



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



**OBTENCIÓN DE PINTURA A PARTIR DE PIGMENTOS
INORGANICOS Y SU DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA AL
AGUA**

TESIS

PRESENTADO POR:

Bach. JHON FREDY QUISPE TICONA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIAS

A mis queridos padres: Elsa Ticona y Welkin Arias, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mis hermanos: Fernando, Karla y Franco y sus familias por haberme dado apoyo incondicional para lograr mi objetivo.

A mis Maestros, compañeros y amigos de la Facultad de Ingeniería Química, Radiactivo Sikuris FIQ – UNAP, con quienes compartí momentos inolvidables.

Jhon Freddy.



AGRADECIMIENTOS

- *A la Universidad Nacional Del Altiplano – Puno, por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios superiores y brindándome la oportunidad de llevar a cabo mi formación profesional.*
- *A la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, por formar profesionales de éxito.*
- *A mi asesor de tesis M.Sc. Ciro Hernán Vera Alatrística que con su experiencia, conocimientos, sugerencias y recomendaciones pude ejecutar la realización del presente trabajo de investigación.*
- *Al jurado dictaminador conformado por el presidente M.Sc. Higinio Alberto Zuñiga Sánchez, primer miembro M.Sc. Salomón Tito León y segundo miembro M.Sc. Marleni Yovanna Valencia Pacho por sus observaciones y aportes para la realización de esta tesis.*
- *A mis amigos, compañeros y a todas las personas quienes han hecho posible la realización de este trabajo.*
- *A los catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Química por compartir sus conocimientos y experiencias durante mi formación profesional.*

Jhon Fredy



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIAS

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 12

ABSTRAC 13

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 14

1.1.1 Problema General..... 15

1.1.2 Problema Específico..... 15

1.2 ANTECEDENTES..... 15

1.2.1 Antecedente Internacional 15

1.2.2 Antecedentes Nacionales 19

1.3 OBJETIVOS 22

1.3.1 Objetivo General 22

1.3.2 Objetivo Especifico 22

1.4 JUSTIFICACIÓN..... 22

1.4.1 Justificación Tecnológico..... 23

1.4.2 Justificación Económica..... 23

1.4.3 Justificación Social..... 23

1.4.4 Justificación Ambiental..... 24

1.5 HIPÓTESIS..... 24

1.5.1 Hipótesis General 24

1.5.2 Hipótesis Especifica 24



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 RESEÑA HISTÓRICA	25
2.2 DEFINICIÓN DE PINTURAS	25
2.3 COMPOSICION QUIMICA DE LA MATERIA PRIMA: (CaCO₃)	26
2.3.1 Formación	26
2.3.2 Solubilidad	27
2.3.3 Estructura	27
2.4 COMPOSICIÓN DE LA PINTURA	27
2.4.1. Disolvente	27
2.4.2. Resina	28
2.4.3. Pigmentos	28
2.4.4. Vehículos	29
2.4.5. Colorantes	29
2.4.6. Carga	29
2.5 CLASIFICACIÓN DE PINTURAS	33
2.5.2. Vinilos	33
2.5.3. Esmaltes	33
2.6 PROCESO DE HOMOGENIZACIÓN	34
2.6.1. La homogenización	34
2.7 TEMPERATURA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PINTURA	35
2.7.1. Temperatura	35
2.8 DETERMINACIÓN DE pH	36
2.9 GRANULOMETRÍA	37
2.9.1. Análisis granulométrico.	37
2.9.2. Métodos de análisis granulométrico.....	37
2.9.3. Método del tamizado.....	37
2.10DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	38
2.11CONTROL DE CALIDAD	39



2.11.1. Densidad.....	39
2.11.2. Viscosidad	40
2.11.3. Adherencia	40
2.11.4. Resistencia al Agua.....	41

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES Y REACTIVOS.....	44
3.1.1 Materiales y equipos	44
3.1.2 Diagrama de flujo cuantitativo.....	46
3.2 Descripción del proceso de obtención de pintura.....	47
3.2.1 Descripción de la materia prima	47
3.2.2 Reducción de tamaño de partícula	47
3.2.3 Peso de la muestra en el Laboratorio ciencias básicas de la FIQ – UNAP.....	48
3.2.4 Tamizado.....	49
3.2.5 Peso de aditivos para la elaboración de pintura	50
3.2.6 Vasos precipitados con Muestra solidas de cada malla del tamiz.....	51
3.2.7 Agregado de cola sintética	52
3.2.8 Agregado de los líquidos.....	53
3.2.9 Muestras con mallas de mayor granulometría	54
3.2.10 Granulometría malla 70, 80 y 200	54
3.2.11 Añadido de pigmento inorgánico azul cobalto	55
3.2.12 Evaluando el pH y Temperatura con el equipo del Lab. De ciencias Básicas de la FIQ – UNAP.	56
3.2.13 Composición en proporciones y porcentajes de la pintura	57
3.2.14 Procedimiento de Control de Calidad Viscosidad y densidad.....	58
3.3 METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DEL RANGO DE TEMPERATURA	61
3.4 METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DEL pH.....	61
3.5 METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN GRANULOMETRIA	62



3.5.1. Molienda y pulverizado.....	62
3.5.2. Tamizado.....	62
3.6 METODOLOGIA DE DETERMINACION DE RESISTENCIA AL AGUA	62
3.7 METODOLOGIA DE ADHERENCIA	63
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUCIONES	
4.1 RESULTADOS DE TEMPERATURA, pH Y GRANULOMETRIA	64
4.2 RESULTADOS DE TEMPERATURA, pH Y GRANULOMETRIA	66
4.3 RESULTADOS DE TEMPERATURA, pH Y GRANULOMETRIA	69
4.4 RESULTADOS DE TEMPERATURA, pH Y GRANULOMETRIA	72
4.5 RESULTADOS CONTROL DE CALIDAD VISCOCIDAD, DENSIDAD Y ADHERENCIA	74
4.6 RESULTADOS DE VICOSIDAD: Viscosímetro BROOKFIELD RVDV – RY6520.....	77
4.7 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA AL AGUA DE OBTENCION DE PINTURA A PARTIR DE PIGMENTOS INORGANICOS CaCO₃.....	80
V. CONCLUSIONES	83
VI. RECOMENDACIONES	85
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	86
ANEXOS.....	89

ÁREA : Investigación
LÍNEA : Tecnologías ambiental y recursos naturales

FECHA DE SUSTENTACION: 26 de febrero del 2021



INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del Carbonato de Calcio.....	27
Figura 2: Homogenización de los fluidos (mezcla de la pintura)	34
Figura 3: Diagrama de flujo cuantitativo de obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos	46
Figura 4: Molino de bolas	48
Figura 5: Interior de Molino de bolas	48
Figura 6: Peso total de materia prima CaCO_3	49
Figura 7: Tamiz con materia prima CaCO_3	50
Figura 8: Peso del Dióxido de titanio TiO_2	51
Figura 9: Peso del pigmento azul cobalto	51
Figura 10: Vasos precipitados con muestras solidas	52
Figura 11: Muestra de CaCO_3 de malla 60	52
Figura 12: Muestra de CaCO_3 de malla 80	53
Figura 13: Muestras con reactivos sólidos y líquidos.....	53
Figura 14: Mallas con mayor granulometría no aptas	54
Figura 15: Vasos precipitados con granulometría de 70,80, y 200.....	54
Figura 16: Homogenización optima granulometría 80 y 200.....	55
Figura 17: Pigmento inorgánico azul cobalto	55
Figura 18: Muestras para la determinación de los parámetros Temperatura y pH.....	56
Figura 19: Medición de Temperatura	56
Figura 20: Medición pH.....	57
Figura 21: Preparando Software del programa	58
Figura 22: Muestra de obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos.....	58
Figura 23: 200ml de Muestra de pintura a partir de pigmentos inorgánicos	59
Figura 24: Características y modelo del viscosímetro	59
Figura 25: Picnómetro con agua destilada	60
Figura 26: Picnómetro con muestra	60
Figura 27: Temperatura vs pH	64
Figura 28: pH vs Granulometría	65



Figura 29: Muestra vs granulometría.....	65
Figura 30: Temperatura vs pH.....	67
Figura 31: pH vs Granulometría.....	68
Figura 32: Granulometría vs muestra.....	68
Figura 33: Temperatura vs pH.....	70
Figura 34: pH vs Granulometría.....	70
Figura 35: Muestra vs Granulometría.....	71
Figura 36: Temperatura vs pH.....	72
Figura 37: pH vs Granulometría.....	73
Figura 38: Muestra vs Granulometría.....	73
Figura 39 : Viscosidad cP vs velocidad RPM.....	77
Figura 40: Esf. Cortante – límite de fluencia vs G. velocidad.....	77
Figura 41: Resultados de viscosidad de la muestra de pintura látex obtenida.....	78
Figura 42: Aplicación de película de pintura a una madera para hacer la prueba de resistencia al agua.....	80
Figura 43: Agregado de agua.....	81
Figura 44: Resultados a resistencia agua y humedad.....	81



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de las cargas minerales.....	30
Tabla 2: Porcentaje a considerar de secantes sobre sólidos del ligante.	31
Tabla 3: Porcentaje de dispersante respecto al tipo de pigmento.	33
Tabla 4: Insumos Para 200ml de pintura	57
Tabla 5: Datos de tamizado en laboratorio	62
Tabla 6: Datos de la primera prueba en laboratorio – prueba 1.....	64
Tabla 7: Datos de segunda prueba en laboratorio - prueba 2.....	66
Tabla 8: Datos de terceras pruebas en laboratorio prueba – 3	69
Tabla 9: Datos de cuarta pruebas en laboratorio prueba – 4.....	72
Tabla 10: Tabla de características de pintura látex según el MEF NTP - 319.216	76



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

pH	: Potencial de hidrogeno
L	: Litro
ml	: Mililitro
CaCO ₃	: Carbonato de calcio
TiO ₂	: Dióxido de titanio
CMC	: Carboxilmetilcelulosa
D	: Densidad
m	: Masa
V	: Volumen
Kg	: kilo gramo
g	: Gramo



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de obtener pintura a partir de pigmentos inorgánicos para el pintado de muros, paredes y superficies lisas a partir de aditivos inorgánicos en cantidades adecuadas, sometiénndose al proceso de mezcla mecánica para realizar la homogenización y determinar las condiciones adecuadas de su preparación y cantidad adecuada de aditivos. Uno de los principales problemas en la elaboración de pinturas en la ciudad de Puno es la falta de tener parámetros establecidos para su óptima producción, las que se elaboran hoy en día tienen poca durabilidad y pérdida de color; las condiciones climáticas del altiplano es una de las causas del deterioro, dichos procesos se realizaron para encontrar los parámetros adecuados para la elaboración de pintura de nuestra región, específicamente en la ciudad de Puno, en las instalaciones de los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano. La investigación es medir los parámetros de temperatura, pH y granulometría, el número de pruebas construidas para la determinación de los valores requeridos por la investigación fueron de cuatro corridas, para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos donde se utilizó 1395 g de CaCO_3 como materia prima, los parámetros obtenidos fueron, $\text{pH} = 6.8$, temperatura $15\text{ }^\circ\text{C}$, granulometría de malla 200, densidad de 1.25g/ml y una viscosidad de 21.42 (cP) , su resistencia al agua tiene un secado rápido, no presenta ablandamiento, ampollamiento, arrugamiento, cambio de color u otra evidencia de deterioro, es similar a los requerimientos de Norma Técnica Peruana 319.216. La adherencia presenta un desprendimiento de grado 2B, donde el área del corte afectado es significativamente mayor del 5%, pero no es mayor del 15%, en un total de 200 ml de pintura lo cual está dentro de los parámetros ideales en la investigación para el proceso de obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos a condiciones ambientales de la región Puno.

Palabras claves: Pintura látex, inorgánico, parámetros, homogenización, elaboración.



ABSTRACT

The present research work was carried out with the objective of obtaining paint from inorganic pigments for the painting of walls, walls and smooth surfaces from inorganic additives in adequate quantities, undergoing the mechanical mixing process to carry out the homogenization and determine the adequate conditions of its preparation and adequate amount of additives. One of the main problems in the production of paintings in the city of Puno is the lack of having established parameters for their optimal production, those that are produced today have little durability and loss of color; The climatic conditions of the highlands is one of the causes of deterioration, these processes were carried out to find the appropriate parameters for the production of paint in our region, specifically in the city of Puno, in the facilities of the laboratories of the Faculty of Chemical Engineering from the National University of the Altiplano. The research is to measure the parameters of temperature, pH and granulometry, the number of tests built to determine the values required by the research were four runs, to obtain paint from inorganic pigments where 1395 g of CaCO_3 was used As raw material, the parameters obtained were, pH = 6.8, temperature 15 ° C, granulometry of 200 mesh, density of 1.25g / ml and a viscosity of 21.42 (cP), its resistance to water has a fast drying, it does not present softening , blistering, wrinkling, color change or other evidence of deterioration, is similar to the requirements of Peruvian Technical Standard 319.216. The adherence shows a grade 2B detachment, where the area of the affected cut is significantly greater than 5%, but is not greater than 15%, in a total of 200 ml of paint, which is within the ideal parameters in the investigation for the process of obtaining paint from inorganic pigments at environmental conditions in the Puno region.

Keywords: Latex paint, inorganic, parameters, homogenization, elaboration.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Las pinturas tienen como propósito proteger todo tipo de superficies de las inclemencias del tiempo y de proporcionar una mayor estética. En Perú la industria de pinturas se ha desarrollado hacia el mercado doméstico, pero debido al nivel competitivo que se ha generado a través de los años se ha introducido la tecnificación en las plantas de producción, elevando progresivamente los estándares de calidad del producto y por tal motivo la satisfacción de los clientes.

Debido al crecimiento de la industria y con el objetivo de incrementar el consumo nacional del producto, es necesario investigar y generar más plantas de producción de pinturas del mismo que le permita hacer frente a la tecnificación del mercado que demanda procesos más eficientes los cuales permitan su obtención a costos competitivos.

Por otra parte, considerando al Perú como un país subdesarrollado que tiene grandes cantidades de materia prima especialmente en nuestra región sur referente a los no metálicos, no se explotan debidamente o en mejor de los casos se vende como materia prima a precios irrisorios sin darle un valor agregado. A nivel de toda la región sur tenemos pocas fábricas de pinturas de tipo látex las cuales no satisfacen la demanda. (Ramirez, 2016)

Es por ello que planteamos el objetivo de obtener pintura a partir de pigmentos inorgánicos, definir su rango de pH, especificar que granulometría de malla es adecuada y su resistencia al agua. Para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos, toda la parte experimental y/o proceso se llevará a cabo en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los principales problemas en la elaboración de pinturas en la ciudad de Puno es la falta de parámetros establecidos para su óptima producción, debido a las elaboradas hoy en día tienen poca durabilidad y pérdida de color; las condiciones climáticas de nuestra región es una de las causas del deterioro.



En el laboratorio de la escuela profesional de Ingeniería Química se podrá la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos para los siguientes parámetros, temperatura, pH y granulometría.

Descripción del Problema.

El presente trabajo persigue la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos que posea durabilidad a cambios climáticos de la región, las pinturas son demandantes en construcciones nuevas por lo cual, al crear un proceso de elaboración de pintura, se pretende cumplir con dichos estándares de producción en recubrimientos y protección de muros, así también colaborar para disminuir la mala imagen de los fabricantes artesanos e industriales, mejorar la tecnología, la industria y aumentar el avance de la ciencia y la tecnología en la región.

1.1.1 Problema General

¿Cuál es la característica de la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química de la UNA – 2020?

1.1.2 Problema Específico

¿Cuál es la temperatura apropiada para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos?

¿Cuál es el pH en la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos?

¿Cuál es la granulometría apropiadas para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos?

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 Antecedente Internacional

Cabascango (2015) investigó el cromo (VI) en una muestra de efluente, que correspondió a 703,310 ppm, el proceso pasó luego a una etapa de reducción del cromo (VI) a cromo (III) utilizando sulfito y metabisulfito de sodio. La precipitación



del cromo (III) se produjo controlando el pH en el rango de 7 a 8,5 con hidróxido de sodio. Los precipitados obtenidos se filtraron, secaron y calcinaron a 1000°C dando como resultando pigmentos inorgánicos de diferente tonalidad en función del pH, los cuales fueron caracterizados en sus propiedades físicas y químicas: vidriado, resistencia química, solubilidad en agua y color. Cabascango concluyó que los pigmentos obtenidos son similares en sus propiedades a los pigmentos comerciales por lo que pueden ser usados en piezas cerámicas.

Rodriguez (2018) estudió la reducción en tiempo de molienda y estableció la relación entre concentración dando como resultado los mejores ensayos. El concentrado óxido de cromo verde, evidencia facilidad al ser mezclado ya que no presente aglomeraciones y con una manejabilidad apta para ser aplicada en exteriores ya que cumple con las propiedades de una pintura, al igual que el pigmento óxido de hierro amarillo se evidencia un comportamiento constante en la finura del pigmento tras los tiempo de molienda establecidos 20 minutos, el esfuerzo de color en este concentrado pigmentario tiende a permanecer constante en su tonalidad a lo largo del tiempo bajo temperaturas de 60° y se llegó a calcular el tiempo de molienda optima de 10 minutos.

Gonzales & Salinas (2016) investigaron el proceso para el aumento en la producción en el proceso de fabricación de pintura a condiciones normales buscando los siguientes objetivos diagnosticar el proceso actual de producción en la fabricación de pinturas, establecer las condiciones técnicas para el proceso de producción de pinturas a nivel laboratorio, definir las condiciones de operación teóricas a escala planta para las tres líneas de producción. Se encontró que la dosificación adecuada para el dispersante en el esmalte horneable blanco lámpara es de 0,75 % con respecto al peso del pigmento, se evidenció que el parámetro que controlaba la viscosidad en el proceso de fabricación del esmalte horneable blanco lámpara era la dispersión, en el caso del anticorrosivo blanco la sustitución del octeto de plomo y la estandarización de la fórmula generó la reducción del 4,5% en los costos de materia prima.



Alonso (2016) investigó la cantidad presente de los componentes químicos en las pinturas; así como las cantidades de resina, agua, aditivos, bióxido de titanio, carbonato cálcico. Donde los resultados de cantidades de componentes presentes fueron: resina 10%, agua 38 %, aditivos 1.5 %, bióxido de titanio 10 % y carbonato cálcico con una cantidad de 40%.

Goyonela (2007) encontró una adecuada escala de acides en líquidos con distintos grados de densidad. La acidez es un factor que influye en las características finales de una pintura que pasa de estado líquido a sólido gracias a la evaporación del agua el grado de la acidez actúa como catalizador el cual debe estar en un rango de pH de 6 a 7. En la investigación se encuentra un valor de pH de 6.5 que es óptimo para preparar mezclas que garanticen un secado homogéneo y rápido.

Restrepo, Forero, & Diaz (2009) estudiaron el óxido de hierro micáceo o hematita especular, allí determinaron que tiene una importancia demostrativa en el campo metalúrgico puesto que no se han realizado estudios con este mineral con el fin de ser utilizado para la fabricación de pigmentos naturales para pinturas anticorrosivas. Por sus potenciales ventajas, economía y agregado es un material no contaminante, por lo cual es un aspecto importante en la sociedad actual que debe tener en cuenta el cuidado de la madre naturaleza. Ese estudio se enfocó a la caracterización y beneficio de un mineral con alto contenido en hematita, con textura laminar y propiedades requeridas para fabricar un pigmento natural usado como materia prima en la elaboración de pintura de excelentes características. La investigación es interesante, teniendo en cuenta que los pigmentos basados en óxido de hierro no son contaminantes y adicionalmente son relativamente económicos, ofreciendo una nueva alternativa al sector industrial.

Torres (2018) encontró la mejor pasta pigmentaria que sea compatible con todas las químicas de pintura, para esto, se realizaron varios ensayos por color, para amarillo Cromo, naranja Molibdeno y verde gnx. Estableció las mejores condiciones en la obtención de la dispersión pigmentaria. En el proceso de encontrar las mejores condiciones se estudió dos aspectos fundamentales en la preparación de las pastas pigmentarias, el primero que son las mejores concentraciones (según norma interna



de la empresa) de las materias primas (especialmente del pigmento y dispersante) para llevar a cabo la preparación de la pasta y el segundo las mejores condiciones de molienda (según norma interna de la empresa). Se escogió analizar esas dos variables ya que, para la finalidad de una pasta pigmentaria, la concentración de pigmento y dispersante es lo que define las circunstancias para ser apta en una pintura con aplicabilidad en exteriores. Las variables de respuesta que se estudiaron en el diseño de experimentos fueron la viscosidad en centipoise (cP), que permitió obtener la pasta con la menor viscosidad, mayor estabilidad y menor cantidad de pigmento y dispersante. A la pasta pigmentaria para cada color seleccionada después del análisis estadístico, se le evaluó el desempeño y compatibilidad en diferentes químicas de pinturas tales como epóxica, alquídica y uretano aplicadas en láminas metálicas. Las pruebas realizadas a las pinturas fueron el esfuerzo de color y brillo.

Meza (2019) consideró al Silicato de Aluminio, Carbonato de Calcio y Silicato de Magnesio (extendedores), como sustituyentes parciales del Dióxido de Titanio en la elaboración de pinturas de látex. Para conseguir el objetivo planteado se utilizó una muestra patrón (prueba P1), de la cual se redujo paulatina y consecuentemente la cantidad de dióxido de titanio compensando el PVC con los extendedores ya antes descritos hasta lograr obtener el mismo poder cubritivo. La muestra patrón (prueba P1) contiene en peso 14.52% de dióxido de titanio y un total de 44.21% de (talco chino y carbonato de calcio). La metodología que empleó la dividió en tres etapas: En la primera etapa, se realizaron dos pruebas (P2 y P3) las mismas que consistieron en mantener constante la cantidad de dióxido de titanio y reemplazar el talco chino por caolín calcinado y talco peruano respectivamente. En la segunda etapa se elaboraron 3 pruebas (P4, P5 y P6), Siendo ésta última formulación la óptima, los valores de dióxido de titanio se redujeron al 8.13% mientras los extendedores aumentaron a un 49.55% en peso. La tercera etapa consistió en elaborar una prueba(P7) reemplazando únicamente la cantidad de caolín calcinado por talco peruano, consiguiendo abaratar el costo de producción, obteniendo en Síntesis una pintura(P7) con un cubrimiento igual al patrón(P1) con una reducción del 56% en el uso de dióxido de titanio. A una temperatura de 25 ° C. En cada etapa se midieron los parámetros pertinentes fundamentando así el poder cubritivo de las muestras.



Serrano (2016) realizó la obtención del carbonato de calcio, un producto con infinidad de aplicaciones y diferentes métodos de obtención. El avance de la tecnología está permitiendo el estudio de nuevas aplicaciones de este material en la escala manométrica, pero los procedimientos actuales para conseguir una granulometría tan fina son costosos y tienen una tasa de producción baja. Con el fin de mejorar la producción de nano partículas de este material se investiga un método de molienda que sea eficaz y que tenga un coste reducido. El procedimiento utilizado para hallar este método de producción se basa en la realización de experimentos en los que se varían los parámetros de molienda hasta alcanzar los objetivos planteados.

1.2.2 Antecedentes Nacionales

Ramirez (2016) investigó la elaboración de la pintura látex a partir de insumos de la región para disminuir costos de producción. El proceso de elaboración de pintura es de amplia aplicación donde se buscó determinar el pH, la granulometría y cantidades de galones muestreados. La granulometría esperada fue en un rango de 200 a 300 y un rango de pH de 7.5 a 9.

Burga (2018) tuvo como propósito aprovechar los residuos de cáscara de huevo como insumo para la elaboración de pintura látex de color para proponer una solución social, ambiental y técnica. El trabajo experimental se desarrolló en la Planta Piloto de Alimentos de la UNMSM, donde en primera instancia se recolectaron 28.73kg de cáscara de huevo procedentes del Centro de Producción Tottus, las cuales pasaron por un proceso de separación de membrana proteica para luego ser secadas a 55.3 ° C por 100 minutos. Luego, las muestras secas fueron molidas con un molino eléctrico Y800 por 1 minuto a una velocidad de 34000 RPM, enseguida dicho producto fue separado con un tamiz de abertura de malla 325 y posteriormente se formuló la pintura látex. En la investigación se comparó el tratamiento patrón A (pintura látex marca TAMSA) con un tratamiento B que contiene 32.60 % de CaCO_3 de cáscara de huevo y TiO_2 al 4.89% y con un tratamiento C formulado con 34.28 % de CaCO_3 de cáscara de huevo. Asimismo,



se evaluó las características fisicoquímicas de viscosidad, densidad, poder cubriente, tiempo de secado, color en coordenadas R, G, B para cada tratamiento y el aspecto cualitativo mediante la aplicación en una pared de concreto. Los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico fueron analizados con el software estadístico Minitab v.14 con un nivel de significancia de 0.05 y mediante la aplicación del modelo estadístico.

Simpertegui (2019) evaluó las concentraciones del viniltrimetoxisilano en la resina vinilacrílica donde se plantea que a mayor concentración será mayor la resistencia al frote en la pintura. Evaluadas en 6 concentraciones distintas (0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.35%, 0.4% y 0.5%) de la formulación de la resina para determinar la concentración óptima de dicha mezcla. Estas formulaciones fueron polimerizadas a nivel laboratorio (pilotos) 4 kg cada una y evaluadas en sus parámetros físicos: viscosidad, solidos, pH y estabilidad; para ser comparadas con una resina patrón a la cual se pretende llegar en todas sus características. Al finalizar las pruebas realizadas se concluyó que, si influye la concentración del VTMO en la formulación de la resina como promotor de adherencia en la pintura, siendo 0.35% la concentración optima, ya que a mayores concentraciones tiende a afectar la estabilidad de ésta y no mejora los ciclos en la resistencia al frote.

Hernandez & Pasache (2017) realizaron una investigación en la zona de Pisco, se instalaron varias plantas procesadoras de conchas de abanico, esta especie tiene una gran aceptación en el mercado internacional por lo que se exportan congeladas y en conservas al mercado europeo. Sin embargo, esta gran demanda, provoca a su vez que grandes cantidades de valvas de estos moluscos sean desechadas en botaderos al aire libre, originando un problema de contaminación dada a su acumulación en aumento y ausencia de medidas para mitigarlo. Por otro lado, se sabe que las valvas de conchas estén constituidas en un mayor porcentaje por carbonato de calcio, siendo este último usado como materia prima en diferentes industrias, destacando entre ellas la industria de las pinturas, en el cual es usado como pigmento inactivo. Los resultados reportaron que el tamaño de partícula influyo significativamente en la fineza de las pinturas. La pintura a 50% de



reemplazo de valvas de concha de abanico y tamaño de partícula de 38 μm , fue la que más se aproximó a las características de la pintura estándar, especialmente en la aplicabilidad.

Salgado (2012) evaluó que las pinturas a base de látex son preparadas casi universalmente utilizando dióxido de titanio como pigmento el cual es el pigmento blanco de mayor consumo en el mundo. Este pigmento no sólo es utilizado en las pinturas a base de látex blancas sino también en las pinturas a base de látex de color en las que conforma el pigmento base. El principal objetivo fue encontrar los parámetros que permitan llegar a una formulación óptima técnico-económica de una pintura de emulsión blanca a través de la elección de extendedores, su contenido en la pintura y el control de los efectos que producen en sus propiedades. Inicialmente se definen, describen y detallan las principales características de las cargas y extendedores comúnmente usadas en las pinturas de emulsión que se evaluarán, tanto cargas minerales de origen natural (tiza, talco, caolín) así como de origen sintético (silicato de aluminio) y las llamadas cargas poliméricas que consisten en emulsiones cuyo objetivo es brindar opacidad a la pintura. Las propiedades abarcan composición química, apariencia, gravedad específica, molienda, tamaño medio de partícula, absorción de aceite, pH, etc. Luego se describen las propiedades físicas de las pinturas a base de látex (viscosidad, fineza, densidad, pH, etc.) y estabilidad, como la abrasión y lavabilidad .

Yahuana (2006) estudió el comportamiento reológico de las pinturas, se identificó al copolímero que constituye la resina empleada para la elaboración mismas. Posteriormente, caracterizó la materia prima que conforma la pintura látex, y estudió en forma detallada las propiedades que proporcionan los aditivos al aplicarla como recubrimiento. Asimismo, describió algunos defectos de las pinturas ocasionados por la mala dosificación de sus componentes. En la elaboración de las pinturas es de vital importancia el control de algunos parámetros en medio del proceso, como la determinación del grado de dispersión, el control de PH y la viscosidad. Finalmente, para garantizar la calidad del producto final, describió los métodos estandarizados y especificados en las normas técnicas peruanas.



Medina et al. (2016) investigaron si las pinturas cumplen con las propiedades que detalla su ficha técnica, para ello, realizaron ensayos a pinturas de diferentes marcas y tipos bajo los parámetros y guía de ensayos establecidos por la ASTM1, principalmente para medir propiedades físico-mecánicas como densidad, tiempo de secado al tacto, dureza y adherencia. Los resultados, arrojaron lo siguiente: 1) en el ensayo de densidad se determinó que las pinturas tipo temple, son más densas que las de tipo látex y los esmaltes sintéticos, siendo 1.69, 1.34 y 0.92 g/cm³, respectivamente; 2) en el ensayo de tiempo de secado al tacto, se determinó que las de tipo esmalte sintético, tardan más que las temple y Látex; 188, 35 y 33 minutos, respectivamente; 3) en el ensayo de adherencia se determinó que el esmalte Sintético y Látex, tienen clasificación ASTM de 4B y 3B para los Temples. En el 1 Sociedad Americana de Prueba de Materiales ensayo de dureza, se determinó que las pinturas de tipo Temple y Látex tienen dureza HB, y 4H los Esmaltes Sintéticos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Obtener pintura a partir de pigmentos inorgánicos en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano - 2020.

1.3.2 Objetivo Especifico

- Definir el rango de temperatura para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos.
- Definir el rango de pH para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos.
- Definir la granulometría de malla adecuada para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos.
- Definir la resistencia al agua para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos.

1.4 JUSTIFICACIÓN



1.4.1 Justificación Tecnológico

Para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos CaCO_3 , no necesita de tecnología sofisticada o de punta, existen investigaciones anteriores que permiten la elaboración de pinturas para plasmar el trabajo en forma segura y eficiente.

Con la elaboración de la pintura se sigue algunos procedimientos y medidas de cantidades exactas según cálculos de porcentajes y descubiertos en este trabajo se justifica por el establecimiento de nuevos valores y parámetros técnicos, como el pH, temperatura, granulometría y tiempo de mezclado que se debe emplear en la elaboración de pinturas de acuerdo a las condiciones climáticas y altura de nuestra región de Puno.

1.4.2 Justificación Económica

Generar procesos cada vez más eficientes se ha convertido en un tema prioritario para este mercado cambiante por la globalización, debido a que todo cliente busca el mejor costo y el menor tiempo de entrega al solicitar un producto y/o servicio, considerando la implementación de un plan de requerimiento de materiales permitiría mejorar la gestión del área de Planeamiento y Control de la Producción, cambiando la metodología de trabajo utilizada hasta el momento.

1.4.3 Justificación Social

El presente trabajo de investigación, obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, contribuirá al desarrollo económico y social, generando fuentes de trabajo para los pobladores que pertenecen al área de manufactura de pinturas. Ya que tendremos los parámetros obtenidos en pH, temperatura y granulometría para sacar una pintura adecuada de durabilidad y secado rápido.

Para nuevas empresas se requerirá personal para realizar este trabajo, se activaría económicamente a la población aumentando una fuente de ingreso al aplicar la tecnología adecuada a la región de Puno.



1.4.4 Justificación Ambiental

La finalidad de este proyecto es demostrar los beneficios que las pinturas ecológicas traen para el medio ambiente y la salud de las personas, esto gracias a sus características de composición natural del producto. Se aplicarán operaciones de procesos químicos convencionales a condiciones ambientales de la región altiplánica y solucionando el problema de obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos.

Considerándose también, la facilidad de ser adquiridas, menor riesgo de elaboración y aplicación de ellas. así mismo, se pretende dar a conocer que existe otro tipo de pinturas que además de ser amigables con el medio ambiente, tiene mejores características que las pinturas convencionales en cuanto a su nivel de toxicidad, permeabilidad y aplicación.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 Hipótesis General

En el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la universidad Nacional del Altiplano se puede elaborar pintura a partir de pigmentos inorgánicos.

1.5.2 Hipótesis Especifica

- Conociendo las características de la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos, se define el rango de temperatura adecuada.
- La tecnología propuesta definirá el parámetro del pH, para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos.
- La obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos determinará la granulometría de malla adecuada.
- La obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos determinará la resistencia al agua.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 RESEÑA HISTÓRICA

Ramírez (2016) nos recuerda que hace muchos años que el hombre de las cavernas pintaba las paredes de sus cuevas utilizando la pintura que él mismo preparaba. Tenía la necesidad de expresar sus sentimientos, por lo que pintaba animales, escenas de caza y los acontecimientos más relevantes de su entorno. Como ya se ha descrito en infinidad de ocasiones, las pinturas rupestres más antiguas se hallan en las Cuevas de Altamira (España) y Lascaux y Font Gaume en el sur de Francia. También se encuentran pinturas de animales en el norte de Australia en Aurtherland, cuya antigüedad se sitúan en 5.000 años.

Las primeras aplicaciones fueron pinturas sin aglutinante, formada por óxido férrico, se usaba en las creaciones artísticas rupestres hacia el milenio 15 a.C. En Asia utilizaban pigmentos hechos de minerales, mezclas elaboradas y componentes orgánicos que se usaban en el año 6000 a.c. Los antiguos egipcios, los griegos, los romanos, los incas y los antiguos mexicanos conocían el añil, un pigmento azul que se extrae de la planta del añil. La goma arábiga, la clara de huevo, la gelatina y la cera de abeja fueron los primeros medios fluidos que se usaron con estos pigmentos. Las lacas se emplearon en China, los romanos ya conocían el empleo del aceite de linaza como medio fluido para la pintura, los artistas sólo lo utilizaron a partir del siglo XV. (Ramirez, 2016)

2.2 DEFINICIÓN DE PINTURAS

Se puede definir una pintura líquida como una mezcla heterogénea de componentes que una vez aplicada y seca se transforma en una película continua de espesor más o menos uniforme, sin pegajosidad al tacto y con las características o aptitud al uso con la que ha sido diseñada. (Alonso, 2016)

Los componentes de la pintura varían en gran manera en función del tipo de acabado que se requiera y de las condiciones de aplicación y secado.



Las pinturas líquidas son mezclas heterogéneas en forma de dispersión estable, cuando una pintura se aplica en capa delgada se transforma mediante procesos físicos y químicos o físico – químicos en una película continua y coherente con unas características que vienen determinadas por el diseño de su formulación. (Alonso, 2016)

Los componentes de la pintura son un sistema pigmentario, el vehículo fijo, disolventes y aditivos: cada uno de ellos aporta unas características concretas a la pintura elaborada. Aunque no necesariamente, todas las pinturas y recubrimientos deben contener estos elementos. (Calvo, 2009)

2.3 COMPOSICION QUIMICA DE LA MATERIA PRIMA: (CaCO₃)

La caracterización del yeso debe contemplar, un análisis químico (determinación de elementos como óxidos), análisis mineralógico (determinación de fases alotrópicas, hemihidratos alfa, beta, dihidrato, anhidrita), análisis micro estructural (forma del agregado, porosidad) y la determinación de parámetros físico-mecánicos (tiempo de fraguado, resistencia a la compresión, a la flexión, resistencia al agua, al fuego, etc.) El conocimiento del conjunto de estas propiedades permite resolver el problema de dónde y cómo utilizar el material, logrando el mayor efecto técnico económico. (Maure & J., 1997)

El carbonato de calcio es un compuesto inorgánico cuya fórmula química es CaCO₃. Se encuentra principalmente en minerales como la calcita y la aragonita. Asimismo, compone la piedra caliza, una roca sedimentaria en la que está presente la calcita. (Gabriel, 2002)

2.3.1 Formación

La tiza, el mármol y la piedra caliza, los dos primeros minerales y un material rocoso el tercero, contienen carbonato de calcio y son de origen sedimentario, Se piensa que se formaron por la sedimentación de caracoles durante millones de años. El pH podría ser el factor más importante en la formación de los polimorfos a una temperatura de 24 °C. La vaterita es el producto principal en una gama de pH entre 8,5 y 10; la aragonita lo es a pH 11; y la calcita a pH>12. Asimismo, se sabe que

muchas algas de agua dulce construyen cristales de calcita cuando crecen en un ambiente saturado de calcio. Además, las microalgas son capaces de provocar la precipitación del carbonato de calcio. (Gabriel, 2002)

2.3.2 Solubilidad

Prácticamente insoluble en agua y alcohol. Se disuelve con efervescencia en los ácidos acético y clorhídrico diluidos. Los hidróxidos sin embargo reducen su solubilidad. Mientras, las sales de amonio y el dióxido de carbono incrementan la solubilidad del carbonato de calcio en agua. (Gabriel, 2002)

2.3.3 Estructura

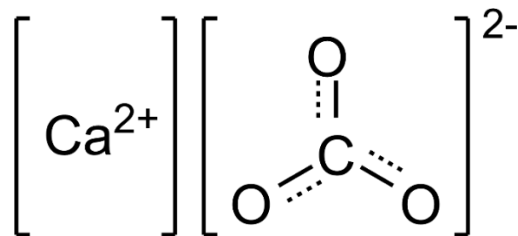


Figura 1: Estructura del Carbonato de Calcio

Fuente: (Gabriel, 2002)

2.4 COMPOSICIÓN DE LA PINTURA

Las pinturas constan de una serie de subproductos que pueden ser líquidos o sólidos, los cuales le confieren propiedades que caracterizan al producto final. A continuación, se describen los principales componentes de las pinturas. (Schweigge, 2005)

2.4.1. Disolvente

Se conoce como la parte volátil de la pintura, su uso principalmente es como modificador de viscosidad, además del control de tiempo de secado, escurrido y nivelación. Estos no forman parte activa en las reacciones químicas durante todo el proceso, y su importancia radica en su capacidad de disolver la resina o ligante. A la hora de ser modificado, se debe cuidar la velocidad de evaporación ya que si se obtienen precipitaciones de la resina se afectan propiedades físicas como la



adherencia; de acuerdo a la solubilidad que posee el dispersante en la resina, se tiene en cuenta la dosificación ya que es una relación directamente proporcional. Entre los más importantes se encuentran: el varsol, xilol, tuluol y thinner. (Schweigger, 2005)

2.4.2. Resina

Componente que sufre un proceso de polimerización o secado dando lugar a productos sólidos, se puede clasificar como:

Vinílica. Dispersión acuosa encargada de brindar una excelente estabilidad y resistencia al envejecimiento por los efectos ambientales a las pinturas con formulación de agua. Empleadas en revestimientos flexibles y lavables, poseen buena aplicabilidad y baja viscosidad. (Schweigger, 2005)

Alquílica. Líquido viscoso formado por la reacción de un grupo de poliácidos con uno de polialcoholes modificados con ciertas proporciones de aceite de tipo secante o ácido graso. El producto final debe ser diluido. Presenta características importantes tales como la estabilidad a largos periodos de almacenamiento, y adicionalmente, pueden ser modificada para proporcionar propiedades que van desde películas duras, baja flexibilidad y de secado rápido hasta películas suaves de secado lento, generando economía en tiempo y dinero. (Schweigger, 2005)

2.4.3. Pigmentos

Partículas insolubles dispersas en una pintura, las cuales dan a la película seca propiedades características de color y opacidad. Pueden ser de dos tipos:

Inertes. Pigmentos que, incorporados a una pintura, permanecen relativamente inactivos o químicamente inalterados, bajo condiciones determinadas



Inhibidores. Este tipo retarda o previene la corrosión de metales mediante mecanismos químicos y/o electroquímicos. El plomo rojo y el cromato de zinc son ejemplos de pigmentos inhibidores. (Schweigger, 2005)

2.4.4. Vehículos

El vehículo es el encargado de formar la película protectora durante los procesos de aplicación y curado. Al mismo tiempo, es el soporte del pigmento y de las cargas, así como de los aditivos que se mantienen inmersos en él, mientras la pintura se encuentra en estado líquido, pueden ser de carácter no volátil (aceites, resinas, secantes, pigmentos y otros aditivos) y de carácter volátil (agua, cetonas esteres, acetatos). (Schweigger, 2005)

2.4.5. Colorantes

Sustancias adicionadas al producto para proporcionarle un tono específico. Estos a diferencia de los pigmentos se presentan en estado líquido, por lo tanto, se encuentran disueltos o dispersos en la pintura. (Schweigger, 2005)

2.4.6. Carga

Son materiales minerales inertes micronizados a diferentes mallas estas son de gran importancia debido a su composición química y características físicas, dándole propiedades específicas a la pintura. Para tal fin es necesario conocer algunos criterios específicos de estas cargas como lo son:

Estructura morfológica. Define a las cargas por su composición química y determina la geometría de las partículas. Las cargas laminares en agua tienen una polaridad dieléctrica que influye en la viscosidad de los recubrimientos. La granulometría de las partículas es relevante con respecto a la mezcla para la homogeneización de estas, con el fin de que no pierda sus características propias. Las propiedades físico-químicas de las cargas poseen cierta influencia en las propiedades de la pintura; en el **Tabla 1.** resumen algunas de las más importantes. (Schweigger, 2005)

Tabla 1: Características de las cargas minerales.

Características de las cargas	Influencia en su aplicación teórica
Composición química	Inercia y compatibilidad con dispersiones, resistencia a la intemperie y a la acidez de la lluvia, resistencia a microorganismos.
Granulometría de la carga	Influye el PVC, cpvc, la reología, consumo de dispersantes, compactación y porosidad, poder cubriente, aspecto acabado, el brillo, el ensuciamiento permeabilidad al vapor de agua.
Morfología de la carga	Reología, consumo de dispersante, porosidad, resistencia a la intemperie y la acidez de la lluvia.
Peso específico	Influye el PVC, el asentamiento y los costos.
Índice de refracción	Relevancia en el poder cubriente.
Color	Blancura y nitidez de los pigmentos.
pH	La estabilidad de la dispersión de las cargas, resistencia a microorganismos, comportamiento en la intemperie.
Dureza Mosh	Resistencia a la abrasión

Fuente. Manual de pinturas y recubrimientos plásticos. (Schweigger, 2005)

Las principales cargas utilizadas en el proceso son:

Talco. Mineral natural hidrosilicato de magnesio.⁴ Al unirse con el agua una de sus propiedades es el aumento de la viscosidad. Sus principales efectos son controlar la reología, mejorar la estabilidad, reducir la sedimentación, reducir la tendencia a fisuras.

Caolín. Es un silicato de aluminio de estructura laminar flexible. Posee una elevada absorción de aceite, su principal función es extender el pigmento mejorando la distribución de este en el disolvente.



Tiza (CaCO₃). El carbonato cálcico es una de las cargas más utilizadas, especialmente en pinturas plásticas o de emulsión, debido a su bajo coste, baja absorción de aceite y baja viscosidad estructural. Su resistencia a los agentes químicos es baja, sin embargo, presenta una buena resistencia al exterior, y si bien es totalmente transparente en estado húmedo, presenta una buena opacidad una vez seco. (Calvo, 2009)

Aditivos.

Son adicionados en pequeñas cantidades principalmente con el objetivo de facilitar la dispersión de los pigmentos y la viscosidad del producto final. A continuación, se presentan los principales tipos de aditivos. (Gonzales & Salinas, 2016)

Secantes.

Productos químicos que abrevian considerablemente la duración del secado de los aceites secantes en las pinturas, barnices y tintas. El secado de los aceites se verifica por absorción de oxígeno. Clasificados como: activos, entre los cuales resaltan el Cobalto, Magnesio y Plomo; y los auxiliares, entre los cuales se encuentran el Calcio, Zirconio, Hierro y Cobre. El secado de la película, permite obtener productos que mantengan uniformidad a lo largo de la vida útil. En la **Tabla 2** se presentan los valores del porcentaje de secante sobre los sólidos del ligante. (Calvo, 2009)

Tabla 2: Porcentaje a considerar de secantes sobre sólidos del ligante.

Secante	Porcentaje tentativo (%)
Cobalto	0.04
Manganeso	0.02
Zirconio	0.04
Calcio	0.04
Bario	0.02

Fuente. Pinturas y barnices, tecnología básica (Calvo, 2009)



Anti sedimentales. Disminuyen y previenen la precipitación de los pigmentos y cargas, reduciendo la fuerza de atracción entre partículas. (Calvo, 2009)

Humectantes. Facilitan la dispersión ayudando al vehículo a penetrar en los aglomerados de las partículas del pigmento sin cohesión, desalojando el aire interior, separando las partículas de pigmento y rodeándolos de una envoltura de vehículo líquido. (Calvo, 2009)

Espesantes. En algunas ocasiones la viscosidad de la pintura varía y es allí donde se hace necesario el uso de un espesante, con el fin de ajustar la reología de la pintura. A continuación, se presentan los más utilizados.

- a. **Espesantes minerales inorgánicos.** Presentan una granulometría fina, y su principal función es evitar sedimentación y asentamiento de cargas y pigmentos. Este tipo de espesantes actúan independiente del pH que tenga la pintura.
- b. **Espesantes celulósicos.** Se obtienen de la purificación de la celulosa con una serie de reacciones químicas. Hay algunos que se destacan por la hidrofilia que tienen como función la compatibilidad con pastas pigmentadas, eficiente humectación de cargas y pigmentos, estabilidad de la dispersión de estos y reducción a la formación de espumas. (Calvo, 2009)
- c. **Espesantes Acrílicos.** Son dispersiones ácidas de copolímeros acrílicos y metacrílicos, cuando estos se disuelven en agua este desarrolla un gel con un fuerte poder de espesamiento.

Dispersante. Este aditivo evita la floculación de pigmento durante el proceso de molienda y dispersión. Junto a la resina permite que el proceso de dispersión sea más fácil y se logre incorporar el pigmento completamente, proporcionando propiedades tales como cubrimiento y viscosidad. Cabe resaltar que el rango que se varía es de acuerdo al porcentaje del pigmento en formula. En se presenta el rango de dispersante en el tipo de pigmento de acuerdo al peso molecular.

Tabla 3: Porcentaje de dispersante respecto al tipo de pigmento.

Tipo de pigmento	Porcentaje de dispersante
Inorgánico	0.5-1%
Orgánico	5-10%

Fuente. Pinturas y barnices, tecnología básica. (Calvo, 2009)

Agentes reológicos. Para la regulación de la reología en las pinturas es necesario considerar la relación de los agentes con el sistema pigmentario y la viscosidad, dado que proporciona características cuando la pintura se somete a fuerzas de cizalla y en el almacenamiento del producto final. Para la selección del espesante en sistemas acuosos (vinilo), es de vital importancia conocer el tamaño y forma de partícula de las cargas empleadas, ya que permite entender el comportamiento de este en la mezcla y obtener un CVP apropiado para el producto deseado. El valor aceptado de la carga mineral en pinturas plásticas debe encontrarse entre 4 - 8%. (Calvo, 2009)

2.5 CLASIFICACIÓN DE PINTURAS

Los tipos de pintura se diferencian según la base que actúa como vehículo en la mezcla. A continuación, se presentan las diferentes clasificaciones. (Calvo, 2009)

2.5.2. Vinilos

Tipo de pinturas a base de agua, cuyo formador de película son emulsiones a base de polímeros vinil acrílicos. Aunque son solubles en agua, una vez secas son resistentes a la misma. Destaca especialmente por la rapidez del secado. (Calvo, 2009)

2.5.3. Esmaltes

Pinturas de tipo alquídicas que proveen una excelente protección al acero estructural además de buen brillo, retención de color y buena durabilidad. A continuación, se presentan los tipos disponibles. (Calvo, 2009)

- a) **Esmaltes hornéales.** El curado de este tipo de pintura se produce por horneado, ideal para estructuras metálicas. Se debe presentar una reacción de una resina alquídica con una nitrogenada y con presencia de calor. Se puede encontrar esmaltes hornéales aromáticos y alifáticos.
- b) **Anticorrosivos.** Esmalte a base solvente de acabado mate, diseñada para mejorar la resistencia y durabilidad de los esmaltes sobre las superficies metálicas ferrosas, cuyos pigmentos son: óxidos de zinc, hierro, entre otros.

2.6 PROCESO DE HOMOGENIZACIÓN

2.6.1. La homogenización

Se define como la mezcla de fluidos solubles Fig.1, cuyos objetivos principales son lograr el equilibrio de gradiente de temperatura y de gradiente de concentración. Se utiliza entre otras cosas para la neutralización de ácidos/base, diluir disoluciones de alta concentración, mezcla de fluidos con temperaturas distintas y distribución de polímeros en suspensión para floculación. (Castillo, 2013)

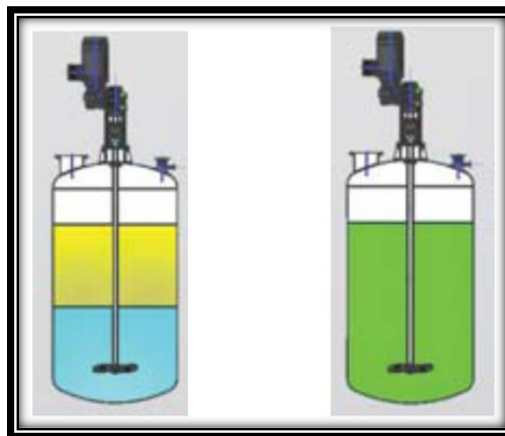


Figura 1: Homogenización de los fluidos (mezcla de la pintura)

Fuente: (Castillo, 2013)



2.7 TEMPERATURA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA PINTURA

2.7.1. Temperatura

La medición de la temperatura, es una de las magnitudes físicas más comunes en nuestra vida diaria. Se define como la propiedad de un cuerpo que determina la transferencia de calor a otros cuerpos.

El termómetro de mercurio es uno de los más antiguos instrumentos para medir temperatura, las características de su principio de funcionamiento se basan en la dilatación térmica de los metales líquidos y es impreciso. Por otra parte, el mercurio es tóxico y peligroso para el medio ambiente. Físicamente, la temperatura afecta a las magnitudes macroscópicas de un cuerpo tales como volumen y presión. La escala de temperaturas fundamental es la escala absoluta, termodinámica ó de Kelvin. El Kelvin (K) se define como la fracción $1/273.16$ de la temperatura termodinámica del punto triple del agua. (Húzgame, 2010)

Dos escalas empíricas de temperatura, que son Celsius y Fahrenheit, se usan normalmente. Estas escalas se basan en dos puntos fijos.

La escala de temperatura Celsius, llamada también Centígrado ($^{\circ}\text{C}$), usan las unidades $^{\circ}\text{C}$, definidas como $1/100$, es la fracción de la diferencia entre la temperatura de ebullición (100°C) y la de congelación (0°C), del agua. (Quintanilla Madero, 2010)

La relación entre las escalas Kelvin y Celsius, está dada por:

$$K = ^{\circ}\text{C} + 273.15$$

$$C = ^{\circ}\text{K} - 273.15$$

2.7.2. Tipos De Termómetros

- **Termómetros de líquidos:** Se basan en la dilatación térmica que sufren los líquidos.
- **Termómetro de gas:** Se basan en la dilatación de los gases, en función de la temperatura.
- **Termómetros de vapor:** Son análogos a los termómetros de gas
- **Termómetros de metal:** Se basan en la dilatación térmica de los metales.



- **Termómetros de resistencia:** Se basan en la variación de resistencia eléctrica de ciertos cuerpos fabricados a propósito.
- **Termómetros de termopar:** Cuando se calientan dos metales disímiles, generan un Voltaje entre sus extremos, esta es la base de su funcionamiento.
- **Termómetros ópticos:** Se llaman “piro métrico “se basan en la relación entre la temperatura de un cuerpo y el calor radiado por este.

2.8 DETERMINACIÓN DE pH

2.8.1. El pH

Desde una aproximación simplificada, el pH puede definirse como una medida que expresa el grado de acidez y basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y la acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra. (Goyonela, 2007)

El valor de pH representa el menos logaritmo en base diez de la concentración de iones hidrógeno $[H^+]$. Como la escala es logarítmica, la caída en una unidad de pH es equivalente a un aumento de 10 veces en la concentración de H^+ .

Entonces, una muestra de agua con un pH de 5 tiene 10 veces más H^+ que una de pH 6 y 100 veces más que una de pH 7. (Goyonela, 2007)

Los cambios en la acidez pueden ser causados por la actividad propia de los organismos, deposición atmosférica (lluvia ácida), características geológicas de la cuenca y descargas de aguas de desecho.

2.8.2. ¿Cómo saber si un compuesto es un ácido o una base?

Las características para conocer son los siguientes comencemos por enumerar algunas de sus propiedades. (Xiomara, Navarro, & Noguera, 2005)

Los ácidos son compuestos que:

1. Hacen que el colorante indicador tornasol cambie a rojo
2. Tienen sabor agrio
3. Disuelven los metales activos (como cinc o hierro) y producen hidrógeno gaseoso



4. Reaccionan con las bases para formar agua y compuestos iónicos llamados sales.

Los ácidos y las bases son especies químicas opuestas, así que sus propiedades son muy diferentes.

Las bases son compuestos que:

1. Hacen que el colorante indicador tornasol cambie a azul
2. Tienen sabor amargo
3. Se sienten resbalosas al tacto
4. Reaccionan con ácidos para formar agua y sales.

2.9 GRANULOMETRÍA

2.9.1. Análisis granulométrico.

Proceso para determinar la proporción en que participan los granos del suelo, en función de sus tamaños. Esa proporción se llama gradación del suelo.

La gradación por tamaños es diferente al término geológico en el cual se alude a los procesos de construcción y la destrucción (degradación) del relieve, por fuerzas y procesos tales como tectonismo, vulcanismo, erosión, sedimentación, etc. (Duque, 2003)

2.9.2. Métodos de análisis granulométrico.

Comprende dos clases de ensayos: El de tamizado para las partículas grueso – granulares (gravas, arenas) y el de sedimentación para la fracción fina del suelo (limos, arcillas), pues no son discriminables por tamizado. (Duque, 2003)

2.9.3. Método del tamizado.

Una vez se pasa por la molienda y se pulverice, se hace pasar por una serie organizada de tamices, de agujeros con tamaños decrecientes y conocidos, desde arriba hacia abajo. El primer tamiz, es el de mayor tamaño y es donde inicia el tamizado. Se tapa con el fin de evitar pérdidas de finos; el último tamiz está abajo y descansa sobre un recipiente de forma igual a uno de los tamices, y recibe el material más fino no retenido por ningún tamiz. (Duque, 2003)



Con sacudidas horizontales y golpes verticales, mecánicos o manuales, se hace pasar el suelo por la serie de tamices, de arriba abajo, para luego pesar por separado el suelo retenido en cada malla.

2.10 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Temperatura.** Calor almacenado en el interior de un cuerpo líquido, sólido o gaseoso.
- **Granulometría.** Denominación a la dimensión del tamaño de partícula clasificado por su radio.
- **Disolución.** Proceso de dispersión o separación de moléculas de un soluto en un solvente.
- **Agitación.** Movimiento continuo de un área con material en fase líquida o gaseosa.
- **Secado.** Proceso de separación del agua por medio de inducción de energía.
- **Tamizado.** Proceso de selección de partículas sólidas mediante movimiento vibratorio.
- **Pulverizado.** Proceso de disminución de tamaño y diámetro de partículas sólidas.
- **Homogenización.** Proceso de mezclado continuo en cantidades proporcionales.
- **Molienda:** Operación unitaria que reduce el volumen promedio de las partículas de una muestra sólida por compresión, impacto, cizalla y cortado. La reducción se lleva a cabo dividiendo o fraccionando la muestra por medios mecánicos hasta el tamaño deseado.
- **Leneta:** Formato con espacios blancos y negros especial para la aplicación de pinturas con el aplicador de tipo Bird y de tal manera ver el esfuerzo de color.
- **Luminosidad:** Cantidad de luz emitida o reflejada por un objeto.
- **Película:** Capa delgada que producen las pinturas al extenderse y secarse sobre una superficie.
- **Pigmento:** Producto constituido por partículas sólidas muy finas, insolubles en el vehículo que se utiliza en la preparación de pinturas, para darles color o poder de cubrimiento.



- **Pintura látex:** Es un producto base acuosa, de terminación mate, la cual puede ser utilizada como primera mano, puente adherente y terminación. Está diseñada para aplicarse sobre diferentes tipos de sustratos, para uso interior y exterior. Existe una gran variedad de productos, tales como hidrorrepelentes, elastoméricos, etc., los cuales están elaborados para usos específicos, con fin de ofrecer mejores soluciones y cumplir con los requerimientos técnicos de arquitectos, ingenieros y cliente final.
- **Dióxido de titanio:** Es un compuesto inorgánico de color blanco que se emplea desde hace casi un siglo en una enorme cantidad de productos diversos. Se confía en esta sustancia porque aporta luminosidad sin ser tóxica ni reactiva, lo cual permite intensificar la blancura y el brillo de muchos materiales de forma segura.

2.11 CONTROL DE CALIDAD

Para la determinación del control de las variables y propiedades que interfieren en la calidad del producto, se realizará dos diferentes pruebas especificadas a continuación,

2.11.1. Densidad

Atares (2007) menciona que la densidad es una propiedad básica de cualquier líquido, y se define como su masa por unidad de volumen. Las unidades más comunes de la densidad son g/ml y kg/m^3 . En el caso concreto del agua, su densidad es 1g/ml o bien 1000 kg/m^3 .

Existen diversos métodos de determinación de la densidad de un líquido, entre los cuales el método del picnómetro ofrece cierta sencillez. Este procedimiento permite el cálculo de la densidad de cualquier líquido a través de tres determinaciones gravimétricas (a través de la determinación de tres masas con una balanza analítica). Se trata de un método simple, pero que requiere de la comprensión de sus fundamentos. Además, para obtener resultados fiables, se requiere cierta destreza y tener en cuenta algunas precauciones que se describirán aquí.

Del mismo modo, es importante tener en cuenta que, puesto que los líquidos varían su volumen con la temperatura, la densidad también sufre esta variación.



En este documento no vamos a considerar esta variación, pero queremos recalcar que cualquier determinación de la densidad debería realizarse a temperatura controlada y conocida.

La densidad de una sustancia se define como la cantidad de masa que posee por unidad de volumen.

$$D = M/V$$

La densidad es una propiedad intensiva y no depende de la cantidad de masa presente, para un material dado la relación de masa a volumen siempre es la misma; es decir, el volumen aumenta conforme aumenta la masa. Usualmente la densidad se expresa en g/mL, g/L, g/cc.

2.11.2. Viscosidad

Gonzales & Salinas (2016) mencionan que la viscosidad indica la reología y fluidez que tiene la pintura líquida asegurando que tras la dilución de la misma las características de aplicación y acabado sean las más adecuadas. Dichos autores indican que existen diversos tipos de viscosímetros:

- a. **Viscosímetro de copa.** Se utiliza en la medición de pinturas de reología newtoniana como es el caso de esmaltes. Para esta prueba es necesario contar con una temperatura de 25 °C y se mide el tiempo de vaciado del recipiente de volumen determinado a través de un orificio de diámetro concreto.
- b. **Viscosímetro rotacional.** Efectúan la medida de la viscosidad en función del esfuerzo necesario para girar un usillo o paleta dentro del seno de la pintura con una temperatura de 25°C, las unidades de medida son Krebs (KU) o centipoises.

2.11.3. Adherencia

La evaluación de la adherencia se realizó a través del método del raspe con cinta según la norma ASTM D-3359, la cual consiste en efectuar una cuadrícula de 25 cuadritos, de 2x2mm, realizando incisiones paralelas y perpendiculares en el revestimiento. Estas incisiones deben penetrar la película seca, hasta el soporte (vidrio). El resultado del ensayo consiste en Juzgar el aspecto final de la cuadrícula



con una lupa y clasificar según el % desprendimiento ASTM (5B: 0% 4B: 0-5% 3B: 5-15% 2B: 15-35% 1B: 35-65% 0B:>65%).

2.11.4. Resistencia al Agua

Giudice & Pereyra (2000) indican que la degradación de una película por los agentes atmosféricos resulta de la combinación de diversos factores, muchos de los cuales presentan variaciones cíclicas altamente destructivas. Algunos ejemplos surgen al considerar la luz solar, la temperatura, la humedad relativa, la lluvia, etc. Las diferentes atmósferas (rural, urbana industrial y marina) generan condiciones de distinta agresividad.

Para determinar el efecto de la exposición a la intemperie, generalmente los laboratorios de control de calidad e institutos de investigación disponen de estaciones en las que las pinturas y los recubrimientos se exponen a la intemperie. (Pereyra & Giudice, 2000)

Se emplean normas y especificaciones para la interpretación cualitativa y/o cuantitativa de las propiedades o falla considerada. Paralelamente, se deben registrar las condiciones ambientales (particularmente la temperatura, la humedad, el agua de lluvia y los días de sol) durante el ciclo de envejecimiento. (Pereyra & Giudice, 2000) En lo referente a los equipos de envejecimiento acelerado, se pueden citar los siguientes:

- **Intemperiómetros:** Los equipos usualmente empleados son relativamente complejos; ellos generan las condiciones necesarias para producir un deterioro o cambio de propiedad en lapsos más reducidos que los involucrados en la intemperie. Los Weather Ometers o intemperiómetros reproducen las condiciones ambientales (luz, humedad y temperatura); en muchos casos se generan atmósferas similares a las del tipo industrial con el empleo de dióxido de azufre o de nitrógeno. (Pereyra & Giudice, 2000)
- **Cámara de UV:** Los ensayos de resistencia a la luz se llevan a cabo sobre paneles de características preestablecidas en lo relativo a su naturaleza y composición



(metal, madera, hormigón, plásticos, etc.). Los paneles pintados se ensayan a la acción de la luz ultravioleta en cámaras especiales durante un lapso determinado con el fin de comprobar en laboratorio los requisitos contemplados en normas o especificaciones. Generalmente se realizan determinaciones de color y brillo con respecto a muestras no expuestas; otras propiedades fisicomecánicas igualmente pueden ser evaluadas. (Pereyra & Giudice, 2000)

- **Cámara de niebla salina:** Paneles metálicos desnudos o bien protegidos con un sistema de pinturas se somete a la acción de una solución atomizada de cloruro de sodio en condiciones de concentración y temperatura definidas. Esta cámara se emplea para el ensayo de revestimientos anticorrosivos y reproduce las condiciones de un medio marino, Figura 17. Las condiciones de funcionamiento de la cámara están precisadas en la norma ASTM D 117: Temperatura, 35 ± 1 °C; pH, 6,5 a 7,2; concentración salina, 5 ± 1 % en peso. (Pereyra & Giudice, 2000)
- **Cámara de humedad y temperatura controladas:** Consta de un gabinete aislado térmicamente y está provista de un tanque con agua destilada la cual es calefaccionada eléctricamente. La circulación de vapor se implementa con un ventilador. Las probetas se disponen en posición vertical. Fundamentalmente se determina la resistencia a la formación de ampollas de las películas de pintura ya que el fenómeno osmótico (ASTM D 714) es significativo. La temperatura de la cámara varía entre 42 y 48 °C en un lapso de 30 minutos; luego desciende gradualmente hasta alcanzar el valor inferior, también en 30 minutos. En esta última etapa la humedad condensa sobre la superficie pintada. (Pereyra & Giudice, 2000)
- **Resistencia a la temperatura:** La resistencia térmica de materiales, que en servicio son expuestos permanentemente en forma cíclica o bien puntualmente a elevadas temperaturas, se establece llevando los paneles pintados en hornos en condiciones operativas definidas. Particularmente se consideran la cinética de calentamiento y la temperatura final. Luego de finalizada la experiencia, generalmente a temperatura ambiente, se consideran la adhesión y la retención de brillo y color. Un ensayo más exigente incluye similares aspectos que los enunciados anteriormente, pero la etapa de enfriamiento se puede realizar



bruscamente por inmersión del panel caliente en un medio (agua, aceite, etc.) a temperatura ambiente. (Pereyra & Giudice, 2000)

- **Resistencia al agua y otros agentes químicos:** Para establecer el comportamiento de pinturas o sistemas de pinturas se preparan paneles en condiciones establecidas de preparación de superficie, número de capas, espesores parciales y totales, tiempo de secado/curado, etc. Las probetas se sumergen en agua; soluciones salinas, ácidas o alcalinas; aceites, etc., a la temperatura y durante el lapso convenidos. El juzgamiento del ensayo se lleva a cabo considerando las modificaciones de color y brillo, la formación de ampollas y cualquier otro tipo de falla de la película. (Pereyra & Giudice, 2000)



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Generalidades

El objetivo del trabajo experimental es la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos la tiza mediante el proceso de mezcla y homogenización haciendo uso de la pintura para su aplicación en pintado de muros, paredes y superficies lisas. Para lo cual tuvimos que realizar un estudio completo de elaboración de pinturas para poder observar si con una granulometría, pH y temperaturas adecuadas a condiciones climáticas de la región Puno era posible su obtención.

Localización

La parte experimental de la investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Operaciones de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

3.1 MATERIALES Y REACTIVOS

3.1.1 Materiales y equipos

Materiales

- Varilla agitadora de vidrio 5X200 mm
- Guantes de jebe Látex
- Picnómetro 25 ml
- 02 Vasos precipitados 400 mL
- 02 Vasos precipitados 300 mL
- 01 probeta 100 mL
- 01 Espátula de acero
- 01 Pipeta de 100ml



Equipos

- Molino de bolas Capacidad max.25 kg.
- Termómetro PT100
- Balanza analítica HENKEL 1000gr/ 0.1g
- 01 estufa eléctrica HUAMAO 60W
- pH metro SKU QTI 850051
- Tamizador U.S.A. STANDARD TESTING SIEVE A.S.T.M 11 SPECIFICATION
- Viscosímetro BROOKFIELD RVDV – RY6520

Reactivos

- Agua destilada
- Formol (CH₂O)
- Dióxido de Titanio (TiO₂)
- Carboximetilcelulosa (CMC)
- Cola sintética
- Adherente (harina)

Materia prima

- Tiza CaCO₃

3.1.2 Diagrama de flujo cuantitativo

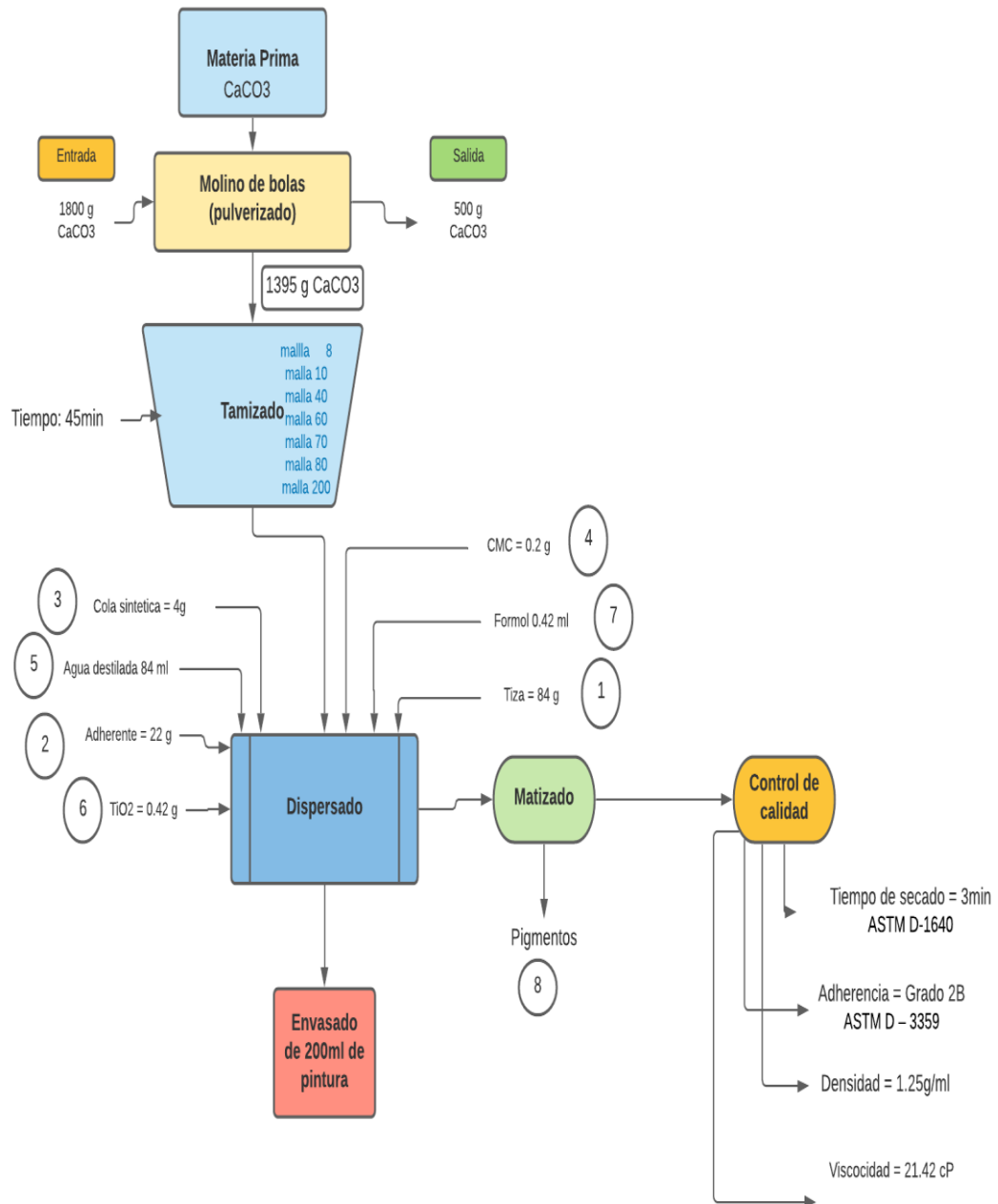


Figura 2: Diagrama de flujo cuantitativo de obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos

Fuente: Elaboración propia



3.2 Descripción del proceso de obtención de pintura

3.2.1 Descripción de la materia prima

El carbonato de calcio es un compuesto inorgánico cuya fórmula química es CaCO_3 . Se encuentra principalmente en minerales como la calcita y la aragonita. Asimismo, compone la piedra caliza, una roca sedimentaria en la que está presente la mineral calcita.

Propiedades de la tiza CaCO_3

- ✓ Estado físico: Solido
- ✓ Color: Blanco
- ✓ Olor: Inodoro
- ✓ pH: 8-9
- ✓ Punto de fusión: 825 °C
- ✓ Solubilidad al agua: 1-2 g/100 ml

3.2.2 Reducción de tamaño de partícula

Reducción de la materia prima: TIZA (CaCO_3) en el molino de bolas ubicado en el CIP – CURTIMBRE DE LA FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA. Como se aprecia en la figura 3.

DATOS:

Materia prima: 1800 kg

Tiempo de molido: 45 min

Motor: 3 Kw 1.1 (1.5) TRAME 80

220V /380/440 A 450/2.61/2.25min 1710

60Hz SF 1:15 PF 0.8 DUTY SI

T Ambiente 40°C IP55 A 1000

MODELO TE18F0X0



Figura 3: Molino de bolas

Fuente: Elaboración Propia

Existe pérdida de materia prima que se queda en las paredes y pequeños agujeros que existe en el equipo de molino de bolas. Como se ve en la figura 4.



Figura 4: Interior de Molino de bolas

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Peso de la muestra en el Laboratorio ciencias básicas de la FIQ – UNAP

Luego de la reducción de tamaño se lleva a pesar en la balanza electrónica teniendo un total de 1395 g como se muestra en la figura 5.



Figura 5: Peso total de materia prima CaCO_3

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Tamizado

Tamizar la tiza en las mallas 08, 10, 40, 60, 70, 80 y 200 que se encuentra en el LABORATORIO DE CIENCIAS BASICAS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA.

Datos:

ESPECIFICACIONES DEL TAMIZADOR (LAB. DE LA FIQ - UNAP)					
MALLA	MILIMETROS	MICRONES	MICROMETROS	TAMANO DE APERTURA	ESPECIFICACIONES
8	2.36mm			2.36mm	A.S.T.M.E - 11
10	2.00mm			2.00mm	A.S.T.M.E - 11
40			425 μm	425 μm	A.S.T.M.E - 11
60			250 μm	250 μm	A.S.T.M.E - 11
70			212 μm	212 μm	A.S.T.M.E - 11
80			180 μm	180 μm	A.S.T.M.E - 11
200			75 μm	75 μm	A.S.T.M.E - 11

Materia prima: 1395 g

Tiempo: 45min

Con ayuda de un mortero se tritura un poco más para que obtener lo más fino del tamizado como se ve en la figura 6.

Fuente: Elaboración propia



Figura 6: Tamiz con materia prima CaCO_3

Fuente: Elaboración propia

3.2.5 Peso de aditivos para la elaboración de pintura

Para 200ml de pintura a partir de pigmentos inorgánicos, doblamos un papel de 10 cm de largo por 8 cm de ancho en una balanza analítica tarar el papel y agregar el respectivo reactivo. Tiza = 84 g, TiO_2 = 0,21 g, CMC = 0,2 g y Adherente = 22 g, en la figura 7 y 8 se muestran los pesos de cada compuesto.



Figura 7: Peso del Dióxido de titanio TiO_2

Fuente: Elaboración propia



Figura 8: Peso del pigmento azul cobalto

Fuente: Elaboración propia

3.2.6 Vasos precipitados con Muestra solidas de cada malla del tamiz

Contienen Tiza $CaCO_3 = 84g$ y Adherente = 22 g, después de ser pesado en la balanza analítica se procede con la preparación de la pintura. Como se muestra en la figura 9.



Figura 9: Vasos precipitados con muestras solidas

Fuente: Elaboración Propia

3.2.7 Agregado de cola sintética

En una balanza analítica tarar el vaso precipitado con la anterior mezclado y agregar la Cola sintética = 4 g a cada uno de las muestras , asi como se ve en la figuras 10 y 11.

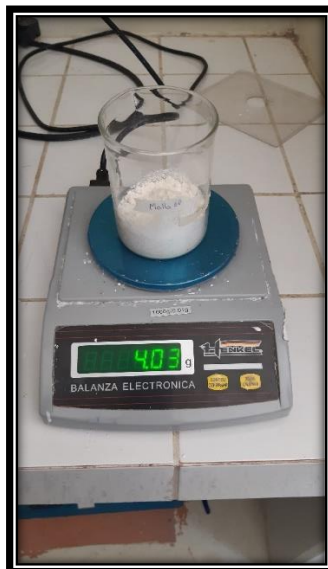


Figura 10: Muestra de CaCO_3 de malla 60



Figura 11: Muestra de CaCO_3 de malla 80

Fuente: Elaboración Propia

3.2.8 Agregado de los líquidos

Se utiliza una pipeta de 100 ml y se agrega a los vasos precipitados con muestras Agua destilada = 84 ml, formol = 0,42 ml, ya va tomando formado de un líquido pegajoso. Con una varilla de vidrio de 20cm se remueve hasta tener una homogenización como se muestra en la figura 12.



Figura 12: Muestras con reactivos sólidos y líquidos

Fuente: Elaboración Propia

3.2.9 Muestras con mallas de mayor granulometría

Granulometría gruesa malla 8,10 y 40 no son aptas ya que son muy gruesas las partículas y no tiene una buena homogenización con los demás reactivos. Como se muestra en la figura 13.



Figura 13: Mallas con mayor granulometría no aptas

Fuente: Elaboración propia

3.2.10 Granulometría malla 70, 80 y 200

Granulometría de malla 70, 80 y 200 son aptas ya que son muy finas las partículas y tiene buena homogenización con los demás reactivos. Como se muestra en la figura 14.



Figura 14: Vasos precipitados con granulometría de 70,80, y 200

Fuente: Elaboración Propia



Figura 15: Homogenización óptima granulometría 80 y 200

Fuente: Elaboración propia

3.2.11 Añadido de pigmento inorgánico azul cobalto

Con una pipeta de 5 ml añadimos a una de las muestras para darle color como se ve en la figura 16, para hacer una diferenciación de nuestra pintura color blanco mate y este color azul. Como resultado se observa en la figura 16.



Figura 16: Pigmento inorgánico azul cobalto

Fuente: Elaboración propia



Figura 17: Muestras para la determinación de los parámetros Temperatura y pH

Fuente: Elaboración propia

3.2.12 Evaluando el pH y Temperatura con el equipo del Lab. De ciencias Básicas de la FIQ – UNAP.

Al final de mezclar todos los reactivos con la materia prima se pasa hacer las corridas, Utilizamos un pH metro y termómetro como se muestran en las figuras 18 y 19 para medir las muestras malla 60, 70 80 y 200 ya que son las más adecuadas para nuestros objetivos específicos.



Figura 18: Medición de Temperatura

Fuente: Elaboración propia



Figura 19: Medición pH

Fuente: Elaboración propia

3.2.13 Composición en proporciones y porcentajes de la pintura

Tabla 4: Insumos Para 200ml de pintura

N	INSUMO	FUNCION	CANTIDAD	PORCENTAJE
1	Agua	Solvente	84 ml	42
2	Tiza (CaCO_3)	Carga	84 g	42
3	Adherente	Adherencia	22 g	11
4	Cola sintética	Aglutinante	8 g	4
5	Carboxilmetilcelulosa	Espesante	0.2 g	0.1
6	Formol	Preservante	0.42 ml	0.21
7	Dióxido de Titanio	Color Base	0.42 g	0.21
8	Pigmento	Color Tinte	0.128 g	0.064

Fuente: Elaboración propia

3.2.14 Procedimiento de Control de Calidad Viscosidad y densidad



Figura 20: Preparando Software del programa



Figura 21: Muestra de obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos

Fuente: Elaboración propia



Figura 22: 200ml de Muestra de pintura a partir de pigmentos inorgánicos.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 23: Características y modelo del viscosímetro.

Fuente: Elaboración propia.

Evaluando la densidad



Figura 24: Picnómetro con agua destilada



Figura 25: Picnómetro con muestra



3.3 METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DEL RANGO DE TEMPERATURA

La Temperatura

Luego de mezclar los reactivos sólidos y líquidos tenemos a medir las muestras de malla 60, 70 80 y 200 muestra adecuada para obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos.

La finalidad de esta metodología es indicar la temperatura, en el que se están trabajando las muestras de pinturas.

1. Encender el medidor de temperatura y esperar que se estabilice.
2. Colocar la pintura de muestra en un vaso de precipitación, y colocar el sensor en la pintura de muestreo.
3. Tomar el dato de temperatura, de la muestra una vez que se haya estabilizado, siendo este tiempo de dos minutos y pasar a la siguiente malla así sucesivamente.
4. La temperatura va incrementando de 12 °C a 15 °C.

3.4 METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN DEL pH

Metodología

Al instante de mezclar los reactivos sólidos y líquidos tenemos a medir las muestras de malla 60, 70 80 y 200 ya que son las más adecuadas para obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos.

Es una propiedad o característica de la pintura, para evitar contaminación bacteriológica, y dependiendo del medio para que a su vez pueda reaccionar con el reológico, que es característico en las pinturas base agua, con un valor en el rango de 8-9.5 pH establecido por la norma ASTM E 70.

La finalidad de esta propiedad es indicar el medio de basicidad, en el que se están trabajando las muestras de pinturas.

1. Encender el medidor de pH y esperar que se estabilice.
2. Colocar la pintura de muestra en un vaso de precipitación, y colocar el sensor en la pintura de muestreo.



3. Tomar el dato de pH, de la muestra una vez que se haya estabilizado, siendo este tiempo de dos minutos consecutivamente.

3.5 METODOLOGÍA DE DETERMINACIÓN GRANULOMETRIA

3.5.1. Molienda y pulverizado

Se pesan 1800 g de tiza seguidamente se vierte en un molino de bolas y se deja por un tiempo de 45 minutos en proceso de molienda.

3.5.2. Tamizado

Una vez acabado el proceso de molienda y/o pulverizado se obtuvo 1395 g de CaCO₃ se procede a seleccionar la granulometría vertiendo en la bandeja superior del tamizador todo el material obtenido por molienda y cerrándolo herméticamente para seguidamente encender el motor del tamizador por un tiempo de 45 minutos y finalmente se obtiene el producto final en cada una de las bandejas de acuerdo a las mallas existente que se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5: Datos de tamizado en laboratorio

Mallas	Cantidad	Acumulado	Porcentaje	% Acumulado
60	0.250	0.250	17.92	17.92
70	0.210	0.460	15.05	32.97
80	0.180	0.640	12.90	45.88
200	0.755	1.395	54.12	100.00

Fuente: Elaboración propia.

3.6 METODOLOGIA DE DETERMINACION DE RESISTENCIA AL AGUA

Luego de la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos. Se aplican películas uniformes de pintura, con ayuda de una brocha, sobre madera.

La finalidad de esta propiedad es indicar la resistencia al agua, humedad, en el que se están trabajando las muestras de pinturas.

1. Aplicar con brocha en una madera y dejar secar.
2. Aplicar agua sobre la película y visualizar sus cambios
3. Tomar el dato de tiempo de secado y si existe deformaciones de la película.



3.7 METODOLOGIA DE ADHERENCIA

Medina et al. (2016) Realizó a través del método del raspe con cinta según la norma ASTM D-3359, la cual consiste en:

1. Efectuar una cuadrícula de 25 cuadritos, de 2x2mm, realizando incisiones paralelas y perpendiculares en el revestimiento.
2. Estas incisiones deben penetrar la película seca, hasta el soporte (vidrio).

El resultado del ensayo consiste en Juzgar el aspecto final de la cuadrícula con una lupa y clasificar según el % desprendimiento ASTM (5B: 0% 4B: 0-5% 3B: 5-15% 2B: 15-35% 1B: 35-65% 0B: >65%).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 RESULTADOS DE TEMPERATURA, pH Y GRANULOMETRIA

Con relación a la obtención de los parámetros en nuestra prueba 01 se realizó con tiempos constantes de 2 minutos y temperatura de 12 °C tal como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Datos de la primera prueba en laboratorio – prueba 1

MUESTRA	Granulometría	Tamiz diámetro	Tiempo min	pH	Temperatura
1	60	250 μ m	2 min	6.5	12 °C
2	70	212 μ m	2 min	6.7	12° C
3	80	180 μ m	2 min	6.6	12° C
4	200	75 μ m	2 min	6.8	12° C

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 06, muestra la granulometría, tiempo, pH y temperatura datos de la primera prueba realizada en el laboratorio para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos, obteniendo una granulometría de 200, temperatura a 12 °C, no existe una buena homogenización por el tiempo de mezclado que se realizó en un vaso precipitado y la varilla de vidrio en el tiempo de 2 min, pH = 6.8

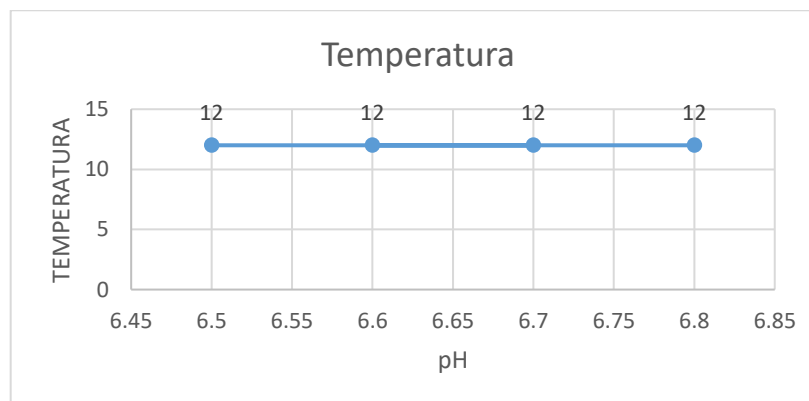


Figura 26: Temperatura vs pH

Fuente: Elaboración propia

En la figura 26; se muestra a temperatura de 12 °C, se empezó con la temperatura ambiente de nuestra región altiplánica, ya que el experimento está basado para poder realizar sin ningún equipo de costo elevado.

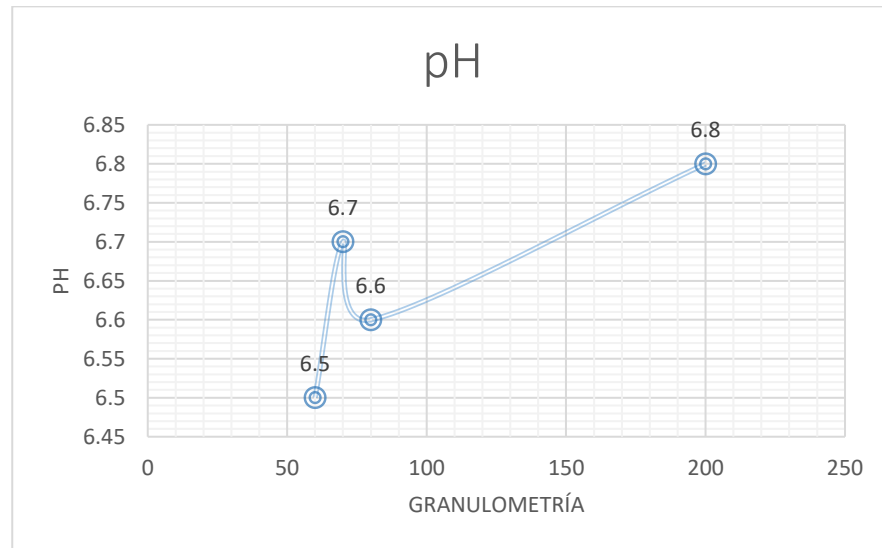


Figura 27: pH vs Granulometría.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 27, se muestra relación de pH vs granulometría, donde el pH se incrementa de acuerdo a la granulometría, estos parámetros obtenidos de malla 200 y un pH = 6.8.

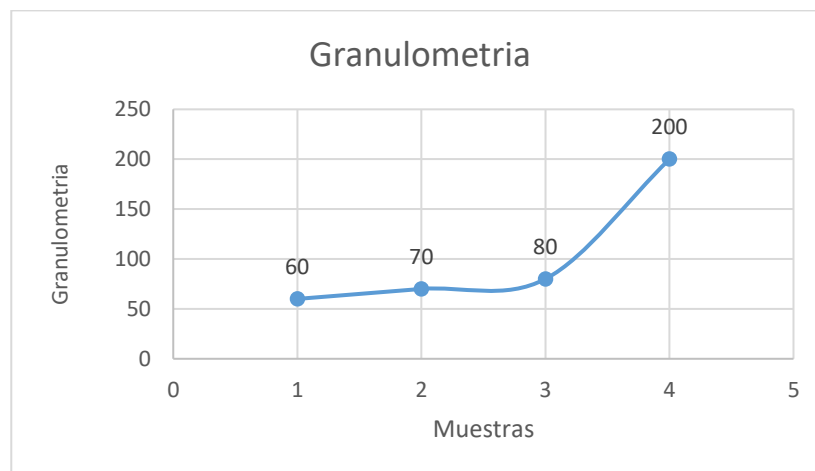


Figura 28: Muestra vs granulometría.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 28, Se muestra la relación de la granulometría vs cantidad de muestras

Discusión:

Según resultados de la tabla 6, se puede estimar empezando por la temperatura que tenemos un rango de 12 °C, lo cual es muy bajo a la investigación de González Osorio, L. M., & Salinas Barreto, A. (2016) recomienda que la temperatura de una pintura látex debe encontrarse entre 5 a 25 °C.

De otra forma el pH obtenido es de 6.8 para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos, Según Ramírez(2016) en su investigación elaboración de pinturas látex (acuosas) tiene como pH de 7.5.

Además, la molienda de la materia prima CaCO₃ quedo similar a la investigación de (Serrano, 2016) investiga un método de molienda que sea eficaz y que tenga un coste reducido. Es decir, a mínima granulometría mejor elaboración de pintura látex. Es similar a las Normas Técnicas Peruana de pinturas acuosas. Y tiene una resistencia a las bajas temperaturas de nuestra región Puno.

4.2 RESULTADOS DE TEMPERATURA, pH Y GRANULOMETRIA

Con respecto a la obtención de los parámetros en nuestra prueba 02 se realizó con tiempos constantes de 4 minutos y temperatura de 13 °C tal como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7: Datos de segunda prueba en laboratorio - prueba 2

MUESTRA	Malla	Tamiz diámetro	Tiempo min	pH	Temperatura
1	60	250µm	4 min	6.5	13° C
2	70	212µm	4 min	6.6	13° C
3	80	180µm	4 min	6.8	13° C
4	200	75µm	4 min	6.8	13° C

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7, muestra la granulometría, tiempo, pH y temperatura datos de la segunda prueba realizada en el laboratorio para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos, obteniendo una granulometría de 200, temperatura a 13 °C, no existe una buena homogenización por el tiempo de mezclado que se realizó en un vaso precipitado y la varilla de vidrio en el tiempo de 4min, pH = 6.8

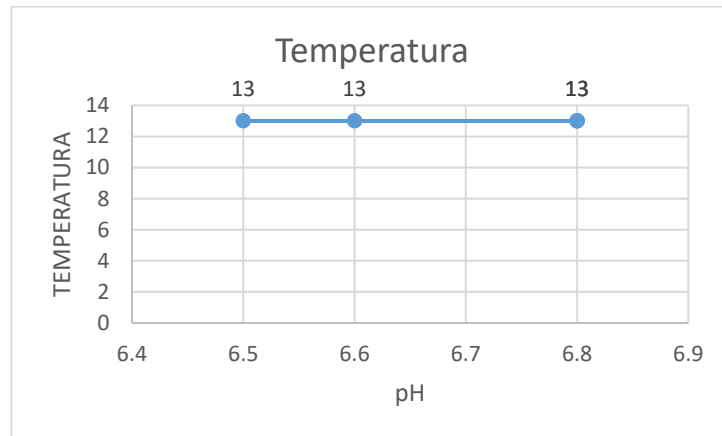


Figura 29: Temperatura vs pH.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 29; se muestra a temperatura constante de 13 °C, se empezó con la temperatura ambiente de nuestra región altiplánica, ya que el experimento está basado para poder realizar sin ningún equipo de costo elevado.

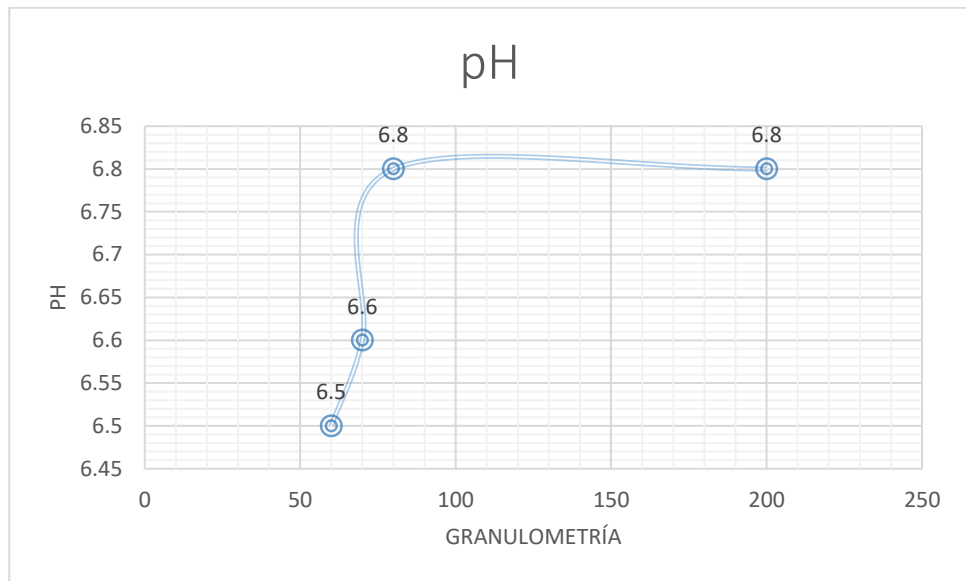


Figura 30: pH vs Granulometría.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 30: se muestra la relación de pH vs la granulometría, donde el pH = 6.8 se mantiene de acuerdo a la granulometría 200 y cambia por el tiempo de mezclado.

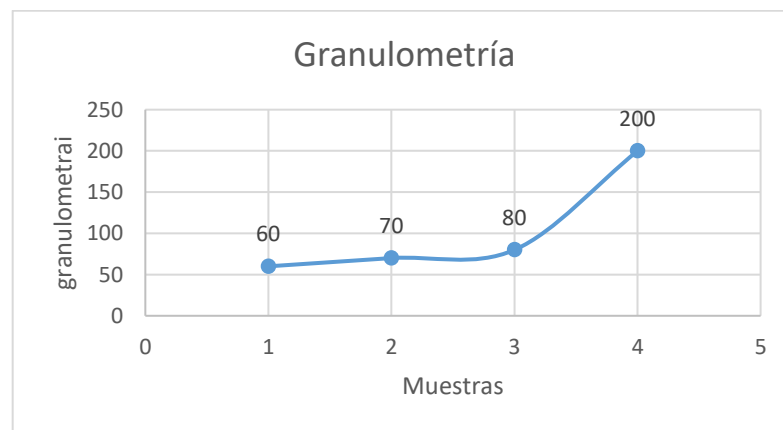


Figura 31: Granulometría vs muestra.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 31, Se muestra la relación de la granulometría vs cantidad de muestras.

Discusión:

Según resultados de la tabla 7 se puede estimar empezando por la temperatura que tenemos un rango de 13°C, lo cual está a promedio de la investigación de González & Salinas (2016) recomienda que la temperatura de una pintura látex debe encontrarse entre 5 a 25 °C. Difiere también en la temperatura de nuestra región Puno.

De otra forma comparando el pH obtenido es de 6.8 para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos, se asemeja a la investigación de Ramírez (2016) en su investigación elaboración de pinturas látex (acuosas) tiene como pH de 7.5 nuestro pH obtenido cumple con las Normas Técnicas Peruanas.

De otra forma la molienda de la materia prima CaCO₃ quedo similar a la investigación de (Serrano, 2016) investiga un método de molienda que sea eficaz y que tenga un coste reducido. Es decir, a mínima granulometría mejor elaboración de pintura látex.

Comparando nuestro rango de granulometría de malla 200 con otro autor (Ramirez, 2016) Investigó la elaboración de la pintura látex a partir de insumos de la región para disminuir costos de producción. La granulometría esperada fue en un rango de 200 a 300.

4.3 RESULTADOS DE TEMPERATURA, pH Y GRANULOMETRIA

Con respecto a la obtención de los parámetros en nuestra prueba 03 se realizó con tiempos constantes de 6 minutos y temperatura de 14 °C tal como se muestra en la tabla 08.

Tabla 8: Datos de terceras pruebas en laboratorio prueba – 3

MUESTRA	Malla	Tamiz diámetro	Tiempo min	pH	Temperatura
1	60	250µm	6 min	6.5	14 ° C
2	70	212µm	6 min	6.7	14 ° C
3	80	180µm	6 min	6.8	14 ° C
4	200	75µm	6 min	6.9	14 ° C

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8, muestra la granulometría, tiempo, pH y temperatura datos de la tercera prueba realizada en el laboratorio para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos, obteniendo una granulometría de 200, temperatura a 14 °C, existe una homogenización por el tiempo de mezclado que se realizó en un vaso precipitado y la varilla de vidrio en un tiempo de 6min, pH = 6.9

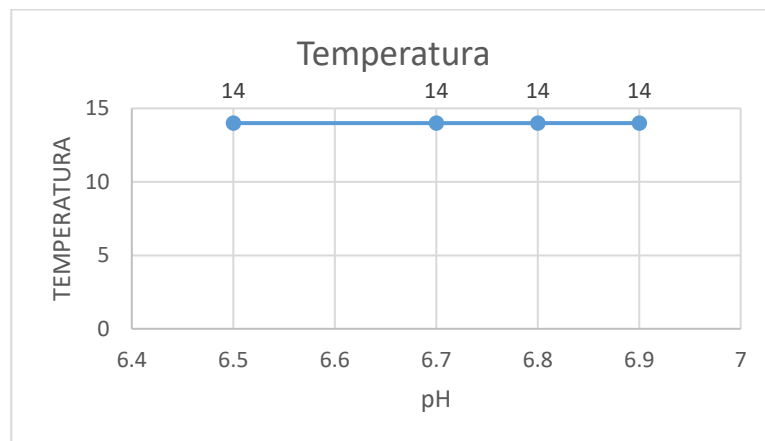


Figura 32: Temperatura vs pH.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 32: se muestra a temperatura constante de 14 °C, incrementando la temperatura en la preparación de cada muestra con la ayuda de un mechero se puede apreciar la homogeneización de los aditivos y la materia.

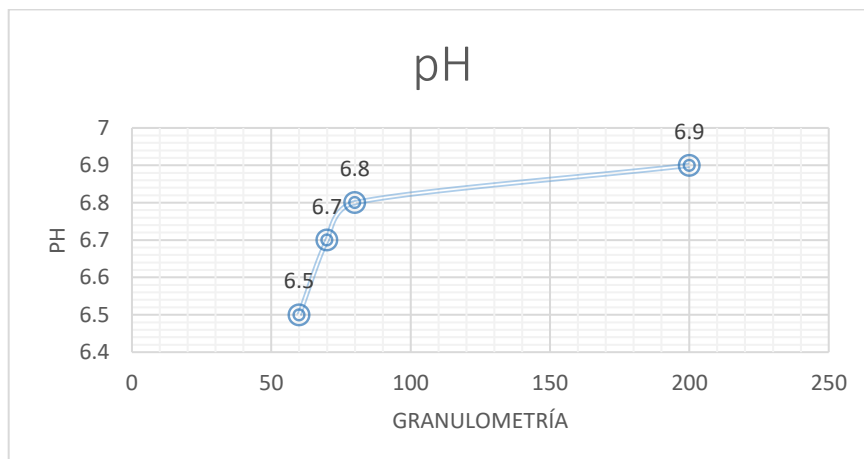


Figura 33: pH vs Granulometría.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 33, se muestra relación de pH vs. granulometría, donde el pH se incrementa de acuerdo a la granulometría.

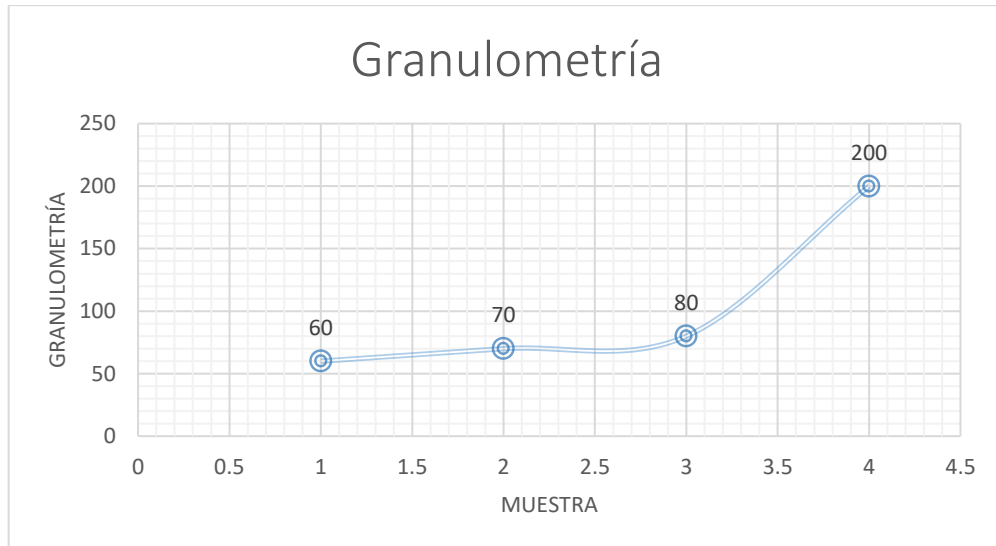


Figura 34: Muestra vs Granulometría.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 34, se muestra la relación de la granulometría vs cantidad de muestras,

Discusión:

Se observa que aumento el rango del pH = 6.9 comparando con la investigación de *Ramírez (2016)* en su investigación elaboración de pinturas látex (acuosas) tiene como pH de 7.5. A su vez nuestro rango de temperatura incremento a 14 °C, comparando con la investigación de *González & Salinas (2016)* recomiendan que la temperatura de una pintura látex debe encontrarse entre 5 a 25 °C, de otra forma nuestra temperatura se asemeja cada vez más a las investigaciones de otros autores como *Ramírez (2016)* en su investigación tiene como granulometría a malla 300 y es óptimo para la obtención de pinturas látex. Mientras la temperatura óptima para una pintura es de 10 a 25 °C.

Además (*Rodríguez, 2018*) en su investigación con la empresa Sika S.A. estudiaron la reducción en tiempo de molienda y se estableció la relación entre concentración

dando como resultado los mejores ensayos, comprando con nuestro rango de granulometría de 200.

4.4 RESULTADOS DE TEMPERATURA, pH Y GRANULOMETRIA

Con respecto a la obtención de los parámetros en nuestra prueba 04 se realizó con tiempos constantes de 8 minutos y temperatura de 15 °C tal como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9: Datos de cuarta pruebas en laboratorio prueba – 4

MUESTRA	Malla	Tamiz diámetro	Tiempo min	pH	Temperatura
1	60	250µm	8 min	6.4	15° C
2	70	212µm	8 min	6.6	15° C
3	80	180µm	8 min	6.7	15° C
4	200	75µm	8 min	6.8	15° C

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9, muestra la granulometría, tiempo, pH y temperatura datos de la cuarta prueba realizada en el laboratorio para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos, obteniendo una granulometría de 200, temperatura a 15 °C, existe una buena homogenización por el tiempo de mezclado que se realizó en un vaso precipitado y la varilla de vidrio en el tiempo de 8min, pH = 6.8

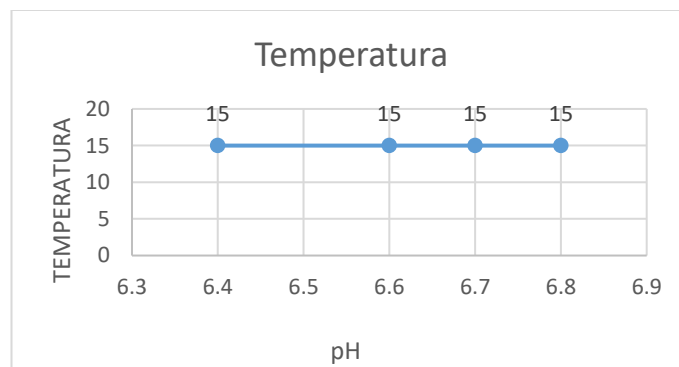


Figura 35: Temperatura vs pH.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 35: Se muestra a temperatura constante de 15 °C, llegamos a esta temperatura en la preparación de cada muestra con la ayuda de un mechero se puede apreciar la adecuada homogeneización de los aditivos y la materia.

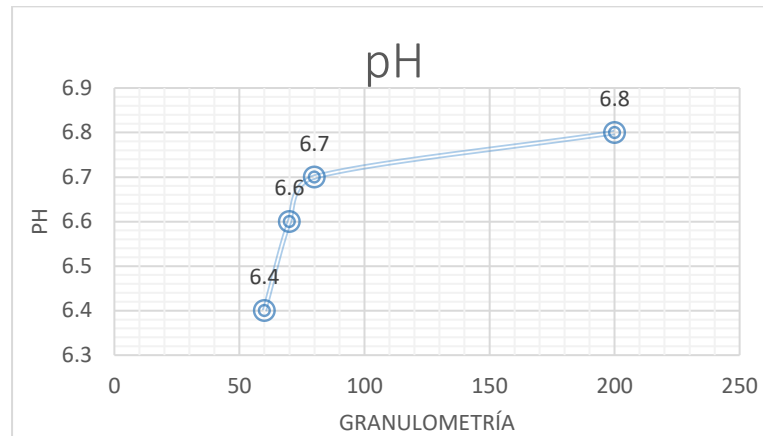


Figura 36: pH vs Granulometría.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 36, Se muestra relación de pH vs granulometría, donde el pH se incrementa de acuerdo a la granulometría.

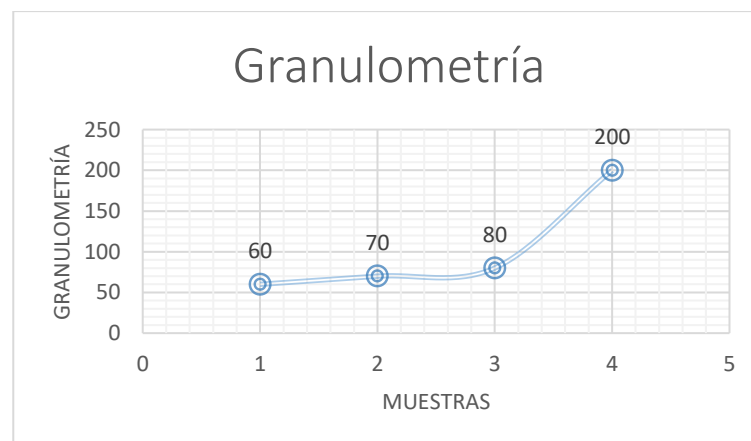


Figura 37: Muestra vs Granulometría.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 37, se muestra la relación de la granulometría vs cantidad de muestras.



Discusión:

Se observa que se mantiene el rango del pH = 6.8 en las (Tablas 6,7,8, y 9) comparando con los demás autores Ramírez (2016) en su investigación elaboración de pinturas látex (acuosas) tiene como pH de 7.5. Además, otra comparación que nos asemejamos a Guillermo (2007) En la investigación se encuentra un valor de pH de 6.5 que es óptimo para preparar mezclas que garanticen un secado homogéneo y rápido.

Otro punto de vista es nuestro rango de temperatura de 15 °C (Tabla 9), existe una homogenización adecuada de los reactivos sólidos y líquidos, además la temperatura es de nuestra región altiplánica de Puno, comparando con González & Salinas (2016) recomiendan que la temperatura de una pintura látex debe encontrarse entre 5 a 25 °C y otro autor que nos asemejamos a sus resultados obtenidos de Ramírez (2016). Mientras la temperatura óptima para una pintura es de 10 a 25 °C.

Además, el rango de granulometría obtenida de malla 200 es la más adecuada para obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos, comparando con la investigación de (Serrano, 2016) Investiga un método de molienda que sea eficaz y que tenga un coste reducido. Es decir, a mínima granulometría mejor elaboración de pintura látex.

Según Salgado (2012) Evaluó que las pinturas a base de látex son preparadas casi universalmente utilizando dióxido de titanio como pigmento el cual es el pigmento blanco de mayor consumo en el mundo.

4.5 RESULTADOS CONTROL DE CALIDAD VISCOCIDAD, DENSIDAD Y ADHERENCIA

4.6 RESULTADOS DE LA DENSIDAD CON METODO DEL PICNOMETRO

Cuando se ensaya con pinturas en base agua tipo emulsión, de acuerdo con la Norma ASTM D1475 se debe utilizar como instrumento de medición un picnómetro. (Meza, 2019)



$$\begin{array}{ccc} \text{Ec. 1} & & \text{Ec. 2} & & \text{Ec. 3} \\ D = \frac{m}{V} & \Rightarrow & D = \frac{m(\text{kg})}{V(\text{m}^3)} & \Rightarrow & D = \frac{m(\text{g})}{V(\text{ml})} \end{array}$$

Datos:

- ✓ Masa picnómetro con solución agua destilada $m_A = 41.60\text{g}$
- ✓ Masa del picnómetro con solución pintura $m_B = 51.43\text{ g}$
- ✓ Densidad de solución agua destilada: $d_A = 1.00\text{ g/ml}$
- ✓ Densidad de solución de pintura: d_B

Ec. 4

$$d_B = \frac{51.43\text{g}}{41.60\text{g}} \times 1.00\text{ g/ml}$$

$$d_B = 1.25\text{ g/ml}$$

De acuerdo con la definición dada en la NTP 319.216, la pintura látex es el conjunto de pigmentos dispersos en un vehículo a base de látex diluible con agua y que seca por evaporación. El látex es una emulsión estable de una sustancia polimérica en un medio esencialmente acuoso. Estas pinturas se pueden aplicar sobre superficies de mampostería, tarrajeado, estucado, materiales de asbesto cemento (previa aplicación de base o imprimante), madera, con fines de protección y decoración.

En la Norma Técnica Peruana 319.216 se establece una clasificación de 4 tipos:

Tipo I, II, III, IV

Tabla 10: Tabla de características de pintura látex según el MEF NTP - 319.216

Tipos	I	II	III	IV
Composición	50%	48%	46%	46%
-sólidos totales, mínimo				
Propiedades de la pintura líquida				
-Viscosidad a 25 °C en unidades Krebs (KU)	90-110	90-110	90-110	90-110
-Finura de dispersión en unidades Hegman, mínimo	4	3.5	3	3
-Densidad en kg/L, mínimo	1.32	1.32	1.32	1.32
Propiedad de la pintura aplicada				
-Tiempo de secado al tacto en minutos, máx.	60	60	60	60
-Tiempo de secado para repintar en horas, máx.	6	6	6	6
Resistencia a la abrasión húmeda en ciclos, mínimo	1500	900	400	100

Fuente: Esta familia considera lo indicado en la ficha de subasta inversa aprobada con Memorando N° 861-2015/DTN del OSCE, de fecha 2 de octubre de 2015, para el Tipo I y II. Con respecto a la densidad en nuestro experimento está dentro de las características óptimas de una pintura látex como se muestra en la tabla 10.

4.6 RESULTADOS DE VICOSIDAD: Viscosímetro BROOKFIELD RVDV – RY6520

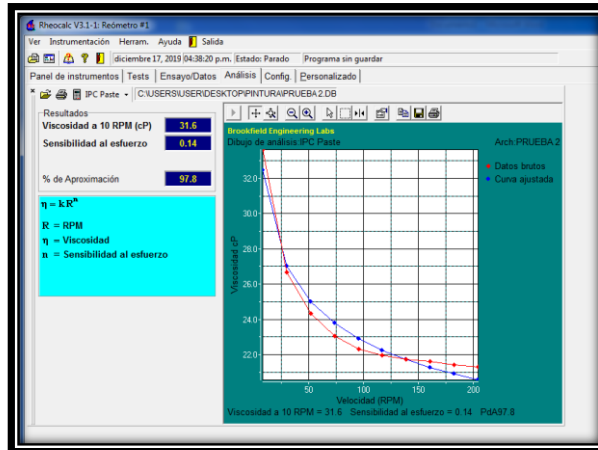


Figura 38 : Viscosidad cP vs velocidad RPM

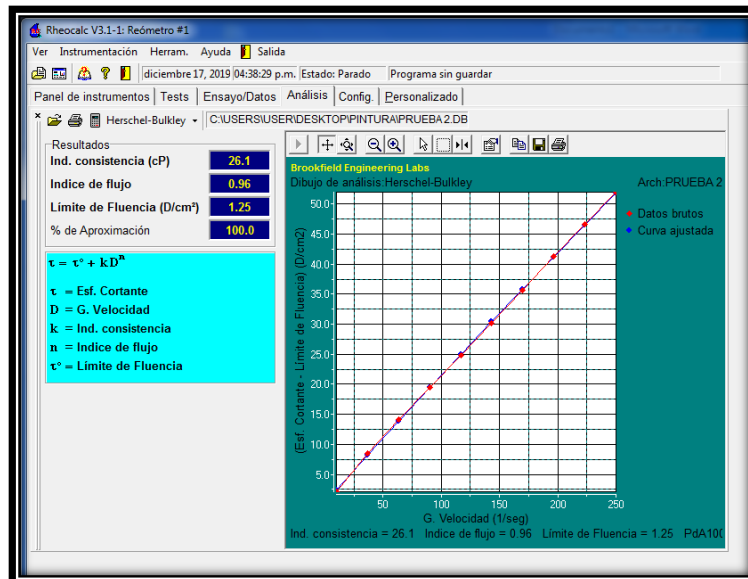


Figura 39: Esf. Cortante – límite de fluencia vs G. velocidad

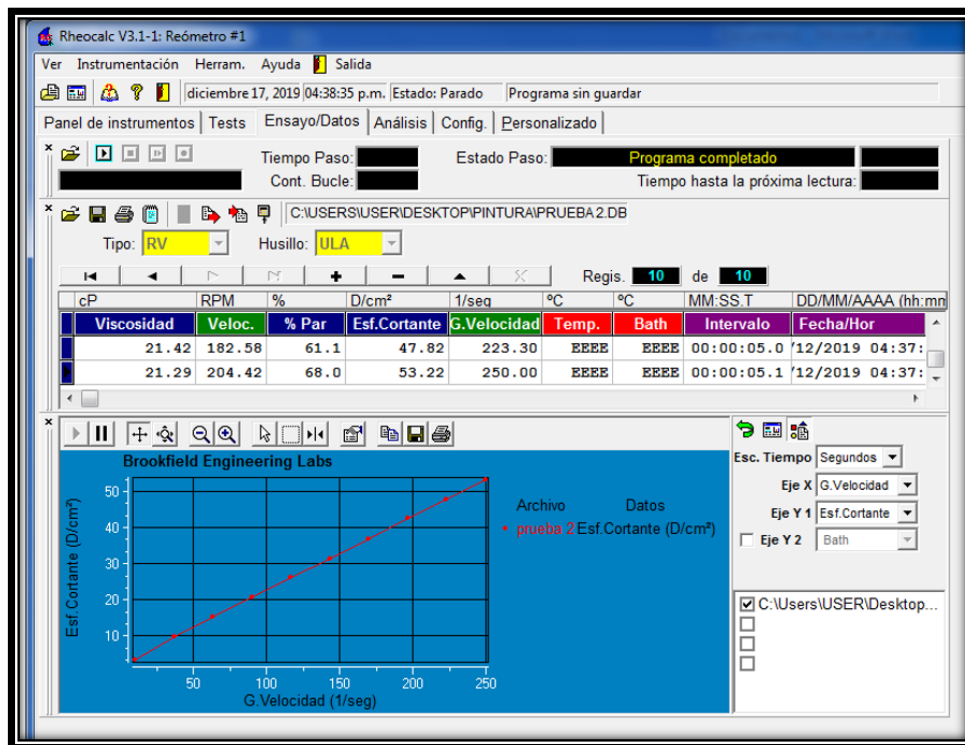


Figura 40: Resultados de viscosidad de la muestra de pintura látex obtenida.

Finalmente, se obtuvo en control de calidad viscosidad de 21.42 (cP) y una velocidad de 182.58 RPM este resultado se debe a que intervalo que se hace a cada tiempo que de una lectura, el viscosímetro.

4.7 RESULTADOS DE ADHERENCIA

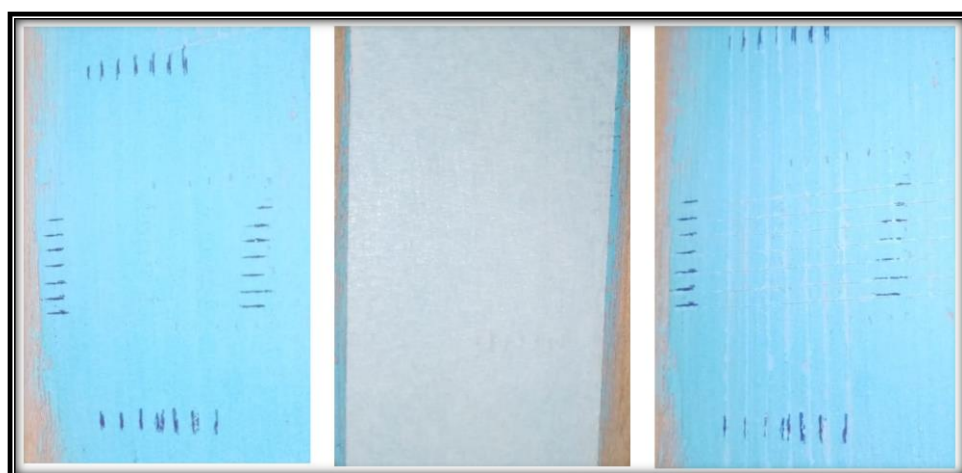


Figura 41: Prueba de adherencia de la pintura obtenida con pigmento azul cobalto



5

Figura 42: Prueba de adherencia de la pintura obtenida con pigmento CaCO_3

Discusión;

En el caso de la determinación el grado de adherencia del tipo pintura látex superior, la mayoría de las pinturas tienen un grado de adherencia 4B en la categorización de la norma ASTM D – 3359, la cual representa que se han desprendido pequeños fragmentos del recubrimiento. Pero el área del corte afectado no es significativamente mayor del 5% sin embargo la pintura a partir de pigmentos inorgánicos presenta un desprendimiento de grado 2B, donde el área del corte afectado es significativamente mayor del 5%, pero no es mayor del 15%.

No.	Clasificación ASTM 3359	Descripción	Ensayo
1	5B	Los bordes del corte están completamente lisos; ninguna de las esquinas de la cuadrícula se ha desprendido. Sin área de corte afectada.	
2	4B	En las intersecciones de los cortes, se han desprendido pequeños fragmentos del recubrimiento. Área de corte afectada menor al 5%.	
3	3B	El recubrimiento se ha desconchado a lo largo de los bordes y/o en las intersecciones de los cortes. Área de corte afectada mayor al 5%, pero menor al 15%.	
4	2B	El recubrimiento se ha desconchado a lo largo de los bordes, en parte por todas las esquinas. Área de corte afectada mayor al 15%, pero menor al 35%.	
5	1B	El recubrimiento se ha desconchado a lo largo de los bordes, en parte o totalmente por todas las esquinas. Área de corte afectada mayor al 35%, pero menor al 65%.	

Fuente: Norma ASTM D – 3359

4.7 RESULTADOS DE LA RESISTENCIA AL AGUA DE OBTENCION DE PINTURA A PARTIR DE PIGMENTOS INORGANICOS CaCO_3



Figura 43: Aplicación de película de pintura a una madera para hacer la prueba de resistencia al agua



Figura 44: Agregado de agua en cada película de pintura por un tiempo determinado

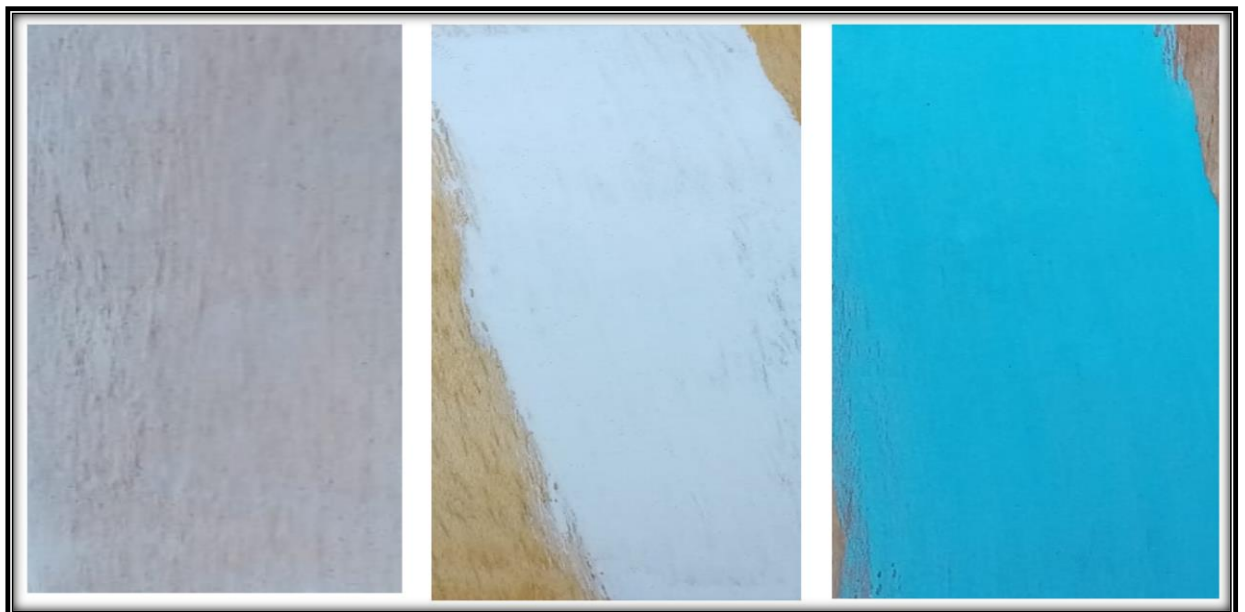


Figura 45: Resultados a resistencia a la humedad

Discusión:

Se observa la resistencia al agua o humedad en la elaboración de pintura a partir de pigmentos inorgánicos en la prueba no presenta ablandamiento, arrugamiento, pérdida de adhesión, cambio de color u otra evidencia de deterioro. Quiere decir que



es similar a una pintura existente. Comparando con Giudice & Pereyra (2000) el juzgamiento del ensayo se lleva a cabo considerando las modificaciones de color y brillo, la formación de ampollas y cualquier otro tipo de falla de la película.

Por lo tanto, nuestra elaboración de pintura a partir de pigmentos inorgánicos es similar a los requerimientos de Norma Técnica Peruana 319.216.

Para terminar, tiene una resistencia a los cambios climáticos de nuestra región altiplánica Puno.



V. CONCLUSIONES

- ✓ En conclusión, la temperatura adecuada para la elaboración de pintura a partir de pigmentos inorgánicos es de 15 °C obtenido en el laboratorio de Ingeniería Química de la UNA – Puno.
- ✓ El rango de pH óptimo para la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos se obtuvo en el laboratorio de Ingeniería Química de la UNA – Puno fue de 6.8 rango donde no se distorsiona el color ni la solidez de la pintura, manteniéndose hasta llegar a secarse.
- ✓ Se ha determinado la granulometría de malla 200 de los componentes sólidos de la pintura obtenida tiene mayor ventaja porque cumple con las exigencias de los parámetros más utilizados en la industria de pinturas, concluyo que este material constructivo si es aplicable para el uso en arena y madera.
- ✓ Con respecto al control de calidad de nuestra pintura a partir de pigmentos inorgánicos, tuvo una densidad de 1.25 g/ml y una viscosidad de 21.42 cP, y % de aproximación de 100.00%, con estos datos estamos dentro de las normas técnicas peruanas.
- ✓ En conclusión, la pintura obtenida está dentro de los parámetros establecidos por la NTP 319.216 no presenta ablandamiento, arrugamiento, norma ASTM D-1640 tiempo de secado al tacto, y la norma ASTM D-3359 de adherencia.
- ✓ En cuanto a la resistencia al clima de nuestra localidad podemos decir que, la obtención de pintura a partir de pigmentos inorgánicos responde a las exigencias del mismo ya que en tiempos de humedad esta se comporta manteniendo su textura sin perder la estabilidad de su composición, y en tiempos soleados esta se adhiere más a la superficie donde se aplica y aumenta su durabilidad; esto se debe a los resultados obtenidos de las pruebas a la que fue sometida la pintura,



por lo que se concluye que esta pintura es adecuada para el clima de nuestra región de Puno.



VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Hacer uso de la presente investigación para la elaboración de pintura a partir de pigmentos inorgánicos en nuestros laboratorios, de nuestra Facultad de Ingeniería Química, ya que en nuestra zona existe ingentes cantidades de materia prima y de buena calidad como son el yeso, calcita y caolín y teniendo una planta daría trabajo a estudiantes egresados y fomentar la industria en nuestro sector, ya que últimos años con la creciente demanda de pinturas en el Perú y las expectativas de crecimiento de industrias relacionadas como el sector construcción, para los próximos años genera una importante oportunidad a las empresas existentes de la industria de pinturas.
- ✓ Se recomienda buscar otras alternativas de materia prima para la obtención de pigmentos que es una fuerte alternativa en la Industria pinturas y así lograr disminuir el uso de pigmentos sintéticos.
- ✓ Se sugiere que conforme se vayan descubriendo nuevos tintes, estos sean analizados para saber las ventajas y desventajas que nos puedan ofrecer, de esta manera se sabrá que tintes son los adecuados para usar sin temor a dañar nuestra salud y medio ambiente.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Alonso, J. V. (2016). *Pinturas, Barnices y Afines: Composición, formulación y caracterización*. Madrid, España: Universidad Politecnica de Madrid. Recuperado el 21 de dic de 2020, de <http://oa.upm.es/39501/>
- Atares, L. (2007). *Determinación de la de un liquido con el método del picnómetro*. España: limusa.
- Burga, P. N. (2018). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales de cáscara de huevo como insumo para la elaboración de pintura látex de color*. Lima, Peru: UNMSM.
- Cabascango, P. L. (2015). *Obtencion de pigmentos inorganicos a partir de aguas residuales del proceso del Cromado*. Quito: Tesis de Pregrado.
- Calvo, J. (2009). *Pinturas y recubrimientos introducción a su tecnología*. España: Ediciones díaz de santos.
- Castillo, V. (2013). Diseño y cálculo de un agitador. En T. d. pregrado, *Universidad Bio-Bio* (págs. 9-10). Chile. Obtenido de <http://repobib.ubiobio.cl/jspui/handle/123456789/412>
- Duque, G. (2003). *Manual de Geología para Ingenieros*. Manizales, Colombia.
- Gabriel, B. (2002). *ifeder.com*. Obtenido de www.ifeder.com: <https://www.ifeder.com/carbonato-de-calcio/>
- Gonzales, L., & Salinas, A. (2016). *Propuesta de mejora del proceso productivo en la fábrica de Pinturas Alcor SAS*. Bogota, Colombia: Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América.
- Goyonela, G. (2007). *Determinación del pH*. Uruguay: Ediciones red mapsa.
- Hernandez, C. P., & Pasache, A. M. (2017). *Elaboración de pinturas latex empleando las valvas de concha de abanico (Argopecten Purpuratus)*. Lima, Peru: Universidad Nacional del Callao.



- Húzgame, J. A. (2010). *Medición de la temperatura*,. Bogota Colombia: Prentice hall.
- Maure, O., & J., O. (1997). Aplicaciones del Yeso: Plantas Piloto en Bolivia. *Boletim de la Sociedad Espanola de ceramica y vidrio*, 599 - 602.
- Medina, D., Silva, E., Vazquez, A., Villanueva, K., & Vazquez, L. (2016). Control de calidad de pinturas utilizadas en el sector construcción de la ciudad Trujillo bajo pruebas estandarizadas por la normtiva ASTM. (P. Universidad Privada del Norte Trujillo, Ed.) <https://www.researchgate.net/publication/334129193>, 3-4.
- Meza, F. A. (2019). *Elaboración de pinturas de látex aplicando silicato de magnesio, carbonato de calcio y silicato de aluminio como sustituyentes parciales del dióxido de titanio (TIO2)*. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Pereyra, A. M., & Giudice, A. (2000). *Control de Calidad de pelicula de Pintura*. Obtenido de www.frlp.utn.edu.ar: <http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/protecmat/calidad.pdf>
- Ramirez, E. V. (2016). Estudio para la obtención de pinturas latex en el laboratorio en la region junin. En *Universidad Nacional del centro del Perú*. Junin: Tesis de Pregrado.
- Restrepo, O., Forero, A., & Diaz, S. (2009). Obtencion de un Pigmento Natural para la formulacion de Pinturas Anticorrosivas. *Suplemento de la Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales*, 159-162.
- Rodriguez, A. P. (2018). *Desarrollo de concentrados pigmentarios inorgánicos en diferentes sistemas de pintura en la empresa Sika SAS*. madrid, espana: Fundación Universidad de América.
- Salgado, R. E. (2012). *Efecto de cargas minerales y poliméricas en las propiedades de las pinturas a base de látex*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Schweigger, E. (2005). *Manual de pinturas y recubrimientos plásticos*. (Vol. 1). Ediciones Díaz de santos,.



Serrano, F. (2016). *Fabricación de nanopartículas de carbonato cálcico mediante molienda mecánica*. Barcelona: Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya.

Simpertegui, L. J. (2019). *Influencia del viniltrimetoxisilano como promotor de adherencia por polimerización en pintura satinada*. Lima, Peru: UNPRG.

Torres, K. A. (2018). *Evaluación de compatibilidad de bases pigmentarias de diferentes químicas de pinturas*. Madrid: Fundación Universidad de América.

Xiomara, R., Navarro, P., & Noguera, J. (2005). *Acidez y pH* (Bernardo Fontal, Ricardo ed.). Merida, Venezuela: Ediciones VII Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química.

Yahuana, Y. F. (2006). *Elaboracion de pinturas latex vinil - acrilicas*. lima: tesis.



ANEXOS

A. TIZA



B. MOLINO DE BOLAS (pulverizacion)





C. BILLAS DE ACERO DEL MOLINO DE BOLAS



D. TAMIZADOR



E. PESO DE LA MUESTRA



F. PESO DE ADITIVOS





G. PEPARACION DE MUESTRAS



H. MEDIDOR DE pH



I. MUESTRAS CON ADITIVOS



J. MUESTRA CON TINTE AZUL

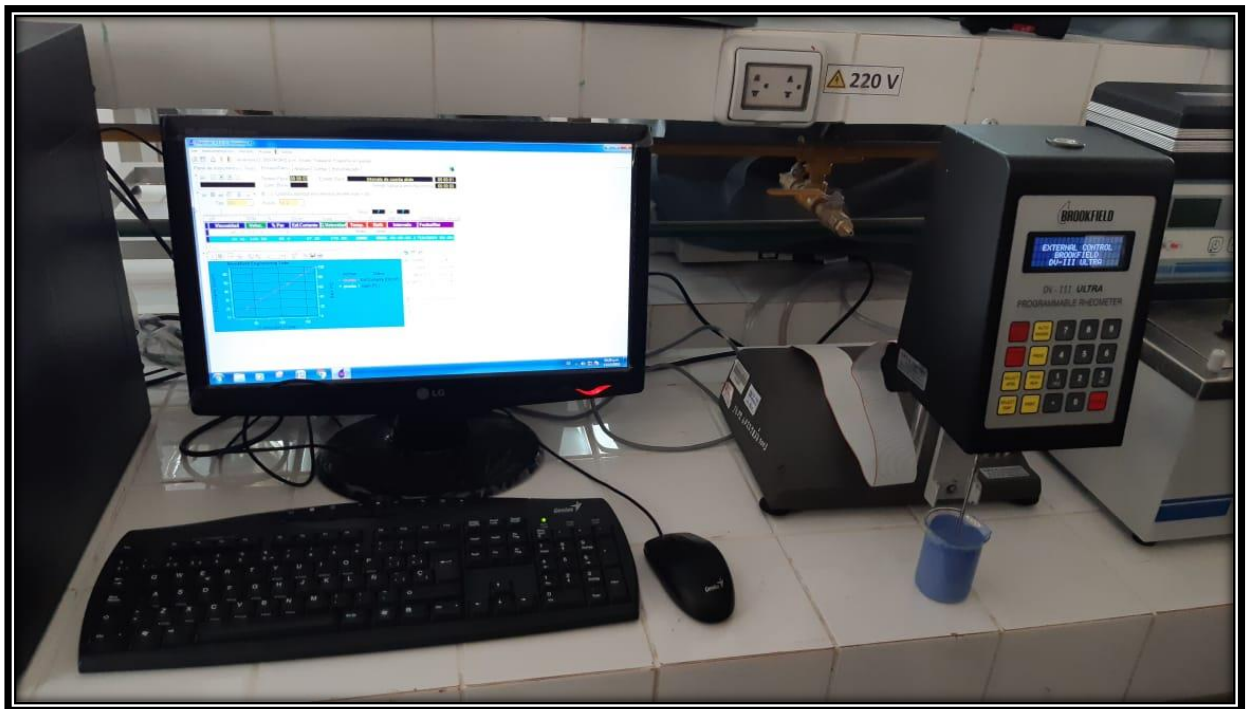


K. VISCOSÍMETRO BROOKFIELD PROGRAMABLE EN LABORATORIO

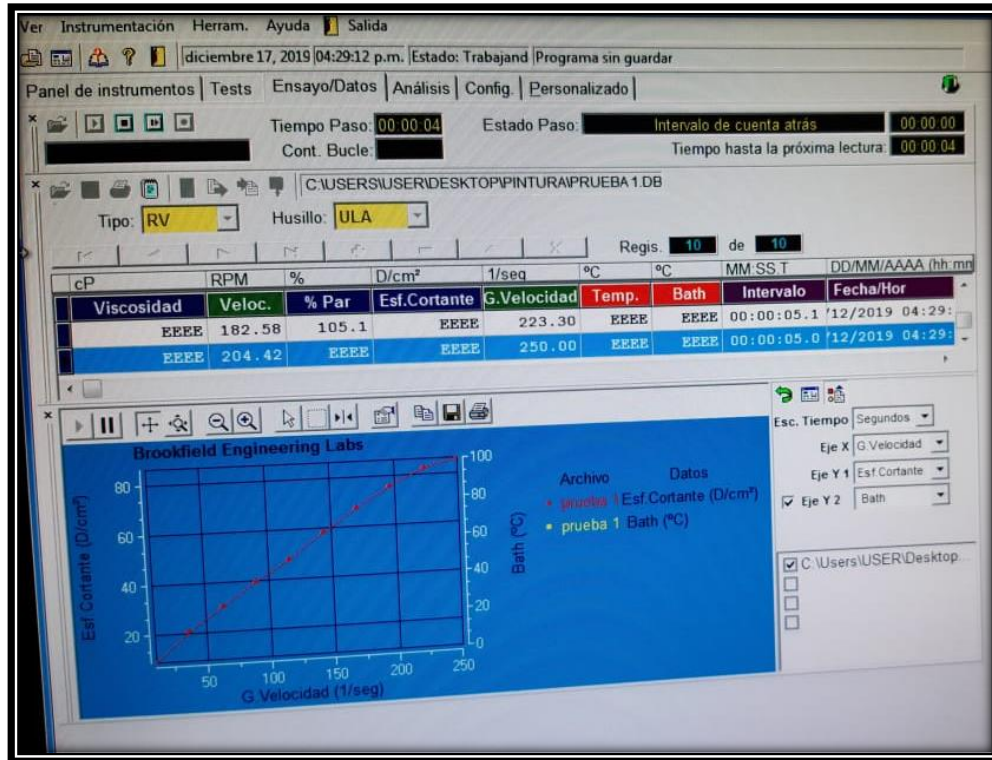




L. EQUIPO COMPLETO



M. VISCOCIDAD



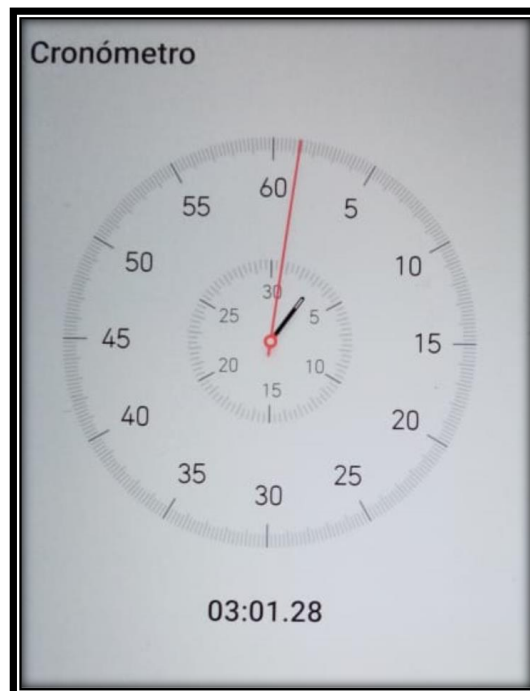
A1 MUESTRA DE PINTURA PARA LA PRUEBA DE RESISTENCIA AL AGUA



B1 MUESTRAS DE PINTADO CON BROCHA



C1 TIEMPO DE SECADO DE LA PELICULA DE PINTURA (ASTM D-1640)



D1 PRUEBA DE RESISTENCIA AL AGUA





E1 RESULTADOS

