

**OBTENCIÓN DE MASILLAS PLÁSTICAS PARA USO EN ACABADOS
ARQUITECTÓNICOS**



**SANDRA PATRICIA CABRERA SALAMANCA
HELBERT MAURICIO DELGADO FETECUA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2009

**OBTENCIÓN DE MASILLAS PLÁSTICAS PARA USO EN ACABADOS
ARQUITECTÓNICOS**

**SANDRA PATRICIA CABRERA SALAMANCA
HELBERT MAURICIO DELGADO FETECUA**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de
Ingenieros Químicos**

**Director de proyecto
JOSÉ CARLOS GUTIERREZ GALLEGO
Químico M.Sc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2009

*A Dios por darme salud, entusiasmo, sabiduría y voluntad; dé lograr esta meta
siendo un paso más en el camino.*

*A mi MAMITA la mujer más bella, porque todo lo que soy se lo debo a ella, su
esfuerzo, cariño, paciencia, enseñanza, fuerza que atribuye todos mis éxitos, te
amo.*

A mi papá por su ayuda. Gracias lo quiero mucho.

*A Camilo a quien amo y siempre amaré a lo largo de los años, gracias por tu
compañía en mis alegrías y tristezas, gracias por ser paciente, comprensivo,
tolerante, cariñoso y sobre todo gracias por tu amor.*

*A mis tíos Manuel, Guillermina, Pedro, Rosa, Olí, Cecilia y Luis, capaces de confiar
en mí, por su cariño, aprecio, colaboración, confianza, los quiero.*

*A mis primos que han estado junto a mí Adriana, Edward, Jenny, Jhon, Yeison,
Monica, Sofia, Natalia, Magda, Lina, Leonardo, Liz, Eliana, Jimena, Diana, Jorge,
Camila, quienes han llenado mi corazón con su cariño. Sin olvidar a mis
hermanos Ingrid y Camilo quienes a pesar de la distancia, los quiero.*

*A Daniela, Juliana, Laura, Juan y Maria paz, que han sido símbolo de alegría y
entusiasmo de vida.*

*Mucha gente entra y sale de mi vida a lo largo de los años, pero Yulani, Juliana,
Deisy, Herenia, Carolina, Alex, Pablo, Diego; son realmente amigos muy
importantes y que dejan huellas imborrables.*

*A la familia Rodríguez Gil por el valor de haberme dejado entrar a compartir
todos estos momentos que me han fortalecido, verdaderamente sintiéndome
agradecida
Por todo.*

*A Mauricio; gracias por su confianza, amistad y acompañamiento de la
culminación de este sueño, éxitos.*

GRACIAS de todo corazón y cariño a todos, Dios los bendiga.

Sandra Patricia Cabrera Salamanca

DEDICATORIA

A dios por ser mi guía espiritual en todo momento de mi vida.

A mis papas Moisés y Esperanza por su apoyo incondicional, y por ser el modelo de mi formación e impulsarme a salir adelante.

A mi linda hermana Mayerly por compartir los muchos y bellos momentos de alegría y estar siempre a mi lado.

A mi familia por estar alentándome durante este logro.

A mis amigos por su valioso apoyo y paciencia que tuvieron con mígo durante estos años de amistad.

Helbert Mauricio Delgado Fetecua

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÒN	1
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 MASILLA PLASTICA	3
1.2 MATERIAS PRIMAS	3
1.2.1 Yeso	4
1.2.1.1 Propiedades	4
1.2.1.2 Variedades Minarológicas	5
1.2.1.2.1 Anhidrita o karstenita.	5
1.2.1.2.2 Piedra de yeso (selenita, espejuelo, alabastro).	5
1.2.1.2.3 Sulfato de calcio semihidratado.	5
1.2.1.3 CALCINACIÓN Y DESHIDRATACIÓN	5
1.2.1.4 Fraguado del yeso	6
1.2.2 Caolin	6
1.2.2.1 Generalidades	6
1.2.4 Agua	10
1.2.4.1 Agua Como Solvente	11
2. DESARROLLO EXPERIMENTAL	12
2.1 Caracterización de solubilidad	13
2.1.1 Solubilidad del PVA en solvente agua	13
2.2 PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN PVA	13
2.3 PREPARACION DE LAS CARGAS CAOLÍN- YESO	13
2.4 PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE SOLUCIÓN DE PVA Y LAS CARGAS CAOLIN –YESO.	14
2.5 COMPORTAMIENTO DE LA MASILLA PLASTICA	14

2.5.1 Adherencia de la masilla plástica en superficies	14
2.5.2 Adición de un pigmento a la mezcla de la masilla plástica.	14
2.5.3 Aplicación de pintura vinílica a las probetas.	15
2.6 FORMULACIÓN DE LA MASILLA PLÁSTICA	15
2.7 CARACTERIZACIÓN DE LA MASILLA PLASTICA	15
3. RESULTADOS Y ANALISIS.	16
3.1 CARACTERIZACIÓN DE SOLUBILIDAD	16
3.2 PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN PVA	17
3.3 PREPARACIÓN DE LAS CARGAS CAOLÍN- YESO	17
3.4 PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE SOLUCION DE PVA Y LAS CARGAS CAOLIN –YESO.	18
3.5 COMPORTAMIENTO DE LA MASILLA PLASTICA	19
3.6 FORMULACIÓN DE LA MASILLA PLÁSTICA	22
3.7 CARACTERIZACIÓN DE LA MASILLA PLASTICA	22
4. RECOMENDACIONES	25
5. CONCLUSIONES	26
6. BIBLIOGRAFÍA	27

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura (1) Estructura Elemental Del Caolín.	8
Figura (2) Estructura química del PVA parcialmente y completamente hidrolizado	9
Figura (3) Diagrama de metodología utilizada.	12
Figura (4 a) Curvas de fluidez	22
Figura (4 b) Curvas de viscosidad	23

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla (1) Influencia de masa molar y grado de hidrólisis de PVA sobre sus propiedades ¹¹ .	10
Tabla (2) Solubilidad del PVA en solvente agua.	16
Tabla (3) Formulación de la solución de PVA	17
Tabla (4) características de Tamiz	18
Tabla (5) Mezcla de las cargas y solución a diferentes concentraciones.	18
Tabla (6) Adherencia de la masilla plástica en las superficies	19
Tabla (7) Adición de un pigmento a la mezcla de la masilla plástica.	20
Tabla (8) Aplicación de pintura vinílica a las probetas.	21
Tabla (9). Formulación de la masilla plástica	22

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. COMPLEMENTO TEÓRICO - CALCINACION DE YESO	29
ANEXO B. ESTRUCTURAS MOLECULARES	31
ANEXO C. FICHA TECNICA	32
ANEXO D. NORMA ASTM D1640	35
ANEXO E. SOLUBILIDAD	36
ANEXO F. SOLUCION DE PVA	38
ANEXO G. CARGAS CAOLIN Y YESO	39
ANEXO H. MASILLA PLASTICA	40
ANEXO I. COMPORTAMIENTO DE LA MASILLA PLASTICA	41
ANEXO J. MASILLAS PLASTICA CON PIGMENTO	44
ANEXO K. ACABADO DE LA MASILLA PLASTICA	45
ANEXO L. DATOS DE PRUEBA DE REOLOGIA	48
ANEXO M. GLOSARIO	50

ABREVIATURAS

PVA: Alcohol Polivinilico

PVAc: Poli acetato de vinilo

GH: Grado de hidrólisis

MW: Masa molar

RESUMEN

TITULO: OBTENCIÓN DE MASILLAS PLÁSTICAS PARA USO EN ACABADOS ARQUITECTÓNICOS*

AUTORES: SANDRA PATRICA CABRERA SALAMANCA

HELBERT MAURICIO DELGADO FETECUA**

PALABRAS CLAVES: Alcohol polivinilico, Caolín, Yeso, Masilla plástica, Pigmento tipo óxido.

CONTENIDO

La industria de recubrimientos plásticos para acabados arquitectónicos ha desarrollado una gama amplia de productos y sistemas de varios componentes para cubrir todas las diversas exigencias en la obra civil. El ingenio de las formulaciones ha creado un sinfín de acabados decorativos para satisfacer las inquietudes de un gran mercado arquitectónico, las cuales están dedicadas a nivelar el sustrato y ofrecer una superficie apta para la pintura de acabado.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende realizar una adecuada formulación de sus componentes, siendo una mezcla homogénea de cargas finas (caolín- yeso) y un componente polimérico (PVA) que al ser aplicada sobre cualquier superficie de la construcción (madera, concreto, yeso y material cerámico) que presente revoques, grietas y demás defectos. De esta forma se evidencia la necesidad de evaluar características como capacidad de adherencia, alta rapidez de fraguado y baja contracción de este. Permitiendo así, dar gran adherencia al sustrato y a la pintura en acabados finales.

Es importante que la consistencia pastosa de la masilla plástica le de gran versatilidad para proporcionar a los muros o superficies un terminado liso, con gran facilidad de manejo, flexibilidad y alta resistencia. Un elemento que aporta factores diferenciadores muy apreciables es el color. A partir de colores diferentes del natural de la masilla plástica pueden conseguirse resultados muy favorables y estéticamente de gran valor, al quitar la monotonía más importante de la masilla plástica: su color gris o blanco en todos los casos.

*Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director José Carlos Gutiérrez Gallego. Químico M.Sc.

ABSTRACT

TITLE: OBTAINING OF PLASTIC PUTTY FOR USE WITH ARCHITECTURAL FINISHES

AUTHORS: SANDRA PATRICA CABRERA SALAMANCA

HELBERT MAURICIO DELGADO FETECUA**

KEY WORDS: Polyvinyl Alcohol, Kaolin, Plaster, Plastic Putty, Oxide-Type pigment.

CONTENTS

The plastic coating for architectural finishes Industry has developed a wide range of products an multi components systems with the purpose to cover al the needs in civil work. The cleverness of this formulations has created an endless set of decorative finishes to please the concerns of a full-scale architectural market, wich are dedicated to even the substratum and offer a safe surface for painted finishes.

With the development of this Project scheme, we aim to make a proper formulation of their components, being an even mixture of fine charges (Kaolin – plaster) and a polymeric component (PVA) when applied to any surface of the structure (Wood, concrete, plaster or ceramic material) is common that appears some scouring, cracks and other imperfections. Thus is evident the need to evaluate some features, like adherence capability, high speed setting and low shrinkage. Allowing, a great adherence feature into the substratum and painted finishes.

And essential point is that the pasty texture of the plastic putty gives great versatility to provide an even finish to the walls or surfaces, easy handling and high endurance. Color is the element that provides differentiating factor. Different colors apart the natural one in the plastic putty enables favorable results and aesthetically valuables; puting away the monotony of the traditional grey or white color.

*Graduation project

**Physical and chemical Engineering Faculty.Chemical Engineering School. Director José Carlos Gutiérrez Gallego. Chemical M.Sc.

INTRODUCCIÓN

La masilla plástica se ha utilizado por siglos en muchas partes del mundo y es realmente un material que podemos aplicar dándole formas inimaginables y obtener desde superficies con texturas intensas hasta acabados delicadamente pulidos, siendo una mezcla de cargas finas y un componente polimérico.

La industria de recubrimientos plásticos para acabados arquitectónicos ha desarrollado una gama amplia de productos y sistemas de varios componentes para cubrir todas las diversas exigencias en la obra civil. El ingenio de las formulaciones ha creado un sinfín de acabados decorativos para satisfacer las inquietudes de un gran mercado arquitectónico, las cuales están dedicadas a nivelar el sustrato y ofrecer una superficie apta para la pintura de acabado.

El desarrollo de este producto exige realizar una adecuada formulación de sus componentes, que al ser aplicada sobre cualquier superficie de la construcción (madera, concreto, yeso y material cerámico) que presente revoques, grietas y demás defectos. De esta forma se evidencia la necesidad de evaluar características como capacidad de adherencia, alta rapidez de fraguado y baja contracción de este.

El alcohol polivinílico PVA es una resina sintética, dispersable en agua, por sus excelentes propiedades, el PVA se ha utilizado en muchas aplicaciones industriales. Este polímero es un excelente adhesivo, tiene buena resistencia a disolventes y buenas características mecánicas.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende elaborar un estudio para la formulación de la masilla plástica para uso en acabados arquitectónicos, logrando

una mezcla homogénea, disminuyendo costos y mejorando las propiedades de la masilla plástica. Permitiendo así, dar gran adherencia al sustrato y a la pintura en acabados finales.

Es importante que la consistencia pastosa de la masilla plástica le de gran versatilidad para proporcionar a los muros o superficies un terminado liso, con gran facilidad de manejo, flexibilidad y alta resistencia. Un elemento que aporta factores diferenciadores muy apreciables es el color. A partir de colores diferentes del natural de la masilla plástica pueden conseguirse resultados muy favorables y estéticamente de gran valor, al quitar la monotonía más importante de la masilla plástica: su color gris o blanco en todos los casos.

1. MARCO TEÓRICO

En éste primer capítulo se hace una breve descripción teórica de los aspectos básicos relacionados con los componentes, pues estos constituyen el elemento fundamental para la obtención de una masilla plástica para uso en acabados arquitectónicos.

1.1 MASILLA PLASTICA

La masilla plástica es una pasta que esta formada por varios elementos, es utilizado en las paredes y los techos para acabados en interiores y exteriores, el proceso de endurecimiento de este material es mediante el secado. La masilla plástica esta diseñada para tapar grietas y pequeños defectos en cualquier superficie de la construcción (madera, fibrocemento, hormigón, material cerámico, etc.). Seca y endurecida puede soportar todo tipo de pinturas de las empleadas en decoración.

El color es determinado por la selección de las cargas y agregados de color, y muchas veces modificados mediante la adición de minerales y pigmentos tipo oxido a la mezcla.

Por un lado posee las características de terminación de un producto cementicio y por otro posee elevada adherencia, trabajabilidad, flexibilidad y menor permeabilidad aportada por el componente polimérico¹.

1.2 MATERIAS PRIMAS

Entre los materiales que forman parte de las masillas plásticas figuran las diferentes clases de aglomerantes o cargas como el caolín, el yeso y los materiales complementarios como las dispersiones de Alcohol Polivinilico (PVA).

1.2.1 Yeso

Se le da el nombre de yeso a un mineral constituido por sulfato de calcio que incluye en los retículos monoclinicos dos moléculas de agua de cristalización $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; este se encuentra en la naturaleza formando unas veces masas compactas por rocas blancas y otras veces en masas terrosas; no obstante en algunos casos esta disuelto en determinadas aguas, llamadas selenitosas².

El yeso tiene escasa dureza y es poco resistente a la acción de la intemperie por lo que se emplea raras veces como piedra de exterior.

1.2.1.1 Propiedades

El sulfato cálcico con dos moléculas de agua, o yeso cristalizado, es un mineral muy blando, ocupa el segundo lugar en la escala de dureza de Mohs fácilmente desmenuzable y su densidad varia de 2,30-2,50. Es poco soluble en el agua, pero va aumentando hasta los 40⁰C, donde alcanza el valor mayor. A 14⁰C solo se disuelve la proporción de 2 gramos por 1000; pero aumenta su solubilidad en agua acidulada con ácido sulfúrico. El yeso cocido, cuando es de buena calidad presenta color muy blanco, es suave al tacto y apretado con la mano se aglomera dejando impresa la forma de esta. Amasado con agua forma una pasta untuosa al tacto, que se adhiere fuertemente. Resiste mal a la acción de los agentes atmosféricos, por lo que se usa preferentemente en obras interiores. Tiene la facultad de fraguar con rapidez, unida a una plasticidad y adhesividad muy notable. Posee baja conductividad del calor y por lo tanto su gran poder de aislamiento térmico.

El yeso cocido, sobre todo cuando esta pulverizado, se hidrata lentamente en contacto con el aire por tener gran avidez por el agua, por tal motivo conviene utilizar el yeso acabado de pulverizar o guardarlo en algún tipo de recipiente que le preserve de toda humedad. El yeso a diferencia de los otros aglomerantes tiene la propiedad de expandirse al fraguar y de esta forma utilizarse en muchas aplicaciones.

1.2.1.2 Variedades Minarológicas

Los minerales de yeso que nos ofrece la naturaleza presentan numerosas variedades y según queda dicho aparecen bajo diversas formas y aspectos.

De acuerdo con su estructura, aparece el yeso crudo, unas veces cristalizado, estratificado, o aglomerado y otras en forma lenticular o fibrosa, dando lugar a diversos tipos, más o menos puros; pero podemos considerar solo tres especies principales y perfectamente definidas ²:

1.2.1.2.1 Anhidrita o karstenita.

La anhidrita esta constituida por sulfato de calcio anhidro, CaSO_4 , desprovisto de agua de cristalización.

1.2.1.2.2 Piedra de yeso (selenita, espejuelo, alabastro).

La piedra de yeso, yeso crudo o yeso ordinario es un sulfato de calcio di hidratado $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, que a veces contiene impurezas como arcilla, hierro y sílice.

1.2.1.2.3 Sulfato de calcio semihidratado.

El sulfato de calcio semihidratado no se encuentra en la naturaleza como mineral, pero se forma en numerosos procesos físicos y constituye la mayor parte de las incrustaciones de las calderas. Se obtiene mediante cocción de la piedra de yeso y constituye la base de yeso cocido que se emplea como mortero, su formula química es $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$.

1.2.1.3 CALCINACIÓN Y DESHIDRATACIÓN

La piedra de yeso, o sulfato de calcio bihidratado al someterlo al calor sufre una serie de transformaciones que dan lugar a la obtención de diversos tipos de yeso cocido con propiedades diferentes y aplicaciones numerosas. La calidad y propiedades particulares de cada yeso fabricado dependen de numerosas causas siendo las principales las siguientes:

La calidad y composición de la piedra de cantera, el método, temperatura y tiempo empleado para la cocción. La perfección del molino, cribado y acabado del yeso obtenido. (Ver Anexo A).

1.2.1.4 Fraguado del yeso

En línea general puede explicarse que consiste en la cristalización del doble hidrato ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), es decir, en la reconstitución de la piedra de yeso originaria, cruda. Las partículas de sulfato de cal anhidro al amasarlas con agua, se disuelven al hidratarse y produce una disolución sobresaturada que deposita cristales de sulfato hidratado. La cristalización continúa mientras quede sal anhidra por disolver y se mantenga la sobresaturación del líquido. Cuanto más lentamente frague el yeso, tanto mas resistente serán los cristales del bihidrato y tanta más dura y compacta resultara la pasta endurecida.

1.2.2 Caolin

1.2.2.1 Generalidades

Los caolines se forman por alteración de silicatos alumínicos, principalmente de Feldespatos, en un ambiente cálido y húmedo. Los caolines que han sido alterados “in situ”, ya sea por procesos de meteorización o de alteración hidrotermal, retienen generalmente la textura y forma de la roca madre y se les conoce como “caolines primarios”. Los caolines que han sido transportados y depositados por sedimentación en ambientes acuosos dulces o salobres se conocen como “caolines secundarios”. Ambos tipos de caolines son explotados y utilizados comercialmente³.

Los depósitos suelen contener otros minerales, principalmente en la fracción no arcillosa de grano más grueso, tales como cuarzo, micas, goethita, hematita, pirita, rutilo, anatasa, ilmenita y cantidades traza de turmalina, zircón y otros minerales pesados, La mayoría de estos minerales deben eliminarse previamente a su

comercialización mediante procesos de refinamiento y lavado que refuerzan sus principales características comerciales, tales como la blancura y la refractariedad. Los caolines son silicatos de alúmina hidratados de fórmula química $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, en los cuales la caolinita es el mineral predominante³. La caolinita es un alumino-silicato que se representa por la fórmula general $(\text{OH})_8 \text{Si}_4\text{Al}_4 \text{O}_{10}$. Cuando la caolinita es pura tiene la siguiente composición, expresada como óxidos:

SiO_2 46.54%
 Al_2O_3 39.50%
 H_2O 13.96%

La caolinita normalmente está acompañada de cuarzo, feldespatos y micas, además de óxidos de titanio, óxidos de hierro, e hidróxidos de aluminio que disminuyen el contenido de alúmina. Por lo tanto, la composición química del caolín bruto está muy alejada de la teórica de la caolinita, y se puede resumir así:

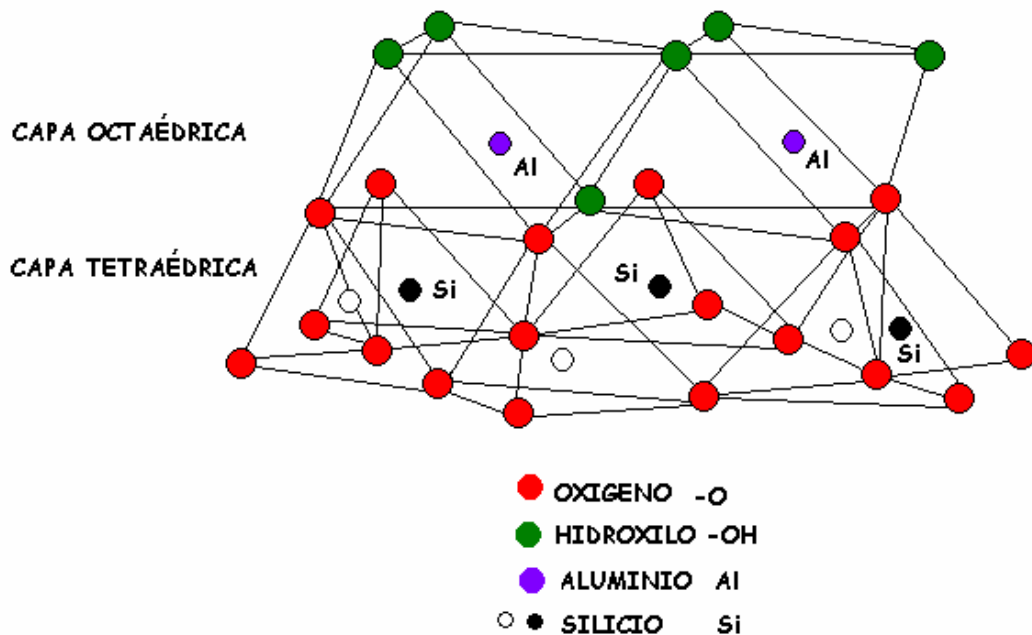
SiO_2 70.15%
 Al_2O_3 17.76%
 Fe_2O_3 0.84 %
 TiO_2 0.07 %
 MgO 1.21 %
 CaO 0.56 %
 Na_2O 0.62 %
 K_2O 5.40 %

A pesar de la diferencia de composiciones, en las fracciones inferiores a 2 μm estas se aproximan. Por lo tanto, es posible la implementación de sistemas de beneficio que permitan mejorar el grado del mineral para obtener un producto que cumpla diferentes especificaciones industriales, y aumentar así el valor agregado del mineral.

La caolinita pura es de color blanco, no abrasiva, químicamente inerte y de tamaño de partícula que va desde 1 hasta 40 micras de diámetro esférico equivalente. La caolinita es un silicato aluminico hidratado con un grado muy bajo de sustituciones isomórficas. La estructura de la caolinita es la de un filosilicato del

tipo 1.1 dioctaédrico, es decir, sus unidades estructurales laminares están constituidas por una capa tetraédrica y una capa octaédrica ensambladas al compartir los oxígenos apicales de la primera. Los cationes Si se alojan en la capa tetraédrica coordinados con cuatro oxígenos y los cationes Al en la capa octaédrica, coordinados con los oxígenos apicales de los tetraedros y con grupos hidroxilos, como se presenta en la Figura (1).

Figura (1) Estructura Elemental Del Caolín.



Entre las propiedades más importantes de la caolinita se destacan las de flujo o reológicas, que son muy buenas en suspensiones con altos porcentajes de sólidos. Su buena reología está justificada por la ausencia de déficit de carga en sus láminas estructurales, su área superficial relativamente baja, su buena morfología cristalina y su tamaño de partícula fino y con una amplia distribución de tamaños⁵.

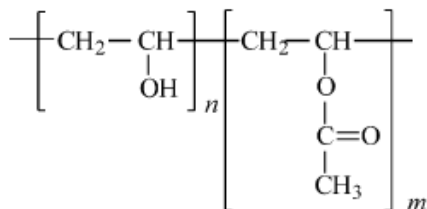
1.2.3 Alcohol Polivinilico (PVA)

Se obtuvo por primera vez en 1924, por Herman y Haehnel, por hidrólisis del poli (acetato de vinilo), que es la manera de obtener el uso comercial de hoy⁶.

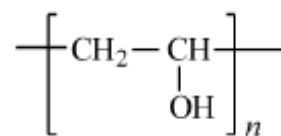
El PVA es un polímero sintético de gran flexibilidad y resistencia, proveniente de la hidrólisis controlada del poli (acetato de vinilo) (PVAc) (Ver anexo B Figura 2). El PVA es de color blanco y de forma granular, este es soluble y dispersable en agua y comúnmente insolubles en solventes orgánicos y su resistencia al paso del oxígeno es mayor que el de cualquier otro polímero conocido ⁷. Su principal uso se encuentra en la industria de adhesivos, pinturas, materiales de construcción y como coloide protector en polimerización en emulsión, aunque también se aplica frecuentemente en las industrias textil y farmacéutica.

Dependiendo de la polimerización y la cantidad de grupos acetato del PVA que sean hidrolizados, el PVA se clasifica comercialmente como de alta (~99%), media (~88%) y baja (~78%) hidrólisis, siendo este el porcentaje molar de unidades repetitivas con grupos hidroxilo dentro de la totalidad de unidades repetitivas de la cadena. Estructura química del PVA parcialmente y completamente hidrolizado⁸.

Figura (2) Estructura química del PVA parcialmente y completamente hidrolizado



a) PVA parcialmente hidrolizado



b) PVA completamente hidrolizado

El grado de hidrólisis es quizás la propiedad más importante del PVA ya que define su solubilidad en agua y su actividad superficial. También resulta de importancia el peso molecular del polímero, el cual se suele relacionar con la viscosidad de las soluciones acuosas que forma, aunque evidentemente la viscosidad puede verse afectada por otros factores⁹.

Las soluciones acuosas de PVA presentan la característica de generar gran cantidad de núcleos cristalinos, lo cual provee a la matriz de ciertas propiedades, tales como un alto grado de hinchamiento, naturaleza elástica y una gran resistencia mecánica¹⁰.

La combinación de las características de grado de hidrólisis y peso molecular influye en la solubilidad, la fuerza, el poder de dispersión, la composición en las zonas, la flexibilidad y así sucesivamente. La tabla (1) muestra cualitativamente la influencia de estas dos características en las diferentes propiedades de PVA.

Tabla (1) Influencia de masa molar y grado de hidrólisis de PVA sobre sus propiedades¹¹.

Aumentando a MW de PVA	Aumento de GH de PVA
Reduce la solubilidad	Reduce la solubilidad
Mayor resistencia al agua	Aumenta la resistencia al agua
El aumento de la fuerza de adherencia	Aumenta la adhesión en superficies hidrofílicas
El aumento de la viscosidad	El aumento de la viscosidad
Aumento de la resistencia a la tracción	Aumento de la resistencia a la tracción
Aumentar el poder de dispersión	Reduce el poder de dispersión
Reduce la flexibilidad	Reduce la flexibilidad
No aparece	Aumenta la cristalinidad

1.2.4 Agua

El agua es parte fluida de las masillas, y a la vez como diluyente de los cargas (caolín –yeso) también como disolvente del PVA. Siendo indispensable en la elaboración de la masilla plástica. Como agua de amasado, todas las aguas que se encuentran en la naturaleza son apropiadas con tal que no estén sucias.

En general, resulta posible hacer cargo de la bondad del agua para la preparación de una masilla plástica examinando simplemente su aspecto (si es clara o turbia) y su color o su sabor. De existir dudas sobre si, en realidad, es adecuada para el

uso a que esta destinada, se hace necesario un análisis realizado por laboratorio clínico, ya que cualquier enturbiamiento del agua puede perjudicar o perturbar el fraguado de la masilla y disminuir su resistencia.

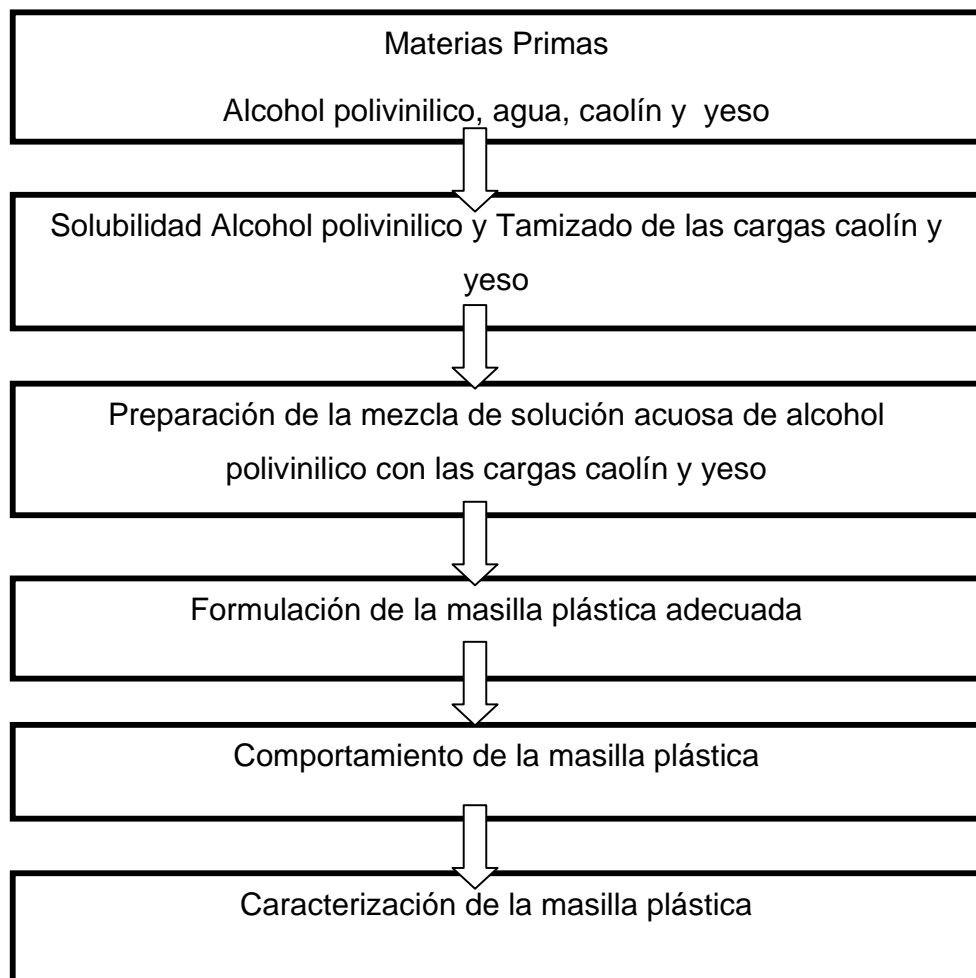
1.2.4.1 Agua Como Solvente

La solubilidad depende de las propiedades de un solvente que le permitan interaccionar con un soluto de manera más fuerte que como lo hacen las partículas del solvente unas con otras. Es de todos conocido que el agua es “el solvente universal”, pero esto no es del todo cierto; el agua ciertamente disuelve muchos tipos de sustancias y en mayores cantidades que cualquier otro solvente. En particular, el carácter polar del agua la hace un excelente solvente para los solutos polares e iónicos, que se denominan hidrofílicos (del griego *hydor*, agua y *philos*, amante). El agua reacciona con moléculas polares para formar enlaces de hidrógeno polares, dando como resultado la solubilidad.

2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

Dentro del desarrollo experimental se realizó pruebas de solubilidad del PVA para diferentes concentraciones y se hizo un tratamiento previo a las cargas de caolín y yeso, luego se procedió a mezclar a diferentes proporciones y de esta forma obtener una formulación para la masilla plástica. En la figura (3) se presenta un resumen de la metodología empleada y en el transcurso del capítulo se mencionan las diferentes técnicas utilizadas en la realización de este proyecto.

Figura (3) Diagrama de metodología utilizada.



2.1 Caracterización de solubilidad

2.1.1 Solubilidad del PVA en solvente agua

Prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS. Se dispuso de 4 recipientes de vidrio donde se adicionó el PVA ,gentilmente donado por Preflex S.A, cuyas propiedades generales reportadas por el fabricante se indican , de 89 % de hidrolisis en diferentes proporciones (Ver Anexo C),la muestra fue utilizada para la posterior experimentación tal y como se recibieron . Agregando 150 mL de agua, dejando las proporciones respectivas por 48 horas con el fin que el PVA se hinche para realizar la agitación constante hasta tener una solución homogénea a temperatura ambiente.

2.2 PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN PVA

Después de realizar las pruebas de solubilidad en agua, se tomó como referencia la solución que tenia 8 g de PVA y 150 mL de agua, ya que esta proporción disolvió la mayor cantidad de PVA. Preparando una solución con las mismas proporciones, donde se agitó constantemente por tres días, cada día durante dos horas, hasta el punto que el agua disolvió todo el PVA.

2.3 PREPARACION DE LAS CARGAS CAOLÍN- YESO

Las cargas, caolín y yeso se pasaron por el mortero de ágata RETSCH – R 100 con un ajuste de escala de presión graduable en el muelle, reduciéndolas y alcanzando un grado analítico de trituración para ser aptas en el desarrollo de la formulación, luego se sometieron a un procedimiento de tamizado para obtener un tamaño de partícula menor a 63 micras adquiriéndolo en forma de polvo fino a través de malla 230 para eliminar las impurezas que pudiesen resultar desfavorables.

2.4 PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE SOLUCIÓN DE PVA Y LAS CARGAS CAOLIN –YESO.

Prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS. Se pesaron las cargas en la balanza E. METTLER Tipo K5T Modelo 24439, para realizar la mezcla de la solución de PVA con las cargas caolín-yeso. Preparando 5 mezclas a (42.85:28.57:28.57), (33.33:33.33:33.33), (25:50:25), (33.33: 44.44: 22.22), (33.33:55.55:11.11) de concentración en porcentaje en peso, respectivamente; utilizando el agitador estándar HEIDOLPH Tipo RZR Modelo 1 con el fin de observar la consistencia de la masilla plástica y su comportamiento.

2.5 COMPORTAMIENTO DE LA MASILLA PLASTICA

2.5.1 Adherencia de la masilla plástica en superficies

Prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS, según norma ASTM D1640 (Ver Anexo D). Con las mezclas 42.85:28.57:28.57, 33.33:33.33:33.33, 25:50:25, 33.33: 44.44: 22.22, 33.33:55.55:11.11 de concentración de porcentaje en peso, respectivamente, se procedió a aplicar con espátula metálica a las probetas planas de madera de 4 x 6 cm y superficie de concreto, donde se observó su adherencia a temperatura de 23 ± 2 °C y tiempo de secado.

2.5.2 Adición de un pigmento a la mezcla de la masilla plástica.

Se prepararon mezclas de solución de PVA con las cargas caolín-yeso a diferentes concentraciones agregando, 0.5 y 1g de pigmento tipo óxido a las mezclas. Se procedió a aplicar con espátula metálica a las probetas de madera de tamaño 4 x 6 cm y superficies de concreto, para verificar su tiempo de secado, adherencia y textura.

2.5.3 Aplicación de pintura vinílica a las probetas.

Prueba realizada en el Laboratorio de Química Industrial de la UIS. Con lija comercial N° 400, se procedió a lijar las probetas de madera y probetas de concreto con el fin de mejorar la textura, logrando que la pintura tenga mayor rendimiento. Cada una de las probetas se pintó con rodillo de espuma para dar un acabado uniforme y mejorar su apariencia.

2.6 FORMULACIÓN DE LA MASILLA PLÁSTICA

Con base a las anteriores pruebas, se formuló la masilla plástica con los siguientes porcentajes en peso 33.33 % de PVA, 44.44 % de caolín, 22.22 % de yeso a una temperatura de 23 ± 2 °C y presión de 90.72 Kpa.

2.7 CARACTERIZACIÓN DE LA MASILLA PLASTICA

Prueba realizada en el laboratorio de Ingeniería Química, donde se midió la viscosidad mediante un reómetro modelo DVR III Rheometer utilizando aguja # 25 para la formulación de la masilla plástica y masilla comercial, aguja # 28 para la masilla con pigmento tipo oxido , a una temperatura de 24 °C y presión de 90.72 KPa. (ver anexo L)

3. RESULTADOS Y ANALISIS.

En el presente capítulo se muestra una serie de pruebas detalladas que llevaron a escoger la mezcla óptima de la masilla plástica para uso en acabados arquitectónicos, empezando por la caracterización de las materias primas, solubilidad de el alcohol polivinilico y comportamiento de cada una de ellas.

Se comprueba los cambios que puede presentar la mezcla al ser agitada y aplicada en probetas de madera y concreto así como la adición de un pigmento tipo óxido para dar un acabado final.

3.1 CARACTERIZACIÓN DE SOLUBILIDAD

Tabla (2) Solubilidad del PVA en solvente agua.

Recipiente	Relación solvente agua con PVA (% p/p)	Solubilidad a 23 ± 2 °C	Tiempo Agitación (h)
1	96.15:3.84	Soluble	6
2	95.54:4.46	Soluble	6
3	94.94:5.06	Soluble	6
4	93.75:6.25	Soluble	6

Se puede observar que el PVA de 89 % de hidrólisis (Ver Anexo E Foto 1) es soluble y dispersable en el agua por ser un excelente solvente para los solutos polares denominados hidrofílicos, para las concentraciones de la anterior tabla(2) ,pero necesita dejar en reposo uno o dos días para que ocurra el hinchamiento del PVA, el cual se puede definir como la capacidad de penetración de las moléculas del solvente en el polímero (Ver anexo E Foto 2) y proceder a agitar mecánicamente a tiempos iguales la solución de cada uno de los recipientes. Para

el recipiente 1 y 2 se encontró que la solución muestra baja viscosidad y aspecto transparente (Ver anexo E Foto 3). En el recipiente 3 la concentración de PVA fue la necesaria para que disolviera en el agua totalmente y el recipiente 4 muestra alta viscosidad y trazas de PVA sin disolver lo cual hace la mezcla no sea homogénea (Ver anexo E Foto 4). Por tanto el recipiente 3 es la solución base para la formulación de la mezcla con las cargas de caolín y yeso.

3.2 PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN PVA

La siguiente formulación presenta las proporciones adecuadas para la preparación de la solución saturada, con 48 horas de reposo y 6 horas de agitación mecánica, debido a que contiene la máxima cantidad de soluto (PVA) que el solvente (Agua) puede disolver a 90.72 KPa y una temperatura de 23 ± 2 °C. (Ver Anexo F Foto 5).

Tabla (3) Formulación de la solución de PVA

Componentes	Proporción % p/p
Alcohol Polivinilico (PVA)	5.06
Agua	94.94

3.3 PREPARACIÓN DE LAS CARGAS CAOLÍN- YESO

Las cargas caolín y yeso al pasarlas por el mortero de Ágata y por El tamiz estándar para ensayos U.S.A, de serie fina según la norma ASTM D1296-93 (ver tabla 4). Se obtiene con un tamaño y distribución de partículas con granulometría menor a la inicial. (Ver anexo G fotos 6, 7, 8). El yeso tiene la propiedad que al estar en contacto por cierto tiempo con el aire este absorbe humedad la cual se refleja en la aglomeración y no permite buen desempeño al realizar la mezcla.

Tabla (4) características de Tamiz

SERIE FINA		
Tamaño de la malla	Abertura nominal(mm)	Diámetro del alambre(mm)
230	0.063	0.045

3.4 PREPARACIÓN DE LA MEZCLA DE SOLUCION DE PVA Y LAS CARGAS CAOLIN –YESO.

Tabla (5) Mezcla de las cargas y solución a diferentes concentraciones.

M: Muestra **S-PVA:** Solución de PVA **C:** Caolín **Y:** Yeso

M	S-PVA (g)	C (g)	Y (g)	S-PVA (% p/p)	C (% p/p)	Y (% p/p)	Tiempo de mezclado (min)
1	3	2	2	42.85	28.57	28.57	3
2	3	3	3	33.33	33.33	33.33	4
3	2	4	2	25	50	25	3
4	3	4	2	33.33	44.44	22.22	3
5	3	5	2	33.33	55.55	11.11	4

Para las diferentes muestras realizadas, se hizo una primera agitación a las cargas con tiempo aproximado $\pm 1/2$ minuto para dar una mejor distribución y posteriormente adicionar la solución de PVA en forma de hilo agitando a bajas revoluciones hasta obtener una mezcla totalmente homogénea (Ver anexo H Foto 9.)

3.5 COMPORTAMIENTO DE LA MASILLA PLASTICA

Tabla (6) Adherencia de la masilla plástica en las superficies

Muestra	S-PVA % p/p	C % p/p	Y % p/p	Tiempo de secado (min) a 25±2°C y 90.72 KPa	
				Probeta de madera 4 x 6 cm	Superficie de concreto
1	42.85	28.57	28.57	65	55
2	33.33	33.33	33.33	55	52
3	25	50	25	57	53
4	33.33	44.44	22.22	54	51
5	33.33	55.55	11.11	63	55

S-PVA: Solución PVA

C: Caolín

Y: Yeso

La adherencia de la masilla plástica sobre las superficies de madera y concreto está dada por las propiedades de agarre y migración de las cadenas poliméricas de la solución de PVA. Las fuerzas de atracción de Van der Waals actúan entre el adhesivo y el sustrato. La resistencia de la fuerza adhesiva depende del grado de mojado (contacto intermolecular) y de la capacidad adhesiva de la superficie.

Para que la masilla plástica moje la superficie deberá tener una tensión superficial igual o inferior a la tensión superficial crítica del sólido, que es una medida de la facilidad para ser mojada; por esto es importante la limpieza de la superficie antes de aplicarla, ya que la superficie limpia tiene una tensión superficial mayor. Se observó que al aplicar la masilla plástica a las probetas de madera y superficie de concreto la capa aplicada debe ser delgada para evitar fisuras, teniendo en cuenta la aplicación en una sola dirección. (Ver anexo I Fotos 10, 11, 12). La rapidez de secado dependió del espesor de la masilla plástica de la temperatura y la humedad relativa. (Ver anexo I Fotos 13, 14, 15).

Tabla (7) Adición de un pigmento a la mezcla de la masilla plástica.

M	S-PVA (% p/p)	C (% p/p)	Y (% p/p)	P (% p/p)	Tiempo de secado (min) a 25±2°C y 90.72 KPa		Adherencia 25±2°C
					Probeta de madera 4 x 6 cm	Superficie de concreto	
1	37.5	25	25	12.5	70	65	Buena
2	30	30	30	10	72	64	Buena
3	23.5	47.05	23.53	5.9	73	65	Buena
4	31.6	42.1	21.05	5.3	69	62	Buena
5	28.6	47.6	19.05	4.8	70	63	Buena

M: Muestra **S-PVA:** Solución de PVA **C:** Caolín **Y:** Yeso **P:** Pigmento

La adición del pigmento tipo óxido que proporcionó color a la masilla plástica, mejorando propiedades como alto poder cubriente, durabilidad y adhesión de la capa o película y mayor difusión de la luz. Se apreció que la consistencia fue más fluida lo que llevó a realizar la aplicación de varias capas para dar un mejor recubrimiento decorativo percibiendo mayores tiempos de secado entre las capas y además buena adherencia que se caracteriza por la fuerza de enlace existente entre la masilla y el material sobre el cual esta siendo aplicada. La proporción agregada de pigmento tipo óxido para la formulación es de 5.3 porcentaje en peso, para comparar los acabados decorativos para superficies interiores y observar la textura con respecto a las probetas con recubrimiento de pintura vinílica. (Ver anexo J fotos 16, 17)

Tabla (8) Aplicación de pintura vinílica a las probetas.

M	PAL	PDL	Tiempo de secado (min) a 25±2°C y 90.72 KPa		Características de las probetas con recubrimiento vinílico
			Probeta de madera 4 x 6 cm	Superficie de concreto	
1	Aspera, y uniforme	Suave	120	90	Buena absorción y adherencia
2	Aspera en los bordes	Suave y uniforme	100	85	Buena absorción y adherencia
3	Suave y Uniforme	Suave	110	92	Buena absorción y adherencia
4	Suave	Suave	99	84	Buen cubrimiento y rendimiento
5	Aspera y porosa	Suave y uniforme	115	75	Buena absorción y adherencia

M: Muestra **PAL:** Probeta antes de lijado **PDL:** Probeta después de lijado

Para tener un mejor acabado arquitectónico la superficie estucada se lijó, observando que algunas probetas no desprendieron viruta dejándolas con una textura suave y lisa con respecto a las imperfecciones formadas en la aplicación. (Ver anexo K Fotos 18,19,20,21)

De esta manera se eliminaron de las probetas de madera y superficies de concreto todas las sustancias que impidan la adherencia de la pintura como el polvo, la grasa, o material suelto. Observando que las probetas que tenían mayor porcentaje en peso de caolín presentaron porosidad, fue necesario aplicar 2 capas de pintura más. El tiempo de secado del recubrimiento vinílico en las superficies de concreto es menor debido a la porosidad y alta adsorción. (Ver anexo K Foto 22).

3.6 FORMULACIÓN DE LA MASILLA PLÁSTICA

Después de realizar las pruebas experimentales variando las cantidades de cada uno de los componentes y observando su comportamiento, fue obtenida la mezcla considerada como ideal; bajo las proporciones que a continuación se especifican, se obtiene la mejor adherencia, acabado y se encuentra entre los menores tiempos de secado. La formulación se hizo a una temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ y presión de 90.72 KPa.

Tabla (9). Formulación de la masilla plástica

Componente	Proporción (%p/p)
caolín	44.44
yeso	22.22
Solución PVA	33.33

3.7 CARACTERIZACIÓN DE LA MASILLA PLÁSTICA

Del estudio reológico se pudo analizar y evaluar las deformaciones sufridas por la masilla plástica al aplicarle la fuerza de cizalla con un determinado gradiente de velocidad, describiéndose por medio de la curva viscosidad y de fluidez, permitiendo ver cómo se deforma la masilla plástica al ser sometido a esfuerzos producidos por fuerzas externas.

Figura (4 a) Curvas de fluidez

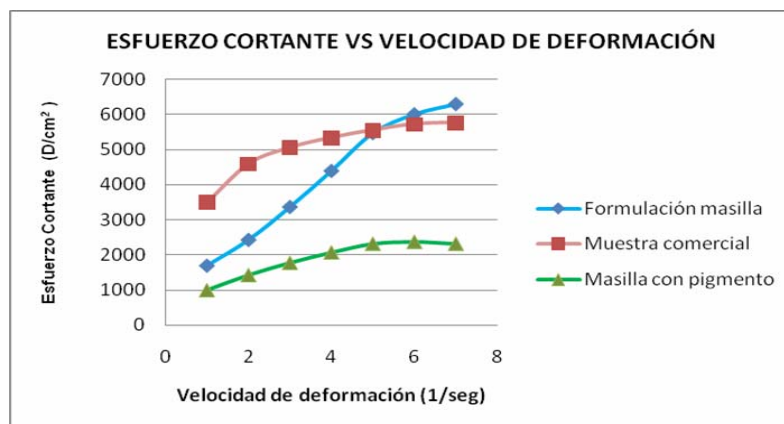
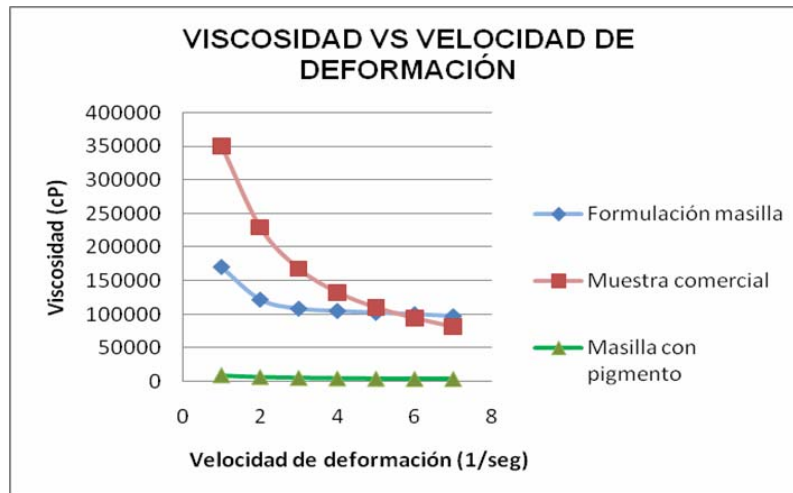


Figura (4 b) Curvas de viscosidad



Al observar la figura (4a) se puede llegar al criterio que estamos en presencia de un fluido que presenta flujo no newtoniano, debido a que la relación que existe entre la fuerza y la velocidad de deformación no es constante. Por el tipo de curvas puede ser plástico general o pseudoplástico.

Al remitirnos a la curva de fluidez figura (4a), los valores de esfuerzo cortante expresados en D/cm^2 en función de la velocidad de deformación, se puede plantear que se está en presencia de un fluido plástico general. Este tipo de fluidos se caracterizan porque no fluyen hasta que son sometidos a un esfuerzo cortante límite determinado, llamado esfuerzo de deformación plástica o límite de fluencia.

Además la curva de fluidez de la figura (4a) no parte del cero de la escala lo que muestra que esta masilla plástica no se comporta como un fluido pseudoplástico.

Como se observa en la curva de viscosidad figura (4 b) de las formulaciones de las masilla analizadas, la viscosidad decrece al aumentar la velocidad de deformación, este decremento es favorable hasta cierto punto ya que el esfuerzo de cizalla ejercido por la espátula metálica, destruye la estructura que hasta ahora tenía la masilla plástica, de manera que se hace más fluida y esto facilita su aplicación.

En el caso que la superficie a estucar con la masilla con pigmento de tipo óxido sea vertical, esta disminución de la viscosidad puede llegar a ser perjudicial, ya que la fuerza de gravedad provoca que la masilla tienda a escurrirse. Por tanto, una característica tixotrópica de las masillas plásticas debe ser que, una vez aplicada, recupere lo más rápidamente posible su nivel estructural interno inicial para aumentar nuevamente la viscosidad y evitar que la masilla plástica resbale. De esto se puede deducir que la cinética de estructuración debe ser rápida.

Debido a las propiedades físico químicas que aporta el pigmento de tipo óxido(inorgánico) a la masilla plástica, se observa en la figura(4a y 4b) un comportamiento con baja rigidez debido a que los grupos polares se orientan de tal forma que los grupos polares libres formen enlaces por puentes de hidrógeno entre ellos, construyendo así una estructura en forma de red con los pigmentos además presentan una mayor afinidad por las superficies de los pigmentos inorgánicos, ya que estas contienen iones cargados positiva y negativamente. Por consiguiente al tener mayor fluidez en la masilla plástica con pigmento tipo óxido, mejoró propiedades evitando formación de grietas entre las capas.

4. RECOMENDACIONES

Tomando como base este estudio, evaluar la posibilidad de utilizar aditivos que permitan evitar la presencia de hongos, bacterias que pueden atacar la masilla plástica después de un determinado tiempo de almacenado en cualquier tipo de embalaje.

Se recomienda un estudio posterior de prueba de envejecimiento de la masilla plástica a los cambios medioambientales para simular sus efectos a largo plazo.

Para futuras investigaciones es recomendable determinar las propiedades mecánicas de la masilla plástica para uso en acabados arquitectónicos mediante ensayos de compresión, tensión y flexión.

Puesto que el uso de las masillas plásticas son productos de alta demanda comercial, se recomienda evaluar su factibilidad económica con el fin de automatizar el proceso para ser aplicado a escala industrial.

5. CONCLUSIONES

Se determinó que las mejores condiciones para la elaboración de la Masilla plástica consistió en una mezcla de las cargas caolín - yeso y la solución de alcohol polivinílico con porcentajes en peso del 44.44%, 22.22% y 33.33%, respectivamente; ya que presenta mejor tiempo de secado, buena adherencia, y homogeneidad al ser aplicado sobre las probetas de madera y las superficies de concreto.

Con base al estudio preliminar de la formulación de las masillas plásticas para uso en acabados arquitectónicos, esta difiere en pocos aspectos con respecto a la masilla plástica comercial siendo competitiva y viable, aportando un acabado de prestigio particularmente decorativo en el mercado.

A la mezcla de la masilla plástica para uso en acabados arquitectónicos se le adicionó un pigmento, la cual se caracterizo por su excelente adhesión, resistencia al cuarteo, fácil lijabilidad, mayor tiempo de secado con respecto a la formulación sin pigmento, además este componente se utilizó para dar un acabado decorativo.

La caracterización de las masillas plásticas fue definida por la curva de fluidez donde se encontró un comportamiento de tipo plástico general y en la curva de viscosidad se apreció menor viscosidad en las formulaciones ante un esfuerzo de cizalla, respecto a la masilla plástica comercial.

6. BIBLIOGRAFÍA

- (1) LADE, K. WINKLER, A. Yesería y estuco. Editorial Gustavo Gili, S.A. Pág. 1-16, 1960.
- (2) NOVO DE MIGUEL, Luciano. El yeso en la construcción. 9ª ed. Barcelona: CA
- (3) MURRIA, Haydn. Industrial Clays Case Study. Mining, Minerals and Sustainable Development, Indiana University. 2002
- (4) BENNETT, R. H. Y HULBERT, M. H. "Clay Microstructure". Reidel Publishing Company. Pág. 161, 1986.
- (5) GARCÍA, R. Y SUÁREZ, M. Las arcillas: propiedades y usos. Universidad Complutense y Universidad de Salamanca. 2002.
- (6) ARANHA, Isabele B. and LUCAS, Elizabete F. Poli(Álcool Vinílico) Modificado com Cadeias Hidrocarbônicas: Avaliação do Balanço Hidrófilo/Lipófilo. Polímeros [online]. 2001, vol.11, n.4, pp. 174-181. ISSN 0104-1428.
<<<http://scielo.br/pdf/po/v11n4/8978.pdf>>>
- (7) Properties of polyvinyl alcohol (PVA)
<<<http://www.pwista.com/LABs/Mark%27s%20Labs%20and%20Demos/Updated%20Labs%202006/Properties%20of%20Poly%20Vinyl%20Alcohol%20Day%204%20Activity.pdf>>>
- (8) VITÓRIA, F. Microencapsulação de óleo 27úimicam de capim limão utilizando o 27úimica decoacervação simples. Universidade Federal De Santa Catarina programa de pós-graduação em engenharia química. Florianópolis, fevereiro de 2008. << <http://www2.enq.ufsc.br/teses/m197.pdf>>>
- (9) BARRERA, J. RODRÍGUEZ, J. PERILLA, J. ALGECIRA, N. Estudio de la degradación térmica de poli(alcohol vinílico) mediante termogravimetría y termogravimetría diferencial. *Ingeniería e Investigación*, año/vol. 27, número 002 Bogotá, 2007 << redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/643/64327215.Pdf>>

(10) MONOPOLI, Víctor D. PIZZIO, Luis R. BLANCO Mirta N. Preparación y caracterización de ácido tungstofosfórico inmovilizado en soportes no tradicionales. UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA / Facultad de Ciencias Exactas, Departamento de Química / Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas “Dr. Jorge J. Ronco” (CINDECA)

(11) COSTA, E. Desenvolvimento de matriz de Quitosana/PVA, 28uímicamente reticulada para aplicação potencial em engenharia de tecido epitelial. Universidade Federal De Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

<<<http://www.pos.demet.ufmg.br/hpcpgem/p/defesas/963D.pdf>>>

BENNET, H. The Chemical Formulary. Chemical Publishing CO. INC. Vol 5. Brooklyn:1945 .

ANEXOS

ANEXO A. COMPLEMENTO TEÓRICO - CALCINACION DE YESO

Los dos productos principales obtenidos mediante la calcinación son:

1. El sulfato de calcio semihidratado $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, por haber perdido tres cuartas partes de su agua de cristalización ó sea molécula y media de agua.

El sulfato de calcio semihidratado es un polvo de color grisáceo o blanco, dependiendo de su pureza, que se emplea en construcción como aglomerante por la propiedad que tiene al ser mezclado con agua forma una pasta que al hidratarse de nuevo cristaliza en pocos minutos, formando una pasta dura y resistente al fraguar ¹.

2. La anhidrita, yeso cocido o sulfato de calcio anhidro CaSO_4 , que se obtiene al continuar calentando el semi hidratado por encima de los 190 °C.

Las otras variedades se obtienen entre los siguientes rangos de temperatura:

- De 120^a 170 °C se transforma en sulfato cálcico semihidratado ($\text{SO}_4\text{Ca} + \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) por haber perdido tres cuartas partes de su agua de cristalización, o sea molécula y media de agua, la deshidratación se va produciendo hasta los 120 °C y puede alcanzar hasta los 160 °C.

El hemidrato es un polvo blanco que tiene la propiedad de fraguar y endurecer si se amasa con agua y por ello puede utilizarse como mortero para empleo en construcción.

- De 170 a 200 °C se elimina la mayor parte de la media molécula de agua restante, pero si se deja en contacto con el aire la recuperación es parcial. El yeso mezclado con agua fragua tan rápidamente que no puede aplicarse como mortero.
- De 200 a 250 °C se obtiene yeso con ligero residuo de agua, fraguado lentísimo y buena resistencia.
- De 250 a 400 °C yeso con fraguado aparentemente rápido pero con resistencia nula.

- De 400 a 700 °C conseguida la deshidratación total se forma el yeso anhidro (SO_4Ca), de fraguado casi nulo perdiendo la propiedad de endurecerse.
- De 750 a 800 °C se forma la llamada anhidrita granulosa de fraguado lento.
- De 800 a 1000 °C el llamado yeso de pavimento, denominado así por ser esta su principal aplicación.

ANEXO B. ESTRUCTURAS MOLECULARES

Figura (1) ESTRUCTURA ELEMENTAL DEL ALCOHOL POLIVINILICO (PVA)

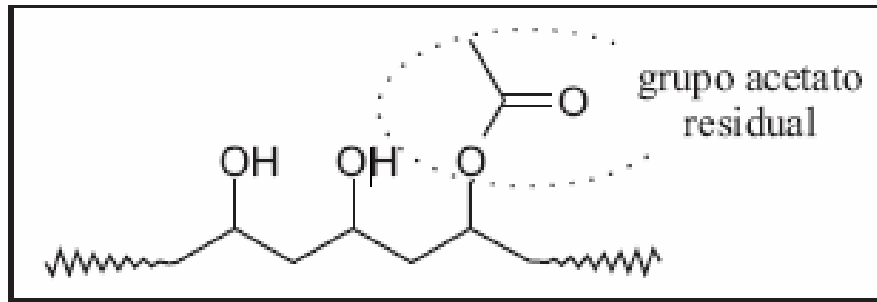
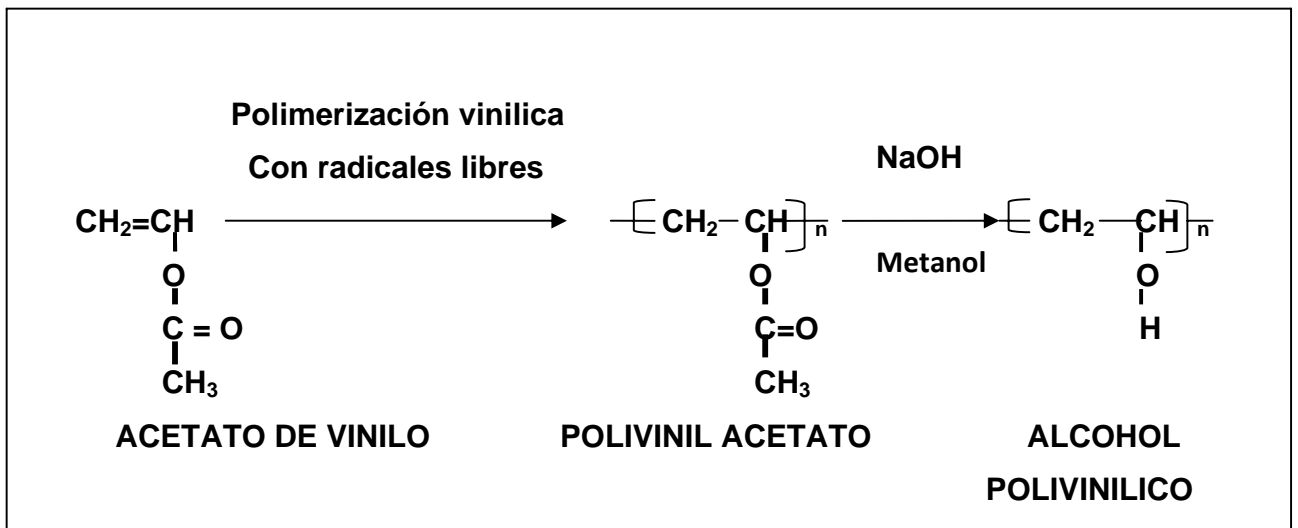


FIGURA (2) REACCIÓN DE SÍNTESIS DEL ALCOHOL POLIVINILICO.



ANEXO C FICHA TECNICA

FICHA TECNICA DEL ALCOHOL POLIVINILICO CON ANTIESPUMANTE DE BAJA VISCOSIDAD

		<p style="text-align: center;">FICHA TECNICA ALCOHOL POLIVINILICO CON ANTIESPUMANTE BAJA VISCOSIDAD</p>			
2000-01-03		02.2003-09-03	Msv-034	1	
IDENTIFICACION DEL PRODUCTO					
NOMBRE QUIMICO		ALCOHOL POLIVINILICO			
NOMBRE COMERCIAL		KURARAY PVA-205MB - CELVOL 805			
FORMULA MOLECULAR					
PESO MOLECULAR					
NUMERO CAS		9002-89-5			
VARIABLES A CONTROLAR			ESPECIFICACION		
APARIENCIA,			Cristales blancos, libres de partículas y puntos negros.		
GRADO DE HIDROLISIS			86.5 – 89.0 %		
VISCOSIDAD (4 % en agua 20 °C)			4.6 – 6.2 cps.		
VALOR DE pH (4% en agua)			4.5 – 7.0		
CENIZAS como Na ₂ O			0.7 % p/p Máximo.		
VOLATILES TOTALES			5.0 % Máximo.		
OBSERVACIONES:					
- Con cada certificado de análisis, enviar los resultados por lote de las variables que se especifican en el numeral anterior.					
- Cada año, actualizar la hoja de seguridad y hoja técnica.					
- Para los nuevos proveedores, hacer llegar contramuestra (mínimo 500 gr.) con su respectivo certificado de análisis, hoja técnica y hoja de seguridad.					
CONDICIONES ESPECIALES DE MANEJO:					
ALMACENAMIENTO:					
Se debe almacenar, transportar y manejar en áreas bien ventiladas y alejadas de fuentes de calor o ignición. Estibar y almacenar en sitios secos y alejados de la humedad.					
PRESENTACION:					
Bultos por 25 kilos					

REV 02. 2001-03-27

Preflex S.A. NIT 862.628.470-0, Transversal 5 No. 12 - 75, Entrada 2, Calcutá Soacha, Cundinamarca (Bogotá - Colombia)
 PBX: (+57) 719 9222 Fax: (+57) 719 5103 E-mail: info@preflex.com.co
www.preflex.com.co

F-R-19

FICHA TECNICA DEL ALCOHOL POLIVINILICO CON ANTIESPUMANTE DE ALTA VISCOSIDAD



FICHA TECNICA ALCOHOL POLIVINILICO CON ANTIESPUMANTE ALTA VISCOSIDAD



FEC. EMISION : 2000-01-03	REVISION: 02.2003-09-03	CODIGO: Msv-051	PAGINA: 1
------------------------------	----------------------------	--------------------	--------------

IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

NOMBRE QUIMICO	ALCOHOL POLIVINILICO
NOMBRE COMERCIAL	KURARAY PVA-224SB - CELVOL 840
FORMULA MOLECULAR	
PESO MOLECULAR	
NUMERO CAS	9002-89-5

VARIABLES A CONTROLAR	ESPECIFICACION
APARIENCIA.	Cristales blancos, libres de partículas y puntos negros.
GRADO DE HIDROLISIS	87 – 89 %
VISCOSIDAD (4 % en agua 20 °C)	40 – 55 cps.
VALOR DE pH (4% en agua)	4.5 – 7.0
CENIZAS como Na ₂ O	0.5 % Máximo.
VOLATILES	5 % Máximo.

OBSERVACIONES:

- Con cada certificado de análisis, enviar los resultados por lote de las variables que se especifican en el numeral anterior.
- Cada año, actualizar la hoja de seguridad y hoja técnica.
- Para los nuevos proveedores, hacer llegar contramuestra (mínimo 500 gr.) con su respectivo certificado de análisis, hoja técnica y hoja de seguridad.

CONDICIONES ESPECIALES DE MANEJO:

ALMACENAMIENTO:
Se debe almacenar, transportar y manejar en áreas bien ventiladas y alejadas de fuentes de calor o ignición. Estibar y almacenar en sitios secos y alejados de la humedad.

PRESENTACION:
Bultos por 25 kilos

REV 02. 2001-03-27

Preflex S.A. NIT 880.508.470-0, Transversal 5 No. 12 - 75, Entrada 7, Causa, Soacha, Cundinamarca (Bogotá - Colombial)
PBX: (+571) 779 9222 Fax: (+571) 719 5103 E-mail: info@preflex.com.co
www.preflex.com.co

F-R-19

FICHA TECNICA DEL ALCOHOL POLIVINILICO –ULTRA BAJA VISCOSIDAD

preflex

**FICHA TECNICA
ALCOHOL POLIVINILICO
ULTRA BAJA VISCOSIDAD**



FEC. EMISION : 2000-01-03	REVISION: 02.2003-09-03	CODIGO: Msv – 020 : Msv-022	PAGINA: 1
------------------------------	----------------------------	--------------------------------	--------------

.IDENTIFICACION DEL PRODUCTO	
NOMBRE QUÍMICO	ALCOHOL POLIVINILICO
NOMBRES COMERCIALES	AIRVOL 203 , KURARAY PVA-203
FORMULA MOLECULAR	
PESO MOLECULAR	13000 – 25000 gr./ mol
NUMERO CAS	9002-89-5

VARIABLES A CONTROLAR	ESPECIFICACION
APARIENCIA.	Cristales blancos, libres de partículas y puntos negros.
GRADO DE HIDROLISIS	87 – 89 % mol
VISCOSIDAD (4 % en agua 20 °C)	3 – 4 cps.
VALOR pH (4% en agua)	4.5 – 7.0
CENIZAS como Na ₂ O	0.6 % p/p Máximo.
VOLATILES	5 % Máximo.

OBSERVACIONES:
- Con cada certificado de análisis, enviar los resultados por lote de las variables que se especifican en el numeral anterior.
- Cada año, actualizar la hoja de seguridad y hoja técnica.
- Para los nuevos proveedores, hacer llegar contramuestra (mínimo 500 gr.) con su respectivo certificado de análisis, hoja técnica y hoja de seguridad.

CONDICIONES ESPECIALES DE MANEJO:
ALMACENAMIENTO: Se debe almacenar, transportar y manejar en áreas bien ventiladas y alejadas de fuentes de calor o ignición. Estibar y almacenar en sitios secos y alejados de humedad.
PRESENTACION: Bultos por 25 kilos

REV 02. 2001-03-27

Preflex S.A. NIT 860.508.470-0, Transversal 5 No. 12 - 75, Entrada 2, Cazucá, Soacha, Cundinamarca (Bogotá - Colombia)
PBX: (+571) 779 9222 Fax: (+571) 719 5103 E-mail: info@preflex.com.co

F-R-19

www.preflex.com.co

ANEXO D. NORMA ASTM D1640

SECADO O CURADO DE REVESTIMIENTOS ÓGANICOS A UNA TEMPERATURA AMBIENTE

Este método se refiere a las etapas de secado de una película de recubrimiento orgánico. Se debe realizar las pruebas de secado en un lugar bien ventilado, libre de vapores de laboratorio que hagan difícil mantener la temperatura, al aplicar la película tener unas condiciones de luz-iluminación durante todo el período de secado, nunca luz directa del sol u otras fuentes de energía radiante.

Debido a la naturaleza subjetiva de las pruebas el tiempo de secado en el laboratorio depende del material que se esté probando, debe ser el 10% del tiempo total de la prueba. Para determinar que el conjunto ya está seco, es decir que la aplicación sobre el material es correcta, se debe hacer un toque ligeramente sobre la superficie pintada con la punta del dedo completamente limpio e inmediatamente ponerlo en contacto con un vidrio claro para observar si algo del revestimiento se transfiere.

ANEXO E. SOLUBILIDAD

FOTO 1. Alcohol polivinílico (PVA)



FOTO 2. Hinchamiento de PVA en solvente agua.



FOTO 3. Solución de PVA



FOTO 4. Solución de PVA no homogénea



ANEXO F. SOLUCION DE PVA

FOTO 5. Solución de PVA homogénea



ANEXO G. CARGAS CAOLIN Y YESO

FOTO 6. Cargas tamizadas



FOTO 7. Tamiz estándar para ensayos U.S.A numero de malla 230



FOTO 8. Mortero de Agata



ANEXO H. MASILLA PLASTICA

FOTO 9 Mezcla homogénea de la masilla plástica



ANEXO I. COMPORTAMIENTO DE LA MASILLA PLASTICA

FOTO 10. Fisuras de la masilla plástica sobre probeta de madera

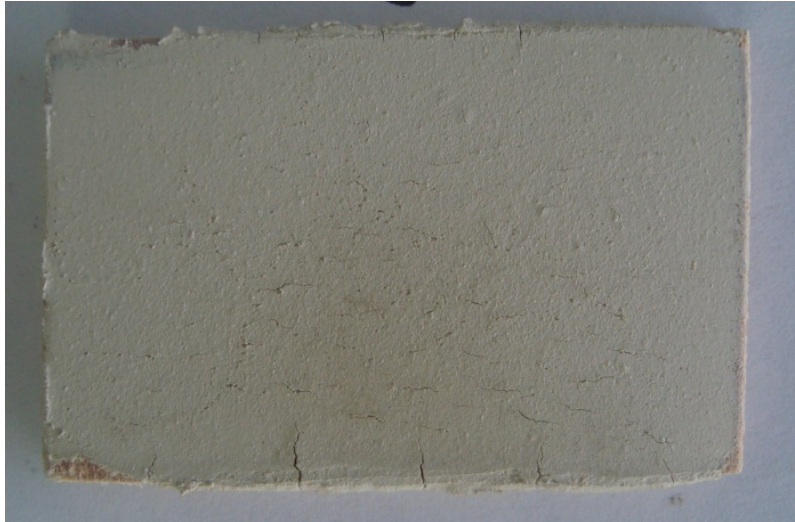


FOTO 11. Probeta de madera con masilla plástica recién aplicada



FOTO 12. Superficie de concreto con masilla plástica recién aplicada



FOTO 13. Tiempo de secado de la masilla plástica sobre la probeta de madera.

t = 40 min



FOTO 14. Tiempo total de secado de la masilla plástica sobre la probeta de madera



Foto 15. Tiempo total de secado de la masilla plástica sobre la superficie de concreto



ANEXO J. MASILLAS PLASTICA CON PIGMENTO

FOTO 16. Masilla plástica homogénea con pigmentos a diferente concentración



FOTO 17. Aplicación de masilla plástica con pigmento sobre probeta de madera



ANEXO K. ACABADO DE LA MASILLA PLASTICA

FOTO 18. Masilla plástica lijada sobre probeta de madera



FOTO 19. Masilla plástica lijada sobre superficie de concreto



FOTO 20. Masilla plástica con pigmento lijadas sobre probeta de madera



FOTO 21. Recubrimiento vinílico sobre la masilla plástica



FOTO 24. Recubrimiento vinilico sobre la masilla plástica (superficie concreto)



ANEXO L. DATOS DE PRUEBA DE REOLOGIA

Tabla (1) Datos de reología masilla #1

Rheocalc V2.4				Brookfield Engineering Labs			
File: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\GUILLERMO\MIS DOCUMENTOS\MASILLA#1.DB							
Test Date: 08/06/2009		Test Time: 04:45:43 p.m.		Torque Multiplier:		Spindle:	
Sample Name: Unsaved Data							
#	Viscosity (cP)	Speed (RPM)	% Torque (%)	Shear Stress (D/cm ²)	Shear Rate (1/sec)	Temperature (°C)	Time Interval (mm:ss.t)
1	170086.40	4.55	15.1	1700.86	1.00	25.6	00:30.2
2	121651.20	9.09	21.6	2433.02	2.00	25.4	00:30.2
3	108264.53	13.64	29.9	3367.94	3.00	25.3	00:30.2
4	104824.00	18.18	39.0	4392.96	4.00	25.2	00:30.2
5	102143.36	22.73	51.2	5467.17	5.00	25.1	00:30.2
6	100061.87	27.27	53.3	6003.71	6.00	24.9	00:30.2
7	97031.31	31.82	60.3	6292.19	7.00	24.9	00:30.2

Notes:

Tabla (2) Datos reología masilla comercial

Rheocalc V2.4				Brookfield Engineering Labs			
File: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\GUILLERMO\MIS DOCUMENTOS\MASILLA COMERCIAL.DB							
Test Date: 08/06/2009		Test Time: 04:58:50 p.m.		Torque Multiplier:		Spindle:	
Sample Name: Unsaved Data							
#	Viscosity (cP)	Speed (RPM)	% Torque (%)	Shear Stress (D/cm ²)	Shear Rate (1/sec)	Temperature (°C)	Time Interval (mm:ss.t)
1	350310.40	4.55	31.1	3503.10	1.00	24.4	00:30.2
2	229785.60	9.09	40.8	4595.71	2.00	24.3	00:30.2
3	168584.53	13.64	44.9	5057.54	3.00	24.2	00:30.2
4	133478.40	18.18	47.4	5339.14	4.00	24.2	00:30.2
5	111063.04	22.73	49.3	5553.15	5.00	24.1	00:30.2
6	95368.53	27.27	50.8	5722.11	6.00	24.1	00:30.2
7	82388.11	31.82	51.2	5767.17	7.00	24.1	00:30.2
8	74060.80	36.36	52.6	5924.86	8.00	24.0	00:30.2
9	65080.89	40.91	52.0	5857.28	9.00	23.9	00:30.2

Notes:

Tabla (3) Datos reología Masilla pigmento #1

Rheocalc V2.4		Brookfield Engineering Labs					
File: C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\GUILLERMO\MIS DOCUMENTOS\MASILLA PIGMENTO.DB							
Test Date: 08/06/2009		Test Time: 05:17:07 p.m.		Torque Multiplier:		Spindle:	
Sample Name: Unsaved Data							
#	Viscosity (cP)	Speed (RPM)	% Torque (%)	Shear Stress (D/cm ²)	Shear Rate (1/sec)	Temperature (°C)	Time Interval (mm:ss.t)
1	10024.96	45.45	8.9	1002.50	10.00	23.8	00:45.2
2	7152.64	90.91	12.7	1430.53	20.00	23.7	00:45.2
3	5932.37	136.36	15.8	1779.71	30.00	23.6	00:45.2
4	5181.44	181.82	18.4	2072.58	40.00	23.6	00:45.2
5	4640.77	227.27	20.6	2320.38	50.00	23.5	00:45.2
6	4321.28	250.00	21.1	2376.70	55.00	23.4	00:45.2
7	4218.88	250.00	20.6	2320.38	55.00	23.3	00:45.2

Notes:

ANEXO M. GLOSARIO

Abrasión: Acción y efecto de raer o desgastar por fricción .Se aplica a la alteración producida en una superficie por desgaste. También se emplea como técnica de trabajo para nivelar superficies estucadas, empleando lijas, o para eliminar concreciones mediante micro-abrasímetro.

Adhesivo: Sustancias capaces de mantener unidas dos superficies o fragmentos, de modo que sea necesaria una fuerza considerable para su separación.

Adherencia: Acción y efecto de adherir o pegarse una cosa con otra.

Adhesión: Capacidad de una masilla seca para permanecer en la superficie sin la formación de ampollas, escamas o craquelados.

Aditivo: Que se añade o agrega. También conocido como modificador, el aditivo es una sustancia, normalmente en pequeña cantidad, que es adicionada al material con el propósito de modificar las propiedades físicas y químicas del producto. Ejemplos de aditivos: antioxidantes, inhibidores, aceleradores, plastificantes, colorantes, cargas, estabilizadores, etc.

Aglutinantes: Sustancias que mantienen las partículas tanto de los pigmentos como de las cargas inertes, unidas entre sí, cohesionadas, y con el soporte o con la capa anterior. Los aglutinantes pueden ser sustancias orgánicas naturales y sintéticas o inorgánicas. Los aglutinantes no presentan la misma diversidad que los pigmentos, pero son compuestos mucho más complejos como las sustancias orgánicas naturales.

Alcohol polivinílico (PVA): Polímero obtenido por hidrólisis del acetato de polivinilo y no por polimerización de alcohol vinílico. Es un plástico relativamente

soluble en agua y que puede ser convertido en película. Es considerado un polímero sintético biodegradable ya que sus uniones de puentes de hidrógeno son atacadas por los microorganismos en presencia de agua. . El alcohol polivinílico funciona como coloide protector, emulsificante y espesador, además promueve la incorporación de solventes inmiscibles en agua, plastificantes, ceras y aceites. Contribuye a mejorar la adhesión y la fuerza tensil.

ASTM: American Society for Testing and Materials.

Carga: Materiales añadidos como sólidos a una mezcla. Se emplean en restauración cuando se deben rellenar espacios donde el adhesivo sólo no es suficiente.

Copolímero: Cadena molecular constituida por más de una unidad de la misma molécula, pero con moléculas de varios tipos de monómeros insertadas por casualidad, en diversos puntos a lo largo de la cadena.

Disolvente: Sustancia capaz de formar una disolución al mezclarse con otra sustancia. Los disolventes pueden ser polares o no polares.

Espátula: Instrumento para manipulación de sustancias pastosas constituido por una lámina metálica fina y un mango, generalmente de madera.

Materias plásticas: Materias moldeables. Las materias plásticas se dividen en dos clases fundamentales: termoestables y termoplásticas. La diferenciación se basa sobre la estructura molecular de sus compuestos y sobre su comportamiento en presencia de calor en la fase de elaboración.

Pastoso: Blando, suave y suficientemente espeso.

Pigmento: Son moléculas químicas que reflejan o transmiten la luz visible, o hacen ambas cosas a la vez. Su color depende de la absorción selectiva de ciertas longitudes de onda de la luz y de la reflexión de otras.

Pintura: Compuesto de un pigmento y un excipiente. Está formado por aglomerantes diluyentes, plastificantes, secantes y disolventes.

Polimerización: Encadenamiento molecular provocado por alguna fuerza o tratamiento externo. Es un cambio químico interno en virtud del cual las propiedades de una sustancia cambian y su peso molecular aumenta sin que se añada ningún nuevo ingrediente.

Polímero: compuesto de alto peso molecular y macromolécula natural o sintético formada por la unión de moléculas iguales denominadas monómeros que tienen grupos funcionales que permiten su combinación bajo condiciones adecuadas. Obtenido por polimerización.

Termoplástico: Resina o polímero que se ablanda cuando se expone al calor por medio de disolvente lineal o ramificado, recupera su condición natural cuando se enfría a temperatura ambiente, y puede volver a moldearse, conservando siempre sus propiedades intrínsecas. Se suele presentar en polvos que se mezclan con el disolvente adecuado, generalmente orgánicos o dispersiones acuosas, o vienen ya preparados en disolución o dispersión, por ejemplo, resina acrílica, polivinilos, polietilenos, etc.

Textura: Cualidad especial, táctil y visual, que presenta una superficie. Se refiere el término a la particular rugosidad, granulado, aspereza, suavidad, etc., que tienen los diversos materiales de que están hechas las cosas.

Vinilo: Es una pintura más común, se distingue de las demás porque se diluye con agua y su secamiento se efectúa principalmente por evaporación de sus componentes volátiles.

Viscosidad: Término que describe la fluidez de un líquido. Es la resistencia de un fluido a los esfuerzos de corte.