



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

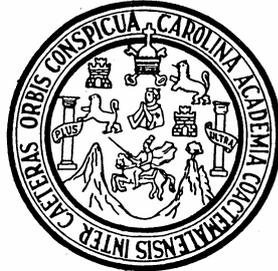
**EVALUACIÓN SOBRE ADHERENCIA ENTRE MORTERO FRESCO Y
ENDURECIDO CON DIFERENTES PRODUCTOS ADHESIVOS**

FREDÍ MAXELIO ROMÁN REYES

Asesorado por: Ing. Sergio Vinicio Castañeda Lemus

Guatemala, mayo de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN SOBRE ADHERENCIA ENTRE MORTERO FRESCO Y
ENDURECIDO CON DIFERENTES PRODUCTOS ADHESIVOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FREDÍ MAXELIO ROMÁN REYES

ASESORADO POR: ING. SERGIO VINICIO CASTAÑEDA LEMUS
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II:	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III:	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV:	Br. Kenneth Isur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO:	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR:	Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
EXAMINADOR:	Ing. Byron Albarizaes Pivaral
EXAMINADOR:	Ing. Santiago Calixto Monteagudo Cordero
SECRETARIO:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN SOBRE ADHERENCIA ENTRE MORTERO FRESCO Y ENDURECIDO CON DIFERENTES PRODUCTOS ADHESIVOS

Tema que me fuera aprobado por la Escuela de Ingeniería Civil, en mayo de 2004.

Fredí Maxelio Román Reyes.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios** Por haberme dado la vida y permitirme culminar con éxito mi carrera.
- A la U.S.A.C.** Por forjar hijos útiles a la patria.
- A la Facultad de Ingeniería** Por ser la fuente de mis conocimientos y formación académica.
- Al Ingeniero** Oscar Manuel Velásquez
Por la oportunidad de haber realizado mi práctica en Sika Guatemala S.A
- Al Ingeniero** Sergio Vinicio Castañeda Lemus
Por su asesoría, sus conocimientos y tiempo dedicado durante el desarrollo del presente trabajo de graduación.

DEDICATORIA

- MIS PADRES** Elsido Román Vega y
Odilia Reyes de Román
Con mucho amor y compensación de sus esfuerzos y sacrificios.
- MIS HERMANOS** Elfido Felipe y Odilia Mercedes
Con mucho afecto.
- MI SOBRINO** Gerardito
Con mucho cariño.
- MIS ABUELOS** Mercedes Román Arévalo y
María Vega de Román (Q.P.D)
Inocente Reyes Urizar y
Floralia Meza
- MIS TÍOS** Desiderio, Nicomedes, Carmela, Virgilia; Román
Vega. Oscar, Damián, Angel, Roberto, Onofre,
Juventino, Victorina y Rosita; Reyes Meza.
- MIS PRIMOS** Con cariño.
- MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS** Que compartieron conmigo momentos especiales dentro y fuera de la universidad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	VIII
RESUMEN.....	X
OBJETIVOS.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII

1. ADITIVOS

1.1 Tipos de aditivos.....	1
1.2 Adhesivos.....	2
1.2.1 Definición.....	2
1.2.2 Tipos de adhesivos.....	2
1.2.2.1 Adhesivos látex.....	2
1.2.3 Adhesivos estructurales.....	3
1.2.4 Adhesivos no estructurales.....	3
1.3 Normas aplicables a los adhesivos látex	4
1.3.1 Norma ASTM C-1042-99.....	4
1.3.2 Norma ASTM C-1059-99.....	4
1.3.2.1 Tipo I (Remulsionable).....	5
1.3.2.2 Tipo II (No Remulsionable).....	5

2. MORTEROS

2.1 Clasificación de morteros	10
2.1.1 Morteros de cal.....	10

2.1.2 Morteros de cemento.....	10
2.1.3 Morteros mixtos.....	11
2.1.4 Morteros especiales.....	13
2.2 Morteros para mampostería.....	13
2.3 Propiedades de los morteros.....	13
2.3.1 Adherencia.....	14
2.3.2 Resistencia a la compresión.....	14
2.3.3 Plasticidad.....	15

3. MATERIALES UTILIZADOS

3.1 Adhesivos.....	17
3.1.1 Tipos.....	17
3.1.2 Adhesivo A.....	17
3.1.2.1 Descripción.....	17
3.1.2.2 Usos.....	18
3.1.2.3 Ventajas.....	18
3.1.2.4 Datos técnicos.....	19
3.1.3 Adhesivo B.....	19
3.1.3.1 Descripción.....	19
3.1.3.2 Propiedades.....	19
3.1.3.3 Usos.....	20
3.1.4 Adhesivo C.....	20
3.1.4.1 Descripción.....	20
3.1.4.2 Usos.....	20
3.1.4.3 Datos técnicos.....	21
3.1.5 Adhesivo D.....	21
3.1.5.1 Descripción.....	21
3.1.5.2 Usos.....	21
3.1.5.3 Propiedades.....	22

3.2 Morteros.....	22
3.2.1 Mortero de levantado.....	22
3.2.1.1 Descripción.....	22
3.2.1.2 Composición y materiales.....	22
3.2.2 Mortero de acabados.....	23
3.2.2.1 Descripción.....	23
3.2.2.2 Composición y materiales.....	23

4. METODOLOGÍA

4.1 Adhesivos.....	25
4.1.1 Norma ASTM C-1042-99.....	25
4.1.2 Norma ASTM C-1059-99.....	26
4.2 Morteros.....	26
4.2.1 ASTM C-270-99.....	27
4.3 Preparación de las probetas.....	27
4.3.1 Fundición de morteros.....	27
4.3.2 Mortero endurecido.....	27
4.3.3 Aplicación de adhesivos.....	28
4.2.4 Mortero fresco.....	29
4.2.5 Muestra control.....	30
4.2.6 Evaluación de adherencia.....	30

5. RESULTADOS

5.1 Adherencia.....	33
5.1.1 Para levantado.....	33
5.1.1.1 Comparación resultados de adherencia.....	36
5.1.1.1.1 Adhesivos tipo II.....	36
5.1.1.1.2 Adhesivos tipo I.....	38
5.1.2 Mortero acabados.....	40

5.1.2.1 Comparación resultados de adherencia.....	43
5.1.2.1.1 Adhesivos tipo I.....	43
5.2 Morteros.....	45
5.2.1 Acabados.....	45
5.2.2 Levantado.....	45
6. ANÁLISIS DE RESULTADOS	
6.1 Adhesivos.....	47
6.2 Morteros.....	48
6.3 Análisis de fallas.....	49
6.4 Relación Costo-Beneficio.....	53
6.4.1 Definición.....	53
6.4.2 Relación costo-beneficio, adhesivos evaluados.....	53
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	60
ANEXOS	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mortero endurecido.....	28
2.	Superficie del mortero endurecido.....	29
3.	Probeta típica mortero fresco con mortero endurecido	31
4.	Ensayo típico a compresión.....	32
5.	Gráfico adherencia vrs. edad, mortero levantado adhesivo A y B.....	37
6.	Gráfico adherencia vrs. edad, mortero levantado adhesivo C y D.....	39
7.	Gráfico adherencia vrs. edad, mortero acabados adhesivo C y D.....	44
8.	Falla a compresión mortero acabados adhesivos Tipo II A y B.....	51
9.	Falla típica por deslizamiento mortero levantado todos los adhesivos...	52
10.	Sección probeta (mortero endurecido).....	61
11.	Informe del laboratorio CII.....	62

TABLAS

I.	Especificación del mortero por propiedades.....	8
II.	Especificación del mortero por proporciones.....	9
III.	Cantidades de materiales para obtener 1 m ³ de mortero.....	12
IV.	Resultados a 7 días de aplicados los adhesivos	33
V.	Resultados a 14 días de aplicados los adhesivos	34
VI.	Resultados a 28 días de aplicados los adhesivos.....	35
VII.	Comparación valores promedio de adherencia mortero levantado adhesivos A y B.....	36
VIII.	Comparación valores promedio de adherencia mortero levantado adhesivos C y D.....	38
IX.	Resultados 7 días de aplicados os adhesivos.....	40
X.	Resultados 14 días de aplicados los adhesivos.....	41
XI.	Resultados 28 días de aplicados los adhesivos.....	42
XII.	Comparación valores promedio de adherencia mortero acabados adhesivos C y D.....	43
XIII.	Resistencia a compresión mortero acabados.....	45
XIV.	Resistencia a compresión mortero levantado.....	46
XV.	Tipos de fallas	50
XVI.	Comparación Costo-Beneficio de adhesivos.....	54

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área de la elipse en contacto con la unión del mortero fresco y endurecido.
a	Radio corto de la elipse.
b	Radio largo de la elipse.
a/c	Relación agua cemento
kg/cm²	Kilogramos sobre centímetros cuadrados.

GLOSARIO

Adherencia	Capacidad del mortero para adherirse a la superficie del material sobre el que se coloca.
Adhesivos	Grupo de sustancias usadas para unir o ligar materiales similares o diferentes.
Aditivo	Sustancia química, dosificada por debajo del 5% del peso del cemento, diferente de los agregados, el cemento, el agua y las fibras de refuerzo, que se agrega a la mezcla de concreto o mortero durante su elaboración o directamente en obra al material ya preparado, con el fin de modificar una o varias de sus propiedades físicas, de tal manera que el material se adapte mejor a las características de la obra o a las necesidades del constructor.
ASTM	Siglas de la Sociedad Americana para el Ensaye e Inspección de los Materiales (American Society for Testing Material).

Mampostería	Sistema constructivo consistente en colocar unidades de mampostería, tales como ladrillos, bloques, adobes o piedras, unidas unas con otras usualmente por medio de morteros.
Mortero	Mezcla plástica de uno o varios aglomerantes, agregados finos, agua y a veces aditivos.
Mortero de acabados	Producto que se utiliza para proteger el elemento estructural de las inclemencias del clima y la penetración del agua. Además brindan uniformidad, textura, color y belleza arquitectónica.
Mortero de levantado	Producto que se usa para ligar las unidades de mampostería y sirve de sello para impedir la penetración del aire y agua.
Remulsionable	Propiedad de reacción de ciertos materiales, al estar en contacto con el agua.

RESUMEN

Es de vital importancia evaluar los adhesivos que se utilizan en la construcción, esto al tener que elegir el producto más adecuado para realizar uniones entre mortero fresco y mortero endurecido, teniendo como punto de partida el estudio que se haya hecho sobre el área donde se requiera su aplicación. Para esto es necesario que se genere información que permita poseer criterios técnicos en la elección de dichos productos.

El presente trabajo se ha basado en las Normas ASTM C-1042-99 Standard Test Method for Bond Strength of Latex Systems Used With Concrete By Slant Shear (Método de prueba estándar para la fuerza de unión de sistemas de látex usados con concreto por corte cizalla inclinado) y ASTM C-1059-99 Standard Specification for Latex Agents for Bonding Fresh To Hardened Concrete; (Especificaciones estándares de agentes látex para unir concreto nuevo con concreto viejo); que regula las especificaciones al realizar evaluaciones de adherencia con los diferentes adhesivos utilizados en la construcción.

La Norma ASTM C-1042-99 regula la evaluación de los adhesivos en general y la Norma ASTM C-1059-99 clasifica los adhesivos en Tipo I y Tipo II. Los adhesivos Tipo I son los que se utilizan en los interiores de una obra, en superficies que no haya contacto con la humedad, ya que su característica esencial es que reaccionan con el agua, es decir, son remulsionables; y, los de Tipo II son los que pueden ser utilizados en superficies humedad y secas.

Para haber comprobado el comportamiento de la adherencia en estos dispositivos se elaboraron probetas de morteros fresco y endurecido, habiendo arrojado mejores resultados los adhesivos Tipo II, pues su manipulación es practica, de bajo costo y de excelente calidad.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar la adherencia entre mortero fresco y endurecido, utilizando diferentes tipos de adhesivos de uso en la construcción.

ESPECIFICOS

1. Aplicar las Normas ASTM C-1042-99 y ASTM C-1059-99 para la caracterización de los diferentes adhesivos a evaluar.
2. Obtener resultados de adherencia en las diferentes aplicaciones.
3. Utilizar dos tipos de morteros (acabado y levantado) para la evaluación.
4. Presentar gráficos que permitan una mejor interpretación de los resultados obtenidos.
5. Analizar la relación costo-beneficio a los adhesivos, evaluados.
6. Comparar los resultados obtenidos según tipo de mortero y adhesivo.

INTRODUCCIÓN

Hoy en Guatemala el uso de aditivos que proporcionen mejores características del concreto y mortero es muy frecuente, ya que su aplicación en la construcción se hace necesaria, debido a los requerimientos de trabajo.

En Guatemala no se cuenta con normas que especifiquen la calidad de estos materiales cuando se requiere adherir mortero fresco con mortero endurecido, razón por la cual el presente trabajo se basará en Normas de la Sociedad Americana para el Ensaye e Inspección de los Materiales, ASTM C-1042-99 y 1059-99; para evaluar distintos tipos de adhesivos.

El uso de los adhesivos en la construcción, principalmente es para aumentar la adherencia en: parcheos y nivelación de pisos, reparaciones de aplanados o superficies de concreto, reparación de bordes en juntas, escalones, banquetas y muros, revestimientos de canales y otras superficies de obras hidráulicas así como el mortero utilizado para acabados en superficies planas.

El presente trabajo de graduación contiene la evaluación técnica de algunos adhesivos utilizados en Guatemala. Este consiste en realizar ensayos de laboratorio normalizados a los adhesivos, y morteros Tipo M y Tipo O, según Norma ASTM C-270-99 para obtener los resultados de adherencia.

1. ADITIVOS

Los aditivos son materiales diferentes al agua, agregados y cementos, que se usan como ingredientes del concreto y mortero, se adicionan inmediatamente, antes o durante el mezclado. Se emplean para modificar algunas de las propiedades del concreto o mortero, como son:

- Trabajabilidad
- Relación agua cemento
- Tiempo de fraguado

En general un aditivo influirá sobre más de una propiedad, en consecuencia debe considerarse su efecto sobre todas las propiedades del concreto o mortero.

1.1 Tipos de Aditivos¹

Por considerarla de uso extendido en Latinoamérica y en vista de que algunos países la han tomado como base para su propia normativa, se tomará la clasificación de la Norma ASTM C-494-99 Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete (Especificación estándar de Adiciones Químicas para el Concreto).

- Reductores de agua
- Retardador
- Acelerante

- Reductor de agua-retardador
- Reductor de agua-acelerante
- Reductor de agua de alto poder
- Reductor de agua de alto poder y retardador

1.2 Adhesivos¹

1.2.1 Definición

Grupo de sustancias usadas para unir o ligar materiales similares o diferentes (mortero, concreto).

1.2.2 Tipos de adhesivos

- Látex
- Epóxicos

1.2.2.1 Adhesivos látex

Los adhesivos tipo látex para mortero deberán cumplir especificaciones de la Norma ASTM C-1042-99 Standard Test Method for Bond Strength of Latex Systems Used With Concrete By Slant Shear; (Método de prueba estándar para la fuerza de unión de sistemas de látex usados con concreto por corte cizalla inclinado), y se dividen en:

Estructurales y
No Estructurales.

1.2.3 Adhesivos estructurales

Las resinas epóxicas que se usan con este fin deben cumplir con las especificaciones de la norma ASTM C-881-99. Estos materiales pegarán superficies mojadas o húmedas. Se pueden adherir madera, cobre, acero, piedra, etcétera al concreto ó mortero.

1.2.4 Adhesivos no estructurales

Para pegar parches y capas sobrepuestas, los látex orgánicos tienen un buen registro de servicio. Estos materiales deben cumplir con los requerimientos de la Norma ASTM C-1059-99, (Standard Specification for Latex Agents for Bonding Fresh To Hardened Concrete; (Especificaciones estándares de agentes látex para unir concreto nuevo con concreto viejo).

1.3 Normas aplicables a los adhesivos látex

1.3.1 Norma ASTM C-1042-99 Standard Test Method for Bond Strength of Latex Systems Used With Concrete By Slant Shear; (Método de prueba estándar para la fuerza de unión de sistemas de látex usados con concreto por corte cizalla inclinado)

Alcance. Este método de prueba cubre la determinación de la fuerza de unión de los sistemas de látex para uso con el cemento Pórtland. Este método de prueba cubre la unión de especímenes de concreto endurecidos a especímenes de concreto fresco.

1.3.2 Norma ASTM C-1059-99 Standard Specification for Latex Agents for Bonding Fresh To Hardened Concrete (Especificaciones estándares de agentes látex para unir concreto nuevo con concreto viejo)

Alcance. Estas especificaciones cubren la utilización de agentes látex, especiales para aplicarse con una escoba o con spray, para unir concreto fresco con concreto viejo.

Estas uniones son especiales para unir concreto viejo con concreto nuevo, como superficies internas, piso, carreteras, superficies de puentes, rampas.

Esta especificación provee información sobre la unión y clasificación de los agentes látex de acuerdo con su uso.

1.3.2.1 Tipo I (Remulsionable)⁴

Puede ser utilizado en instalaciones no sujetas a la presencia de agua o mucha humedad.

1.3.2.2 Tipo II (No Remulsionable)⁴

Puede ser utilizado en áreas de alta humedad o en inmersiones de agua así como en otro tipo de áreas.

2. MORTEROS¹

La palabra **mortero** se deriva de la expresión latina *mortarius*, con que se designa el caldero que se usó para cocer la cal. Se entiende por mortero un material plástico apropiado para cerrar juntas de asiento y verticales, también las que quedan entre piedras desiguales o irregulares, y conseguir mediante un proceso de fraguado un cuerpo resistente a la compresión. Los morteros también sirven para alisar las superficies de paredes, o para proteger fachadas con poca resistencia a la intemperie.

El mortero es la mezcla de un árido fino (arena), un aglomerante (yeso, cal o cemento) y agua.

Se utilizan sobre todo como material de unión entre las piezas que componen la mampostería, tanto si es cerámica, como de bloques de concreto o de piedra natural. También tienen un amplio campo de aplicación en la confección de revestimientos y pavimentos.

Reciben su nombre en función del aglomerante que se utilice para prepararlos. Así hay morteros de yeso (muy poco comunes), morteros de cal, morteros de cemento o morteros de cal y cemento.

La Norma ASTM C 270-99, Estándar Specification for Mortar for Unit Masonry (Especificaciones para morteros de mampostería), cubre solamente cuatro tipos de mortero los tipos M, S, N y O solamente.

Estos morteros pueden ser especificados por proporción o por propiedades pero no por ambas cosas. Las especificaciones por proporción y por propiedades se presentan en las siguientes tablas.

Tabla I. Especificación de mortero por propiedades (A)

Mortero	Tipo	Resistencia mínima promedio a compresión a 28 días kg/cm ² y Mpa	Retención mínima de agua (%)	Contenido máximo de aire (%)	Relación de agregados (medida en condición húmeda y suelta)
Cemento y cal	M	176 (17.2)	75	12	No menor que 2.25 y no mayor que 3.5 la suma de los volúmenes separados de materiales cementantes.
	S	127(12.4)	75	12	
	N	53(5.2)	75	14 ^B	
	O	25(2.4)	75	14 ^B	
Cemento de mampostería	M	176 (17.2)	75	... ^C	
	S	127(12.4)	75	... ^C	
	N	53(5.2)	75	... ^C	
	O	25(2.4)	75	... ^C	

^A Mortero preparado en el laboratorio.

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

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

Fuente: ASTM C-270-99

Tabla II. Especificación de mortero por proporciones

Mortero	Tipo	Proporciones por volumen (materiales cementantes)			Relación de agregados (medida en condición húmeda y suelta)
		Cemento Pórtland o mezcla de cemento	Cemento de mampostería M S N	Cal hidratada o apagada	
Cemento y cal	M	1	- - -	1/4	No menor que 2.25 y no mayor que 3.5 la suma de los volúmenes separados de materiales cementantes.
	S	1	- - -	de 1/4 a 1/2	
	N	1	- - -	de 1/2 a 1	
	O	1	- - -	1/4 de 1 1/4 a 2 1/2	
Cemento de mampostería	M	1	- - 1	-	
	M	--	1 - -	-	
	S	1/2	- - 1	-	
	S	--	- 1 -	-	
	N	--	- - 1	-	
O	--	- - 1	-		

Nota: Nunca deben incluirse dos materiales inclusores de aire en un mortero.

Fuente: ASTM C-270-99

2.1 Clasificación de los morteros¹

Los morteros se agrupan en función del tipo de aglomerante utilizado. Se puede establecer la siguiente clasificación:

2.1.1 Morteros de cal

Los morteros de cal, son de fraguado y endurecimiento lento, generalmente de menor resistencia que los elaborados con cemento, pero mucho más trabajables y económicos.

Para su preparación se usan diferentes proporciones. Las más habituales se presentan en la tabla III, en la que también aparecen las proporciones de los morteros mixtos y los de cemento.

Aunque los morteros de cal no pueden adquirir las resistencias de los de cemento, pueden alcanzar los 20 kg/cm^2 con una proporción 1:3 en volumen.

Las aplicaciones más habituales de estos son las de uniones de superficies donde se requiera cierta flexibilidad y poca resistencia, como por ejemplo para colocación de tejas, para realizar acabados y, sobre todo, para la realización de determinados revocos y estucos.

2.1.2 Morteros de cemento

El mortero de cemento es más resistente que el de cal y endurece más rápidamente, pero es mucho menos plástico, es decir, menos trabajable.

Es adecuado para aquellas partes o elementos de las construcciones sometidas a fuertes sollicitaciones estáticas y en las que puede influir intensamente la humedad. Se emplean principalmente para la impermeabilización de partes de construcciones contra fuertes infiltraciones de humedad.

La capacidad de retención de agua del mortero, se opone a la rápida pérdida de agua (no pierde su plasticidad) que podría producirse a causa del aire, de un ambiente seco, o de una pieza muy absorbente. La rápida pérdida de agua provoca el fraguado prematuro del mortero, lo que torna prácticamente imposible obtener una buena adherencia.

2.1.3 Morteros mixtos

Los morteros mixtos son los que están elaborados con dos aglomerantes (cal y cemento).

Tienen la ventaja de ser mucho más plásticos que el mortero de cemento, pero pierden parte de su resistencia.

Tabla III. Cantidades de materiales para obtener 1 m³ de mortero según el tipo y la proporción

Tipo	DOSIFICACION			MATERIALES			
	Cemento	Cal	Arena	Cemento Pórtland (KG)	Cal en pasta (1)	Arena (1)	Agua (1)
Morteros de cal	-	1	2	-	400	800	120
	-	1	3	-	315	945	125
	-	1	4	-	260	1050	100
Morteros de cal y cemento	1	1	4	290	215	860	168
	1	1	6	220	165	980	170
	1	1	8	185	135	1060	170
	1	2	6	180	275	830	160
	1	2	8	155	230	920	165
Morteros de cemento	1	-	1	920	-	680	270
	1	-	2	600	-	880	265
	1	-	3	440	-	975	260
	1	-	4	350	-	1030	260
	1	-	5	290	-	1070	255
	1	-	6	250	-	1100	255

Fuente: Nueva enciclopedia del encargado de obras, materiales de construcción, ediciones CEAC.

2.1.4 Morteros especiales²

Por sus características particulares, se encuentran algunos tipos de morteros especiales, de propiedades específicas en función de las aplicaciones a los que van destinados, entre estos se presentan los siguientes:

- Mortero de cemento-cola
- Morteros refractarios
- Morteros aislantes
- Morteros ignífugos

2.2 Morteros para mampostería²

El mortero forma solamente entre el 10 y 20% del volumen total de los materiales de un muro de mampostería. Sin embargo, su efecto en el comportamiento del muro es mucho mayor que lo que indica este porcentaje. Estéticamente, puede añadir un colorido adicional o un acabado muy particular a los muros. Funcionalmente, liga las unidades de mampostería y sirve de sello para impedir la penetración de aire y agua. Además se adhiere al refuerzo de las juntas, a las amarras metálicas y a los pernos anclados, de tal modo que hace que actúen conjuntamente.

2.3 Propiedades de los morteros⁶

Es necesario utilizar un buen mortero para obtener un adecuado funcionamiento de los muros.

Puesto que el mortero es el elemento que une las piezas entre sí, de manera que formen muros rígidos, durables y resistentes al intemperismo, debe poseer las siguientes propiedades: adherencia, resistencia a la compresión, plasticidad, retención de agua, extensibilidad, flujo plástico, retracción, durabilidad.

2.3.1 Adherencia⁶

Es la capacidad del mortero de adherirse a la superficie del material sobre el que se coloca (unidades de mampostería). Cuanto más rugosas y húmedas son las bases sobre las cuales se aplican, mejor es la adherencia.

La adherencia de un mortero comprende la resistencia a la tensión cuando se intenta separar el mortero de las unidades de mampostería, resistencia contra el deslizamiento por corte y resistencia a la flexión por separación del mortero y la mampostería.

El mortero para revestimiento por su lado tiene su capacidad de adherencia en resistir los esfuerzos de tensión perpendiculares a la superficie del soporte.

2.3.2 Resistencia a la compresión⁶

La resistencia a compresión del mortero es la capacidad de soportar su propio peso más las cargas a las cuales este sometido, depende en gran parte del tipo y cantidad de material cementante utilizado al prepararlo, así mismo como la relación agua-cemento que se use.

2.3.3 Plasticidad⁶

La plasticidad depende de su consistencia, es decir, si es más o menos trabajable, para colocarlo en obra. Depende de la relación agua cemento.

Se debe tener presente que la utilización de arena con granos de forma redondeada (arena de río) facilita la obtención de un mortero más trabajable.

3. MATERIALES UTILIZADOS

Los materiales utilizados en el desarrollo de la tesis fueron: adhesivos y morteros de uso comercial en la construcción.

3.1 Adhesivos

Se utilizaron cuatro tipos de adhesivos, clasificados de acuerdo a la norma ASTM C-1059-99 (Tipo I ó Tipo II).

3.1.1 Tipos

3.1.2 Adhesivo A (Tipo II)⁷

Hoja técnica

3.1.2.1 Descripción

Emulsión sintética con base en resinas elastoméricas que mejora la adherencia de morteros de cemento sobre la mayoría de superficies comunes en la construcción.

3.1.2.2 Usos

Este adhesivo es indicado en los casos en que se requiera aumentar la adherencia de morteros de cemento a usar en:

Parcheos y nivelación de pisos de tráfico liviano o peatonal.

Reparaciones de aplanados o superficies de concreto.

Reparación de bordes en juntas, escalones, banquetas y muros.

Revestimientos de canales y otras superficies de obras hidráulicas.

3.1.2.3 Ventajas

Confiere al mortero fresco excelente adherencia sobre mortero o concreto.

No hay que diluirlo para hacer una lechada de adherencia.

Reduce la permeabilidad.

Incrementa la resistencia al ataque químico.

No es tóxico.

3.1.2.4 Datos técnicos

Color:	Blanco rosáceo.
Densidad:	1.04 kg/l aproximada.

3.1.3 Adhesivo B (Tipo II)⁸

Hoja técnica

3.1.3.1 Descripción

Adhesivo base agua, es utilizado como impermeabilizante de paredes, listo para aplicar o para ser mezclado con el repello tradicional en albañilería.

3.1.3.2 Propiedades

PXG	3.5 – 4.5 kg/gal
Viscosidad (a 25°C)	300 – 400 CPS
T secado al tacto	1 – 3 horas
PH	3.5 – 4.5
Sólidos	50 – 50.6 %
Índice de Acidez (KOH)	0.0 – 2.0 mg/g
Color	Blanco
Aspecto	Líquido viscoso
Solventes	Agua.

3.1.3.3 Usos

Es de uso doméstico por su no toxicidad, también en la construcción, acabado de interiores, con cernidos, repellos, recubrimientos plásticos.

3.1.4 Adhesivo C (Tipo I)⁹

Hoja técnica

3.1.4.1 Descripción

Adhesivo elaborado con polímeros sintéticos en emulsión para unir concreto nuevo a concreto viejo por contacto de las superficies. Proporciona a la mezcla de un mortero o concreto gran resistencia y adherencia.

3.1.4.2 Usos

Adhesivo para unir concreto nuevo a concreto viejo como en reparaciones de banquetas, carreteras, terrazas, garajes, etc.

Se usa para reparación de elementos prefabricados y piedra artificial. Colocación de loseta, mármol, piezas cerámicas o piezas prefabricadas sobre concreto. Para la fabricación de morteros de cemento con buena resistencia a la acción de agentes químicos y abrasivos.

Sella superficies nuevas o porosas como losas y muros, para recibir pinturas, texturizados y materiales impermeabilizantes.

3.1.4.3 Datos técnicos

Color	Transparente
Consistencia	Semi-espeso
Densidad	1.05 +/- 0.05 gr./cc
Viscosidad	22500 +/- 2500 cps
PH	4.5 +/- 0.5
Sólidos	45 +/- 1 %

3.1.5 Adhesivo D (Tipo I)¹⁰

Hoja técnica

3.1.5.1 Descripción

Es un acetato polivinílico formulado como una resina acuosa emulsificada para adherir permanentemente repellos, estucos, morteros, concretos y toda clase de mampostería.

Es de consistencia líquida de color blanco, muy resistente a los ácidos y a la alcalinidad presente en el concreto y mortero.

3.1.5.2 Uso

Está diseñado como modificador para mezclas de cemento Pórtland mejorando la adhesión de concretos, morteros y superficies, muy resistente a muchos químicos industriales. Se aplica a reparaciones de concreto en banquetas, bordillos, gradas y para pegar concreto viejo con nuevo en vigas y columnas.

3.1.5.3 Propiedades

Color	blanco
Sólidos totales: aprox.	51%
Peso por galón: aprox.	8.4 libras
PH	10 – 11

3.2 Mortero

Se utilizaron dos tipos de morteros, clasificados de acuerdo a la norma ASTM C-270-99 Standard Specification for Mortar for Unit Masonry (Especificaciones estándares para morteros de mampostería).

3.2.1 Mortero para levantado (tipo M)

Hoja técnica

3.2.1.1 Descripción

Uso básico: la mezcla para levantado se usa para pegar *blocks*, ladrillo o cualquier material de mampostería utilizado en la elaboración de paredes de viviendas o edificios.

3.2.1.2 Composición y materiales

Es un producto a base de arena de río cernida 1/16", cemento Pórtland y cal hidratada, debidamente graduados y proporcionados, siguiendo las normas ASTM para su selección y dosificación.

3.2.2 Mortero para acabados (Tipo O)

Hoja técnica

3.2.2.1 Descripción

Es un producto utilizado para acabado final en paredes, cielos y otros.

3.2.2.2 Composición y materiales

Compuesto de arena blanca de 1/16", cal y cemento.

4. METODOLOGÍA

4.1 Adhesivos

La Norma ASTM C-1042-99 contiene las especificaciones para adhesivos base látex.

4.1.1 Norma ASTM C-1042-99 Standard Test Method for Bond Strength of Latex Systems Used With Concrete By Slant Shear; (Método estándar de prueba para la fuerza de unión de sistemas de látex usados con concreto por corte de cizalla inclinado)

Resumen de la prueba. La fuerza de unión está determinada por el uso del sistema látex para unir una sección de mortero fresco ($\frac{1}{2}$ cilindro), de un cilindro de mortero de cemento Pórtland de 7.5 por 15 cm (3 por 6 pulgadas) a un medio cilindro endurecido, que tiene una forma diagonal de unión en un ángulo de 30° de la vertical. Después del curado adecuado del espécimen, la fuerza de unión se determina probando el espécimen en compresión y computando la fuerza de unión en la cara diagonal.

Importancia y uso. Este método de la prueba puede usarse midiendo la efectividad de sistemas de látex uniendo el mortero fresco al mortero endurecido.

4.1.2 Norma ASTM C-1059-99 (Standard Specification for Latex Agents for Bonding Fresh To Hardened Concrete; (Especificaciones estándares de agentes látex para unir concreto nuevo con concreto viejo)

Alcance. Estas especificaciones cubren la utilización de agentes látex, especiales para aplicarse con una escoba o con spray, para unir concreto fresco con concreto viejo.

Estas uniones son especiales para unir concreto viejo con concreto nuevo, como superficies internas, piso, carreteras, superficies de puentes, rampas.

Estas especificación provee información sobre la unión y clasificación de los agentes látex de acuerdo con su uso.

4.2 Morteros

Se utilizaron morteros de uso comercial en nuestro medio, que fueran representativos de condiciones de trabajo, siendo estos los siguientes:

Mortero de levantado

Mortero de Acabado

Para la evaluación de los morteros se siguieron los procedimientos indicados en la norma ASTM C-270-99.

4.2.1 ASTM C-270-99 Standard Specification for Mortar for Unit Masonry (Especificaciones estándares para morteros de mampostería)

Alcance. Esta especificación cubre el uso de los morteros en la construcción sin refuerzo y con refuerzo, en las estructuras de unidades de albañilería. Se cubren cuatro tipos de mortero en cada uno de dos especificaciones: (1 alternativos) las especificaciones de la proporción y (2) las especificaciones de propiedad.

4.3 Preparación de las probetas

La preparación y elaboración de las probetas se describe a continuación.

4.3.1 Fundición de morteros

Para la preparación de estos se siguieron indicaciones de las hojas técnicas de cada mortero utilizado, las mezclas fueron hechas a mano.

Los moldes y el curado de los morteros cumplen con las indicaciones de la norma ASTM C-1042-99.

4.3.2 Mortero endurecido

Se fundieron los medios cilindros de mortero, siguiendo el procedimiento indicado en la Norma ASTM C-1042-99, así mismo el curado de las probetas fue de 28 días.

Se tomaron muestras de mortero en moldes cúbicos de 2" x 2" según norma ASTM C-109-99 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Método de la Prueba normal para la Fuerza de Compresión de Morteros de Cemento Hidráulico), realizando los ensayos a 7, 14 y 28 días de edad.

Figura 1. Mortero endurecido



4.3.3 Aplicación de adhesivos

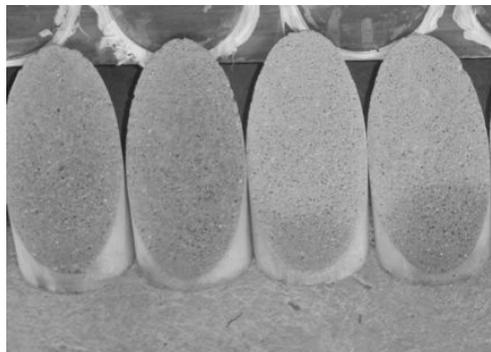
La superficie del mortero endurecido en la cual se va adherir mortero fresco, debe estar sana y libre de lechada de cemento, polvo, grasa o pintura u otras sustancias que impidan la adherencia.

La aplicación de los adhesivos, se realizó de acuerdo a las instrucciones de las hojas técnicas de cada producto, basándose en especificaciones de la Norma ASTM C-1042-99.

Para los adhesivos Tipo II se preparó la pasta (arena de río, cemento y adhesivo), se aplicó con brocha sobre la cara diagonal en la cual se realizaría la unión entre morteros; en cuanto los adhesivos tipo I solo se aplicaron con brocha sobre la cara diagonal del mortero endurecido.

Luego de aplicar los adhesivos sobre la superficie, se fundió el mortero fresco, tomando en cuenta que no transcurrieran más de 10 minutos de aplicado los adhesivos, para obtener los resultados de adherencia requeridos, según la Norma ASTM C-1042-99.

Figura 2. Superficie del mortero endurecido



4.3.4 Mortero fresco

El curado de los mismos se realizó siguiendo procedimientos indicados por la Norma ASTM C-1042-99, y el ensayo se realizó de acuerdo a las edades definidas con anterioridad.

4.3.5 Muestra control

Se realizaron muestras control con las cuales se compararon los adhesivos, estas fueron probetas de mortero fresco con mortero endurecido sin utilizar adhesivos.

4.3.6 Evaluación de adherencia

La evaluación de la adherencia se realizó ensayando las probetas morteros a compresión, estas pruebas se hicieron en triplicado ensayadas a diferentes edades; 7, 14 y 28 días de haber aplicado los adhesivos y fundido el mortero fresco. El equipo utilizado para estos ensayos fueron: máquina de compresión RIEHLE y la máquina universal BALDWIN.

Las pruebas se realizaron de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM C-39-99, Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens; (Método de la prueba estándar para la fuerza de compresión de especímenes cilíndricos de concreto).

Figura 3. Probeta típica mortero fresco con mortero endurecido



Figura 4. Ensayo típico a compresión



5. RESULTADOS

5.1 Adherencia

5.1.1 Mortero levantado

Tabla IV. Resultados 7 días de aplicado los adhesivos

Producto	Peso	Radio corto	Radio largo	Área	Carga	Adherencia
	kg	(cm)	(cm)	(cm ²)	kg	kg/cm ²
ADHESIVO A	1.4	7.8	15.1	92.3	3266.8	35.4
ADHESIVO A	1.4	7.8	14.8	90.6	2813.1	31.1
ADHESIVO A	1.4	7.8	15.2	93.0	2813.1	30.2
ADHESIVO B	1.4	7.7	15.3	93.0	2041.7	22.0
ADHESIVO B	1.4	7.8	14.8	89.8	2041.7	22.7
ADHESIVO B	1.4	7.8	15.9	96.7	2495.5	25.8
ADHESIVO C	1.4	7.8	15.3	93.4	589.8	6.3
ADHESIVO C	1.4	7.8	15.9	96.7	408.3	4.2
ADHESIVO C	1.4	7.8	14.8	90.7	544.5	6.0
ADHESIVO D	1.4	7.8	14.8	90.2	1361.2	15.1
ADHESIVO D	1.4	7.8	15.0	91.7	1134.3	12.4
ADHESIVO D	1.4	7.8	15.0	91.6	1179.7	12.9
MUESTRA CONTROL	1.4	7.8	15.3	93.7	376.3	4.0
MUESTRA CONTROL	1.4	7.8	15.1	92.5	385.8	4.2
MUESTRA CONTROL	1.4	7.8	15.3	93.7	390.7	4.2

Tabla V. Resultados 14 días de aplicado los adhesivos

Producto	Peso	Radio corto	Radio largo	Área	Carga	Adherencia
	kg	(cm)	(cm)	(cm²)	kg	kg/cm²
ADHESIVO A	1.4	7.8	15.2	92.5	3629.8	39.3
ADHESIVO A	1.4	7.8	14.7	89.9	3629.8	40.4
ADHESIVO A	1.4	7.8	14.8	90.6	3176.0	35.1
ADHESIVO B	1.4	7.7	15.1	91.8	1361.2	14.8
ADHESIVO B	1.4	7.8	15.0	91.6	1814.9	19.8
ADHESIVO B	1.4	7.8	15.3	93.4	2041.7	21.9
ADHESIVO C	1.4	7.8	15.4	94.2	1134.3	12.0
ADHESIVO C	1.3	7.8	14.7	89.8	1134.3	12.6
ADHESIVO C	1.4	7.8	15.4	93.7	1406.5	15.0
ADHESIVO D	1.4	7.8	14.7	89.6	2359.3	26.3
ADHESIVO D	1.4	7.7	14.6	88.5	2586.2	29.2
ADHESIVO D	1.4	7.7	15.1	92.0	2359.3	25.7
MUESTRA CONTROL	1.4	7.8	15.3	93.7	935.2	10.0
MUESTRA CONTROL	1.4	7.8	15.1	92.5	920.8	10.0
MUESTRA CONTROL	1.4	7.8	15.3	93.7	917.2	9.8

Tabla VI. Resultados 28 días de aplicado los adhesivos

Producto	Peso	Radio corto	Radio largo	Área	Carga	Adherencia
	kg	(cm)	(cm)	(cm²)	kg	kg/cm²
ADHESIVO A	1.4	7.8	15.5	94.5	4718.7	49.9
ADHESIVO A	1.4	7.8	15.3	93.6	4265.0	45.6
ADHESIVO A	1.4	7.8	15.2	92.8	4582.6	49.4
ADHESIVO B	1.4	7.7	14.5	87.9	1905.6	21.7
ADHESIVO B	1.4	7.7	14.7	89.1	2041.7	22.9
ADHESIVO B	1.4	7.8	14.6	89.2	1633.4	18.3
ADHESIVO C	1.4	7.8	15.0	91.3	1769.5	19.4
ADHESIVO C	1.3	7.7	15.3	92.6	1542.6	16.7
ADHESIVO C	1.4	7.8	14.9	91.3	1542.6	16.9
ADHESIVO D	1.4	7.7	14.9	90.8	3130.7	34.5
ADHESIVO D	1.3	7.8	14.8	90.1	2677.0	29.7
ADHESIVO D	1.3	7.7	14.8	89.7	2858.4	31.9
MUESTRA CONTROL	1.4	7.8	15.3	93.7	1275.4	13.6
MUESTRA CONTROL	1.4	7.8	15.1	92.5	1244.7	13.5
MUESTRA CONTROL	1.4	7.8	15.3	93.7	1296.5	13.8

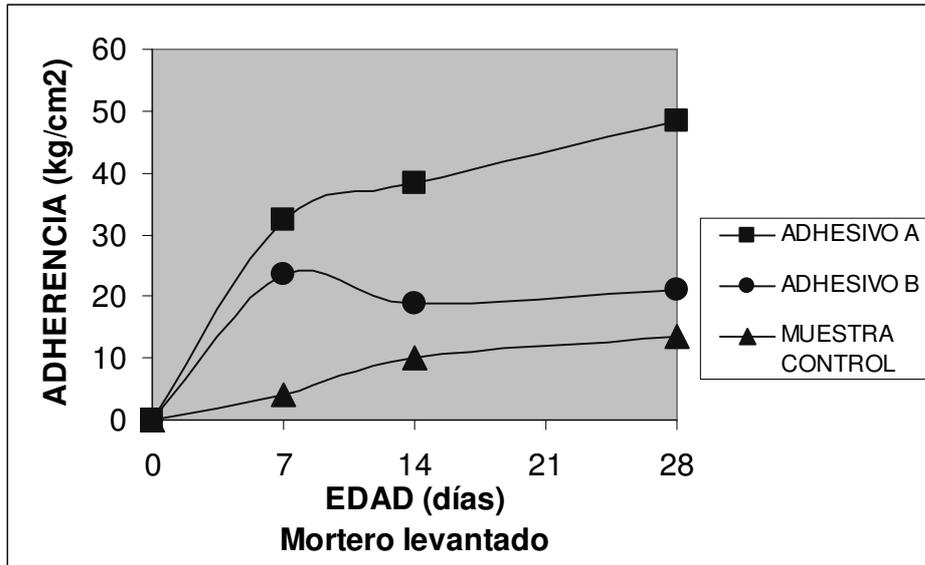
**5.1.1.1 Comparación resultados de adherencia
mortero levantado**

5.1.1.1.1 Adhesivos tipo II

Tabla VII. Comparación valores promedio de adherencia

ADHESIVO TIPO II	EDAD (días)	PROMEDIO ADHERENCIA (kg/cm²)
A	7	32.2
	14	38.3
	28	48.3
B	7	23.5
	14	18.8
	28	21.0
MUESTRA CONTROL	7	4.1
	14	9.9
	28	13.6

Figura 5. Gráfico adherencia vrs. edad. Adhesivo A y B

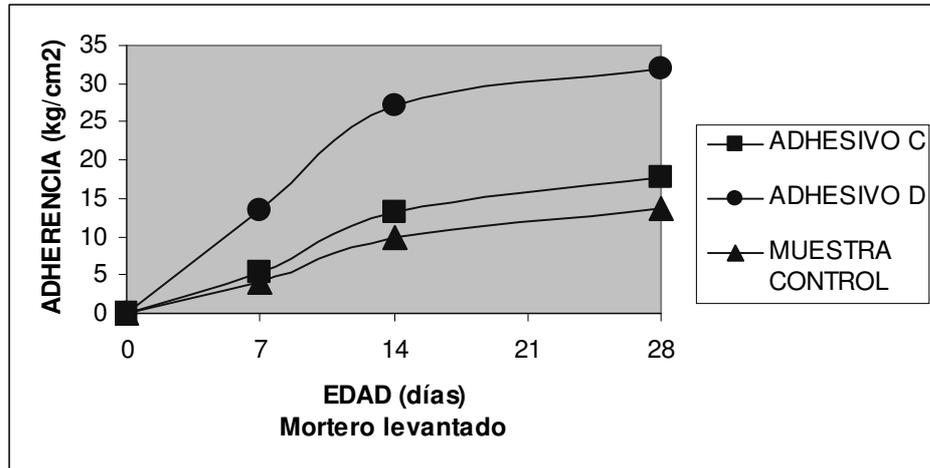


5.1.1.1.2 Adhesivos Tipo I

Tabla VIII. Comparación, valores promedio de adherencia

ADHESIVO TIPO I	EDAD (días)	PROMEDIO ADHERENCIA (kg/cm²)
C	7	5.3
	14	13.2
	28	17.7
D	7	13.4
	14	27.1
	28	32.0
MUESTRA CONTROL	7	4.1
	14	9.9
	28	13.6

Figura 6. Gráfico adherencia vrs edad. Adhesivo C y D



5.1.2 Mortero acabados

Tabla IX. Resultados 7 días de aplicado los adhesivos

Producto	Peso	Radio corto	Radio largo	Área	Carga	Adherencia
	kg	(cm)	(cm)	(cm²)	kg	kg/cm²
ADHESIVO C	1.1	7.7	15.1	91.7	50.0	0.5
ADHESIVO C	1.1	7.7	14.8	89.9	43.0	0.5
ADHESIVO C	1.1	7.7	15.0	91.1	60.0	0.7
ADHESIVO D	1.1	7.7	15.0	90.9	167.5	1.8
ADHESIVO D	1.1	7.7	15.0	90.9	185.0	2.0
ADHESIVO D	1.1	7.7	15.2	92.2	187.5	2.0
MUESTRA CONTROL	1.1	7.7	15.1	90.9	No se puedo ensayar	-----
MUESTRA CONTROL	1.1	7.7	15.0	90.9	No se puedo ensayar	-----
MUESTRA CONTROL	1.1	7.7	15.2	92.2	No se puedo ensayar	-----

Tabla X. Resultados 14 días de aplicado los adhesivos

Producto	Peso	Radio corto	Radio largo	Área	Carga	Adherencia
	kg	(cm)	(cm)	(cm²)	kg	kg/cm²
ADHESIVO C	1.0	7.7	15.3	92.9	175.0	1.9
ADHESIVO C	1.0	7.7	14.8	89.9	150.0	1.7
ADHESIVO C	1.0	7.7	15.0	91.1	140.0	1.5
ADHESIVO D	1.0	7.7	15.2	92.3	365.0	4.0
ADHESIVO D	1.0	7.7	15.2	92.2	385.0	4.2
ADHESIVO D	1.0	7.7	15.3	92.9	335.0	3.6
MUESTRA CONTROL	1.1	7.7	15.1	90.9	No se puedo ensayar	-----
MUESTRA CONTROL	1.1	7.7	15.0	90.9	No se puedo ensayar	-----
MUESTRA CONTROL	1.1	7.7	15.2	92.2	No se puedo ensayar	-----

Tabla XI. Resultados 28 días de aplicado los adhesivos

Producto	Peso	Radio corto	Radio largo	Área	Carga	Adherencia
	kg	(cm)	(cm)	(cm²)	kg	kg/cm²
LATEX C	0.9	7.7	15.2	92.2	272.2	3.0
LATEX C	0.9	7.7	15.0	91.1	317.6	3.5
LATEX C	0.9	7.7	14.8	89.7	317.6	3.5
LATEX D	0.9	7.7	15.3	92.8	589.8	6.4
LATEX D	0.9	7.7	15.1	91.6	544.5	5.9
LATEX D	0.9	7.7	15.1	91.6	635.2	6.9
MUESTRA CONTROL	1.1	7.7	15.1	90.9	No se puedo ensayar	-----
MUESTRA CONTROL	1.1	7.7	15.0	90.9	No se puedo ensayar	-----
MUESTRA CONTROL	1.1	7.7	15.2	92.2	No se puedo ensayar	-----

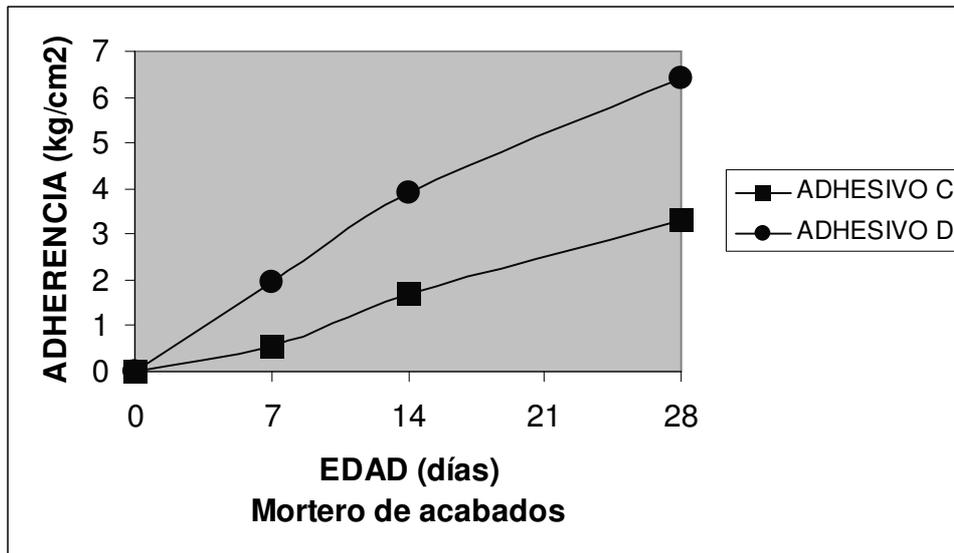
**5.1.2.1 Comparación resultados de adherencia
mortero acabados**

5.1.2.1.1 Adhesivos Tipo I

Tabla XII. Comparación, valores promedio de adherencia

ADHESIVO TIPO I	EDAD (días)	PROMEDIO ADHERENCIA (kg/cm²)
C	7	0.6
	14	1.7
	28	3.3
D	7	2.0
	14	3.9
	28	6.4

Figura 7. Gráfico adherencia vrs edad. Adhesivo C y D



5.2 Morteros

5.2.1 Acabados

Los resultados obtenidos de la evaluación a compresión del mortero de acabados se muestran en la siguiente tabla, con estos resultados se comprobó el tipo de mortero (Mortero Tipo O), según la Norma ASTM C-270-99.

Tabla XIII. Resistencia a compresión. Mortero de acabados

Edad (días)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm²)
7	30.4	6.1
14	39.9	8.0
28	95.3	19.1

5.2.2 Levantado

Los resultados obtenidos de la evaluación a compresión del mortero de levantado se muestran en la siguiente tabla, con estos resultados se comprobó el tipo de mortero (Mortero Tipo M), según la Norma ASTM C-270-99.

Tabla XIV. Resistencia a compresión. Mortero de levantado

Edad (días)	Carga (kg)	Resistencia (kg/cm²)
7	2166.5	433.3
14	2950.1	590.0
28	3349.8	670.0

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 Adhesivos

Los adhesivos tipo látex utilizados en el presente trabajo de graduación son de dos tipos según las especificaciones de la Norma ASTM C-1059-99, Tipo I y Tipo II, de los cuales el Tipo I (base látex), debe utilizarse en áreas que no estén en contacto con la humedad, mientras que los de Tipo II (base látex), si pueden ser utilizados en áreas que estén en contacto con la humedad.

Los adhesivos Tipo I y Tipo II evaluados en el mortero de levantado desarrollaron sus características de adhesión, ya que las fallas fueron en la unión de los morteros, clasificadas como fallas de adherencia entre mortero fresco y mortero endurecido.

En la evaluación realizada con el mortero de acabados, los adhesivos Tipo I y Tipo II, se obtuvieron resultados no esperados, debido a que solo se logro evaluar los adhesivos Tipo I, porque falla ocurrió en el mortero y no en la zona de unión.

Comparando los adhesivo Tipo II, existe uno con mayor capacidad de adherencia (Adhesivo A), ya que con el tiempo aumenta su adherencia, en cuanto el Adhesivo B tiene cambios en los valores de adherencia a las diferentes edades, según resultados obtenidos en el laboratorio.

6.2 Morteros

De acuerdo a la Norma ASTM C-1042-99, el concreto debe contar con una resistencia a compresión de 4500 Psi, a 35 días (28 días de curado de conformidad con la Norma ASTM C-192-99 y 7 días de secado ambiental).

En el presente trabajo de graduación se utilizaron morteros de uso comercial en nuestro medio, para evaluar la adherencia entre mortero fresco y endurecido; que fueran representativos a condiciones de trabajo en las cuales se utilicen los adhesivos. Los resultados de resistencia a compresión de los morteros Tipo O no cumplen con los requerimientos de la Norma.

El mortero para levantado utilizado, según la Norma ASTM C-270-99 es un mortero tipo M ya que cumple con la resistencia mínima a compresión a 28 días de edad del mortero (según tabla I). La evaluación de adherencia realizada con este mortero brindo buenos resultados, ya que las fallas obtenidas fueron en la unión de los morteros; para ambos tipos de adhesivos.

El mortero para acabados, según la Norma ASTM C-270-99 es mortero tipo O ya que cumple con la resistencia mínima a compresión a 28 días de edad del mortero (según Tabla I). La evaluación de adherencia realizada con este mortero no fue satisfactoria, debido a que fallo el mortero fallo antes que ocurriera la falla en la unión de los morteros; solo se obtuvieron resultados con los adhesivos Tipo I, debido a que estos adhesivos resultan ser menos resistentes que los adhesivos Tipo II, a la adherencia.

6.3 Análisis de fallas

Las fallas que se presentaron en la evaluación de los diferentes tipos de adhesivos fueron distintas para cada mortero.

Las fallas presentadas en las probetas del mortero tipo M con ambos tipos de adhesivos fueron las esperadas, ya que estas ocurrieron en la zona de unión del mortero fresco con mortero endurecido, según especificaciones de la Norma ASTM C-1042-99.

Las fallas presentadas en las probetas del mortero tipo O con ambos tipos de adhesivos fueron distintas, ya que para los adhesivos tipo II fallo el mortero y solo se obtuvieron resultados de las probetas de mortero adheridas con adhesivos tipo I, debido a que los adhesivos tipo I presentaron menor adherencia en el desarrollo de la evaluación de los adhesivos.

Las fallas presentadas en las probetas de la muestra control para el mortero de tipo M fueron por deslizamiento, en cuanto para el mortero tipo O no se pudieron realizar, debido a que no existió adherencia entre los morteros.

Tabla XV. Tipos de fallas

ADHESIVOS		TIPO DE FALLA	
		MORTERO LEVANTADO	MORTERO ACABADOS
TIPO II	A	Por deslizamiento	Fallo el mortero
	B	Por deslizamiento	Fallo el mortero
TIPO I	C	Por deslizamiento	Por deslizamiento
	D	Por deslizamiento	Por deslizamiento
MUESTRA CONTROL		Por deslizamiento	No se pudo ensayar

Figura 8. Falla a compresión mortero acabados. Adhesivos Tipo II, A y B



Figura 9. Falla típica por deslizamiento mortero levantado, todos los adhesivos



6.4 Relación Costo-Beneficio⁵

6.4.1 Definición

El método se basa en la relación de los beneficios a los costos asociados con un proyecto en particular. Un proyecto se considera atractivo cuando los beneficios derivados desde su implantación exceden a los costos asociados.

Existen actividades que generan una variedad de beneficios, que es imposible valorarlos siempre en términos monetarios. Lo que es importante es que tanto los beneficios como los costos estén representados por unidades de medida que tengan el mayor significado para aquellos que tienen a su cargo la evaluación de los proyectos.

Un análisis Costo-Beneficio sólido no solamente compara las consecuencias cuantificables sino que describe también aquellas características irreducibles y no cuantificables a los términos que sean factibles.

6.4.2 Relación Costo-Beneficio, adhesivos evaluados

Los adhesivos utilizados para realizar uniones de mortero fresco a superficies endurecidas, son de uso comercial en la construcción.

El costo beneficio del uso de los adhesivos, resulta ser mínimo en comparación de los resultados de adherencia que se obtienen en la utilización de los mismos.

Los adhesivos son vendidos en diferentes presentaciones: 1/8, 1/4, 1/2 y 1 galón, cubeta y tonel; según sea el requerimiento de los mismos, su uso iría en función de su rendimiento. Para el caso de la presente tesis se obtuvieron los costos solo de las presentaciones de 1 galón, ya que esta presentación tiene mayores ventas en los comercios.

Tabla XVI. Comparación de Costo-Beneficio de adhesivos

ADHESIVOS		COSTO	UNIDAD	CONSUMO Lit/mts²	RENDIMIENTO Gls/m²
TIPO II	A	Q. 85.00	Galón	0.10	0.39
	B	Q.106.50	Galón	0.12	0.45
TIPO I	C	Q.110.00	Galón	0.20	0.76
	D	Q.134.00	Galón	0.15	0.57

CONCLUSIONES

1. En el ramo de la construcción existe una gama de adhesivos para hacer uniones entre superficies que así lo requieran, es necesario conocer sus propiedades, así como el tipo de adhesivo a utilizar, para obtener resultados de adherencia de alta calidad y a bajo costo. Esto, sin desatender que éstos cumplan con las normas de calidad para obtener el resultado previsto.
2. Para una mejor aplicación de estos adhesivos se han clasificado en dos tipos: el Tipo I se utiliza en superficies en que no haya contacto con humedad; y, el Tipo II no difiere del resultado en la superficie que se utilice, según la Norma: ASTM C-1059-99: (Standard Specification for latex agents Bonding Fresh To Hardened Concrete). Especificaciones estándares de agentes látex para unir concreto nuevo con concreto viejo.
3. Actualmente, en la construcción se requiere implementar productos técnicos y fáciles de manipular para los acabados de una obra, el uso de los adhesivos de tipo I y II son los que mejor aceptación tienen, debido a las propiedades que contienen, a eso se debe que haya demanda de éstos en el mercado, sin dejar de observar otros aspectos importantes, como es su aplicación práctica, su costo económico y la adherencia obtenida la cual es de excelente calidad comparando los resultados con los de las muestras control.

4. Los adhesivos Tipo II proporcionan mejores resultados ya que sus propiedades de adhesión, hacen que se obtenga homogeneidad en cada uno, ya que los elementos con que se preparan están formados con arena y cemento que se necesita para unir morteros frescos y endurecidos.
5. Debido a que la Norma ASTM C-1042-99 especifica la evaluación de adherencia con adhesivos en concreto, la evaluación se realizó para conocer el desempeño que tienen los adhesivos en morteros de Tipo M y Tipo O.
6. Debido a que en nuestro medio los morteros que se manejan con mas frecuencia en la construcción han sido de los que se utilizaron en el trabajo de graduación obteniendo los resultados antes expuestos, de los cuales el mortero Tipo M, arrojó el resultado previsto para la evaluación de los adhesivos A, B, C y D; en cuanto al mortero Tipo O se puede afirmar que no tiene capacidad de resistencia para evaluar los adhesivos A y B, respectivamente.
7. Es importante resaltar que en la aplicación de adhesivos, el aspecto económico se debe tomar en cuenta, considerando que el rendimiento de los adhesivos Tipo II es sobresaliente por la resistencia y bajo costo, que los de Tipo I, ya que para éstos, su costo es más elevado y su resistencia es menor.

RECOMENDACIONES

1. Al realizar uniones de mortero fresco con mortero endurecido, es conveniente utilizar productos adhesivos para obtener mejor adherencia entre las superficies de contacto ya que la adherencia obtenida al no utilizar adhesivos es mala.
2. Es necesario conocer las condiciones de trabajo que se tengan para elegir el tipo de adhesivo a utilizar, ya sea Tipo I; o Tipo II; ya que se tiene información sobre su desempeño al utilizarlos con mortero de levantado o mortero de acabados.
3. La cualidad remulsionable de los adhesivos Tipo I permite que éstos puedan ser utilizados con mayor eficiencia en interiores, siempre y cuando la superficie no tenga contacto con la humedad.
4. Es importante que al realizar uniones entre mortero fresco y endurecido utilizando adhesivos Tipo II se cumpla con las especificaciones de la Norma ASTM C-1059-99 para ser utilizados en superficies donde haya humedad.
5. Es necesario evaluar las condiciones de las superficies donde se aplican los adhesivos debido a la resistencia y calidad de adhesión que proporciona cada uno de éstos.

6. Evaluar adhesivos en concreto fresco y concreto endurecido para obtener mayores y mejores resultados que brinden a la construcción el apoyo en la utilización de adhesivos según la Norma ASTM C-1042-99.

REFERENCIAS

1

H. Schimitt. **Enciclopedia de la Construcción**. (Cuarta edición. México 1992.) p 119

2

Nueva enciclopedia del encargado de obras. (Grupo editorial Ceac 2001) p 51

3

Construcción, **Sika informaciones Técnicas**. Nov. 2000 p 3

4

Annual book of **ASTM** Standar. Section Four Construcción. (Estados Unidos 1999. ASTM C 1042, C 1059

5

Leland T. Blank, P.E. **Ingeniería Económica**. Tercera edición 1991.

6

Bell, Christine. "Los tipos de mortero para mampostería". Revista **Mortero Masonry Construction de Aberdeen** p 54

7

Hoja técnica, adhesivo A

8

Hoja técnica, adhesivo B

9

Hoja técnica, adhesivo C

10

Hoja técnica, adhesivo D

BIBLIOGRAFÍA

Annual book of **ASTM** Standard. Section Four Construction. (Volumen 4.05). Estados Unidos 1999

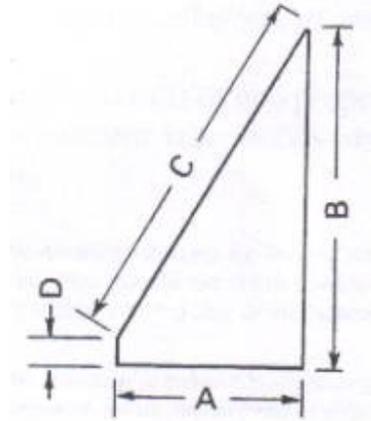
H.G. Thuesen, W.J. Fabrycky, G.J. Thuesen. **Ingeniería Económica**. Primera edición 1986

Leland T. Blank, P.E. **Ingeniería Económica**. Tercera edición 1991.

Barahona Garrido, Rubén. **Evaluación de los morteros premezclados para levantado en Guatemala**. Tesis Ing. Civil Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1999

ANEXOS

Figura 10. Sección probeta (mortero endurecido)



	in.	mm
A—Diameter	3.000	75
B—Height	5.598	140
C—Slant height	6.000	150
D—Base height	0.402	10

Figura 11. Informe del laboratorio CII



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



O.T. No. 17888

INFORME No. 006-05 SAM

Interesado: Sr. Fredi Román Reyes
Proyecto: Trabajo de Graduación “Evaluación sobre Adherencia entre Mortero fresco y endurecido con diferentes productos adhesivos.”
Asunto: Evaluación de Adherencia entre mortero endurecido y mortero fresco, utilizando diferentes tipos de adhesivos
Fecha: 18 de mayo de 2005

1. **Generalidades:** Como parte de su trabajo de graduación, el interesado requirió la evaluación de la adherencia entre probetas de mortero endurecido y mortero fresco, utilizando diferentes tipos de productos adhesivos de uso comercial en nuestro medio
2. **Materiales:** El interesado proporcionó los materiales necesarios para poder realizar las pruebas e identificados por el de la siguiente manera
 - Adhesivo A
 - Adhesivo B
 - Adhesivo C
 - Adhesivo D
 - Mortero de Levantado (Tipo M)
 - Mortero de Acabado (Tipo O)
3. **Procedimiento**
 - 3.1 **Morteros:** se utilizaron morteros de uso comercial en nuestro medio, que fueran representativos de condiciones de trabajo en las cuales se utilicen los adhesivos, siendo estos los siguientes:
 - Mortero de levantado
 - Mortero de AcabadoPara la fabricación de los testigos se siguieron los procedimientos indicados en las normas ASTM C-270-99
 - 3.2 **Adhesivos:** para la aplicación de los adhesivos se siguieron los procedimientos indicados en la Norma ASTM C-1042-99 ensayando las probetas a las edades de 7, 14 y 28 días.

Continuación



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



4. Resultados

4.1 Morteros

Tipo de mortero	Adherencia kg/cm ²	
	Edad (días)	Resultados
Acabado	7	6.1
	14	8.0
	28	19.1
Levantado	7	433.3
	14	590.0
	28	700.0

4.2 Adherencia

4.2.1 Mortero de Levantado

Tipo de Adhesivo	Adherencia kg/cm ²	
	Edad (días)	Resultados
A	7	32.2
	14	38.3
	28	48.3
B	7	23.5
	14	18.8
	28	21.0
C	7	5.3
	14	13.2
	28	17.7
D	7	13.4
	14	27.1
	28	32.0

Continuación



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



4.2.2 Mortero de acabados

Tipo de Adhesivo	Adherencia kg/cm ²	
	Edad (días)	Resultados
C	7	0.6
	14	1.7
	28	3.3
D	7	2.0
	14	3.9
	28	6.4

Nota: Para el mortero de acabados, la evaluación de los adhesivos A y B, no se realizó, debido a que el mortero falló antes que la zona de unión.

Atentamente,


Ing. Sergio Vinicio Castañeda Lemus
Jefe Sección Aglomerantes y Morteros

Vo.Bo.


Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC

c.c.: Archivo.



