiempo de corrección se realizan 5 mezclas. Para el ensayo de adherencia se realizan 2 mezclas.

Luego se realizan cada uno de los ensayos. El ensayo de adherencia se realiza a las edades de 1, 7, 14 y 28; y el ensayo de compresión se realiza a las edades de 7 y 28 días. Se obtienen los resultados para ser tabulados en gráficas y tablas.

Por último se realizarán las discusiones de los resultados y conclusiones.

### **Ensayos realizados al mortero adhesivo TILEBOND**

#### **Método de ensayo para determinar la pérdida por calentamiento a 110 ° C (COVENIN 3518:1999)**

Este ensayo describe el procedimiento para determinar la pérdida por calentamiento a 110 ° C de morteros adhesivos para recubrimientos cerámicos.

#### **Equipo requerido:**

##### **Horno.**

Un horno de tamaño adecuado capaz de mantener una temperatura de  $(110 \pm 5)$  °C.

##### **Cristalizador.**

Vaso o recipiente de diámetro tal que los 10 g de muestra por ensayar formen, en su interior, una capa de aproximadamente 3mm de espesor.

##### **Balanza.**

Se requiere una balanza que permita pesar asegurando 1 mg, es decir, donde se pueda leer hasta 0,1 g y con una precisión de 0,1% de la carga de ensayo, cualquier sea su valor, en cualquier punto dentro del intervalo de uso.

#### **Procedimiento:**

El ensayo se realiza por duplicado:

- Se pesan, (10 ±0.5)g de muestra en polvo ( $m_1$ ), empleando el vaso o cristizador.

- Se introducen en la estufa u horno a (110 ± 5) °C durante 3 horas, se deja enfriar en desecador como mínimo 30 minutos y se pesa asegurando el miligramo ( $m_2$ ).

**Formulas a utilizar:**

Se calcula la pérdida por calentamiento de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$P = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad \text{Ec. (6)}$$

Dónde:

P = Pérdida por calentamiento, expresada con dos cifras decimales en gramos por 100 gramos.

$m_1$  = Masa de la muestra, en gramos.

$m_2$  = Masa después del secado, en gramos.

**Método de ensayo para determinar el deslizamiento (COVENIN 3522:1999)**

Este ensayo describe el procedimiento para calcular el deslizamiento mediante una mezcla de mortero adhesivo y probetas cerámicas.

**Equipo requerido:**

**Balanza**

Se requiere una balanza que permita pesar asegurando 1 mg, es decir, donde se pueda leer hasta 0,1 g y con una precisión de 0,1% de la carga de ensayo, cualquier sea su valor, en cualquier punto dentro del intervalo de uso.

**Recipiente plástico.**

Se utiliza un recipiente plástico para preparar la mezcla, previamente secado y lavado con agua y jabón para dejarlo libre de partículas que puedan intervenir en la preparación de la misma.

**Muestra.**

Se prepara la muestra con una dosificación de 18,18 % del componente A y 81,82% del componente B, con un peso de 303 g y 1363,67 g respectivamente de cada componente.

**Llana dentada**

Llana dentada o espátula dentada con dientes de (6,00 x 6,00) mm y espacios de 6 mm para la aplicación del mortero

**Placa de concreto**

Dos placas de concreto 30x50x5cm de espesor con una flecha no mayor de 0,50 mm.

**Probetas cerámicas.**

Se deben emplear baldosas de (150 x 150) mm sin modificación alguna

**Vernier o calibrador.**

Calibrador que permita medir con una precisión de 0,1 mm.

**Cronómetro.****Pesas de cinco kilogramos (5kg)****Pesas de trescientos gramos (300gr)**

### **Ambiente de ensayo**

Los ensayos se deben hacer a  $(23 \pm 2)$  °C y  $(50 \pm 5)$  % de humedad relativa ambiente, protegiendo las probetas de las corrientes de aire.

### **Procedimiento:**

Se extiende el mortero adhesivo sobre las placas con la ayuda de la parte lisa de la llana, hasta obtener un espesor de 5 mm aproximadamente, luego de extendido se peina con la llana dentada en sentido del deslizamiento. A los cinco minutos de haber sido esparcido el mortero se colocan las dos piezas de 15x15cm en cada placa, con una separación entre ambos de como mínima 15 mm y 50 mm del borde de la pieza, inmediatamente procede a colocarle pesas de 5kg por treinta segundos (30s) sobre cada probeta. Después de realizado este procedimiento se colocan las placas en posición vertical durante diez (10) minutos.

Al finalizar los diez minutos se le colocaran a cada probeta pesas de trescientos gramos (300gr) por un (1) minuto. Y se mide el deslizamiento, en caso de existir.

### **Método para determinar tiempo abierto en morteros adhesivos mediante la capacidad humectante (COVENIN 3524:1999)**

Este ensayo describe el procedimiento para determinar el tiempo abierto de los morteros adhesivos mediante la capacidad de humectación de la pieza cerámica.

### **Equipo de ensayo:**

#### **Pesa.**

Peso igual a 2 kilogramos.

**Cronómetro.****Llana dentada**

Llana dentada o espátula dentada con dientes de (6,00 x 6,00) mm y espacios de 6 mm para la aplicación del mortero

**Placa de concreto**

Se emplean dos placas de concreto 30x50x5cm de espesor con una flecha no mayor de 0,50 mm.

**Malla.**

Malla o cuadrícula de material acrílico de 4x4", es decir, subdividida en cuatro cuadrados iguales por cada pulgada cuadrada.

**Muestra.**

Se prepara la muestra con una dosificación de 18,18 % del componente A y 81,82% del componente B, con un peso de 303 g y 1363,67 g respectivamente de cada componente.

**Probetas.**

Se emplean dos piezas cerámicas de 50x50 mm con el espesor de la pieza original cada cinco (5) minutos de ensayo.

**Ambiente de ensayo**

La sala de ensayos debe presentar una temperatura de  $(23 \pm 2)$  °C y  $(50 \pm 5)$ % de humedad relativa ambiente y protegiendo las probetas de las corrientes de aire.

### **Procedimiento:**

Mezclado el compuesto se extiende el mortero adhesivo sobre cada una de las placas colocadas horizontalmente y se ranura en forma recta con una llana dentada. La inclinación de la llana debe ser aproximadamente 60° de tal manera que quede un espesor del orden de 5 mm de mortero.

A los 5 minutos de extendido el mortero, se colocan dos probetas dejando 50 mm entre sus lados, como mínimo, sobre cada probeta se deja actuar, una masa de 2 kg, durante 30 segundos. Se despegan las dos probetas y se determina la cantidad porcentual de mortero remanente en ellas, promediándose ambos resultados.

A los 10 minutos de haber extendido el mortero, se colocan otras dos probetas sobre una porción de mortero no utilizado, dejando 50 mm entre sus lados como mínimo y se vuelve a repetir el procedimiento de colocación y medición. Se repite el procedimiento cada 5 minutos hasta que el valor C promedio sea menor del 50 por ciento, preferiblemente por un lapso de 5 minutos o 10 minutos después de este tiempo, para detectar posibles resultados anormales.

Se considera como tiempo abierto, el último tiempo en el cual el valor C promedio sea no menor que el cincuenta por ciento.

### **Fórmulas utilizadas:**

$$C = \frac{n}{81} \times 100 \quad \text{Ec. (7)}$$

Dónde:

C = Cantidad porcentual de mortero,

n = Número de cuadrados que permanecen con mortero en cada una de las probetas; Se considera con mortero a todo cuadrado que tenga cubierta no menos del 50% del área;

100 = Factor para expresar los resultados, en por ciento;

81 = Número total de cuadrados, a contarse en cada probeta de 50mm por 50 mm.

### **Método para determinar el tiempo de ajustabilidad o corrección en morteros adhesivos para recubrimientos cerámicos (COVENIN 3523:1999)**

En este método se establece el procedimiento para determinar el tiempo de corrección o ajustabilidad para morteros adhesivos.

#### **Equipo de ensayo:**

**Herramienta de material metálico inoxidable, para la colocación y ensayo de las probetas. (Ver anexo)**

#### **Cronómetro**

#### **Llana dentada**

Llana dentada o espátula dentada con dientes de (6,00 x 6,00) mm y espacios de 6 mm para la aplicación del mortero.

#### **Placa de concreto**

Se emplean dos placas de concreto de 50x30x5 cm por ensayo, con una flecha no mayor a 5mm. Con una dosificación de 73% de agregados, 20% de cemento Portland tipo I y 7% de agua. Curadas durante 6 días en agua y 21 días paradas y separadas de forma individual a  $(23\pm 2)$  °C y  $(50\pm 5)$ % de humedad relativa ambiente.

**Muestra.**

Se prepara la muestra con una dosificación de 18,18 % del componente A y 81,82% del componente B, con un peso de 303 g y 1363,67 g respectivamente de cada componente.

**Probetas.**

Se emplean probetas de 75x75 mm. Las piezas cerámicas son de alta absorción de agua, obtenidas al cortar baldosas de 20x20 cm con un espesor original de 6 mm aproximadamente. Las mismas deben mantenerse a una temperatura de  $(23 \pm 2)$  °C y  $(50 \pm 5)$  % de humedad relativa ambiente, protegidas de las corrientes de aire.

**Procedimiento:**

Se extiende el mortero adhesivo sobre la placa, dispuesta horizontalmente, y luego se ranura con la llana dentada, dejando aproximadamente una capa de mortero de 5mm.

Luego con la herramienta indicada en los equipos, se colocan las probetas en posición horizontal sin golpearlas ni someterlas a movimientos bruscos. La norma indica que se deben colocar sobre la placa tres filas de cuatro probetas cada una. En este aspecto se realizó una variante debido a que se dispuso de cuatro filas (dos en cada placa) de cuatro probetas cada una.

Inmediatamente se coloca verticalmente el conjunto. A los 10 min. se giran, empleando la herramienta descrita anteriormente, las cuatro probetas de una fila. El giro debe ser de 90° en sentido cualquiera, y de 90° en sentido inverso al anterior hasta retomar a la posición original.

Se repite el mismo procedimiento con cada fila a los 15, 20 y 25 min.

Se considera que cada probeta cumple el ensayo si permanece adherida.

**Método para determinar la adherencia a tracción en morteros adhesivos para recubrimientos cerámicos (COVENIN 3521:1999).**

El presente método establece el procedimiento para determinar la adherencia de los morteros adhesivos.

**Equipo de ensayo:**

**Pesa.**

Peso igual a 2 kilogramos.

**Llana dentada**

Llana dentada o espátula dentada con dientes de (6,00 x 6,00) mm y espacios de 6 mm para la aplicación del mortero

**Placa de concreto**

Se emplean cuatro placas de concreto de 30x30x5 cm para cada mezcla, con una flecha no mayor a 5mm. Con una dosificación de 75 % de agregados, 17 % de cemento Portland tipo I y 8 % de agua. Curadas durante 6 días en agua y 21 días paradas y separadas de forma individual a  $(23\pm 2)$  °C y  $(50\pm 5)\%$  de humedad relativa ambiente.

**Balanza**

Se requiere una balanza que permita pesar asegurando 1 mg, es decir, donde se pueda leer hasta 0,1 g y con una precisión de 0,1% de la carga de ensayo, cualquier sea su valor, en cualquier punto dentro del intervalo de uso.

### **Recipiente plástico.**

Se utiliza un recipiente plástico para preparar la mezcla, previamente secado y lavado con agua y jabón para dejarlo libre de partículas que puedan intervenir en la preparación de la misma.

### **Muestra.**

Se prepara la muestra con una dosificación de 18,18 % del componente A y 81,82% del componente B, con un peso de 303 g y 1363,67 g respectivamente de cada componente.

### **Probetas.**

Se emplean 9 probetas de 50x50 mm para cada placa y 36 por cada mezcla. Las piezas cerámicas son de alta absorción de agua, obtenidas al cortar baldosas de 20x20 cm con un espesor original de 6 mm aproximadamente. Las mismas deben mantenerse a una temperatura de  $(23 \pm 2)$  °C y  $(50 \pm 5)$  % de humedad relativa ambiente, protegidas de las corrientes de aire.

### **Adhesivo tipo epóxico.**

### **Máquina a tracción.**

Para el desprendimiento de las probetas se utiliza un equipo medidor de resistencia al arranque DYNA serie Z16 marca Proceq, equipo portátil, ligero y fácil de utilizar, empleado para determinar la adherencia en cualquier tipo de superficie de forma sencilla, especialmente en superficies de hormigón, mediante un sistema hidráulico que ejerce la fuerza a través de una manivela conectada a un tornillo con sensores de fuerza que envía la señal al manómetro digital integrado.

**Tabla 10***Especificaciones técnicas del equipo DYNA.*

Característica	Valor	Unidad
Fuerza a tracción	16	KN
Resolución	0,01	N/mm <sup>2</sup>
Precisión	< 2	%
Recorrido permitido	3,5	mm
Peso	3,5	Kg
Temperatura de funcionamiento	0 - 60	°C
Temperatura de almacenamiento	10 - 60	°C
Batería	Tipo CR2430	-

*Nota.* Datos tomados de la empresa PROCEQ.

**Procedimiento:**

Se limpia la superficie de la placa hasta estar libre de impurezas, seguidamente se humedece con agua, se extiende el mortero preparado y se peina con la llana dentada dejando el recubrimiento con espesor de 5 mm aproximadamente, se colocan nueve probetas separadas a 15 mm como mínimo entre ellas y 50 mm de los bordes de las placas, una vez colocadas se deja actuar una pesa de 2 kg por 30 segundos.

Las placas deben dejarse a temperatura de (23±5) °C y humedad relativa de (50±5)% por 1, 7, 14 y 28 días.

Cumplida la edad de ensayo se limpia cada pieza cerámica con acetona. Se extiende sobre la pieza del equipo de tracción y la cerámica el adhesivo epóxico que se deja actuar por un tiempo de 30 a 40 minutos para luego ser extraída con la máquina de tracción, la cual es nivelada y encerada cada vez que sea utilizada.

Las piezas de extracción son sometidas al horno a una temperatura de  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  durante 15 minutos para eliminar el pegamento y separar las piezas. Se aplica el mismo procedimiento hasta medir la adherencia de las 9 probetas por cada placa.

Para obtener el valor de adherencia a tracción del mortero por cada placa se elimina el máximo y mínimo valor y se promedian los demás valores.

#### **Fórmulas utilizadas:**

$$\sigma = \frac{Q}{A} \quad \text{Ec. (8)}$$

Dónde:

$\sigma$  = Resistencia a tracción en newton por milímetro cuadrado.

Q = Carga en el momento de despegue, en newton.

A = Área de la probeta en milímetros cuadrados.

**Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros en probetas cúbicas de 50.8 mm de lado.(COVENIN 484:93).**

#### **Equipos de ensayo:**

#### **Moldes de las probetas**

No deben tener más de 3 compartimientos cúbicos, y deben ser separables en no más de dos partes, sin incluir la base. Los moldes deben ser de metal duro

#### **Mezclador de baja revolución.**

### **Recipiente de mezclado**

Se utiliza un recipiente plástico para preparar la mezcla, previamente secado y lavado con agua y jabón para dejarlo libre de partículas que puedan intervenir en la preparación de la misma.

### **Barra compactadora**

#### **Muestra.**

Se prepara la muestra con una dosificación de 18,18 % del componente A y 81,82% del componente B, con un peso de 309,06 g y 1390,94 g respectivamente de cada componente.

### **Cuchara de albañil**

Que tenga una hoja de acero de 100 a 150 mm de largo con orillas rectas

### **Máquina de Ensayo a Compresión.**

#### **Procedimiento:**

Se prepararon los moldes para las probetas aplicando una capa delgada de aceite mineral en las caras interiores. Se debe eliminar el exceso de grasa.

Luego de preparar el mortero, se dispone a colocar una primera capa de 25 mm de espesor en cada molde. Se compacta la primera capa a razón de 32 golpes en 10 seg. Esto se hace en 4 vueltas y cada vuelta, deberá ser en ángulo recto con la anterior. Posteriormente se coloca la segunda capa y se compacta de la misma manera. Se enrasa cada molde con la ayuda de la cuchara de albañil.

Para el almacenamiento y curado de las probetas se siguió un procedimiento distinto descrito en la norma Covenin 484-93, debido a que es un mortero adhesivo modificado con látex, por lo tanto se siguió lo descrito en la norma ANSI A118.4-2010. La cual establece un almacenamiento inicial de las probetas dentro del molde con una película de polietileno durante 24 horas y luego se dejan fraguar 48 horas más dentro del molde sin la película de polietileno. Luego se almacenan las probetas a una temperatura de 21-25°C a una humedad de 45-55% durante 25 días adicionales, una vez sacadas de los moldes.

Luego se ensayaron las probetas para sacar la resistencia a la compresión y se calculó un promedio para cada ensayo.

**Fórmulas utilizadas:**

$$R = \frac{Q}{A} \quad \text{Ec. (9)}$$

Dónde:

R = Resistencia a la compresión en kilogramos por centímetros cuadrados..

Q = Carga máxima soportada por la probeta cubica, en kilogramos.

A = Área de la probeta cubicas en centímetros cuadrados.

**Determinación de la desviación estándar de los resultados de los ensayos a compresión y adherencia.**

La desviación estándar de los ensayos se determinó mediante el procedimiento del rango ponderado descrito por Porrero y otros en el Manual del Concreto Estructural (2004). El motivo de emplear este método es por la poca cantidad de ensayos disponibles en el estudio, debido a que es sumamente útil cuando se dispone de pocos valores; la información que se obtiene con su empleo es tan válida como la obtenida por las fórmulas de desviación estándar. Se emplearan las formulas señaladas en el capítulo II de la presente investigación para el análisis estadístico.

## **Técnicas en Instrumentos de Recolección de Datos**

Según Hernández, Fernández y Baptista (1998), “la observación consiste en el registro sistemático, cálido y confiable de comportamientos o conductas manifiestas” (p. 309). La técnica utilizada en el trabajo de investigación es la observación directa de los ensayos realizados a las mezclas del mortero adhesivo.

## **Procesamiento de los Datos Obtenidos**

Los datos fueron procesados en tablas de Excel con sus respectivos gráficos de dispersión para el ensayo de tiempo abierto y en barras para los de tiempo de corrección, resistencia a la compresión y adherencia lo que permitió hacer una comparación más clara y apreciable entre las edades de estudio y los porcentajes en el caso del tiempo de ajuste. Asimismo se realizaron los análisis estadísticos mencionados para los ensayos en estado endurecido.

## CAPITULO IV

### Presentación y Análisis de Resultados.

#### Ensayo de Pérdida por Calentamiento a 110°

En la siguiente tabla se presentan los resultados del ensayo de pérdida por calentamiento a temperatura de 110°C para el componente B de polvo granular del mortero TILEBOND.

**Tabla 11.**

<i>Resultados obtenidos del ensayo de pérdida por calentamiento a 110° C.</i>						
Ensayo N°	Tara N°	Peso tara (g)	Tara + Material (g)	Tara + Material Seco (g)	Pérdida	Pérdida promedio
1	1	19,09	29,09	29,09	0	0
	2	34,2	44,2	44,2	0	
2	1	22,64	32,64	32,64	0	0
	2	17,55	27,55	27,55	0	
3	1	34,48	44,48	44,48	0	0
	2	17,55	27,55	27,55	0	
4	1	19,09	29,09	29,09	0	0
	2	33,3	43,3	43,3	0	
5	1	34,48	44,48	44,48	0	0
	2	22,64	32,64	32,64	0	

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

Siguiendo el procedimiento mencionado se obtuvo que la pérdida por calentamiento a 110°C para los diferentes sacos de polvo granular del producto TILEBOND (componente B), es nula, lo que indica un bajo porcentaje de material volátil, la ausencia de humedad y que no se pierde material al someter el producto a altas temperaturas.

## Ensayo de Tiempo abierto

### Muestra 1

Tabla 12.

*Resultados del ensayo de tiempo abierto para la muestra uno.*

Tiempo (min)	n		C (nx100/81) %		C promedio %
5	79	72	97,53	88,89	93,21
10	62	54	76,54	66,67	71,60
15	67	75	82,72	92,59	87,65
20	81	81	100,00	100,00	100,00
25	80	70	98,77	86,42	92,59
30	53	50	65,43	61,73	63,58
35	54	77	66,67	95,06	80,86
40	72	45	88,89	55,56	72,22
45	64	21	79,01	25,93	52,47
50	0	0	0,00	0,00	0,00
55	6	0	7,41	0,00	3,70

Nota. Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

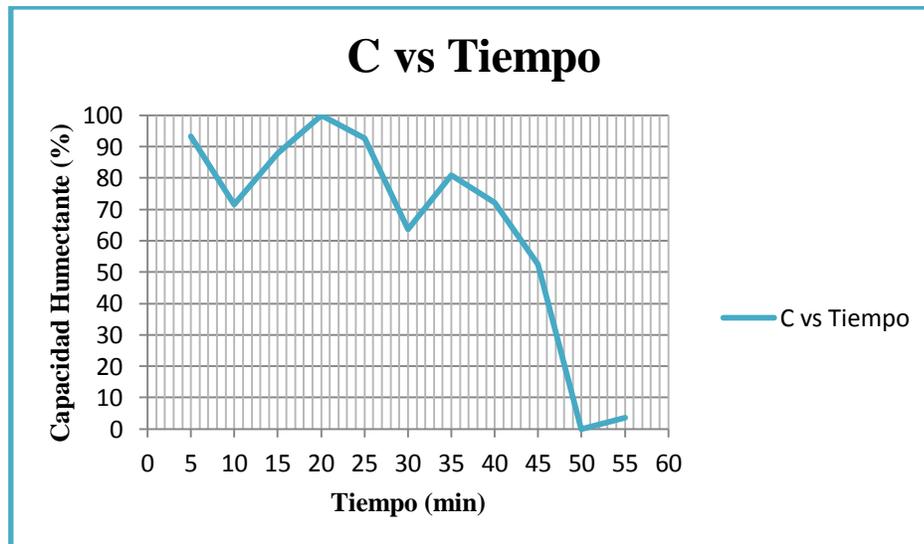


Grafico 1. Capacidad Humectante en función del tiempo para la muestra

uno. Nota. Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

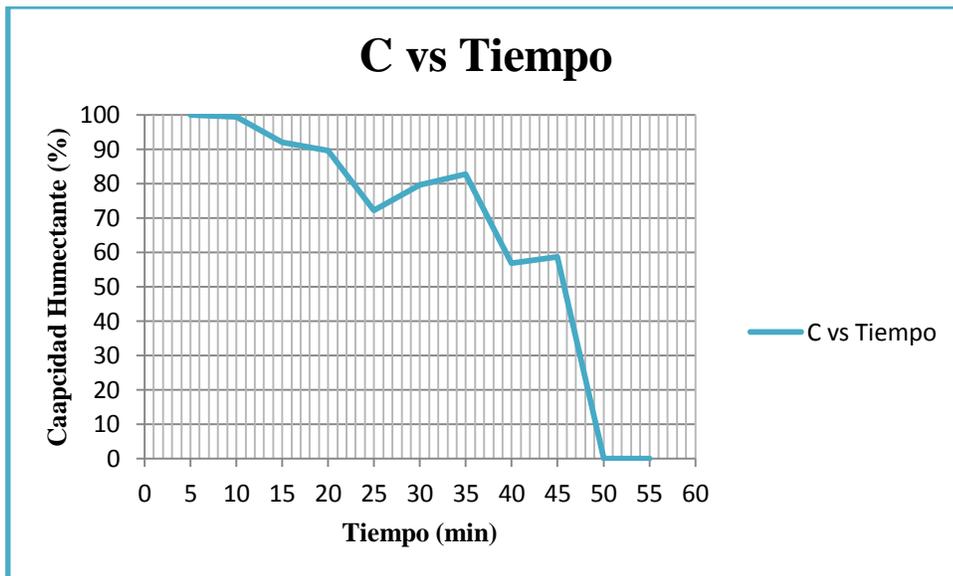
**Muestra 2**

**Tabla 13.**

*Resultados del ensayo de tiempo abierto para la muestra dos.*

Tiempo (min)	n		C (nx100/81) %		C promedio %
5	81	81	100,00	100,00	100,00
10	81	80	100,00	98,77	99,38
15	77	72	95,06	88,89	91,98
20	78	67	96,30	82,72	89,51
25	45	72	55,56	88,89	72,22
30	57	72	70,37	88,89	79,63
35	69	65	85,19	80,25	82,72
40	27	65	33,33	80,25	56,79
45	60	35	74,07	43,21	58,64
50	0	0	0,00	0,00	0,00
55	0	0	0,00	0,00	0,00

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)



**Grafico 2. Capacidad Humectante en función del tiempo para la muestra**

**dos.** *Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

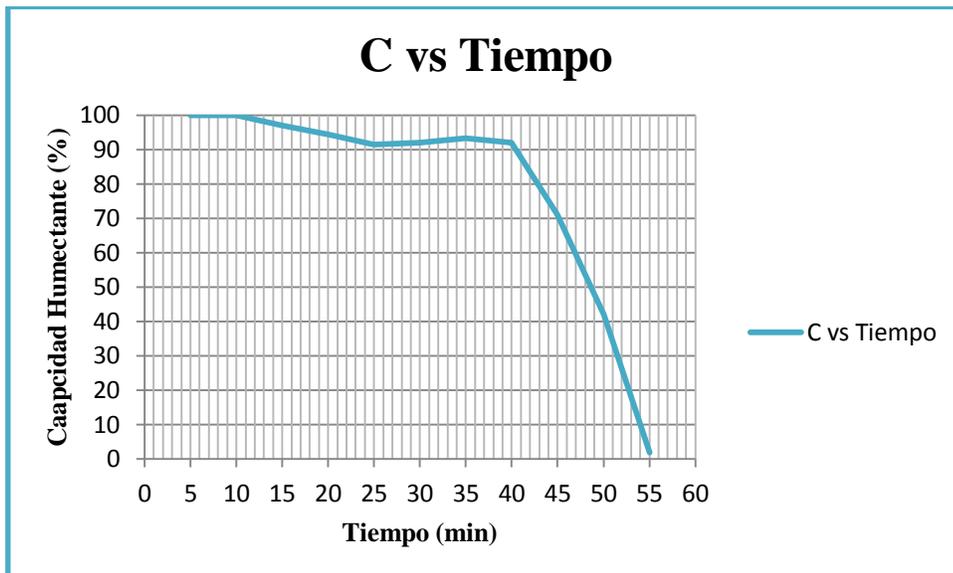
**Muestra 3**

**Tabla 14.**

*Resultados del ensayo de tiempo abierto para la muestra tres.*

Tiempo (min)	n		C (nx100/81) %		C promedio %
5	81	81	100,00	100,00	100,00
10	81	81	100,00	100,00	100,00
15	79	78	97,53	96,30	96,91
20	80	73	98,77	90,12	94,44
25	78	70	96,30	86,42	91,36
30	73	76	90,12	93,83	91,98
35	76	75	93,83	92,59	93,21
40	78	71	96,30	87,65	91,98
45	66	49	81,48	60,49	70,99
50	49	19	60,49	23,46	41,98
55	0	3	0,00	3,70	1,85

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)



**Grafico 3. Capacidad Humectante en función del tiempo para la muestra tres.** *Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

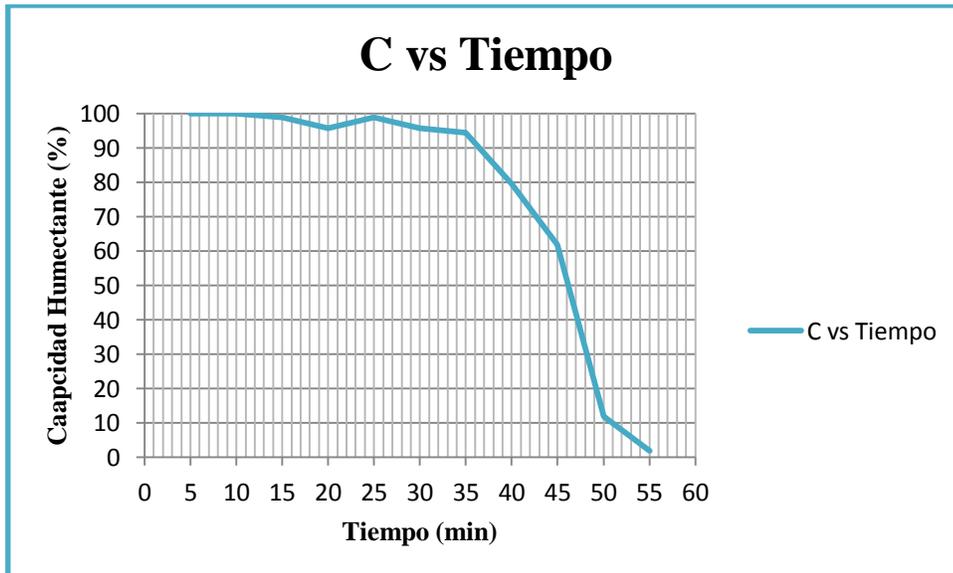
**Muestra 4**

**Tabla 15.**

*Resultados del ensayo de tiempo abierto para la muestra cuatro.*

Tiempo (min)	n		C (nx100/81) %		C promedio %
5	81	81	100,00	100,00	100,00
10	81	81	100,00	100,00	100,00
15	80	80	98,77	98,77	98,77
20	80	75	98,77	92,59	95,68
25	81	79	100,00	97,53	98,77
30	79	76	97,53	93,83	95,68
35	81	72	100,00	88,89	94,44
40	70	59	86,42	72,84	79,63
45	46	54	56,79	66,67	61,73
50	10	9	12,35	11,11	11,73
55	1	2	1,23	2,47	1,85

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)



**Grafico 4. Capacidad Humectante en función del tiempo para la muestra cuatro.** *Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

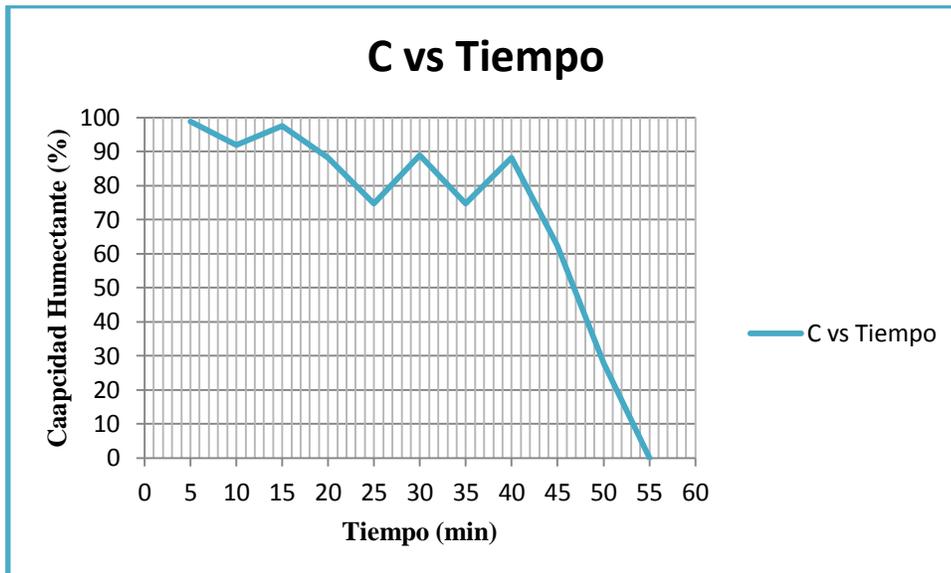
**Muestra 5**

**Tabla 16.**

*Resultados del ensayo de tiempo abierto para la muestra cinco.*

Tiempo (min)	n		C (nx100/81) %		C promedio %
5	68	79	83,95	97,53	90,74
10	73	76	90,12	93,83	91,98
15	80	78	98,77	96,30	97,53
20	72	71	88,89	87,65	88,27
25	63	58	77,78	71,60	74,69
30	68	76	83,95	93,83	88,89
35	74	47	91,36	58,02	74,69
40	78	65	96,30	80,25	88,27
45	55	46	67,90	56,79	62,35
50	0	45	0,00	55,56	27,78
55	0	0	0,00	0,00	0,00

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)



**Grafico 5. Capacidad Humectante en función del tiempo para la muestra cinco.** *Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

Con la dosificación recomendada por el fabricante y un total de 5 muestras analizadas mediante ensayos de laboratorio, el mortero TILEBOND muestra una capacidad humectante que va disminuyendo con tiempos mayores, después de extendido el mortero. La capacidad humectante fue mayor a 50% hasta un tiempo de 45 minutos, donde pasado este la pieza cerámica no podía adherirse ocurriendo el desprendimiento. Por tanto el tiempo abierto recomendado para la utilización del mortero TILEBOND es de 35 a 45 minutos. Estableciéndose un rango que varía de acuerdo a las condiciones ambientales, el cual disminuye si existen corrientes de aire fuertes al momento de la aplicación y colocación de las baldosas.

El tiempo abierto del mortero en estudio es mucho mayor al indicado por la norma europea UNE EN 1346 (20 minutos).

La razón por las que existen picos en las gráficas es porque el tiempo de aparición de la película blanca humecta la cerámica e impide que la masa de mortero quede adherida a ella, por esta razón se recomienda hacerle un leve movimiento a la pieza al momento de colocarla, para así establecer un contacto permanente entre la pieza y el mortero que fortalezca la unión adhesiva.

## Ensayo de Tiempo de Corrección

Tabla 17.

### *Resultados del Ensayo de Tiempo de Corrección*

Mezcla N°	Tiempo (min)	Cumple	No cumplen
1	10	4	0
	15	4	0
	20	4	0
	25	3	1
2	10	3	1
	15	3	1
	20	3	1
	25	2	2
3	10	4	0
	15	3	1
	20	2	2
	25	2	2
4	10	3	1
	15	4	0
	20	4	0
	25	3	1
5	10	3	1
	15	3	1
	20	3	1
	25	3	1

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

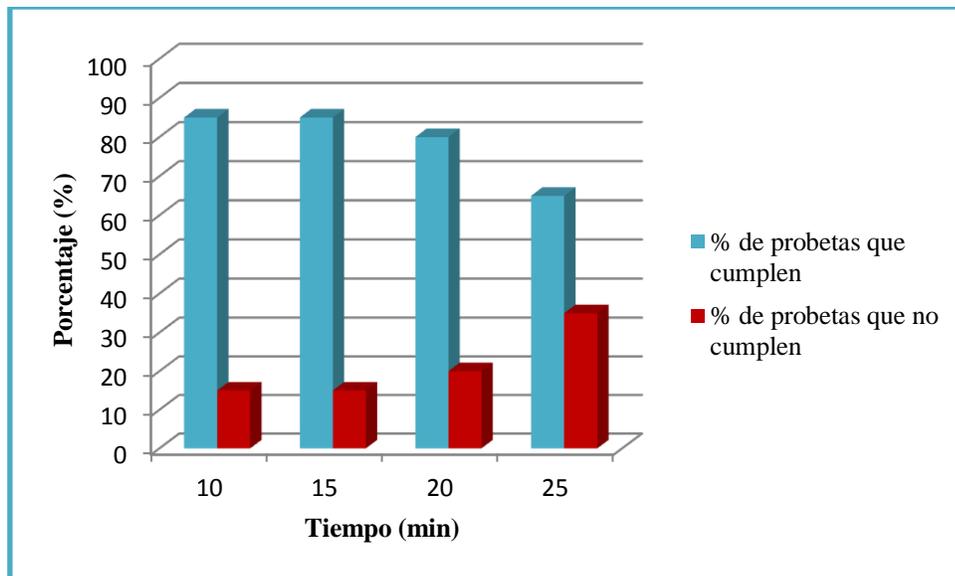
Adicionalmente en la siguiente tabla se muestra el ensayo en general y una comparación de los porcentajes de las probetas que cumplen y las que no cumplen, para cada tiempo ensayado

**Tabla 18.**

<i>Resumen del Ensayo de Tiempo de Corrección</i>			
Tiempo (min)	Condición	Cantidad	Porcentaje (%)
10	Cumplen	17	85
	No cumplen	3	15
15	Cumplen	17	85
	No cumplen	3	15
20	Cumplen	16	80
	No cumplen	4	20
25	Cumplen	13	65
	No cumplen	7	35

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

Para una mejor interpretación de los resultados presentados anteriormente, se presenta el siguiente gráfico, con los resultados obtenidos del ensayo de Tiempo de Corrección.



**Grafico 6. Resultados del Ensayo de Tiempo de Corrección. Porcentajes de probetas que cumplen y no cumplen por tiempo de ensayo.** *Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

En el gráfico 6 se presenta lo expresado en la tabla 18, donde se muestra cada tiempo ensayado y sus respectivos porcentajes de probetas que cumplen con el ensayo y porcentajes de probetas que no cumplen. Se puede observar que con los tiempos de 10, 15 y 20 min. después de haber extendido el mortero sobre la superficie, existe una gran porcentaje de probetas que siguen adheridas, alrededor de un 80-85 %. Ya a los 25 min. disminuye en gran porcentaje, llegando hasta un 65% de probetas que siguen adheridas. Estos resultados arrojan un tiempo de corrección en un rango entre 10-20 min. debido a que ya a los 25 min. ocurre una disminución en la adherencia de las probetas.

El requisito para este tiempo depende de la naturaleza de cada tipo de mortero adhesivo. En el caso de los morteros adhesivos a base de cemento modificados con látex, el tiempo de corrección está entre 20 y 30 min., según los requisitos exigidos por la norma ANSI A118.4-2010, lo que clasifica al mortero en estudio en un mortero adhesivo a base de cemento modificado con látex de secado rápido, debido a que como se mencionó anteriormente, el tiempo de corrección del mortero está entre 10-20 min.

### **Ensayo de Deslizamiento**

A continuación se presenta la tabla que muestra los valores obtenidos de deslizamiento para cada muestra realizada

**Tabla 19.**

***Resultados del ensayo de deslizamiento***

<b>Muestra N°</b>	<b>Deslizamiento placa 1 (mm)</b>		<b>Deslizamiento placa 2 (mm)</b>	
	<b>probeta 1</b>	<b>probeta 2</b>	<b>probeta 1</b>	<b>probeta 2</b>
<b>1</b>	0	0	0	0
<b>2</b>	0	0	0	0
<b>3</b>	0	0	0	0
<b>4</b>	0	0	0	0
<b>5</b>	0	0	0	0

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

Luego de haber observado la tabla 19 donde se presentan los resultados de deslizamiento, es evidente que el mortero adhesivo en estudio genera un desplazamiento nulo de las baldosas cerámicas. Este hecho ocurre aun con peso adicional sobre las cerámicas, lo que se considera un caso más desfavorable que el caso donde actúe solo el peso propio.

Los valores obtenidos de desplazamiento de todas las muestras cumplen con lo exigido en la Norma Covenin 3515-99. A su vez cumple con los requisitos de la norma ANSI A118.4-2010, la cual establece un deslizamiento menor o igual a 2mm. Según lo establecido en la norma europea UNE-EN 1308, el mortero en estudio es clasificado como mortero de deslizamiento reducido, debido a que el desplazamiento de la baldosa es menor a 0,5 mm.

**Ensayo de Adherencia a tracción.**

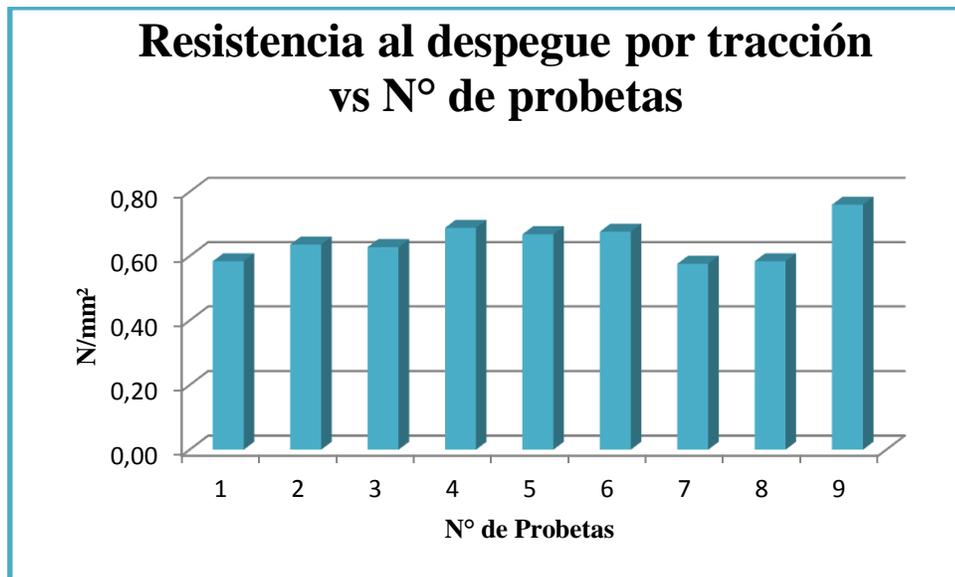
En los siguientes gráficos y tablas se muestran los resultados de la resistencia a tracción del mortero adhesivo TILEBOND, definido anteriormente en el capítulo III.

**Tabla 20.**

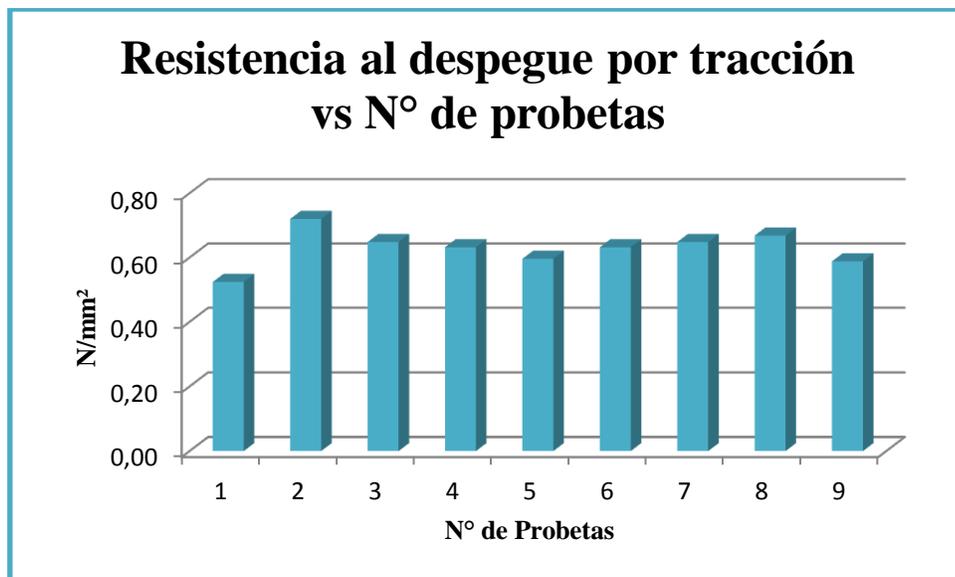
*Resumen de resultados obtenidos para el ensayo de adherencia a tracción a 1 día.*

<b>Muestra</b>	<b>Fuerza (KN)</b>	<b>Adherencia por tracción (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Adherencia promedio (N/mm<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	1,46	0,58	0,64
	1,59	0,64	
	1,57	0,63	
	1,72	0,69	
	1,67	0,67	
	1,69	0,68	
	1,44	0,58	
	1,46	0,58	
	1,90	0,76	
	1,31	0,52	
<b>2</b>	1,80	0,72	0,63
	1,62	0,65	
	1,58	0,63	
	1,49	0,60	
	1,58	0,63	
	1,62	0,65	
	1,67	0,67	
	1,47	0,59	

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)



*Grafico 7. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra uno a la edad de 1 día. Nota. Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)*



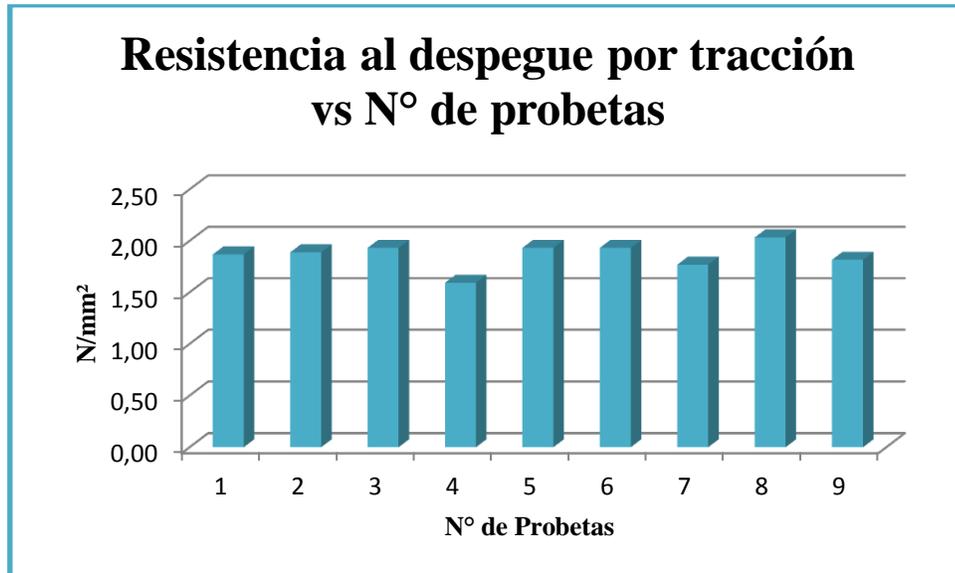
*Grafico 8. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra dos a la edad de 1 día. Nota. Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)*

**Tabla 21.**

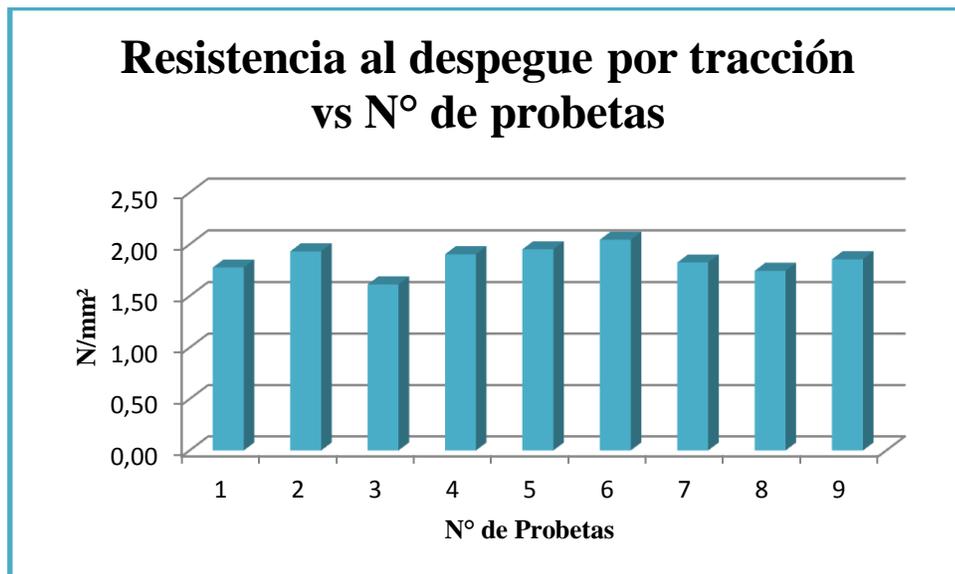
*Resumen de resultados obtenidos para el ensayo de adherencia a tracción a 7 días.*

<b>Muestra</b>	<b>Fuerza (KN)</b>	<b>Adherencia por tracción (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Adherencia promedio (N/mm<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	4,67	1,87	1,88
	4,72	1,89	
	4,83	1,93	
	3,98	1,59	
	4,83	1,93	
	4,83	1,93	
	4,42	1,77	
	5,08	2,03	
	4,54	1,82	
	4,44	1,78	
<b>2</b>	4,83	1,93	1,86
	4,03	1,61	
	4,76	1,90	
	4,88	1,95	
	5,11	2,04	
	4,56	1,82	
	4,36	1,74	
	4,64	1,86	

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)



*Grafico 9. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra uno a la edad de 7 días. Nota. Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)*



*Grafico 10. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra dos a la edad de 7 días. Nota. Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)*

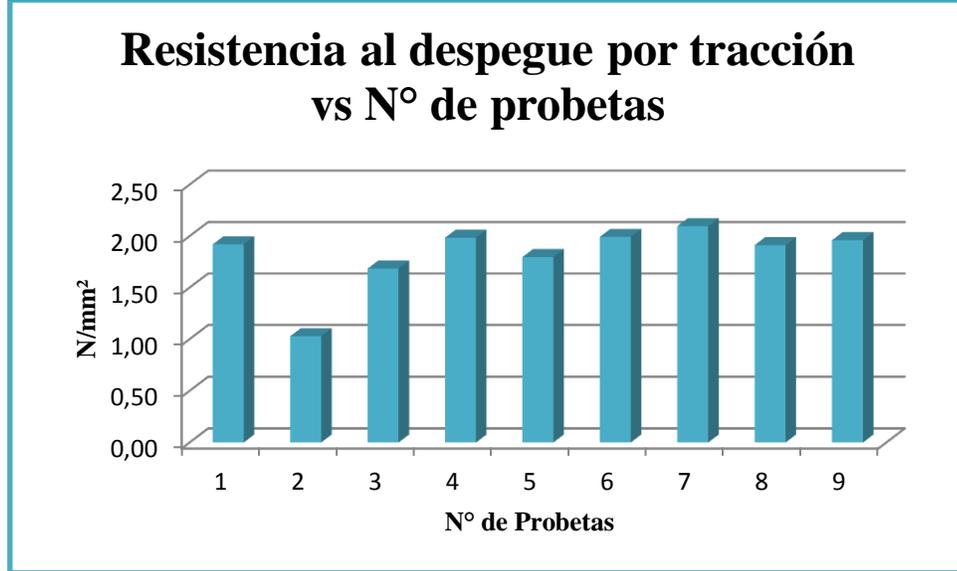
**Tabla 22.**

***Resumen de resultados obtenidos para el ensayo de adherencia a tracción a 14 días.***

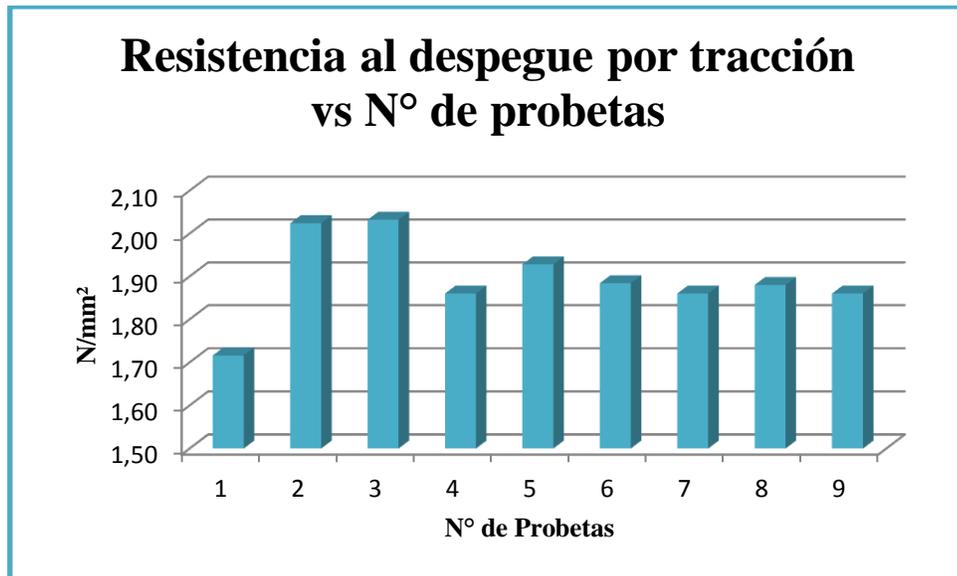
<b>Muestra</b>	<b>Fuerza (KN)</b>	<b>Adherencia por tracción (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Adherencia promedio (N/mm<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	4,80	1,92	1,93
	2,57	1,03	
	4,21	1,68	
	4,96	1,98	
	4,49	1,80	
	4,98	1,99	
	5,24	2,10	
	4,78	1,91	
	4,90	1,96	
<b>2</b>	4,29	1,72	1,90
	5,06	2,02	
	5,08	2,03	
	4,65	1,86	
	4,82	1,93	
	4,71	1,88	
	4,65	1,86	
	4,70	1,88	
	4,65	1,86	

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

 Falla por el epóxico.



*Grafico 11. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra uno a la edad de 14 días. Nota. Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)*



*Grafico 12. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra uno a la edad de 14 días. Nota. Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)*

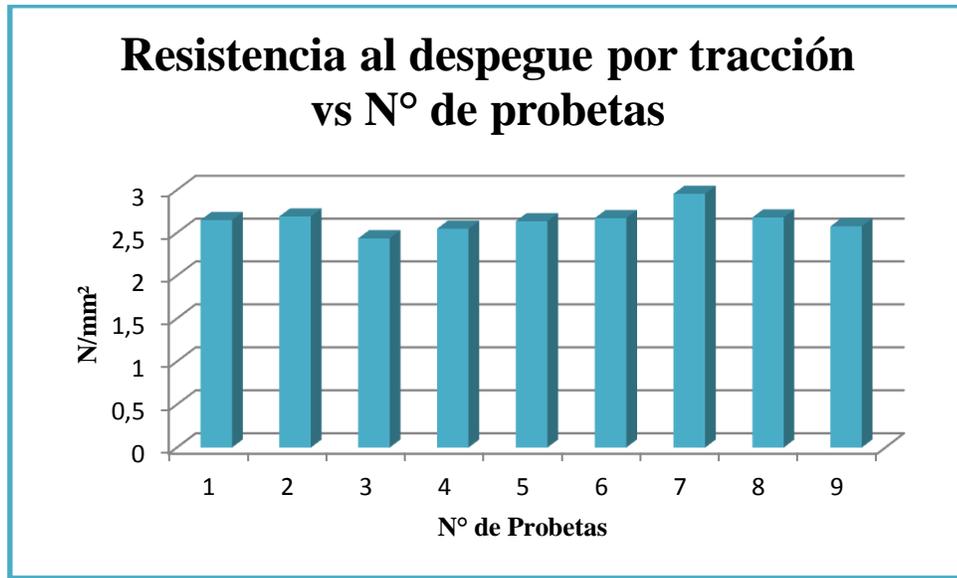
**Tabla 23.**

*Resumen de resultados obtenidos para el ensayo de adherencia a tracción a 28 días.*

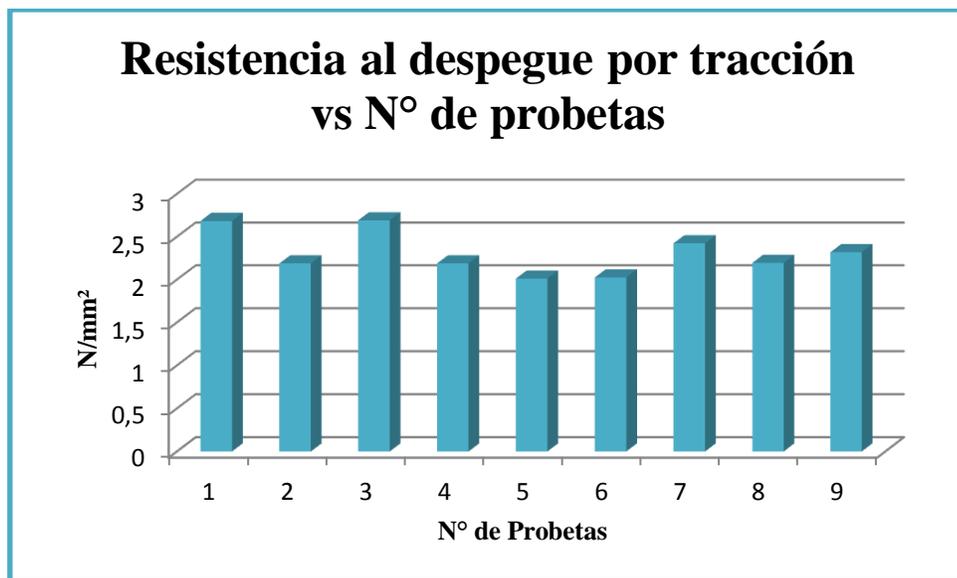
Muestra	Fuerza (KN)	Adherencia por tracción (N/mm <sup>2</sup> )	Adherencia promedio (N/mm <sup>2</sup> )
1	6,62	2,648	2,65
	6,73	2,692	
	6,09	2,436	
	6,37	2,548	
	6,59	2,636	
	6,68	2,672	
	7,39	2,956	
	6,7	2,68	
	6,44	2,576	
	2	6,71	
5,47		2,188	
6,73		2,692	
5,47		2,188	
5,03		2,012	
5,06		2,024	
6,06		2,424	
5,49		2,196	
5,8		2,32	

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

 Falla por el epóxico.



*Grafico 13. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra uno a la edad de 28 días. Nota. Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)*



*Grafico 14. Esfuerzo a tracción de las probetas para la muestra dos a la edad de 28 días. Nota. Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)*

Los resultados serán analizados para establecer el comportamiento de las diferentes mezclas. Se utilizaron métodos estadísticos para lograr una estimación de la adherencia del mortero en estudio y en base a ellos se presentan las siguientes tablas en función de los valores obtenidos de adherencia a 1, 7, 14 y 28 días.

**Tabla 24.**

*Análisis estadístico de los valores obtenidos en el ensayo de adherencia para cada edad de ensayo.*

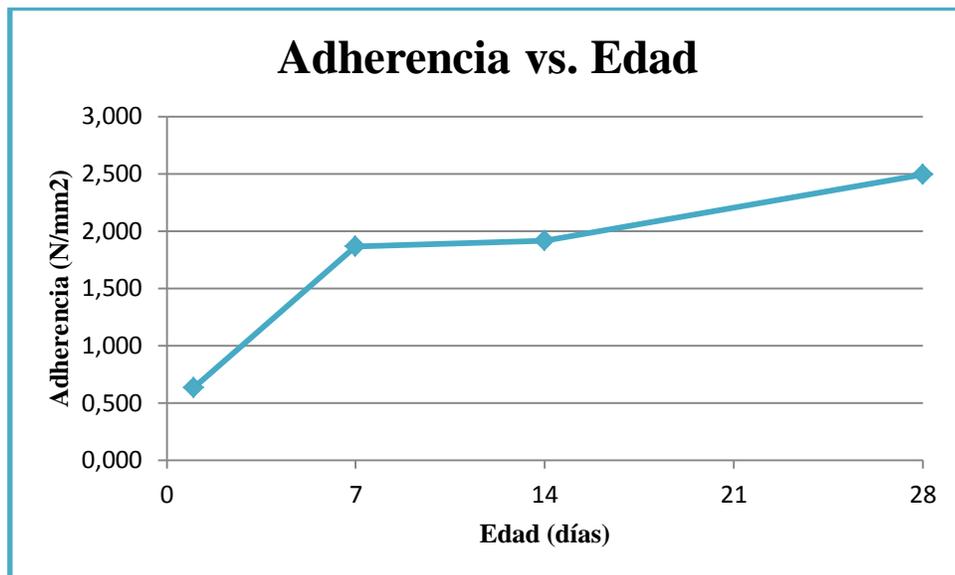
<b>Edad (días)</b>	<b>Media (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Rango (d)</b>	<b>Rango Ponderado (S)</b>	<b>Coefficiente de variación (v)</b>
<b>1</b>	0,634	0,01	0,01	1,04
<b>7</b>	1,866	0,02	0,02	1,00
<b>14</b>	1,913	0,03	0,02	1,29
<b>28</b>	2,490	0,32	0,28	11,39

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

De acuerdo a los resultados presentados anteriormente se puede apreciar que después del primer día de endurecimiento se alcanzan resistencias a tracción elevadas, la cual aumenta de manera considerable entre el primer día y los siete días. Luego de haber superado los siete días se observa un comportamiento más o menos constante, donde el crecimiento de la resistencia es muy poco con respecto a la alcanzada en las primeras edades.

A un día la adherencia promedio llega a ser de 0,634 N/mm<sup>2</sup>, a los siete días de 1,87 N/mm<sup>2</sup>, a los catorce días 1,913 N/mm<sup>2</sup> y finalmente a los veintiocho días de 2,49 N/mm<sup>2</sup> con una desviación y un coeficiente de variación mayor en comparación a las primeras edades de estudio.

En el siguiente grafico se muestra lo descrito anteriormente.



**Grafico 15. Comportamiento de la adherencia en función del tiempo.** *Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

A un día de edad la adherencia del mortero TILEBOND supera la resistencia al despegue mínima establecida por la norma COVENIN 3521:1999 para los morteros cementosos, lo que lo identifica como mortero de alta adherencia.

Los valores obtenidos después de los 7 días ( $\geq 1,87 \text{ N/mm}^2$ ) se aproximan a los valores exigidos por la norma europea UNE EN 12003 ( $\geq 2 \text{ N/mm}^2$ ) a pesar que estos últimos son a resistencia por cizalladora y suelen ser mayores a los valores de adherencia por tracción.

### **Ensayo de Resistencia a la Compresión**

A continuación se presentan las resistencias a compresión de las probetas cúbicas de mortero adhesivo TILEBOND, para las diferentes mezclas definidas en el capítulo anterior de este trabajo de investigación.

**Tabla 25.*****Resultados del ensayo a compresión axial de probetas cúbicas a la edad de 7 días***

<b>Muestra</b>	<b>Resistencia a compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia a compresión promedio (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	53,40	55,60
	53,40	
	60,00	
<b>2</b>	70,60	74,73
	76,60	
	77,00	
<b>3</b>	71,60	73,53
	70,80	
	78,20	
<b>4</b>	54,20	54,07
	50,80	
	57,20	
<b>5</b>	51,80	51,87
	49,00	
	54,80	

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

**Tabla 26.*****Resultados del ensayo a compresión axial de probetas cúbicas a la edad de 28 días***

<b>Muestra</b>	<b>Resistencia a compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Resistencia a compresión promedio (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	173,6	187,93
	194,6	
	195,6	
<b>2</b>	166,8	177,27
	193,2	
	171,8	
<b>3</b>	174	172,13
	169,4	
	173	

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

**Tabla 26 (Continuación).**

		<b>180,6</b>	
<b>4</b>		188,6	<b>184,13</b>
		183,2	
		167,8	
<b>5</b>		163,6	<b>163,60</b>
		159,4	

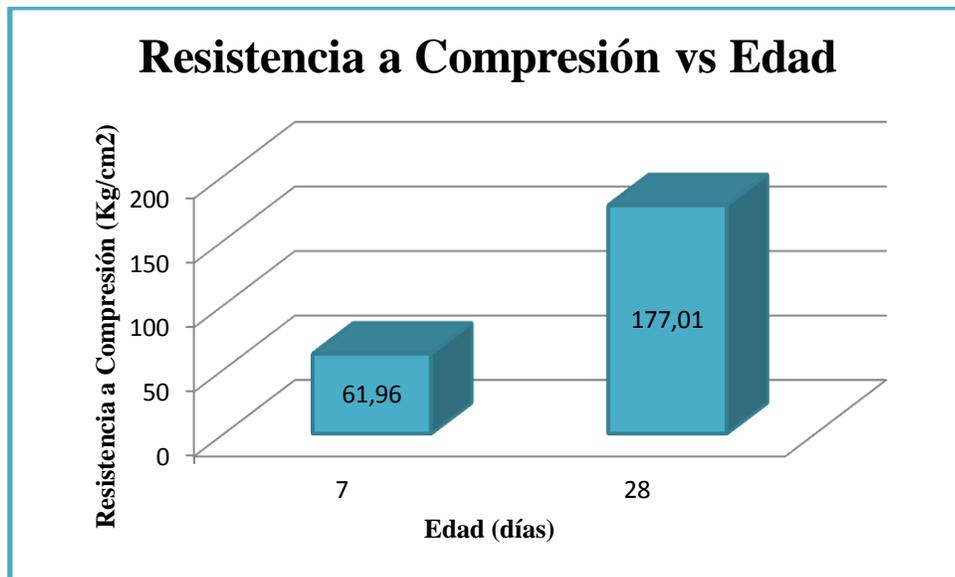
A continuación se presenta el análisis estadístico de los valores obtenidos de resistencia a la compresión a las edades de 7 y 28 días, para así lograr una mejor estimación.

**Tabla 27.**

*Análisis estadístico de los resultados de resistencia a la compresión a 7 y 28 días.*

<b>Edad (días)</b>	<b>Media (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Rango (d)</b>	<b>Rango Ponderado (S)</b>	<b>Coefficiente de variación (v)</b>
<b>7</b>	61,96	22,87	9,83	15,87
<b>28</b>	177,01	24,33	10,46	5,91

*Nota.* Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)



**Gráfico 16. Resistencia a la compresión promedio para cada edad de ensayo.** Nota. Datos tomados por Hernández S.; Silva Y. (2012)

Como se puede apreciar en el gráfico 16 y la tabla 27, la resistencia a la compresión promedio a los 7 días es de 61,96 Kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días es de 177,01 Kg/cm<sup>2</sup>, con un incremento entre éstas edades de alrededor de un 65%. Se puede notar que a temprana edad no se alcanza un valor alto de la resistencia, después de los siete días es cuando ocurre el mayor incremento de la misma.

Los resultados obtenidos de la resistencia a compresión a los 28 días cumplen con los requisitos exigidos en la norma ANSI A118.4-2010 para morteros adhesivos a base de cemento modificados con látex o resinas, la cual exige una resistencia promedio no menor a 175.8 Kg/cm<sup>2</sup>.

La desviación estándar o rango ponderado, así como el coeficiente de variabilidad para el ensayo de resistencia a la compresión es mucho más elevado que para los demás ensayos por lo que existe mayor dispersión dando una tendencia de  $\bar{x} \pm S$  con un rango de confiabilidad de 68,27 % de los resultados, dicho comportamiento se debe quizá a que las partículas de cemento no son humectadas totalmente quedando sin reaccionar lo que ocasiono resistencias más bajas.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones.**

En el trabajo de investigación realizado se evaluaron las propiedades de identificación (pérdida por calentamiento a 110°C), en estado fresco (tiempo abierto, tiempo de corrección y deslizamiento) y en estado endurecido (adherencia y resistencia a la compresión) del mortero adhesivo TILEBOND siguiendo la dosificación recomendada por el fabricante.

1. El componente B (polvo granular) del mortero pre dosificado elaborado por la empresa IMMERC. almacenado bajo temperaturas de laboratorio de 25°C aproximadamente y protegido en sacos de polietileno se conserva y no permite la pérdida significativa de material a someterlo a altas temperaturas, lo que indica la ausencia de humedad y un bajo porcentaje de partículas volátiles.
2. El tiempo abierto máximo para el mortero estudiado es de 45 minutos con una capacidad humectante superior al 50% para condiciones óptimas de los ensayos, el cual va disminuyendo en función del tiempo, las condiciones ambientales, el mezclado del mortero y la colocación del mismo, pudiendo reducirse en un rango de diez minutos o más.

3. El gráfico indica que el tiempo de corrección del mortero en estudio se encuentra en el rango de 10-20 min. Las condiciones ambientales del lugar de colocación, la consistencia del mortero y el modo de colocación del mismo influirá en el valor que tome este tiempo en el rango especificado. Este mortero clasifica como de secado rápido según la ANSI A118.4-2010.
4. Al colocar las probetas cerámicas sobre el mortero adhesivo en estudio no se produjo un deslizamiento evidente en las mismas, hecho que lo cataloga como un mortero de buen agarre en estado fresco y práctico para ser colocado en superficies verticales. Este mortero es clasificado según la UNE EN 1308 como de deslizamiento reducido y cumple con los requisitos de la norma COVENIN 3515-99 y ANSI A118.4-2010.
5. El desarrollo de la adherencia es significativo a los siete días, en el que se aproxima al valor máximo que alcanza el mortero a edades superiores, además desarrolla altas resistencias al poco tiempo de colocación, lo que garantiza su calidad como adhesivo para pegar losetas de gran tamaño y lo diferencia de los morteros comunes.
6. El mortero alcanza poca resistencia a la compresión a los siete días, sin embargo existe un incremento de aproximadamente 65% a los veintiocho días cumpliendo con los valores recomendados por las normas ANSI A118.4. con un valor de resistencia de 177,01 Kg/cm<sup>2</sup>.
7. Con la dosificación recomendada se obtienen resultados muy favorables de resistencia a la compresión y adherencia, asimismo los valores para la colocación de las piezas una vez extendido el mortero y los tiempos de

corrección son reducidos, por ser un mortero de secado rápido, por lo que debe tenerse mayor cuidado a la hora de utilizarlo. Sin embargo el producto cumple con los requisitos de calidad exigidos por las normas e institutos de las que son objetos de estudio.

## **Recomendaciones.**

1. Se recomienda al momento de la aplicación mantener el espesor constante de la capa de mortero, ya que a espesores poco uniformes y muy reducidos influye en los parámetros de comportamiento del mismo (adherencia, tiempo abierto y tiempo de corrección).
2. Evaluar la adherencia bajo condiciones de humedad para determinar su comportamiento en mencionada condición.
3. El mortero se estudió con aplicaciones sobre superficies de concreto con superficie alisada, por lo que se recomienda evaluar sus propiedades sobre otro tipo de superficies.
4. Verificar el cumplimiento de la adherencia mínima ( $0,5 \text{ N/mm}^2$ ) para los rangos determinados de tiempo de corrección y tiempo abierto del mortero TILEBOND.
5. Se debe buscar un diseño de mezcla que mejore la resistencia de las placas de soporte para la evaluación de los ensayos de adherencia de los morteros especiales, para obtener resultados de adherencia más aproximados, debido a que en el estudio muchas de las placas fallaron antes de que fallara la unión adhesiva trayéndose material de ellas.
6. Realizar un ensayo de deslizamiento más exigente y aplicable para morteros adhesivos modificados con látex.
7. Realizar un análisis de costos entre el mortero cementoso común y el mortero adhesivo TILEBOND.

## BIBLIOGRAFÍA

Arias, F. (1999). *El Proyecto de investigación: Guía para su elaboración (3<sup>era</sup> ed.)*. Caracas: Episteme.

Azkárate, I.; Ballester, P.; Laplaza, A.; Navarrete, E.; Rodríguez, M.; Tomás, D. y Vázquez, D. (2005). *Morteros Especiales (1<sup>era</sup> ed.)*. Madrid: Asociación Nacional de Fabricantes de Mortero (AFAM).

Del Olmo, C.; Ruiz de Gauna, A. y Ruiz Duerto, A. (1982). *Morteros Cola. Características y condiciones de empleo*. Informes de la Construcción, 34 (342), 41-48.

Hernández, R.; Fernández C. y Baptista P. (2000). *Metodología de la Investigación*. Caracas: Mc Graw Hill.

Norma Covenin 3517-1999, “*Morteros adhesivos, a base de ligantes hidráulicos, de baja absorción de agua, para la colocación de revestimientos cerámicos, graníticos, calcáreos y pétreos. Inspección y recepción*”.

Norma Covenin 3518-1999, “*Morteros adhesivos, a base de ligantes hidráulicos, de baja absorción de agua, para la colocación de revestimientos cerámicos, graníticos, calcáreos y pétreos. Determinación de la pérdida por calentamiento a 110°C*”.

Norma Covenin 3521-1999, “*Morteros adhesivos, a base de ligantes hidráulicos, de baja absorción de agua, para la colocación de revestimientos cerámicos, graníticos, calcáreos y pétreos. Determinación de la adherencia*”.

Norma Covenin 3522-1999, “*Morteros adhesivos, a base de ligantes hidráulicos, de baja absorción de agua, para la colocación de revestimientos cerámicos, graníticos, calcáreos y pétreos. Determinación del deslizamiento*”.

Norma Covenin 3523-1999, “*Morteros adhesivos, a base de ligantes hidráulicos, de baja absorción de agua, para la colocación de revestimientos cerámicos, graníticos, calcáreos y pétreos. Determinación del tiempo de corrección*”.

Norma Covenin 3524-1999, “*Morteros adhesivos, a base de ligantes hidráulicos, de baja absorción de agua, para la colocación de revestimientos cerámicos, graníticos, calcáreos y pétreos. Determinación del tiempo de abierto*”.

Norma Covenin 484-93, “*Cemento Portland. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en probetas cúbicas de 50,8 mm de lado*”.

Norma ANSI A108.5-1999, “*Instalación de recubrimiento cerámico usando mortero adhesivo base cemento, o mortero adhesivo base cemento modificado con látex*”.

Norma ANSI A118.4-2010, “*Especificaciones de las Normas Nacionales Norteamericanas para morteros adhesivos base cemento modificados con látex*”.

Páez, G. y Peter J. (2005). *Análisis y evaluación del agregado fino en la elaboración de morteros para paredes*. Tesis de grado no publicada. Universidad de Carabobo, Valencia.

Porcar, J. (2008). *Adhesivos y materiales de rejuntado. Colocación de baldosas cerámicas y otros recubrimientos rígidos modulares (1<sup>era</sup> ed.)*. Barcelona: Asociación Nacional de Fabricantes de Morteros Industriales (ANFAPA).

Porrero, J.; Ramos, C.; Graces J. y Velasco G. (2004). *Manual del concreto estructural: Conforme a la Norma Covenin 1753-2003-Proyecto y diseño de obras en concreto estructural*.

Rosales, Y. (2004). *Ensayos para morteros adhesivos de revestimientos cerámicos*. Tesis de grado no publicada. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Sabino, C. (2002). *El Proceso de Investigación*. Caracas: Panapo.

Sin Autor. *Manual de colocación de baldosas cerámicas*. Consultado el 20 de julio de 2012 en:

[www.grespania.com/catalogos/manual\\_colocacion.pdf](http://www.grespania.com/catalogos/manual_colocacion.pdf)

# Anexos

## TILEBOND

**Adhesivo de alta resistencia para pegar losetas**

### USOS:

Como adhesivo para losetas de gran tamaño colocadas en superficies verticales.

### CUALIDADES:

- Excelente adherencia, formando una unión resistente entre la loseta y la pared
- Soluble en agua cuando está fresco, permitiendo limpiar el material sobrante en superficies y herramientas de trabajo

### DATOS TÉCNICOS

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>Parte A:</b> Galón de 4 Kg., <b>Parte B:</b> Saco de 18 Kg.
<b>ALMACENAJE</b>	6 meses en envases cerrados.
<b>ESTADO FÍSICO</b>	<b>Parte A:</b> Pasta Blanca, <b>Parte B:</b> Polvo granuloso.
<b>COLOR</b>	Blanco
<b>DENSIDAD</b>	De la mezcla 1,09 Kg. / Lt.
<b>DOSIFICACIÓN</b>	Mezclar totalmente todo el contenido del galón <b>A</b> con el contenido del saco <b>B</b> , sin añadir agua.
<b>RENDIMIENTO PRÁCTICO ROMEDIO</b>	aprox. 10 Kg. cubren 3 m <sup>2</sup> con espesor de 5 mm.
<b>TIEMPO DE SECADO</b>	3 horas

### Limitaciones:

No aplicar cuando hay amenaza de lluvia

### Aplicación

1. La superficie debe estar sana, libre de polvo, grasa etc.
2. Debe humedecerse para la aplicación del **TILEBOND**
3. Mezclar los 2 componentes según presentación, mezclando el componente cementoso sobre la resina acrílica de manera progresiva e ir homogeneizando la mezcla lentamente. (Preferiblemente con batidores mecánicos de baja revolución)
4. Aplicar sobre la superficie y adherir las losetas sobre el **TILEBOND** aun fresco

8va. Transversal. Zona Industrial Carabobo, Centro Industrial Carabobo. Galpón 03  
 Tlfs.: (0241) 8325239 8325135 – Faz: 8325991. Valencia - Edo. Carabobo – Venezuela  
 Internet: <http://www.immerc.com.ve> – e-mail: [immercventas@cantv.net](mailto:immercventas@cantv.net) - [gerencia@immerc.com.ve](mailto:gerencia@immerc.com.ve) - [ventas@immerc.com.ve](mailto:ventas@immerc.com.ve)

Figura 1. Hoja técnica del mortero adhesivo TILEBOND

### Ensayo para determinar el deslizamiento.



Figura 2. Placa colocada en posición vertical durante 10 min.



Figura 3. Colocación de pesas de 300 gr. sobre cada probeta para medir deslizamiento

## Ensayo para determinar el tiempo abierto



Figura 4. Malla de material acrílico utilizada en el ensayo de tiempo abierto.



Figura 5. Extendido del mortero sobre las placas de concreto



Figura 6. Colocación de pesas de 2 Kg sobre las probetas durante 30 seg.



Figura 7. Medición de la cantidad de mortero adherido en las probetas

### Ensayo para determinar tiempo de corrección



Figura 8. Herramienta utilizada para el ensayo de tiempo de corrección

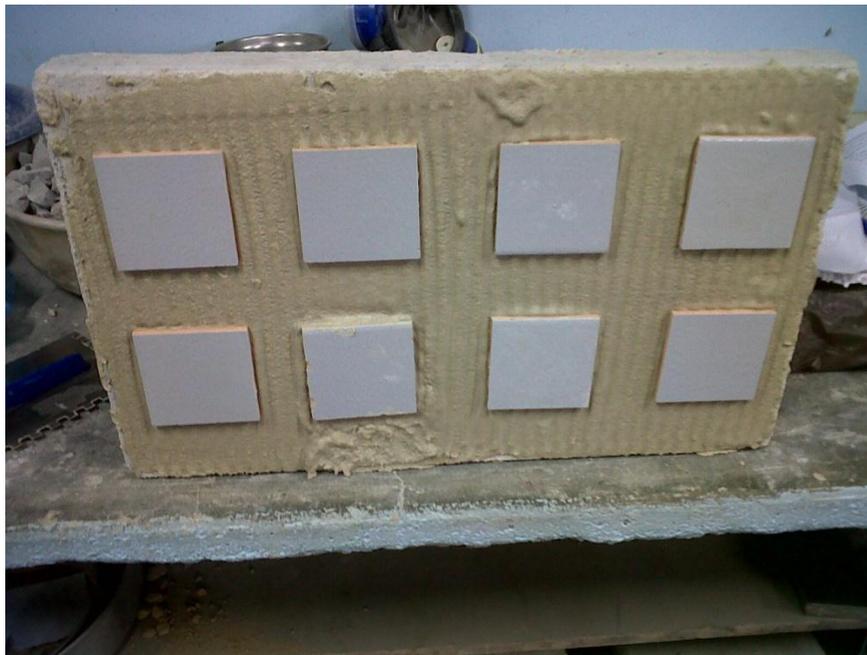


Figura 9. Placa colocada verticalmente con probetas para el ensayo de corrección



Figura 10. Colocación de la herramienta para girar cada probeta  $90^\circ$ . Ensayo de la primera fila de probetas

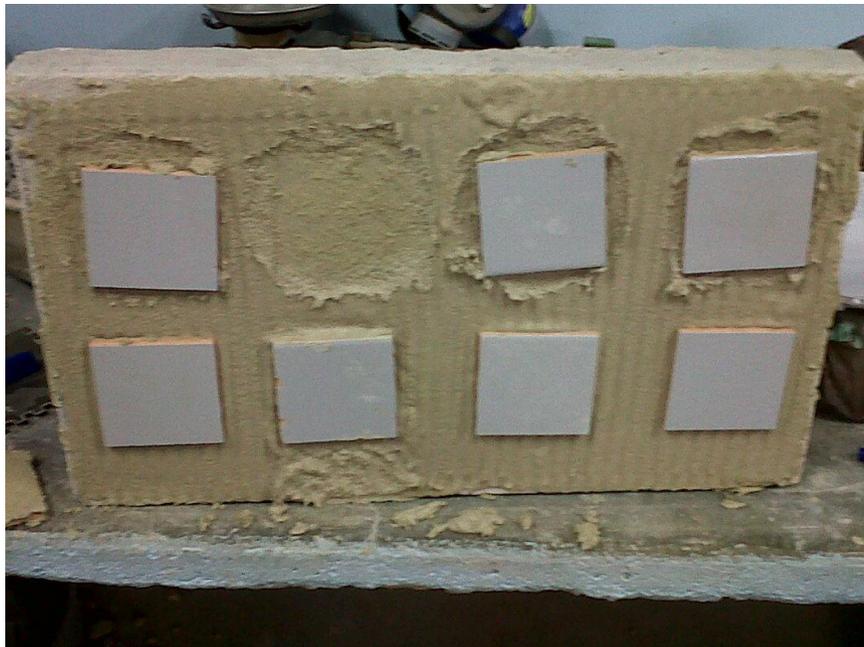


Figura 11. Primera fila de probetas después del ensayo



Figura 12. Ensayo de la segunda fila de probetas

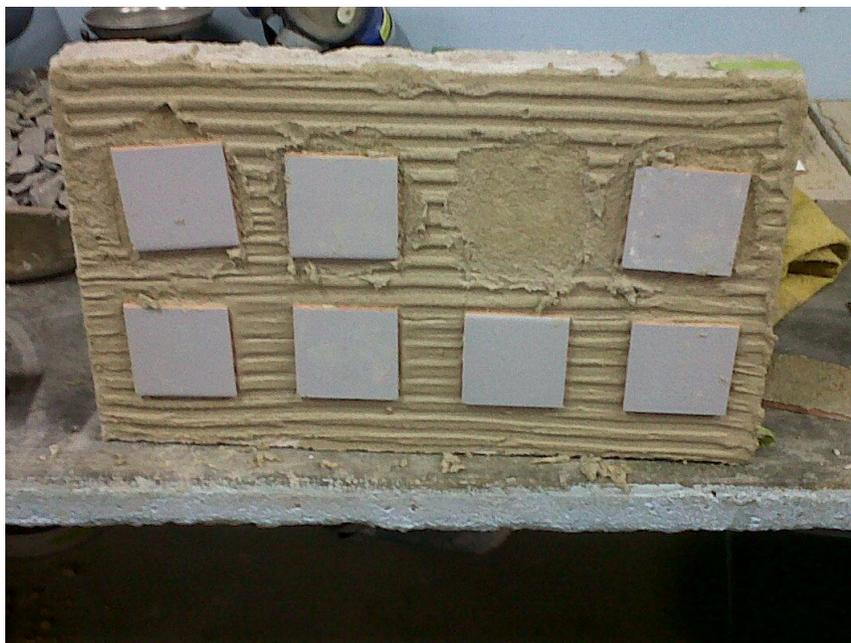


Figura 13. Segunda fila de probetas después del ensayo

## Ensayo para determinar adherencia



Figura 14. Máquina de tracción utilizada en el ensayo de adherencia.



Figura 15. Utilización del equipo de tracción para determinar la resistencia al despegue de cada probeta



Figura 16. Muestra de placa con probeta ya arrancada.

### Ensayo para determinar compresión



Figura 17. Moldes y barra compactadora, utilizados para la elaboración de las probetas cúbicas



Figura 18. Prensa hidráulica para el ensayo de compresión.



Figura 19. Colocación y compactación de las capas de mortero en los moldes



Figura 20. Moldes cubiertos con polietileno para el curado de las probetas por 24 horas.



Figura 21. Colocación de la probeta en la prensa hidráulica para realizar el ensayo.



Figura 22. Probeta cúbica luego de haber sido sometida a compresión.