

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**“MÉTODO DE CARBONATACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE
CARBONATO DE CALCIO PRECIPITADO A PARTIR DE CALIZA
PROVENIENTE DEL DISTRITO DE LLOCLLAPAMPA-JUNÍN”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO**

**CERDÁN COTRINA, JHOAN LEONARD
MALDONADO AYLAS, BRYAN WHÖLLER
ROMAÑA FERNANDEZ, JOSÉ ALFREDO**

Callao, Septiembre, 2017

PERÚ

PRÓLOGO DEL JURADO

La presente Tesis fue Expuesto por las Bachilleres **MALDONADO AYLAS BRYAN WHÖLLER, CERDAN COTRINA JHOAN LEONARD Y ROMAÑA FERNANDEZ JOSÉ ALFREDO** ante el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS** conformado por los siguientes Profesores Ordinarios:

Ing. Dr. ANCIETA DEXTRE CARLOS ALEJANDRO	PRESIDENTE
Ing. Dr. CALDERÓN CRUZ JULIO CÉSAR	SECRETARIO
Lic. Mg. REYNA SEGURA ANA MARÍA	VOCAL
Ing. GUTIÉRREZ CUBA CÉSAR	ASESOR

Tal como está asentado en el Libro N° 1 Folio N° 22 y Acta N° 021 de Sustentación por la Modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis, de fecha **10 DE SETIEMBRE 2017**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico en la Modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis, de conformidad establecido por el Reglamento de Grados y Títulos aprobado por Resolución N° 082-2011-CU de fecha 29 de abril de 2011 y Resolución N° 221-2012-CU de fecha 19 de setiembre de 2012.

DEDICATORIA

A nuestros padres, por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, por la motivación constante que nos ha permitido ser personas de bien, pero sobre todo por su amor incondicional.

AGRADECIMIENTO

Concluido la presente tesis se agradece a todos los docentes, administrativos que de alguna manera colaboraron con el desarrollo de la presente tesis. Sin embargo cabe manifestar nuestro más sincero y profundo agradecimiento a las siguientes personas: Ing. Leonardo Machaca González, Ing. Cesar Gutiérrez Cuba, Dra. Sonia Herrera Sánchez, Dr. Salvador Trujillo Pérez.

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
1.1. Identificación del problema	9
1.2. Formulación del problema	10
1.2.1. Problema general.....	10
1.2.2. Problemas específicos	10
1.3. Objetivos de la investigación	10
1.3.1. Objetivo general	10
1.3.2. Objetivos específicos	10
1.4. Justificación	11
1.4.1. Teórica	11
1.4.2. Tecnológica.....	11
1.4.3. Económica	11
1.4.4. Social	11
1.5. Importancia	12
II. MARCO TEÓRICO	13
2.1. Antecedentes del estudio.....	13
2.2. Caliza.....	14
2.2.1. Propiedades de la caliza	16
2.2.2. Principales derivados de la caliza	16
2.3. Clasificación de la caliza	17
2.4. Yacimientos de caliza en el Perú.....	18
2.4.1. Principales productores de piedra caliza en el país por departamento.....	19

2.4.2.	Producción de caliza en las principales provincias del departamento de Junín.	21
2.4.3.	Producción de otros minerales en Jauja-Junín	21
2.5.	Carbonato de Calcio Precipitado	22
2.6.	Métodos de obtención de carbonatos de calcio precipitado	23
2.6.1.	Método de la sacarosa	24
2.6.2.	Método de la ceniza de soda	24
2.6.3.	Método vía amoníaco	24
2.6.4.	Método Sturge.....	25
2.6.5.	Proceso Solvay	25
2.6.6.	Método vía carbonatación	25
2.7.	Usos y aplicaciones del carbonato de calcio precipitado.....	26
2.8.	Definición de términos	32
III.	VARIABLES E HIPÓTESIS.....	33
3.1.	Variables de la investigación	33
3.2.	Operacionalización de variables	34
3.3.	Hipótesis.....	35
3.3.1.	Hipótesis general.....	35
3.3.2.	Hipótesis específicas.....	35
IV.	METODOLOGÍA.....	36
4.1.	Tipo de investigación	36
4.1.1.	Por su finalidad.....	36
4.1.2.	Por su diseño interpretativo.....	36
4.1.3.	Por el énfasis en la naturaleza de los datos manejados	36
4.2.	Diseño de la investigación	36
4.3.	Población y muestra	38
4.3.1.	Población	38
4.3.2.	Muestra	38
4.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
4.5.	Procesamiento estadístico y análisis de datos	39
4.6.	Modelos y Métodos – Parte Experimental	39

4.6.1.	Método de obtención de carbonato de calcio precipitado	39
4.6.2.	Materiales y equipos usados	48
4.6.3.	Diseño experimental.....	50
4.6.4.	Desarrollo experimental	53
4.6.5.	Métodos de análisis para la identificación del producto terminado	54
V.	RESULTADOS	67
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	88
6.1.	Contrastación de hipótesis con los resultados.....	88
6.2.	Contrastación de resultados con otros estudios similares	89
VII.	CONCLUSIONES	90
VIII.	RECOMENDACIONES.....	91
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
ANEXOS.....		95
1.	Matriz de consistencia.....	96
2.	Análisis de difracción y fluorescencia de rayos x de la caliza....	97
3.	Análisis de fluorescencia de rayos x del óxido de calcio (CaO).	104
4.	Análisis de difracción y fluorescencia de rayos x del carbonato de calcio precipitado.....	113
5.	Resultado de análisis de Ph.....	120
6.	Resultado de análisis de tamaño de partícula del patrón.....	121
7.	Resultado de análisis de tamaño de partícula del carbonato de calcio precipitado.....	122
8.	Normas ASTM utilizadas.....	123
9.	Especificaciones del aceite de linaza.....	137
10.	Ficha técnica del patrón - Adacal B1.....	147
11.	Especificaciones del equipo analizador de tamaño de partícula	149
12.	Especificaciones del ccp para el uso en pinturas.....	150

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 2.1 Composición química de la caliza	15
TABLA N° 2.2 Clasificación de la caliza.....	18
TABLA N° 2.3 Leyes de carbonato de calcio en el Perú.....	18
TABLA N° 3.1 Operacionalización de las variables	34
TABLA N° 4.1 Análisis granulométrico.....	40
TABLA N° 4.2 Análisis por fluorescencia de rayos x.....	41
TABLA N° 4.3 Análisis por difracción de rayos x	41
TABLA N° 4.4 Porcentaje de humedad de materia prima.....	42
TABLA N° 4.5 Caliza.....	48
TABLA N° 4.6 Preparación de la materia prima.....	48
TABLA N° 4.7 Calcinación	48
TABLA N° 4.8 Hidratación y Carbonatación	49
TABLA N° 4.9 Equipos de protección personal	49
TABLA N° 4.10 Reactivos.....	49
TABLA N° 4.11 Filtración	49
TABLA N° 4.12 Caracterización del producto terminado	50
TABLA N° 4.13 Primera etapa - Calcinación	51
TABLA N° 4.14 Segunda etapa – Hidratación	52
TABLA N° 4.15 Tercera etapa - Carbonatación.....	53
TABLA N° 5.1 Resultado de la etapa de calcinación	67
TABLA N° 5.2 Análisis por fluorescencia de rayos x.....	68
TABLA N° 5.3 Analisis Anova-calcinacion	69
TABLA N° 5.4 Resultado de la hidratación	71
TABLA N° 5.5 Analisis anova-hidratacion.....	72
TABLA N° 5.6 Resultado de la etapa de carbonatación	73
TABLA N° 5.7 Analisis del anova carbonatacion	74
TABLA N° 5.8 Propiedades físicas del carbonato de calcio precipitado final	85
TABLA N° 5.9 Análisis granulométrico.....	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO N° 2.1 Porcentaje de producción de caliza en el Perú.....	19
GRAFICO N° 2.2 Producción de caliza en el departamento de Junín	20
GRAFICO N° 2.3 Producción de caliza por provincias de Junín.....	20
GRAFICO N° 2.4 Producción de caliza en diferentes distritos de Junín .	21
GRAFICO N° 2.5 Producción de diferentes minerales en Llocllapampa.	22
GRAFICO N° 4.1 Diseño de la investigación	37
GRAFICO N° 5.1 Pareto de los efectos estandarizados-calcinacion	70
GRAFICO N° 5.2 Tendencia normal de los efectos estandarizados- calcinacion	70
GRAFICO N° 5.3 Residuos de % pureza-calcinacion.....	71
GRAFICO N° 5.4 Residuos de % pureza-hidratacion	73
GRAFICO N° 5.5 Residuos de % pureza-carbonatacion	75
GRAFICO N° 5.6 Interaccion del carbonato de calcio precipitado	75
GRAFICO N° 5.7 Proceso	87

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 4.1 Muestreo de caliza en Llocllapampa	40
FIGURA N°4.2 Proceso de tamizado por mallas	41
FIGURA N° 4.3 Muestras para calcinación	43
FIGURA N° 4.4 Calcinación de muestras	43
FIGURA N° 4.5 Muestras calcinadas.....	44
FIGURA N° 4.6 Reducción de tamaño de óxido de calcio	44
FIGURA N° 4.7 Tanque de CO ₂ equipado.....	45
FIGURA N° 4.8 Carbonatación de lechada de cal	46
FIGURA N° 4.9 Punto final de la reacción	46
FIGURA N° 4.10 Equipo de filtración al vacío.....	47
FIGURA N°4.11 Embudo Buchner.....	47
FIGURA N° 4.12 Barra aplicativa y cartilla.....	55
FIGURA N° 4.13 Colorímetro konica minolta cr-400.....	57
FIGURA N° 4.14 Tamiz n° 400	58
FIGURA N° 4.15 Plancha de calentamiento	60
FIGURA N° 4.16 Medición de absorción de aceite	61
FIGURA N° 4.17 Barra de fineza Hegman.....	63
FIGURA N° 4.18 Analizador de tamaño de partículas	65
FIGURA N° 5.1 Cartilla con la muestra 01.....	76
FIGURA N° 5.2 Cartilla con la muestra 02.....	77
FIGURA N°5.3 Cartilla con la muestra 03.....	78
FIGURA N° 5.4 Cartilla con la muestra 04.....	79
FIGURA N° 5.5 Cartilla con la muestra 05.....	80
FIGURA N° 5.6 Cartilla con la muestra 06.....	81
FIGURA N° 5.7 Cartilla con la muestra 07.....	82
FIGURA N° 5.8 Cartilla con la muestra 08.....	83
FIGURA N° 5.9 Cartilla con la muestra 09.....	84

RESUMEN

El presente proyecto propone desarrollar una tecnología a escala laboratorio para producir carbonato de calcio precipitado que cumpla con las especificaciones que exige la industria de pintura (pureza, blancura, opacidad, tamaño de partícula, absorción) a partir de minerales de carbonato de calcio (caliza) existentes en la región de Junín con el fin de mejorar la competitividad del sector minero no metálico en el país.

Para cumplir con el objetivo se realizaron estudios de calcinación, hidratación y carbonatación con muestras provenientes de la cantera de Llocllapampa, Jauja, Junín. Dicho mineral se caracterizó a través de análisis de Difracción de rayos X (DRX) y análisis de fluorescencia de rayos X (FRX) los análisis de DRX demostraron que la ley de CaCO_3 para nuestra muestra tiene una ley de 98% de pureza, los análisis químicos de FRX indicaron que el contenido de hierro en la muestra es de 0.029 % el cual no es una cantidad que afecte al proceso y que requiera una lixiviación posterior.

Los estudios de calcinación realizados en una mufla demostraron que la T° y tiempo óptimo de calcinación nos permite obtener una cal viva apta para producir una buena pulpa hidratada estos parámetros fueron de 1100°C y 120 min, posteriormente los ensayos de hidratación demostraron que para la formación de hidróxido de calcio es necesario un tiempo mayor a 7 min y, los resultados del proceso de carbonatación demostraron que es posible obtener un carbonato de calcio precipitado con pureza mayor a 99%, tamaño de partícula de $2.81 \mu\text{m}$, con un índice de blancura mayor a 88, Norma ASTM E-313, valor aceptable para la industria de pinturas.

Palabras claves: Carbonato de calcio precipitado; caliza; calcinación; hidratación; carbonatación.

ABSTRACT

The present project proposes to develop a laboratory-scale technology to produce precipitated calcium carbonate that meets the specifications required by the paint industry (purity, whiteness, opacity, particle size, absorption) from existing calcium carbonate minerals in the region of Junín in order to improve the competitiveness of the nonmetallic mining sector in the country.

To achieve the objective, calcination, hydration and carbonation studies were carried out with samples from the Llocllapampa, Jauja and Junín quarries. This mineral was characterized by X-ray diffraction (XRD) analysis and X-ray fluorescence analysis (FRX) XRD analyzes showed that the CaCO₃ law for our sample had a law of 98% purity, analyzes FRX chemists indicated that the iron content in the sample is 0.029% which is not an amount that affects the process and requires a subsequent leaching.

The calcination studies performed in a muffle show that the T ° and optimum calcination time allows us to obtain a living lime suitable to produce a good hydrated pulp these parameters were 1100°C and 120 min, later the hydration tests showed that for the formation Calcium hydroxide requires a time greater than 7 min and the results of the carbonation process showed that it is possible to obtain a precipitated calcium carbonate with purity greater than 99%, particle size 2.81 μm, with a higher whiteness index To 88, Standard ASTM E-313, acceptable value for the paint industry.

Keyword: Precipitated calcium carbonate; limestone; calcination; hydration; carbonation.

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema

La caliza es uno de los minerales no metálicos más abundantes en nuestro país además de ser uno de los más baratos según la calidad y pureza requeridos por el rubro en el que se utilice, debido a la demanda comercial en el país existe industrias que se encargan de la transformación física de dicha caliza que se distribuye según sus propiedades fisicoquímicas a diversas industrias, tales como plásticos, alimentos, pinturas, etc.

En la industria de pinturas el muy bajo poder cubriente del carbonato de calcio natural exige aumentar el % de dióxido de titanio en las formulaciones ya que este se utiliza como pigmento blanco por sus propiedades de dispersión, estabilidad química y su no toxicidad debido a esto tiene un costo elevado en el mercado, como alternativa nace el carbonato de calcio precipitado que es un mineral no metálico el cual es obtenido de forma sintética para ser utilizado como sustituto parcial en las formulaciones en la industria de pinturas, proporcionándoles alto brillo y poder cubriente ya que una de sus propiedades más valoradas es su uso como extendedor de dióxido de titanio por que promueve un efecto de distanciar las partículas de este pigmento y por lo tanto reducir su proporción y coste en las formulaciones.

Existen diferentes métodos de obtención de carbonato de calcio precipitado los cuales buscan aumentar su porcentaje de pureza, color y granulometría. Cabe resaltar que la procedencia de la caliza es importante en la obtención del carbonato de calcio precipitado.

En el presente trabajo se pretende obtener carbonato de calcio precipitado a partir de caliza procedente de Llocllapampa—Junín, mediante un método de carbonatación

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el proceso más adecuado para la obtención de carbonato de calcio precipitado a partir de la caliza proveniente del distrito de Llocllapampa-Junín?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son las características físico-químicas de la caliza proveniente del distrito de Llocllapampa-Junín?
- b. ¿Cuáles son los parámetros de operación más adecuados para el método de carbonatación para la obtención de carbonato de calcio precipitado proveniente del distrito de Llocllapampa-Junín?
- c. ¿Cuáles son las características físico químicas del carbonato de calcio precipitado obtenido mediante el método de carbonatación?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar el proceso más adecuado para el proceso de obtención de carbonato de calcio precipitado a partir de caliza proveniente del distrito de Llocllapampa-Junín.

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Determinar las características físico-químicas de la caliza proveniente del distrito de Llocllapampa-Junín.
- b. Determinar los parámetros de operación más adecuados para el método de carbonatación para la obtención de carbonato

de calcio precipitado proveniente del distrito de Llocllapampa-Junín.

- c. Determinar las características físico-químicas del carbonato de calcio precipitado obtenido mediante el método de Carbonatación.

1.4. Justificación

Las razones que justifican la siguiente investigación son:

1.4.1. Teórica

Se ampliará los conocimientos en el estudio para la obtención de carbonato de calcio precipitado utilizando como materia prima un mineral no metálico con el que cuenta el Perú.

1.4.2. Tecnológica

El presente trabajo de investigación permitirá desarrollar e implementar un proceso de producción de carbonato de calcio precipitado, conociendo los parámetros de control.

1.4.3. Económica

Una técnica adecuada para la obtención de carbonato de calcio precipitado y su posterior procesamiento, tendría como finalidad un mejor valor comercial para dicho mineral y opciones de mayor beneficio en su explotación.

1.4.4. Social

Con el presente trabajo de investigación se pretende desarrollar una microempresa con la finalidad de disminuir las importaciones de carbonato de calcio precipitado apoderándonos de un % importante de consumidores en el mercado nacional, con esto se podrá crear

nuevas fuentes de trabajo tanto en el distrito de Llocllapampa y en el lugar donde sea montada la microempresa dándoles acceso a un mejor nivel de vida.

1.5. Importancia

La importancia de la tesis, es la obtención de carbonato de calcio precipitado a partir de piedra caliza que por su alta pureza puede ser utilizado en diferentes campos de la industria como la del rubro de pinturas.

La determinación de parámetros óptimos nos va a permitir diseñar la tecnología óptima en la obtención de carbonato de calcio precipitado para poder ser utilizado en distintos campos en la industria.

La obtención de carbonato de calcio precipitado constituye una alternativa para crear nuevas industrias, a su vez nuevas fuentes de trabajo y aprovechar los grandes yacimientos de minerales no metálicos que tenemos en el país.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

Collado, Emerson (1980). *Universidad Nacional de Ingeniería – Perú, Estudio técnico y económico de una planta para producir carbonato de calcio precipitado utilizado en la industria de los polímeros.*

El estudio tuvo como objetivo desarrollar una tecnología a nivel industrial y su factibilidad económica, donde se demostró la factibilidad de la implementación de la planta en nuestro país que no contaba ni cuenta ahora con una planta de procesamiento de carbonato de calcio precipitado con diversas aplicaciones, siendo una de ellas la industria de las pinturas.

Mauricio Berrú, y otros (2014). *Universidad Nacional de Piura – Perú, Diseño de planta para la producción de carbonato de calcio a partir de la concha de abanico de la ciudad de Sechura.*

El objetivo fue diseñar una planta que permite aprovechar la valva de la concha de abanico (dos botaderos artesanales donde se arrojan de residuos las conchas de abanico provenientes de plantas que se encargan de procesar a este molusco para su comercialización) para la producción de carbonato de calcio orgánico, donde se muestra una propuesta atractiva.

Santander, Mario (2013). *Universidad de Atacama – Chile, Investigación Universitaria.*

El objetivo fue desarrollar una tecnología a nivel de laboratorio para producir CaCO_3 precipitado que cumpla con las especificaciones exigidas por la industria papelera, donde se demostró que es posible producir carbonato de calcio precipitado con una pureza mayor al 98%

y que para incrementar el índice de blancura es necesario eliminar todo el hierro.

2.2. Caliza

Ramírez, José, (2009). *INGEMMET – Perú, Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú.*

Define a la caliza como una roca sedimentaria compuesta principalmente de calcita (CaCO_3) y las dolomías son rocas compuestas principalmente por dolomita ($\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$). Otros carbonatos como el aragonito (CaCO_3), la siderita (FeCO_3), la ankerita ($\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$) y la magnesita (MgCO_3), son comúnmente asociados con calizas y dolomías, pero generalmente en cantidades menores.

La caliza es una roca que tiene un origen químico y orgánico. Los carbonatos de origen químico han sido formados por precipitación de disoluciones bicarbonatadas o carbonatadas con dióxido de carbono y agua. Los que tienen origen orgánico están formados por caparzones de animales acuáticos y las oolitas por pequeños granos esféricos que tienen por núcleo restos de conchas o granitos de arena.

TABLA N° 2.1
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CALIZA

Componentes	%
CaCO ₃	97.8
MgCO ₃	1.25
Fe ₂ O ₃	0.095
SiO ₂	0.56
Al ₂ O ₃	0.23
Ni	<0.02
Cr ₂ O ₃	<0.01
SrO	0.03
MnO	<0.1

FUENTE: INGEMMET, 2009

La composición química y las propiedades de la caliza dependen de la naturaleza y cantidad de las impurezas de la roca original.

F. Orus, (1985). España, *Materiales de Construcción*.

Señala que las calizas son rocas originadas por un proceso de sedimentación directa. Esta sedimentación puede tener diversos orígenes, el carbonato cálcico se fija en las conchas o esqueletos de determinados organismos, ya sean microscópicos o macroscópicos y a su muerte estas conchas o esqueletos se acumulan originando un sedimento carbonatado.

Guerrero, Cirilo (2001). México, *Las rocas calizas*.

Define a la caliza como una roca compuesta por lo menos del 50% de carbonato de calcio (CaCO₃), con porcentajes variables de impureza, que por calcinación da cal viva. Pueden ser de origen marino o agua dulce y el magnesio puede sustituir en parte al calcio, dando calizas dolomíticas. Comúnmente se hallan presentes impurezas de sílice,

arcilla entre otros, así como cantidades menores de fosfato, hierro y materia carbonacea.

Cantidades grandes de caliza se aplican como roca natural y para la fabricación de cemento y cal viva.

2.2.1. Propiedades de la caliza

- Color: La coloración de las calizas ricas en calcio es blanco cuando son puras, pero cambia entre el gris y el negro a consecuencia de las impurezas carbonosas que contienen. Así por ejemplo, el óxido férrico le da un color amarillento; los sulfuros tales como pirita entre otros alteran el color superficial de la roca al oxidarse bajo la influencia de los agentes dando un color rojizo.
- Resistencia: Esta es una propiedad importante a la comprensión que oscila entre 98.4 y 583.5 Kg/cm². La resistencia a la tracción no es tan importante, su variación es de 26 a 63 Kg/cm².
- Densidad: la caliza comercial en condiciones ordinarias tiene una densidad de 1.922 Kg/dm³
- Absorción de agua: Tiene del 2 al 8% en peso
- Desgaste de rozamiento: de 30 a 40cm³ y al chorro de arena de 7 a 10cm³.

2.2.2. Principales derivados de la caliza

Los principales derivados que presenta la caliza son el Carbonato de calcio y la Cal.

- Cal: este producto se obtiene calcinando la piedra caliza por encima de los 900°C. En este estado se le denomina Oxido de calcio (Cal viva) y si esta se apaga con agua se le llama cal apagada (Hidróxido de calcio). Según la estequiometria 100Kg de piedra caliza pueden producir 56Kg de cal. En el mercado nacional se comercializan 3 tipos de cal:

- a) Cal viva: se obtiene mediante calcinación de la piedra caliza, ese producto se utiliza mayormente en la construcción
 - b) Cal apagada: se le conoce de esta manera a la cal viva que es tratada con agua transformándose en hidróxido de calcio.
 - c) Cal hidráulica: este tipo de cal está compuesto mayormente de hidróxido de calcio, sílica (SiO_2) y alúmina (Al_2O_3). Una de sus propiedades es fraguar y endurecer incluso debajo del agua
- Carbonato de calcio: Es muy abundante en la naturaleza, aparece en forma de roca caliza, fácilmente erosionable por la acción del viento y la lluvia. El carbonato de calcio puro existe como calcita (trigonal) y aragonita (rómbo) que tienen forma casi pura. Este compuesto tiene múltiples aplicación en la industria.

2.3. Clasificación de la caliza

Ramírez, José, (2009). *INGEMMET – Perú, Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú.*

La caliza es una roca que tiene origen químico y orgánico, los carbonatos de origen químico se formaron por la precipitación de disoluciones bicarbonatadas o carbonatadas con dióxido de carbono y agua en cambio los de origen orgánico están formados por caparzones de animales acuáticos.

Gallegos, José. (1949). *Universidad de Granada – Granada, La clasificación de las rocas sedimentarias.*

Clasifica a la caliza como autóctonas y alóctonas.

Las autóctonas se forman in situ por una acumulación de calizas orgánicas no transportadas, y se pueden subdividir a su vez en dos: bioermales si son de extensión restringida y bioestromales si son de carácter extendido. Las calizas alóctonas están constituidas por materiales formados en otros sitios y depositados en el lugar.

El principal uso que se le da a las calizas es debido a su contenido de carbonato en su composición, especialmente al grado de pureza químicamente, como se muestra en la siguiente tabla.

**TABLA N° 2.2
CLASIFICACIÓN DE LA CALIZA**

Categoría	Porcentaje CaCO₃
Muy alta pureza	> 98,5
Alta pureza	97,0 - 98,5
Media pureza	93,5 - 97,0
Baja pureza	85,0 - 93,5
Impura	< 85,0

FUENTE: MINERALOGY AND NUEVA NORA SOFIAD PETROLOGY GROUP, BRITISH GEOLOGICAL SURVEY

**TABLA N° 2.3
LEYES DE CARBONATO DE CALCIO EN EL PERÚ**

Región	Provincia	CaCO₃ + Yeso	CaO
Junín	Jauja	99,98%	54,70%
Junín	Jauja	99,99%	54,63%
Huancavelica	Huancavelica	99,62%	54,50%
Huancavelica		99,79%	54,61%
Cajamarca	Celendín	95,59%	53,41%
Cajamarca	Cajamarca	98,28%	52,27%

Fuente: INGEMMET, 2009

2.4. Yacimientos de caliza en el Perú

Las calizas son las más abundantes en comparación a todos los carbonatos en el Perú y el mundo. En nuestro país se consume esta materia prima principalmente en la costa, que es la parte más industrializada y en la cual sus yacimientos son más accesibles

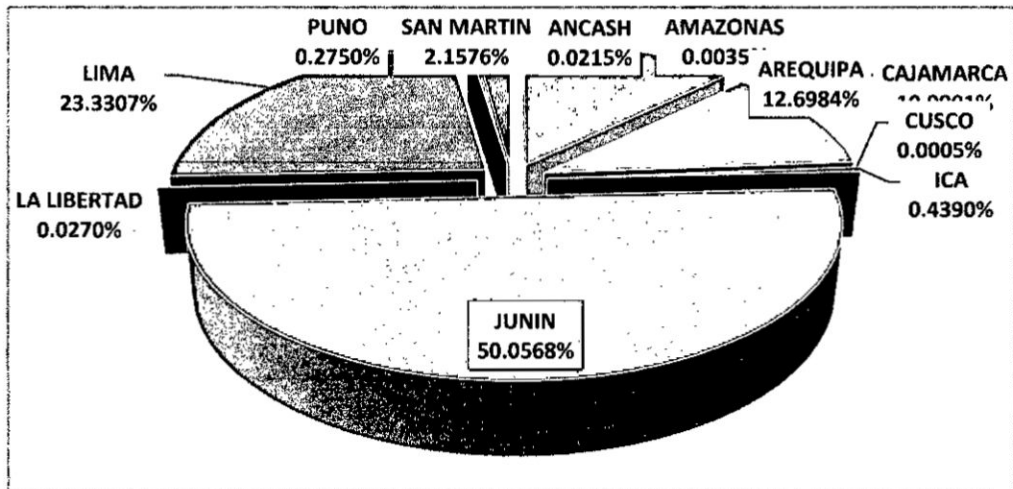
aunque presentan menor potencial y menor calidad que las que se encuentran en el interior del país.

Las fuentes más grandes de las calizas en el Perú se ubican en la franja interandina porque presentan mejores características industriales en determinadas zonas.

2.4.1. Principales productores de piedra caliza en el país por departamento.

La principal fuente de producción de piedra caliza en el Perú se encuentra en el departamento de Junín que cuenta con poco más del 50% de la producción total del país, seguido por el departamento de Lima con 23% aproximadamente y Arequipa con casi 12.70% de la producción total según se puede observar en el siguiente gráfico:

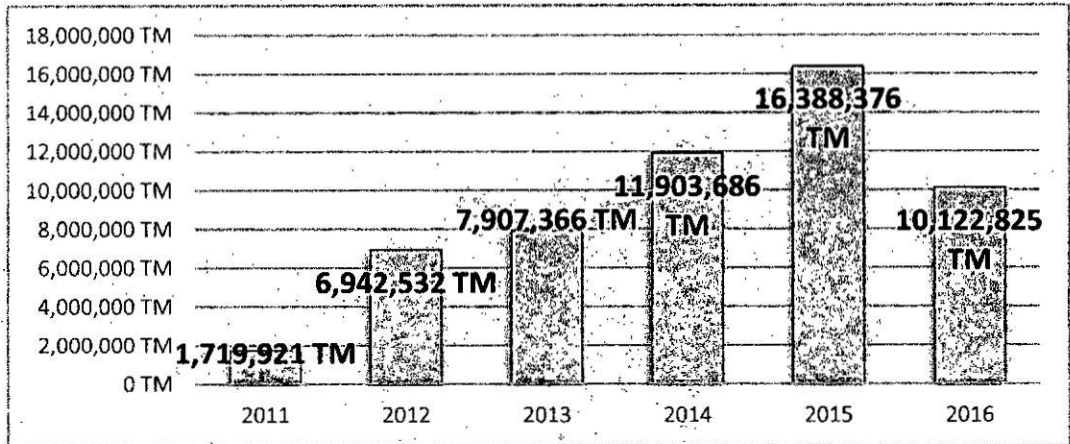
GRAFICO N° 2.1
PORCENTAJE DE PRODUCCIÓN DE CALIZA EN EL PERÚ



Fuente: INGEMMET, 2016

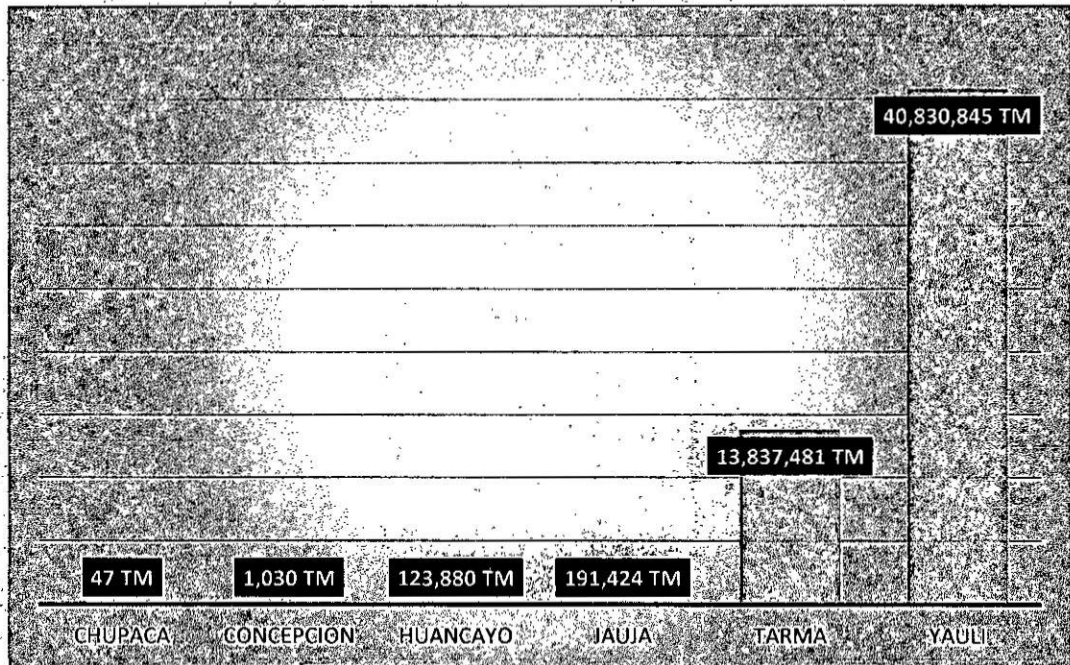
Según el gráfico anterior analizaremos la producción de piedra caliza en el departamento de Junín en los últimos 6 años según INGEMMET:

GRAFICO N° 2.2
PRODUCCIÓN DE CALIZA EN EL DEPARTAMENTO DE JUNÍN



Fuente: INGEMMET, 2016

GRAFICO N° 2.3
PRODUCCIÓN DE CALIZA POR PROVINCIAS DE JUNÍN



Fuente: INGEMMET, 2016

Se observa que las tres provincias con mayor producción de caliza y dolomita desde el 2011 al 2016 son Yauli, Tarma y Jauja.

2.4.2. Producción de caliza en las principales provincias del departamento de Junín.

Como se sabe, el departamento de Junín posee la mayor producción de caliza en el país. En base a esto tenemos el siguiente cuadro que muestra la producción en las tres provincias de mayor demanda en este departamento.

GRAFICO N° 2.4
PRODUCCIÓN DE CALIZA EN DIFERENTES DISTRITOS DE JUNÍN

LLOCLLAPAMPA	20,518 TM
CURICACA	170,906 TM
TARMA	4,444 TM
LA UNION	13,833,036 TM
PACCHA	318 TM
SANTA ROSA DE SACCO	1,342 TM
CHACAPALPA	3,956 TM
SANTA BARBARA DE CARHUACAYAN	14,671 TM
LA OROYA	610,948 TM
MARCAPOMACOCHA	726,236 TM
YAULI	39,473,374 TM

Fuente

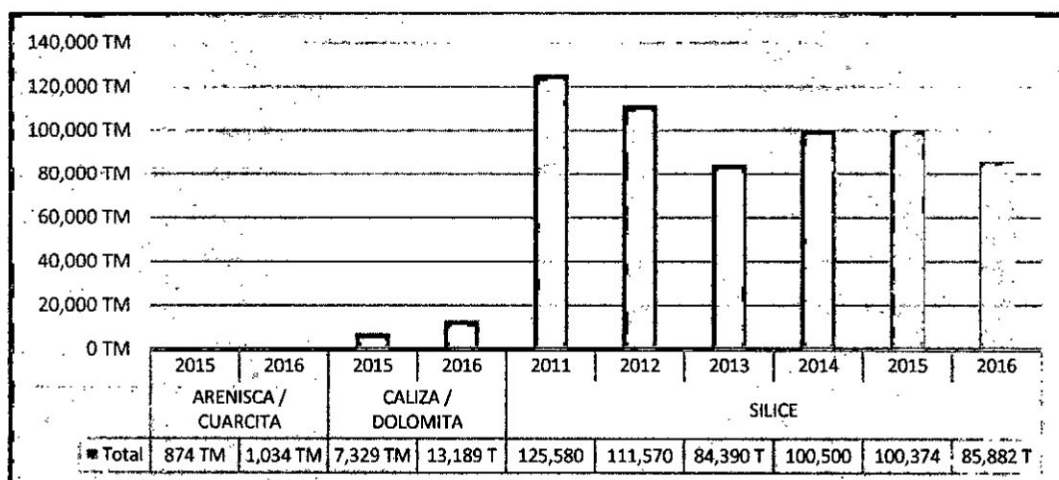
: INGEMMET, 2016

2.4.3. Producción de otros minerales en Jauja-Junín

El departamento de Junín no solo se caracteriza por tener la mayor producción de piedra caliza en el Perú sino también diferentes minerales dentro de los cuales se encuentra la cuarcita, dolomita,

sílice entre otros. En el siguiente cuadro se muestra la producción de estos minerales desde el año 2011 al 2016,

GRAFICO N° 2.5
PRODUCCIÓN DE DIFERENTES MINERALES EN LLOCLLAPAMPA



Fuente: INGEMMET, 2016

2.5. Carbonato de Calcio Precipitado

Teir, S., Eloneva, S. (2005); "El carbonato de calcio se puede producir en varios minerales de forma natural, se puede cristalizar en variedad de morfologías, lo que hace un producto muy versátil utilizado en diferentes industrias como la papelera o en pinturas dándole propiedades físicas y químicas. El producto obtenido de una síntesis controlada que produce una morfología deseada y tamaño de partícula se denomina carbonato de calcio precipitado o CCP. Este producto tiene una pureza más alta que el carbonato de calcio natural o molido, esto debido a que las impurezas se eliminan en el proceso de producción. Este nuevo producto mejora las propiedades es del papel como el volumen, brillo, dispersión de la luz. Entre otros. La pureza de Carbonato de calcio precipitado (CCP) suele ser superior al 99% con una densidad de 2700 Kg/m³"

Kilic, (2015); Nos dice que existen dos fuentes de carbonato de calcio; uno es el carbonato de Calcio molido (CCM) y carbonato de calcio precipitado (CCP). El primero (CCM) se puede extraer de la tierra y está presente en cantidades variables en forma de calcita, aragonita, piedra caliza, mármol, entre otros. Después de su extracción, este es molido, ya sea en condiciones secas o húmedas dependiendo de los requisitos finales del producto.

Sezer, (2013); Menciono que se puede obtener el CCP de diversas formas cristalinas por ejemplo Calcita (romboédrica), Aragonita (Ortorrómbica), Vaterita (hexagonal), entre otros. Dependiendo de las condiciones de reacción e impurezas en el proceso.

El carbonato de calcio precipitado se empezó a producir desde 1841. Esto se realizó por primera vez por una compañía inglesa, John E. Sturge Ltd. Tratando el CaCl_2 residual de su unidad de producción de KClO_3 con Na_2CO_3 y CO_2 para producir Carbonato de calcio precipitado (CCP).

Existen diversos estudios acerca del Carbonato de calcio precipitado: Bilen (2010); realizó una investigación sobre las condiciones de recuperación de carbonato de calcio de alta pureza mediante la inyección de dióxido de Carbono (CO_2) en una solución de lixiviación en la que los iones de Ca^{+2} se extrajeron de las escorias de acero de una compañía metalúrgica.

2.6. Métodos de obtención de carbonatos de calcio precipitado

Santander, Mario (2013), señala que la tecnología disponible a nivel internacional para la producción de CaCO_3 precipitado requiere de minerales de leyes de CaCO_3 mayores a 97% los cuales no se encuentran disponibles. El contenido de impurezas de estos minerales es la principal causa de que no se tenga un porcentaje

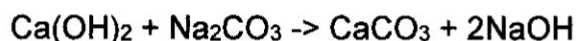
mayor. Existen diferentes procesos conocidos a nivel mundial, para la producción de CaCO_3 precipitado entre ellos: Método Sturge, Vía Carbonatación, Proceso Solvay, Método de la Sacarosa, Método vía amoníaco, entre otros.

2.6.1. Método de la sacarosa

Fernandez et al. (1991), Señala que una forma para poder obtener carbonato de calcio precipitado sería la adición de CO_2 sobre sacarato de calcio. Este producto se obtiene por la adición de azúcar disuelta sobre la cal. Debido a su alto costo no tiene aplicación industrial.

2.6.2. Método de la ceniza de soda

Bauman, et (1966), Señala que para este método la cal apagada (Hidróxido de calcio) reacción con carbonato de sodio en medio acuoso, según la reacción:



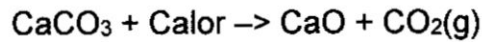
Una de las desventajas que presenta este proceso es el uso de Na_2CO_3 que tiene un alto precio.

2.6.3. Método vía amoníaco

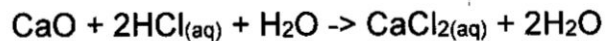
Ramsay (1997), En este método primero se tiene que obtener nitrato de calcio $\text{Ca(NO}_3)_2$ mediante la reacción entre Hidróxido de calcio Ca(OH)_2 y el nitrato de amonio NH_4NO_3 , Luego obtener el Carbonato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ mediante la reacción de NH_3 y el dióxido de Carbono CO_2 . Luego de esto tanto en Nitrato de Calcio $\text{Ca(NO}_3)_2$ y el carbonato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ reaccionan para obtener CaCO_3 .

2.6.4. Método Sturge

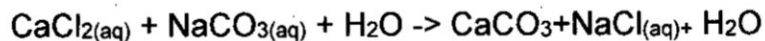
Estaugh (2004), Señala que se tiene que calcinar CaCO_3 para producir Cal viva (CaO) y dióxido de carbono (CO_2). Este proceso se realiza adicionando calor a temperaturas cerca de $1100\text{ }^\circ\text{C}$



La cal viva pasa a ser lixiviada con una solución de ácido clorhídrico:

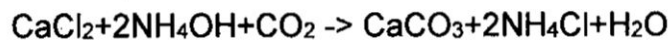


El cloruro de calcio (CaCl_2) es filtrada para remover solido en suspensión, luego se adiciona $\text{NaCO}_3(\text{aq})$, con el fin de obtener Carbonato de calcio precipitado.



2.6.5. Proceso Solvay

Gao (2007), Señala que para este proceso se tiene que solubilizar en Carbonato de calcio con ácido clorhídrico, con el fin de separar la impurezas insolubles. Esta solución debe ser tratada con amoniaco y anhídrido carbónico para lograr precipitar el carbonato de calcio en una solución de cloruro de amonio.



Una de las desventajas de este proceso es el alto costo de los reactivos y el control de sus efectos ambientales.

2.6.6. Método vía carbonatación

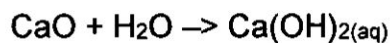
Rafton (1933), Uno de los métodos más sencillos, y el más usado para la producción de carbonato de calcio precipitado según los siguientes procedimientos:

- **Calcinación:** aquí está donde la piedra caliza es calcinada a una temperatura mayor a los 900°C , el producto obtenido es el siguiente:

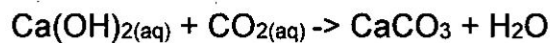


Los productos que se obtienen son Oxido de Calcio (CaO) y Dióxido de Carbono (CO₂), este mismo puede ser utilizado luego en la carbonatación.

- Hidratación: en este proceso intermedio, el óxido de calcio es hidratado para obtener hidróxido de calcio o también conocido como cal apagada



- Carbonatación: En esta última etapa el hidróxido de calcio reacciona con el dióxido de calcio mediante burbujeo y agitación constante para obtener carbonato de calcio precipitado en agua.



2.7. Usos y aplicaciones del carbonato de calcio precipitado

El Carbonato de Calcio Precipitado (CPP) es el producto más complejo de todos los que producimos, ya que requiere aplicar controles especiales y disponer de un gran conocimiento de los diferentes parámetros relacionados en la reacción de precipitación y posteriores tratamientos.

Mediante la modificación de los mencionados parámetros, seleccionamos con gran precisión las características de los Carbonatos de Calcio Precipitados (CCP) para el uso en cada tipo de formulación y aplicación.

La gran ventaja del Carbonato Cálcico Precipitado (CCP) frente a los Carbonatos Cálcicos Naturales (CCN) es la posibilidad de síntesis de partículas con una forma cristalina específica y mucho más pequeña, y a la vez distribuciones granulométricas mucho más estrechas y definidas.

Estas características distintivas están relacionadas muy estrechamente con las propiedades físicas que le confiere a la

formulación de cada producto específico. Por ejemplo, la especial microestructura y distribución granulométrica aporta opacidad y blancura, que son características importantes en ciertas aplicaciones, como pintura y papel.

Por el contrario cuando comparamos el Carbonato de Calcio Precipitado (CCP) con Carbonatos de Calcio Naturales (CCN), encontramos diferencias importantes:

➤ Disponemos de partículas de menor tamaño y más uniformes.

El CCP presenta distribuciones granulométricas más estrechas y estables.

➤ Ejerce menor abrasión.

Obtenemos superficies específicas superiores en el precipitado.

Aseguramos purezas químicas más elevadas.

Adicionalmente, la gran ventaja del Carbonato de Calcio Precipitado (CCP) es la posibilidad de disponer de formas cristalinas diferentes que resultan en propiedades físicas adaptadas a la aplicación concreta. Por ejemplo, la opacidad y blancura del Carbonato de Calcio Precipitado (CCP) son características importantes en ciertas aplicaciones (pintura y papel), mientras en otras el comportamiento reológico es la clave (sellantes). Por lo tanto, los diferentes tipos de Carbonatos de Calcio Precipitados (CCP) son diferentes entre sí y las peculiaridades de su uso en cada sector deben ser especificadas en estrecha colaboración con los clientes.

- Aplicaciones del carbonato de calcio precipitado

Ramírez, José, (2009). *INGEMMET – Perú, Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú.*

a) edificación

- ✓ El desarrollo de la actividad humana se realiza habitualmente en espacios cerrados que son construidos para ese propósito.
- ✓ A través de las plantas de hormigón estratégicamente situadas y la gama de morteros se dan respuestas globales a dichas necesidades constructivas.
- ✓ Adicionalmente, el Carbonato Calcio Precipitado (CCP) producido, también está presente en diversos materiales utilizados en la edificación como son los perfiles de ventanas de PVC y sellantes.

b) Industria del papel

Dos funciones principales desempeñadas: regeneración de reactivos con cal viva y mejora de las propiedades del papel mediante la adición de CCP.

El papel es una combinación de fibras vegetales tratadas mecánica o químicamente. Su primera fabricación data del año 100 D.C. y su proceso de obtención ha sufrido multitud de cambios y avances, convirtiéndose en la actualidad en un sector exigente y moderno.

Principalmente dirigidos a dos etapas del proceso:

Para liberar las fibras naturales de la madera, es necesario someter a ésta a un proceso de cocción en un digestor con licores compuestos por agentes separadores de la lignina. Los licores se degradan en la cocción y son regenerados

Una vez separadas y limpias, las fibras se hacen pasar por las máquinas de papel que distribuyen las fibras y adicionan cargas minerales y aditivos para estabilizar y dar consistencia al papel, que es obtenido tras el secado final.

c) Industria química

Sus numerosas aplicaciones como reactivo, corrector de pH, regenerador, lubricante o secante convierte a los productos cálcicos en indispensables para este sector.

La industria química se encarga habitualmente de sintetizar compuestos que sirven posteriormente como principio activo o materia prima para otros procesos productivos (fertilizantes, alimentación, etc) En este sector tiene cabida el CCP.

d) Pintura

El carbonato Cálcico Precipitado (CCP) desempeña una función determinante en la mejora de las formulaciones de pinturas.

Las primeras pinturas o recubrimientos se obtenían mezclando pigmentos naturales con aceites vegetales o animales y su aplicación estaba destinada principalmente hacia fines más decorativos. El desarrollo continuo de la tecnología e investigación en nuevos materiales (resinas, aditivos, solventes o el mismo CCP) ha hecho posible que las pinturas se conviertan en un elemento protector ineludible.

El Carbonato Cálcico Precipitado (CCP) interviene en la formulación de las pinturas, le aporta opacidad y blancura. Además, gracias a su especial microestructura, favorece la disgregación de las partículas de dióxido de titanio, permitiendo que éstas queden espaciadas y ordenadas entre sí a una distancia óptima y, por tanto, obteniendo así un rendimiento mejorado del mismo. Dicho de otro modo, el CCP es usado como extender de TiO_2 , y por tanto permite reducir el consumo de este último obteniendo los mismos resultados, a la vez que un ahorro significativo en los costes de fabricación. El CCP permite ser utilizado tanto en sistemas base agua como solvente.

e) Adhesivos y sellantes

El carbonato Cálcico Precipitado (CCP) desempeña una función determinante en la mejora de las formulaciones de adhesivos y sellantes.

Un sellante es un material viscoso o tixotrópico que se transforma en un caucho elástico una vez curado, y es utilizado para proporcionar estanqueidad frente a filtraciones de aire, gas, ruido, polvo, fuego, humo o líquidos, entre otros.

Un adhesivo es un compuesto químico que permite la unión entre dos elementos por contacto superficial.

Existen multitud de formulaciones químicas compuestas por materias primas base y aditivos químicos y minerales, adaptadas a las necesidades de cada aplicación.

El Carbonato Cálcico Precipitado, se utiliza como modificador de reología en una amplia variedad de adhesivos y sellantes, especialmente en las formulaciones de plastisoles de PVC destinados a la industria de automoción. CCP se utiliza también en otras formulaciones de sellantes como: poliuretanos, polímeros MS, polisulfuros, epoxi, etc. como aditivo químico el cual proporciona diversas propiedades entre las que destacan la tixotropía.

Al mismo tiempo, el uso del CCP simplifica notablemente el diseño de nuevas formulaciones gracias a su dispersión fácil, alto yield value, y baja viscosidad.

f) Cauchos

El Carbonato Cálcico Precipitado (CCP) mejora las propiedades dinámicas de los cauchos.

El caucho natural es un polímero elástico que surge como una emulsión lechosa (conocida como látex) en la savia de varias plantas, pudiéndose también obtener de forma sintética.

CCP recubierto ultra fino utilizado como carga capaz de unirse químicamente a la matriz polimérica del caucho. Este efecto proporciona al producto acabado una mejora en la estabilidad de compresión, y potencia a su vez otras propiedades mecánicas como la resistencia a la tracción, el alargamiento a la rotura o la dureza.

CCP recubierto ultra fino utilizado en una amplia gama de cauchos como agentes de procesado. Además pueden ser utilizados para proporcionar un cierto nivel de refuerzo, siendo de fácil manipulación y dispersión dentro del compuesto.

g) Plásticos

El carbonato Cálcico Precipitado (CCP) es utilizado como carga mineral mejorando la resistencia mecánica del plástico.

En los últimos dos siglos, el continuo I+D en nuevas moléculas y sistemas de polimerización ha propiciado la expansión de este tipo de materiales basados en la química del carbono. Miles de tipos, propiedades y prestaciones de plásticos hacen que cuenten en la actualidad con un número de aplicaciones inmenso, formando parte de manera imprescindible en el día a día de la sociedad desarrollada.

h) Alimentación humana

El Carbonato Cálcico Precipitado CCP Su alta superficie específica, pureza química y bajo tamaño de partícula pueden aportar, además, otra serie de ventajas al preparado (viscosidad, baja abrasividad, etc).

Este sector exige una serie de requisitos mediante certificaciones concretas para aquellas materias primas utilizadas como aditivo y sus procesos de fabricación en los alimentos.

2.8. Definición de términos

- Piedra caliza

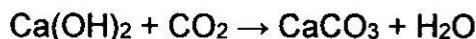
Roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3), generalmente calcita, aunque frecuentemente presenta trazas de magnesita (MgCO_3) y otros carbonatos.

- Carbonato de calcio

Es una sustancia muy abundante en la naturaleza, formando rocas, como componente principal, en todas partes del mundo y es el principal componente de conchas y esqueletos de muchos organismos (p.ej. moluscos, corales) o de las cáscaras de huevo. Es la causa principal del agua dura.

- Carbonatación

Reacción química en la que el hidróxido de calcio reacciona con el dióxido de carbono y forma carbonato cálcico insoluble:



- Hidratación

Reacción química en la que se produce la incorporación de agua a un compuesto.

- Molienda

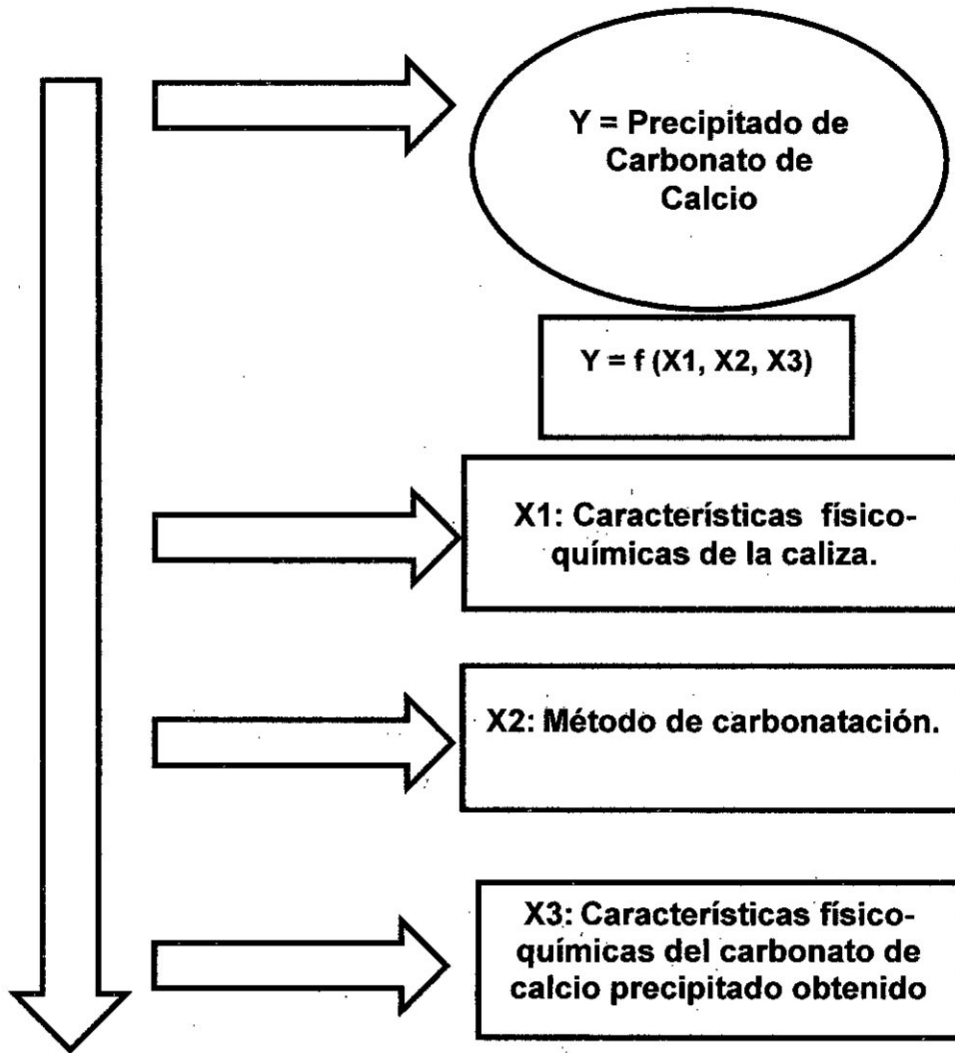
Proceso que consiste en desmenuzar una materia sólida, especialmente granos o frutos, golpeándola con algo o frotándola entre dos piezas duras hasta reducirla a trozos muy pequeños, a polvo.

- Difracción rayos X

Técnica experimental para el estudio y análisis de materiales, basada en el fenómeno de difracción de los rayos X por sólidos en estado cristalino.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1. Variables de la investigación



3.2. Operacionalización de variables

TABLA N° 3.1
OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Métodos
Carbonato de calcio precipitado	Parámetro fisicoquímico	%pureza carbonato de calcio precipitado (g/g)	- Selección y trituración de materia prima - Tamizado - Calcinación - Trituración - Tamizado - Hidratación - Carbonatación - Filtración - Secado - Análisis fisicoquímico
Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Método
Características físico-químicas de la caliza.	Parámetros físicos y químicos	- Porcentaje de Humedad (%) - % de pureza del CaCO ₃ - Color	- Plancha - Difracción de RX - Colorímetro
Método de carbonatación	Condiciones de calcinación.	- Temperatura de calcinación (°C) - Tiempo de calcinación (min) - Granulometría (um)	- Termocupla - Cronometro - Tamiz ASTM E-11
Características físico-químicas del carbonato de calcio precipitado obtenido.	Parámetros físicos y químicos	- Poder cubriente - Porcentaje de carbonato de calcio precipitado (%) - Granulometría (um) - Color	- Cartilla de medición visual de poder cubriente - Difracción de RX - Analisis de Tamaño de partícula - Colorímetro

FUENTE: Elaboración propia

3.3. Hipótesis

3.3.1. Hipótesis general

El proceso más adecuado para la obtención de carbonato de calcio precipitado a partir de la caliza proveniente del distrito de Llocllapampa-Junín es el método de Carbonatación.

3.3.2. Hipótesis específicas

- a. Las características físico-químicas de la caliza proveniente del distrito de Llocllapampa-Junín son adecuadas para ser sometidas al proceso de carbonatación.
- b. Los parámetros de operación óptimos para el método de carbonatación para la obtención de carbonato de calcio precipitado son: tiempo de 120 min, temperatura de 950°C, granulometría ASTM E-11 N°400.
- c. Las características físicas y químicas del carbonato de calcio precipitado obtenido mediante el método de carbonatación son comparable a las fichas técnicas de productos comerciales.

IV. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de investigación

Los tipos de investigación que se realizaron en el trabajo de tesis son:

4.1.1. Por su finalidad

Es de tipo experimental, ya que los resultados obtenidos servirán para establecer los parámetros de control para la obtención de Carbonato de Calcio Precipitado mediante el método de Carbonatación.

4.1.2. Por su diseño interpretativo

Es experimental, por lo que se realiza mediante la observación, registro y análisis de variables de la investigación

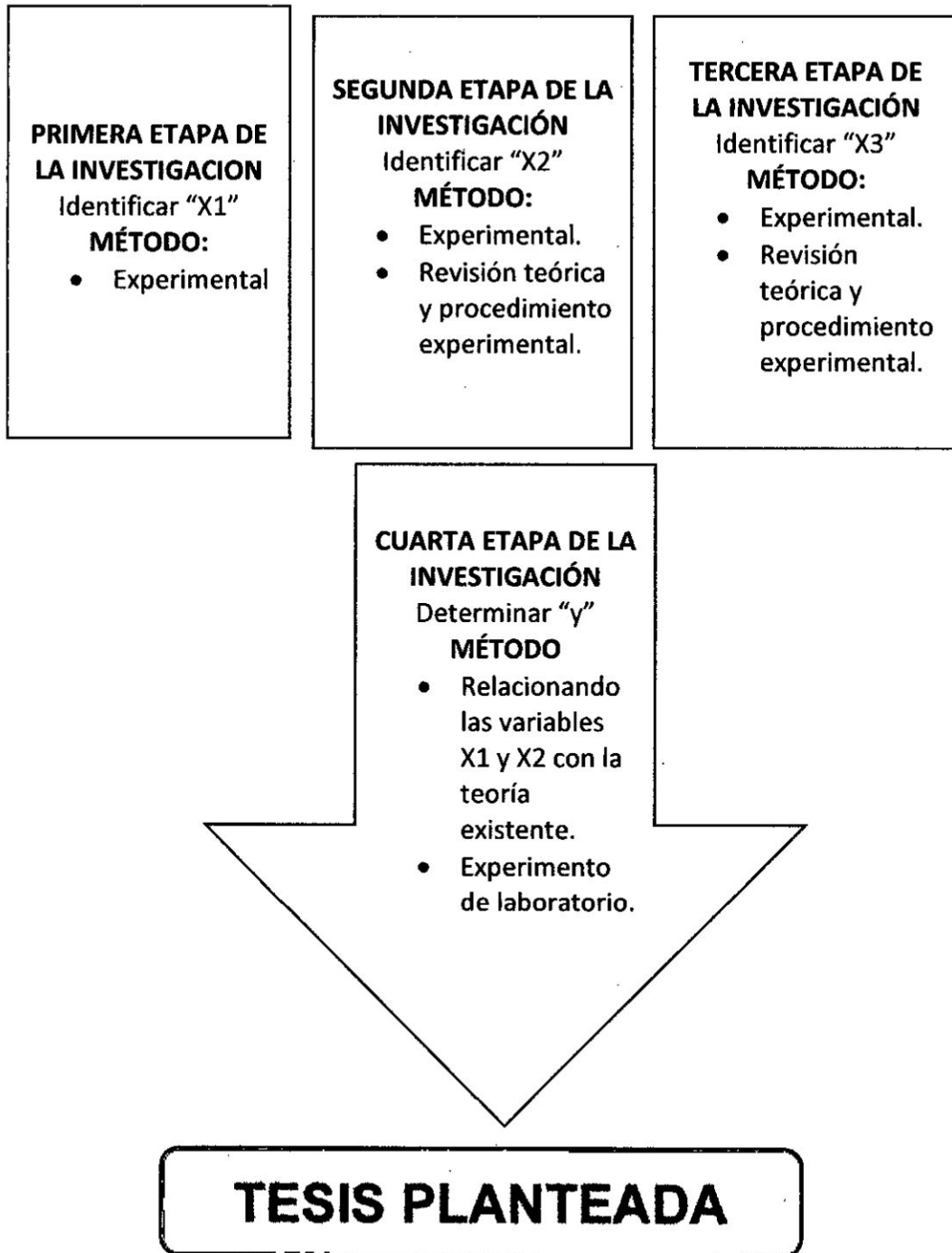
4.1.3. Por el énfasis en la naturaleza de los datos manejados

Son datos cuantitativos, algunos resultados de laboratorios externos que nos ayudaran a explicar y predecir los posibles fenómenos de transformación de materia investigados

4.2. Diseño de la investigación

Para el desarrollo de la tesis se plantea 4 etapas de investigación, para las cuales se identifican las variables específicas

GRAFICO N° 4.1
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN



1. PRIMERA ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN: Esta etapa se realizará de manera experimental relacionado a la variable "X1". Este análisis incluye las características físico-químicas de la materia prima.

2. SEGUNDA ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN: La segunda etapa requerirá la revisión teórica y procedimiento experimental para la variable "X2".

3. TERCERA ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN: En esta etapa requerirá la revisión teórica y procedimiento experimental para la variable "X3".

4. CUARTA ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN: En esta etapa, con la información mencionada en las etapas 1, 2 y 3 ; se realizarán los análisis pertinentes y experimental para definir la variable "Y".

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

La muestra experimental estará conformada por 1000 Kg de Caliza de la cantera de Llocllapampa-Jauja-Junin.

4.3.2. Muestra

- Muestreo de materia prima

Se realizó el muestreo de 4.8 Kg de caliza, de acuerdo al método del cuarteo, optando por la caliza más blanca.

- Muestreo de óxido de calcio

Muestra de 40 gramos para el análisis de FRX del CaO obtenido.

- Muestreo de carbonato de calcio precipitado

Se sacará una muestra de 40 gramos para el análisis de FRX y DRX,

A su vez con el producto restante se realizará la caracterización física del producto terminado que haya sido aceptado en la prueba de poder cubriente.

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La evaluación de las variables del proyecto se obtendrá de forma metódica experimental mediante investigación bibliográfica y experimental (cualitativa y cuantitativa).

4.5. Procesamiento estadístico y análisis de datos

Se realizará de manera bibliográfica y experimental conforme se va avanzando el desarrollo de la tesis.

4.6. Modelos y Métodos – Parte Experimental

Se usará el software Minitab para el análisis estadístico de los datos.

4.6.1. Método de obtención de carbonato de calcio precipitado

a. Selección y trituración de materia prima

La caliza con la que se ha desarrollado esta tesis fue extraída de la cantera Llocllapampa - Jauja – Junín, ha sido muestreada bajo la técnica del cuarteo dividiendo la zona en 4 partes y extrayendo una muestra representativa de cada zona optando siempre por la caliza más blanca, luego se ha procedido a triturar de manera manual en un mortero para poder ser separadas de acuerdo a su tamaño granulométrico, para evitar tamaños variables se trabajó con el pasante de una malla y el retenido de otra de numeración consecutiva (como se ve en la tabla N° 05 y en la imagen 01 del capítulo N°4) también se realizó el respectivo análisis químico.

FIGURA N° 4.1
MUESTREO DE CALIZA EN LLOCLLAPAMPA



FUENTE: *Elaboración propia*

Para obtener una granulometría más uniforme se trabajó de la siguiente forma:

TABLA N° 4.1
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

USA STANDARD ASTM E-11	ABERTURA (mm)	CANTIDAD DE CALIZA TOTAL (Kg)
Pasante en malla 8 y retenido en malla 10	2.00 - 2.36	2.40
Pasante en malla 80 y retenido en malla 100	0.15 - 0.18	2.40

FUENTE: *Elaboración propia*

TABLA N° 4.2
ANÁLISIS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Fórmula	%
CaO	55.380
SiO ₂	0.373
MgO	0.267
Al ₂ O ₃	0.100
SO ₃	0.089
SrO	0.038
Fe ₂ O ₃	0.029
MUESTRA	LOI
Carbonato de Ca	42.1

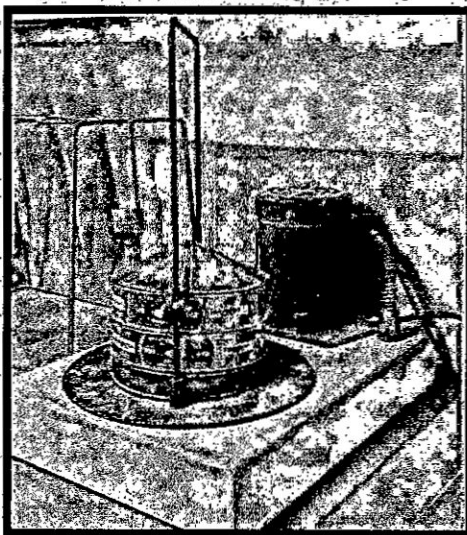
FUENTE: Laboratorio BIZALAB

TABLA N° 4.3
ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado Aproximado (%)
Calcita	CaCO ₃	98
Cuarzo	SiO ₂	< L. D.
Aragonita	CaCO ₃	< L. D.

FUENTE: Laboratorio BIZALAB

FIGURA N°4.2
PROCESO DE TAMIZADO POR MALLAS



FUENTE: Laboratorio INSUMEX S.A

Se determinó el % de humedad de una muestra representativa en general, total de 10g, para eso se utilizó una plancha de calentamiento a 105 °C por un lapso de 60 min.

Al final se determinó el % de humedad (véase la tabla 4.2) de la siguiente manera.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(W \text{ muestra inicial} - W \text{ muestra final})}{(W \text{ muestra inicial})} \times 100$$

TABLA N° 4.4
PORCENTAJE DE HUMEDAD DE MATERIA PRIMA

Muestra	Peso inicial	Peso final	% Humedad
M1	10.00	9.868	1.32
M2	10.00	9.864	1.36
M3	10.00	9.867	1.33
M4	10.00	9.866	1.34
M5	10.00	9.863	1.37
M6	10.00	9.868	1.32
M7	10.00	9.862	1.38
M8	10.00	9.865	1.35

FUENTE: Elaboración propia

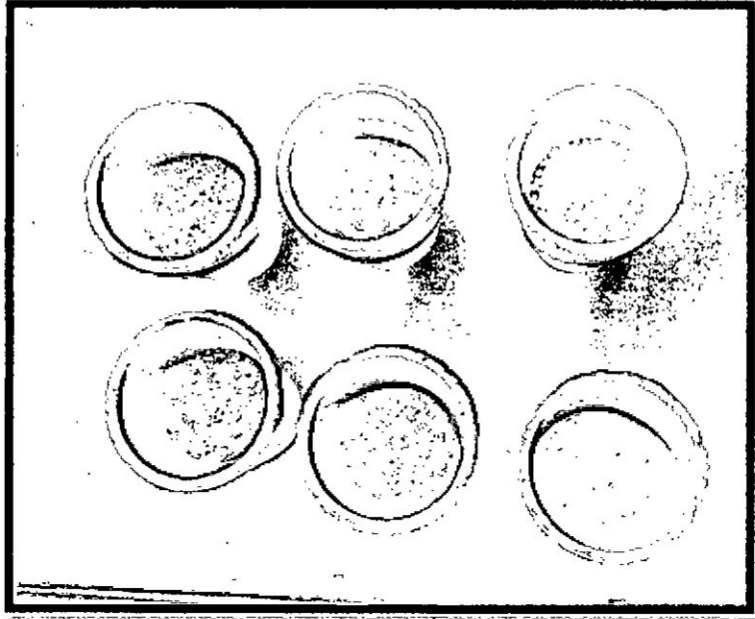
Se decidió no secar la muestra antes de la calcinación ya que el % de humedad es muy bajo y no afectaría.

b. Calcinación

El proceso de calcinación se llevó a cabo en una mufla a temperaturas de 950 °C y 1100 °C por tiempos variables para que se lleve a cabo la descomposición de la caliza y formación de óxido de calcio con liberación de CO₂.



FIGURA N° 4.3
MUESTRAS PARA CALCINACIÓN



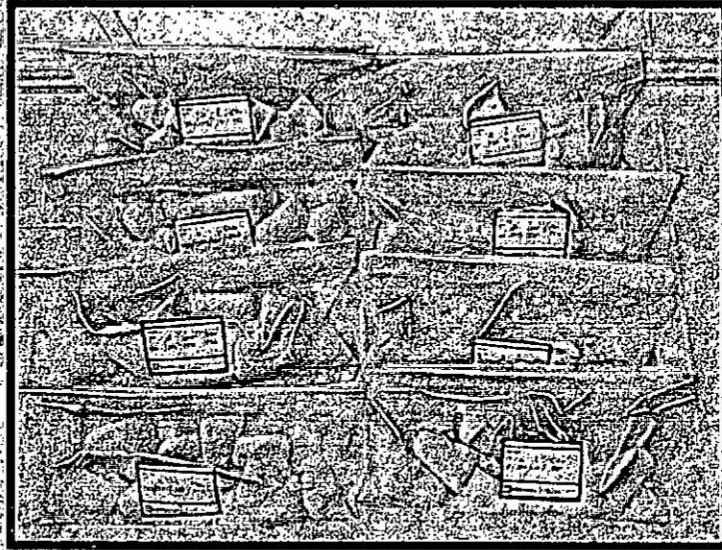
FUENTE: Laboratorio INSUMEX S.A

FIGURA N° 4.4
CALCINACIÓN DE MUESTRAS



FUENTE: Laboratorio INSUMEX S.A

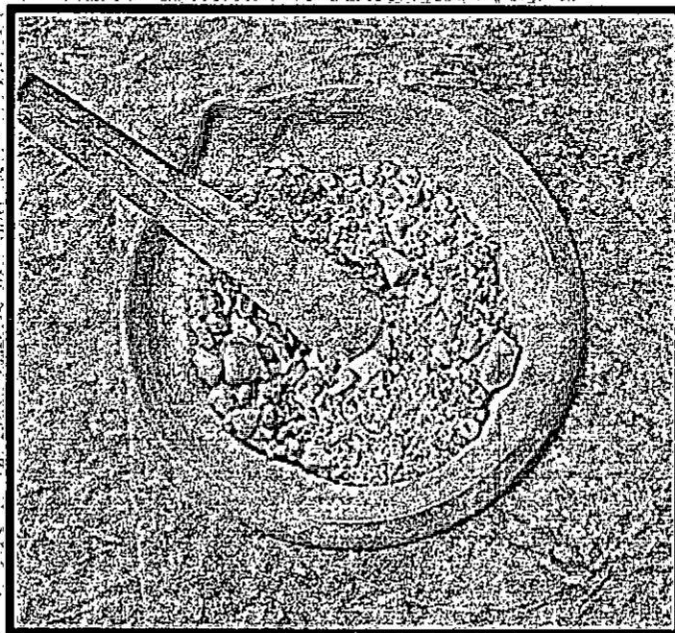
FIGURA N° 4.5
MUESTRAS CALGINADAS



FUENTE: Laboratorio LOPU-UNAC

c. Molienda

FIGURA N° 4.6
REDUCCION DE TAMAÑO DE OXIDO DE CALCIO



FUENTE: Laboratorio LOPU-UNAC

d. Hidratación y Carbonatación

El proceso de hidratación se realizó utilizando un vaso de vidrio de 3 litros en la cual se adiciono agua destilada a una temperatura inicial de 23°C, para luego proceder ah adicionar el Óxido de Calcio (CaO) con una agitación constante durante un tiempo hasta alcanzar una temperatura máxima y con esto se concluye el proceso de hidratación obteniendo una lechada.

Luego, para el proceso de carbonatación se adiciono fenolftaleína a la lechada obtenida en el proceso anterior, esto con el fin de identificar el momento de conversión total del hidróxido de calcio en carbonato de calcio precipitado. Esto se obtiene adicionando un flujo de CO₂ durante el proceso hasta el viraje.

FIGURA N° 4.7
TANQUE DE CO₂ EQUIPADO



FUENTE: Laboratorio LOPU-UNAC

FIGURA N° 4.8
CARBONATACIÓN DE LECHADA DE CAL



FUENTE: Laboratorio LOPU-UNAC

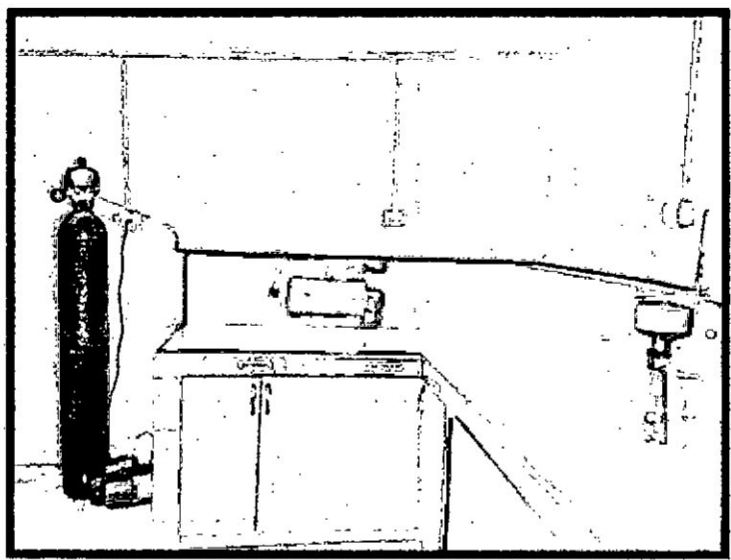
FIGURA N° 4.9
PUNTO FINAL DE LA REACCIÓN



FUENTE: Laboratorio LOPU-UNAC

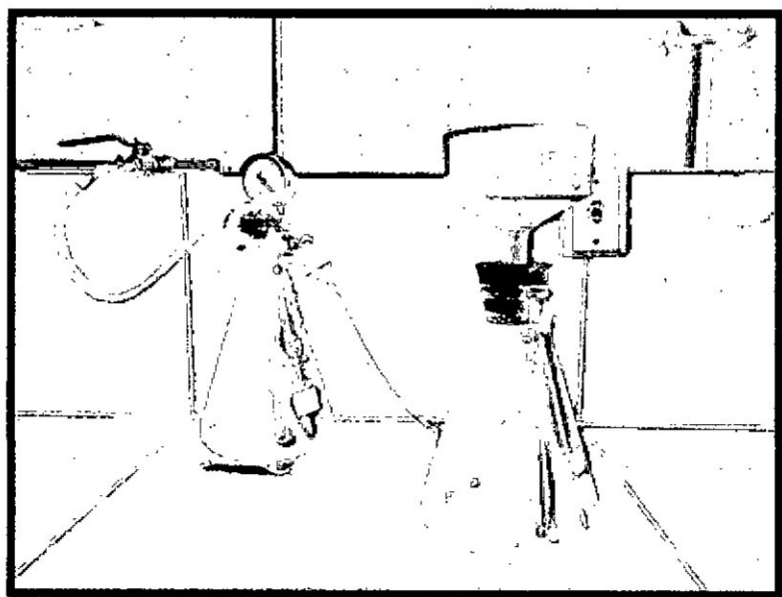
e. Filtración y Secado

FIGURA N° 4.10
EQUIPO DE FILTRACIÓN AL VACÍO



FUENTE: Laboratorio INSUMEX S.A

FIGURA N°4.11
EMBUDO BUCHNER



FUENTE: Laboratorio INSUMEX S.A

4.6.2. Materiales y equipos usados

TABLA N° 4.5
CALIZA

N° Muestras	Granulometría (mm)	Cantidad Kg	Observación
1	2.00 - 2.36	2.4	Pasante en malla 8 y retenido en malla 10
2	0.15 - 0.18	2.4	Pasante en malla 80 y retenido en malla 100

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 4.6
PREPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Cantidad	Instrumentos de Laboratorio	Capacidad	Observación
1	Tamiz de malla N°8, 2.36 mm	100 gr	Marca Advantech A.S.T.M E-11
1	Tamiz de malla N°10, 2.00 mm	100 gr	Marca Advantech A.S.T.M E-11
1	Tamiz de malla N°80, 0.18 mm	100 gr	Marca Advantech A.S.T.M E-11
1	Tamiz de malla N°100, 0.15 mm	100 gr	Marca Advantech A.S.T.M E-11
1	Ro Tap.		Marca: W.S TYLER Modelo: RX - 86 Serie: 18623
1	Mortero		Material. piedra

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 4.7
CALCINACIÓN

Cantidad	Instrumentos de Laboratorio	Capacidad	Observación
1	Plancha de calentamiento	---	Marca Velp Científico
1	Mufla S/M	40x40x50 cm	T° Máxima 1250°C
9	Crisoles cerámicos		Forma de vaso
1	Pinzas de crisol	---	1 m longitud
1	Mortero Cerámico	---	---
1	Tamiz de malla °400, 0.038mm	100 gr	Marca Advantech A.S.T.M E-11

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 4.8
HIDRATACIÓN Y CARBONATACIÓN

Cantidad	Instrumentos de Laboratorio	Capacidad	Observación
1	Agitador Magnético	---	Thermo Cientific
1	Pastilla magnética		
1	Vaso	3 Lt	Pirex
1	Termómetro		

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 4.9
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Cantidad	Equipo	Capacidad	Observación
2	Guantes ambidiestros	---	Material Cuero
1	Careta	---	Fibra de vidrio
3	Mascarilla	---	Marca 3M

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 4.10
REACTIVOS

Reactivos	Cantidad	Observación
Fenolftaleína	---	Indicador
Agua blanda	22.5 L.	---
Aceite de linaza	0.5 Lt	Densidad= 0.924 g / cm ³
Pirofosfato de sodio	50 g	Dispersante
CO2 98% pureza	8 kg	Tanque Recargable, incluye válvula, flujometro y manguera

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 4.11
FILTRACIÓN

Cantidad	Instrumentos de Laboratorio	Capacidad	Observación
1	Sistema de filtración al vacío	---	Incluye embudo buchener
1	Papel Filtro	---	N°1 Whatman

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 4.12
CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO

Cantidad	Instrumentos de Laboratorio	Capacidad	Observación
1	Colorímetro CR-400		Marca Konica Minolta
1	Barra de aplicación		Espesor de película de 75µm
1	Mezclador.		Gast 1725 rpm
1	BT-2003 LASER PARTICLE SIZE ANALYZER	0.5 Lt	
1	Bureta graduada	25 ml	
1	Espatula		
9	Cartilla de poder cubriente		Marca ISX

FUENTE: Elaboración propia

4.6.3. Diseño experimental

- Base de diseño
 - Se va a estudiar experimentalmente "Obtención de carbonato de calcio precipitado por el método de Carbonatación"
 - Las variables cualitativas a controlar de importancia son:
 - ✓ Granulometría de la Caliza
 - ✓ Temperatura
 - ✓ Tiempo
 - ✓ Cantidad de agua Hidratante
 - ✓ Cantidad de CO₂ alimentado
 - Los experimentos serán realizados a nivel laboratorio para determinar las condiciones de operación favorables u óptimas.
 - Para determinar el efecto de las variables independientes y la performance de los equipos e instrumentos de mediciones para este caso se usará el diseño factorial 2ⁿ o 3ⁿ.

- Nos permite obtener el máximo de la información con el mínimo de experiencia que van a realizarse para las 3 variables.

TABLA N° 4.13
PRIMERA ETAPA - CALCINACIÓN

FACTORES	DOMINIO EXPERIMENTAL	
	0	+
X1: Temperatura (°C)	950	1100
X2: Granulometría (mm)	0.15 - 0.18	2.00 - 2.36
X3: tiempo (min)	120	150

FUENTE: Elaboración propia

$2^3 = 8$ corridas

	X1	X2	X3
1	0	0	0
2	0	0	+
3	0	+	0
4	0	+	+
5	+	0	0
6	+	0	+
7	+	+	0
8	+	+	+

FUENTE: Elaboración propia

Temperatura (°C)	Granulometría (mm)	tiempo (min)	VECTOR RESPUESTA		
			% Pureza	W CaO (g)	WCO2 (g) + Impurezas
950	2.00 - 2.36	120			
950	2.00 - 2.36	150			
950	0.149 - 0.177	120			
950	0.149 - 0.177	150			
1100	2.00 - 2.36	120			
1100	2.00 - 2.36	150			
1100	0.149 - 0.177	120			
1100	0.149 - 0.177	150			

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 4.14
SEGUNDA ETAPA – HIDRATACIÓN

FACTORES	DOMINIO EXPERIMENTAL		
	-	0	+
X1: Alimentación CaO (g)	A	B	C
X2: Cantidad de Agua (L)	A1	B1	C1

FUENTE: Elaboración propia

Referencia: 1L de agua por cada 120gr de CaO

Nota: se tomarán los 3 mejores valores obtenidos de CaO del proceso anterior.

	X1	X2
1	-	-
2	-	0
3	-	+
4	0	-
5	0	0
6	0	+
7	+	-
8	+	0
9	+	+

FUENTE: Elaboración propia

W (g)	CaO	Ctad Agua (L/120gCaO)	Vector respuesta	
			WCa(OH) ₂ - teorico (g)	t(min)
A		A1		
A		B1		
A		C1		
B		A1		
B		B1		
B		C1		
C		A1		
C		B1		
C		C1		

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 4.15
TERCERA ETAPA - CARBONATACIÓN

W Ca(OH) ₂ (g)	Flujo de CO ₂ (L/min)	VECTOR RESPUESTA	
		W CaCO ₃ p (g)	t (min)
D	D1		
D	E1		
D	F1		
E	D1		
E	E1		
E	F1		
F	D1		
F	E1		
F	F1		

FUENTE: Elaboración propia

4.6.4. Desarrollo experimental

1. Triturar caliza hasta obtener un pasante en malla 8 y retenido en malla 10, pasante en malla 80 y retenido en malla 100 de la serie Advantech A.S.T.M E-11 por separado un total de 2.40 Kg respectivamente
2. Determinar la humedad inicial de la muestra a 105 °C con un tiempo de 60 min.
3. Calcinar en una mufla a 950°C y 1100. °C por el tiempo de 120 y 150 min según el diseño factorial.
4. Al producto calcinado triturar en un mortero y que atraviese la malla de N°400 A.S.T.M E-11.
5. Se agregará CaO a un determinado volumen de agua establecido en el desarrollo experimental y se agitará de manera constante.
6. Se le adicionara 5 gotas de fenolftaleína como indicador para ver el punto final del proceso de carbonatación.
7. El resultado del proceso de carbonatación se filtrará y se lavara dos veces a manera de separar los residuos que no reaccionaron ya que son solubles en agua.

8. El producto final se seca y se evalúa el poder cubriente que actúa como filtro para la realización de las demás pruebas como DRX y FRX para determinar su pureza y posteriormente a análisis físicos de color, absorción de aceite, análisis de tamaño de partícula, pH,

4.6.5. Métodos de análisis para la identificación del producto terminado

Caracterización.

El producto se comparará con fichas técnicas internacionales de Carbonato de Calcio Precipitado.

Se realizará los siguientes análisis físico-químicos

1. Determinación del poder cubriente

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Norma ASTM D344-97(2004).

Equipos y materiales:

- Barra de aplicación de espesor de película de 75µm.
- Cartillas de medición de poder cubriente.
- Balanza analítica de sensibilidad 0,001g.
- Mezclador.
- Sellador
- Vaso de vidrio de 200ml.
- Espátula.

Desarrollo del procedimiento

- Pesar 10,00g de la muestra y pasarlos al recipiente de plástico del mezclador. Añadir 20,00g de sellador. Agitar en el mezclador por espacio de 2 minutos o hasta obtener una mezcla homogénea.

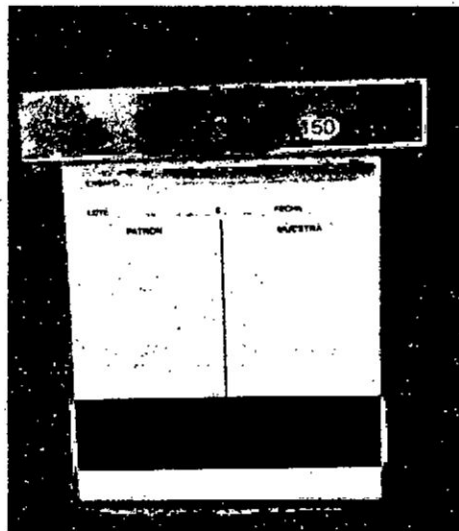
- Siguiendo el paso anterior repetir para el patrón con el cual se va a comparar la muestra.
- Preparar la cartilla de poder cubriente colocándola sobre una base plana, colocar la muestra en la parte superior de la cartilla de tal manera que en el lado derecho se encuentre el patrón y en el lado izquierdo la muestra a analizar.
- Colocar la barra de aplicación en la parte superior de la cartilla y someter ambas mezclas a un estirado longitudinal usando la barra, moviéndola de manera uniforme y constante.
- Dejar secar la cartilla por espacio de una hora.
- Una vez que la cartilla esté seca comparar visualmente la capacidad de cada mezcla para cubrir los patrones inscritos en la cartilla.
- Completar los datos en blanco en la parte superior de la cartilla.

Reporte de Resultados

Se reporta el poder cubriente de la muestra respecto al patrón como aprobado o no aprobado.

El producto terminado es aprobado si iguala o supera el poder cubriente del patrón.

FIGURA N° 4.12
BARRA APLICATIVA Y CARTILLA



FUENTE: Laboratorio INSUMEX S.A

2. Determinación del índice de blancura y de amarillo

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Norma ASTM E313-00.

Equipos y materiales:

- Colorímetro bajo norma ASTM E313 (Minolta CR-400).
- Tapa de vidrio de 5cm de diámetro.
- Placa de plástico de 7cm de diámetro.
- Espátula.

Desarrollo del procedimiento

- Con ayuda de la espátula agregar muestra a la tapa de plástico y enrasar al borde usando la placa de plástico. Verificar que la superficie de la muestra quede lisa y uniforme.
- Aplicar el colorímetro de manera perpendicular a la muestra procurando que no queden resquicios por los cuales pueda pasar luz natural hacia la superficie de medición.
- Oprimir el botón de medición del colorímetro y leer el reporte de color en valores Y y b*.

Reporte de Resultados

Se reporta el color de la muestra en el formato Y y b*. Siendo Y el índice de blanco y b* el índice de amarillo.

El producto terminado es aprobado si cumple con el rango dado según el producto.

FIGURA N° 4.13
COLORÍMETRO KONICA MINOLTA CR-400



FUENTE: Laboratorio INSUMEX S.A

3. Determinación de la granulometría en base húmeda

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Norma ASTM C136-06.

Equipos y materiales:

- Tamiz 400 (38 μ m), tamiz 325 (45 μ m), tamiz 200 (75 μ m) y tamiz 140 (106 μ m) de acuerdo al producto terminado.
- Balanza analítica de sensibilidad 0,001g.
- Plancha cerámica de calentamiento.
- Vaso de plástico de 1000ml.
- Espátula.
- Papel de filtro N°40.
- Embudo de vidrio o plástico.
- Matraz de 500ml.
- Agua corriente.

Desarrollo del procedimiento

- Se pesan en el vaso de plástico 100,00g (peso inicial) de la muestra de producto terminado y se vierten sobre el tamiz.

- Se agrega agua de la llave al tamiz con agitación para permitir que el agua escurra a través del tamiz.
- Cuando se observa que el agua que pasa a través del tamiz se torna transparente se procede a verter el residuo en un papel de filtro que ha de encontrarse en un embudo de tal manera que el filtrado sea recogido en un matraz.
- Luego se lleva el filtro con el residuo a una estufa para ser secado.
- Se pesa el residuo seco (peso final) y se calcula el porcentaje de retención.

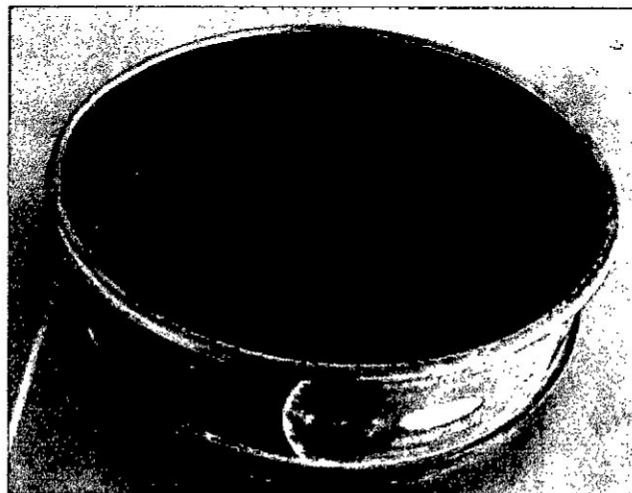
Reporte de Resultados

Se reporta el porcentaje de retención en (%) según la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de retención} = \frac{\text{Peso final} \times 100}{\text{Peso inicial}}$$

El producto terminado es aprobado si cumple con el rango dado según el producto.

FIGURA N° 4.14
TAMIZ N° 400



FUENTE: Laboratorio INSUMEX S.A

4. Determinación del % de humedad

Equipos y materiales:

- Balanza analítica de sensibilidad 0.001g
- Plancha cerámica de calentamiento.
- Platillo de aluminio.
- Espátula.

Desarrollo del procedimiento

- Tomar una muestra representativa del material a examinar.
- Pesar 10 gramos en un platillo previamente tarado. Reporte la pesada con dos cifras significativas.
- Coloque el platillo en la plancha de calentamiento a 105°C por espacio de 60 minutos.
- Transcurrido el tiempo indicado retire el platillo de la plancha de calentamiento, deje enfriar y pese de nuevo.
- Reportar sus resultados.

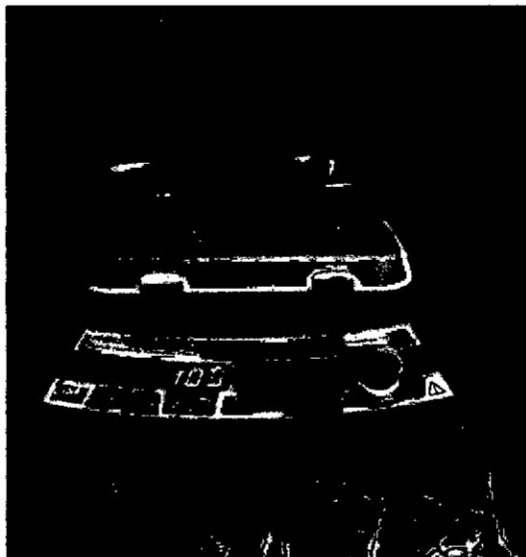
Reporte de Resultados

Se reporta el porcentaje de humedad en (%) según la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de Humedad} = \frac{(W_{\text{muestra inicial}} - W_{\text{muestra final}})}{(W_{\text{muestra inicial}})} \times 100$$

La materia prima es aprobada si cumple con el rango dado según el producto.

FIGURA N° 4.15
PLANCHA DE CALENTAMIENTO



FUENTE: Laboratorio INSUMEX S.A

5. Determinación de Absorción de aceite

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Norma ASTM D281-95(2007).

Equipos y materiales:

- Una bureta graduada de 25ml.
- Aceite de linaza de densidad conocida (0,9220g/ml).
- Soporte universal.
- Placa de vidrio de 10cm x 20cm x 0,5cm.
- Balanza analítica de sensibilidad 0,001g.
- Espátula.

Desarrollo del procedimiento

- Pesar 3,00g de muestra en la balanza analítica sobre la placa de vidrio.
- Agregar aceite de linaza a la muestra gota a gota a partir de la bureta.

- Usar la espátula para combinar el aceite con la muestra frotando ambos suavemente hasta obtener una pasta consistente.
- El punto final se da cuando la pasta obtenida presenta una cohesión tal que no se pega a la placa de vidrio o espátula. Esto también se puede comprobar añadiendo una gota más de aceite y observando que la pasta pierde consistencia y se disgrega.
- Se mide en la bureta el volumen gastado de aceite.

Reporte de Resultados

Se reporta la absorción de aceite en $\frac{g_{\text{aceite}}}{100g_{\text{muestra}}}$ según la siguiente fórmula:

$$\text{Absorción de aceite} = \frac{\text{Volumen de aceite} \times \rho_{\text{aceite}} \times 100}{\text{Peso muestra}}$$

El producto terminado es aprobado si cumple con el rango dado según el producto.

FIGURA N° 4.16
MEDICIÓN DE ABSORCIÓN DE ACEITE



FUENTE: Laboratorio INSUMEX S.A

6. Determinación de la fineza Hegman

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Norma ASTM D1210-96

DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO

Equipos y materiales:

- Regla Hegman y raspador.
- Una bureta graduada de 25ml.
- Aceite de linaza de densidad conocida (0,9220g/ml).
- Soporte universal.
- Placa de vidrio de 10cm x 20cm x 0,5cm.
- Balanza analítica de sensibilidad 0,001g.
- Espátula.

Desarrollo del procedimiento

- Pesar 0,50g de muestra en la balanza analítica sobre la placa de vidrio.
- Agregar 1,00ml de aceite a la muestra a partir de la bureta.
- Mezclar el aceite con la muestra usando la espátula cuidando que no se formen grumos y procurando llegar a una dispersión uniforme.
- Verter la dispersión en el punto cero de la regla Hegman y con ayuda del raspador someter la dispersión a un estirado longitudinal moviendo el raspador de una manera firme pero constante.
- Observar la regla Hegman transversalmente y a contraluz con el fin de determinar el punto en el cual la dispersión deja de ser uniforme

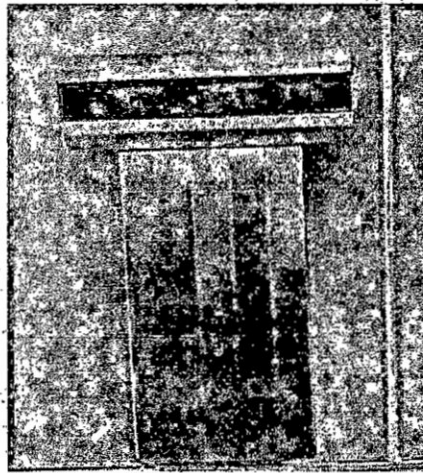
y presenta puntos o granos. Registrar la medida correspondiente de la regla Hegman.

Reporte de Resultados

Se reporta la lectura de la regla Hegman con el valor más cercano expresado en $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{4}$.

El producto terminado es aprobado si cumple con el rango dado según el producto.

FIGURA N° 4.17
BARRA DE FINEZA HEGMAN



FUENTE: Laboratorio INSUMEX S.A

7. Determinación del tamaño medio de partícula (D50)

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

ISO, CE y FDA.

a. Equipos y materiales:

- Espátula.
- BT-2003 LASER PARTICLE SIZE ANALYZER
- Computadora
- Software

Reactivos

- Agua destilada
- Pirofosfato de sodio (dispersante)

Desarrollo del procedimiento

- Encender primero la computadora, abrir el software del equipo y posteriormente el equipo BT-2003 LASER PARTICLE SIZE ANALYZER
- Agregar al tanque 500 ml de agua destilada.
- Dar marcha el sistema de circulación y dispersión automática tratando de que se limpie el sistema por completo (background <3.00)
- Dar marcha al ULTRASONIDO
- Agregar una pisca de pirofosfato de sodio (dispersante) luego tarar el equipo presionando OK
- Agregar muestra hasta que el valor de OBS este dentro del rango($19 < OB < 21$)
- Esperar por un tiempo de 10 min, luego presionar Single y exportar a Excel, guardar los resultados.

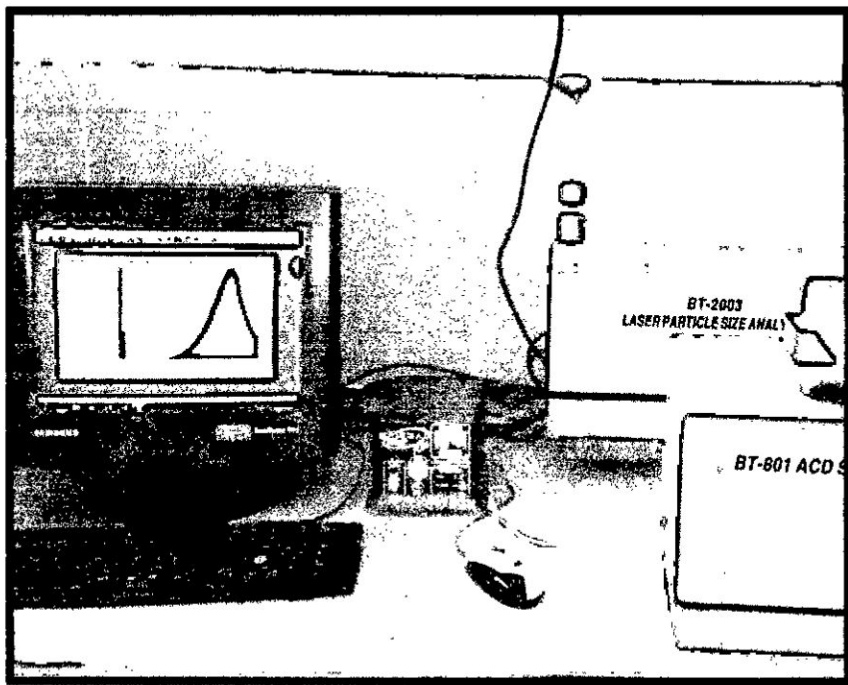
Reporte de Resultados

Se reporta el D50 según lectura.

El producto terminado es aprobado si cumple con el rango dado según el producto.

Debido a las deficiencias del laboratorio de la Universidad Nacional del Callao, los siguientes análisis se realizarán en un laboratorio externo acreditado

FIGURA N° 4.18
ANALIZADOR DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS



FUENTE: Laboratorio INSUMEX S.A

8. Bizalab- análisis químicos por fluorescencia de rayos X (FRX) y mineralógicos por difracción de rayos X (DRX)

Análisis de FRX

CONDICIONES DE OPERACIÓN Y ANÁLISIS FRX:

Equipo: Espectrómetro

Tipo: Longitud de onda dispersiva (WDXRF)

ÁnodoRh (150 mADC, 4kW)

Temperatura de ambiente: 24 °C

Colimadores: 0.23° y 0.46°

Cristales: PET, LIF200, XS-55, LIF220 y Ge

Detectores: Contador de Centelleo y de Flujo.

Análisis de DRX

CONDICIONES DE OPERACIÓN Y ANÁLISIS DRX:

Equipo: Difractometro

Tubo Cu (40kV, 40mA): KAlfa1: 1.54060 Å

KAlfa2: 1.54439 Å

Filtro: Kbeta: Ni

Detector: LynxEye

Rango de medida desde $2\theta = 5^\circ$ hasta $2\theta = 70^\circ$

Identificación: Base de datos del Centro Internacional de Datos para Difracción (ICDD). Cuantificación: Método Refinamiento Rietveld (TOPAS Structure Database y Fiz Karlsruhe ICSD).

V. RESULTADOS

Con el objeto de obtener las condiciones de operaciones favorables del proceso para la carbonatación al variar las variables independientes tales como en la calcinación son: tiempo de calcinación, temperatura de calcinación, alimentación de la caliza; en la hidratación son: alimentación de óxido de calcio, cantidad de agua; y por último la carbonatación son: flujo de dióxido de carbono. Se ha realizado el programa experimental diseñado en la tabla N°4.13 en base al diseño factorial 2^3 , en la tabla N°4.14 en base al diseño factorial 3^2 y en la tabla N°4.15 en base al diseño factorial 3^2 . Se hicieron 8, 9 y 9 corridas por cada etapa respectivamente y se obtuvieron los resultados en la tabla N° 5.1, N° 5.3 y N° 5.4. Los resultados de la identificación y caracterización del producto denominado carbonato de calcio precipitado (CCP) obtenido a partir de la caliza a las condiciones óptimas con CO_2 . Se muestran en las tablas N°5.5 y N°5.6 las propiedades físicas y químicas.

TABLA N° 5.1
RESULTADO DE LA ETAPA DE CALCINACIÓN

Temperatura (°C)	Granulometría (mm)	tiempo (min)	VECTOR RESPUESTA		
			% Pureza	W CaO (g)	WCO ₂ (g) + Impurezas
950	2.00 - 2.36	120	84.77	236.46	273.54
950	2.00 - 2.36	150	86.58	239.07	270.93
950	0.15 - 0.18	120	88.47	243.00	267.00
950	0.15 - 0.18	150	89.51	249.89	260.11
1100	2.00 - 2.36	120	86.84	241.54	268.46
1100	2.00 - 2.36	150	93.62	268.14	241.86
1100	0.15 - 0.18	120	96.52	275.64	234.36
1100	0.15 - 0.18	150	95.58	271.91	238.09

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 5.2
ANÁLISIS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X
ANÁLISIS QUÍMICO MUESTRAS DE OXIDO DE CALCIO
SEMICUANTITATIVO STANDARLESS

Fórmula	%	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
CaO	%	84.770	86.580	88.470	89.510	86.840	93.620	96.520	95.580
MgO	%	1.620	1.482	1.475	1.458	1.485	1.452	0.279	0.958
SiO₂	%	1.540	1.427	1.425	1.421	1.428	1.419	0.215	0.826
Al₂O₃	%	0.369	0.325	0.323	0.320	0.327	0.318	0.124	0.219
Fe₂O₃	%	0.284	0.281	0.280	0.278	0.283	0.267	0.113	0.262
SrO	%	0.215	0.212	0.210	0.208	0.212	0.205	0.142	0.187
SO₃	%	0.214	0.217	0.215	0.213	0.218	0.211	0.097	0.185
K₂O	%	0.041	0.040	0.038	0.037	0.041	0.036	0.023	0.030
MnO	%	0.022	0.022	0.020	0.018	0.023	0.012	0.010	0.011
ZrO₂	%	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.001	0.002
LOI	%	10.910	9.140	7.541	6.531	9.100	2.452	2.471	1.720

FUENTE: Laboratorio BIZALAB

TABLA N° 5.3
ANALISIS ANOVA-CALCINACION

Analysis of Variance							
Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	6	172.904	94.96%	172.904	28.8173	3.14	0.407
TEMPERATURA	1	87.450	48.03%	0.052	0.0522	0.01	0.952
TIEMPO	1	6.248	3.43%	0.002	0.0016	0.00	0.992
GRANULOMETRIA	1	57.728	31.70%	0.000	0.0000	0.00	1.000
TEMPERATURA*TIEMPO	1	0.235	0.13%	0.235	0.2346	0.03	0.899
TEMPERATURA*GRANULOMETRIA	1	8.467	4.65%	8.467	8.4666	0.92	0.513
TIEMPO*GRANULOMETRIA	1	12.777	7.02%	12.777	12.7765	1.39	0.448
Error	1	9.181	5.04%	9.181	9.1806		
Total	7	182.084	100.00%				

Model Summary				
S	R-sq	R-sq(adj)	PRESS	R-sq(pred)
3.02995	94.96%	64.71%	587.559	0.00%

Coefficients					
Term	Coef	SE Coef	95% CI	T-Value	P-Value
Constant	59	134	(-1645, 1762)	0.44	0.738
TEMPERATURA	0.010	0.130	(-1.644, 1.663)	0.08	0.952
TIEMPO	-0.013	0.981	(-12.481, 12.455)	-0.01	0.992

Coded Coefficients							
Term	Effect	Coef	SE Coef	80% CI	T-Value	P-Value	VIF
Constant		90.639	0.961	(89.221, 92.056)	94.36	0.000	
TEMPERATURA	6.613	3.306	0.961	(1.889, 4.724)	3.44	0.018	1.00
GRANULOMETRIA	5.372	2.686	0.961	(1.269, 4.104)	2.80	0.038	1.00

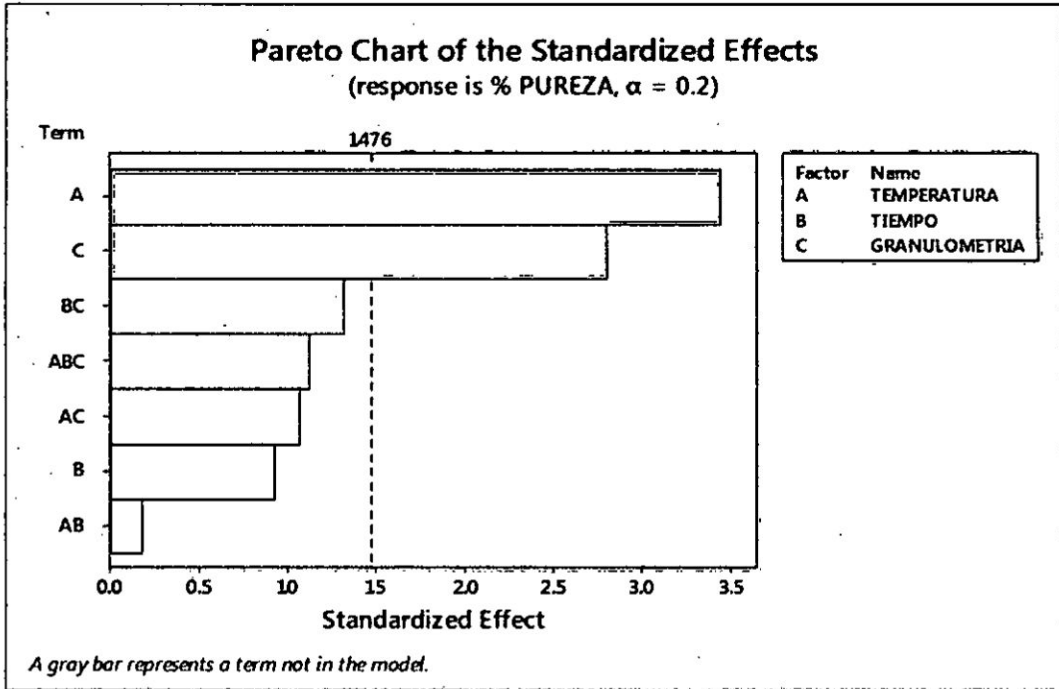
Regression Equation in Uncoded Units

% PUREZA = 45.5 + 0.0441 TEMPERATURA + 2.686 GRANULOMETRIA

FUENTE: Elaboración propia

GRAFICO N° 5.1

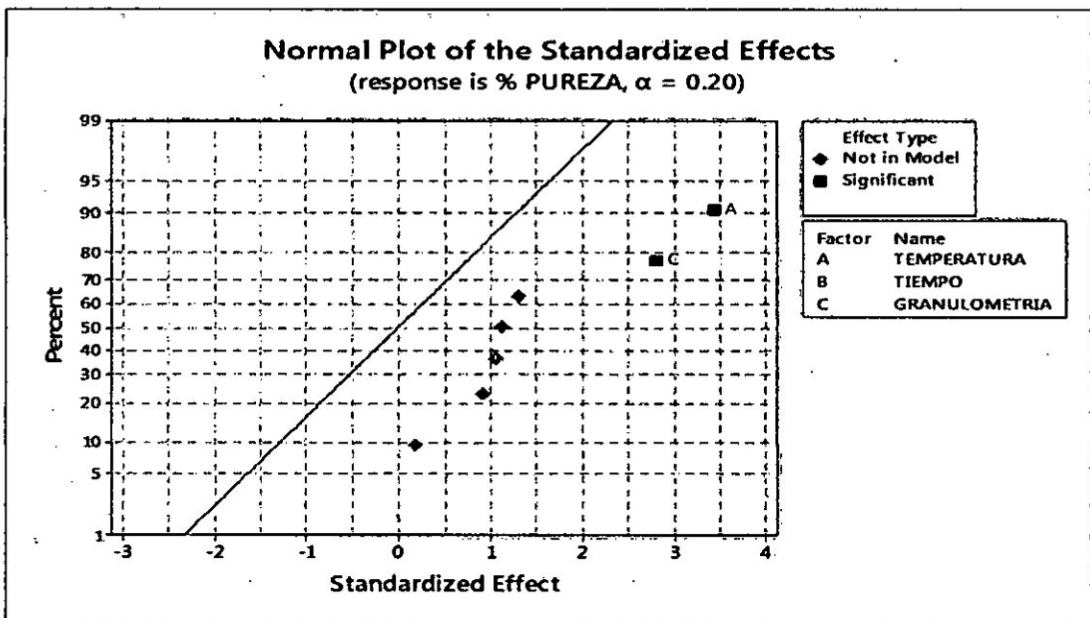
PARETO DE LOS EFECTOS ESTANDARIZADOS-CALCINACION



FUENTE: Elaboración propia

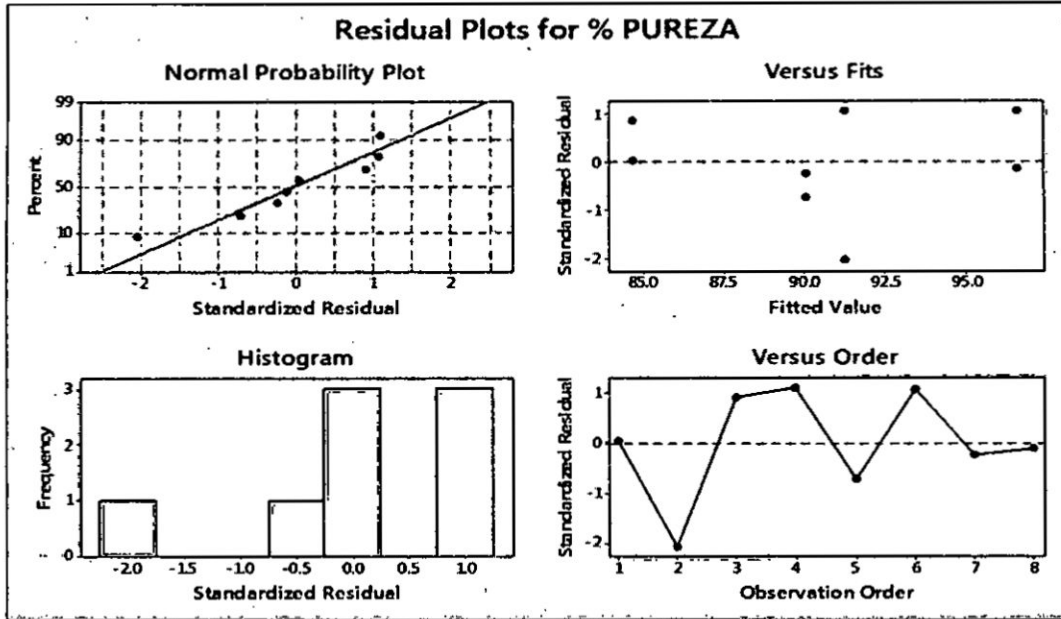
GRAFICO N° 5.2

TENDENCIA NORMAL DE LOS EFECTOS ESTANDARIZADOS-CALCINACION



FUENTE: Elaboración propia

GRAFICO N° 5.3
RESIDUOS DE % PUREZA-CALCINACION



FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 5.4
RESULTADO DE LA HIDRATACIÓN

W CaO (g)	Volumen de Agua (L)	VECTOR RESPUESTA	
		Peso del Ca(OH) ₂ Teórico	t(min)
65	3	85.89	5.40
65	2.5	85.89	6.90
65	2	85.89	6.00
70	3	92.50	6.10
70	2.5	92.50	6.80
70	2	92.50	7.40
75	3	99.11	7.80
75	2.5	99.11	7.00
75	2	99.11	7.10

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 5.5
ANALISIS ANOVA-HIDRATACION

Factor Information						
Factor	Levels	Values				
PESO CAO	3	65, 70, 75				
VOLUMEN AGUA	3	2.0, 2.5, 3.0				

Analysis of Variance						
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value	
Model	4	2.9778	0.7444	1.51	0.350	
Linear	4	2.9778	0.7444	1.51	0.350	
PESO CAO	2	2.3022	1.1511	2.34	0.213	
VOLUMEN AGUA	2	0.6756	0.3378	0.69	0.555	
Error	4	1.9711	0.4928			
Total	8	4.9489				

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.701981	60.17%	20.34%	0.00%

Coefficients						
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF	
Constant	6.789	0.234	29.01	0.000		
PESO CAO						
65	-0.689	0.331	-2.08	0.106	1.33	
70	0.178	0.331	0.54	0.620	1.33	
VOLUMEN AGUA						
2.0	0.044	0.331	0.13	0.900	1.33	
2.5	0.311	0.331	0.94	0.400	1.33	

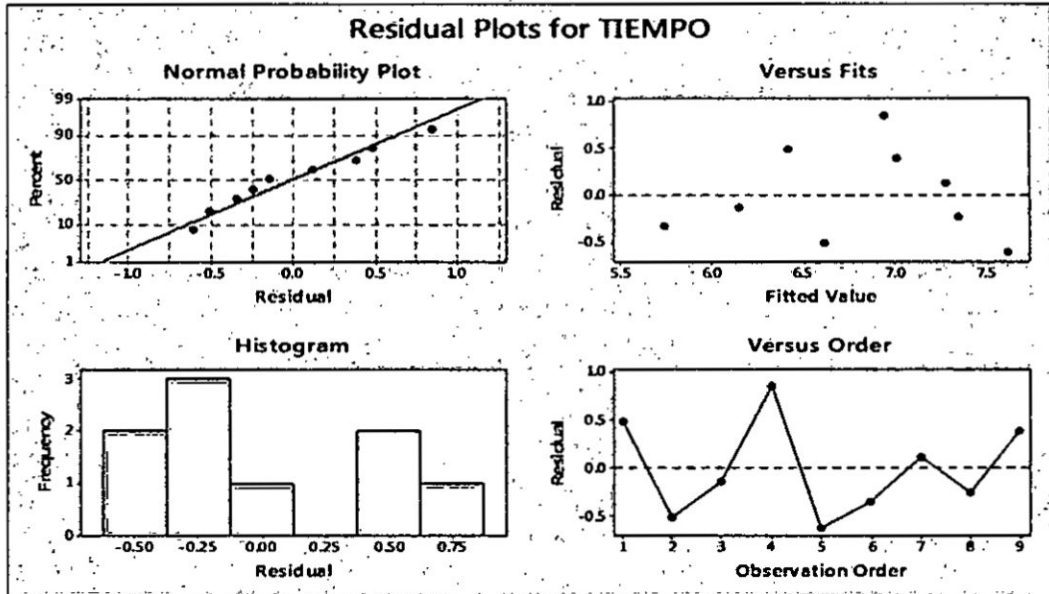
Regression Equation

$$\text{TIEMPO} = 6.789 - 0.689 \text{ PESO CAO}_{65} + 0.178 \text{ PESO CAO}_{70} + 0.511 \text{ PESO CAO}_{75} + 0.044 \text{ VOLUMEN AGUA}_{2.0} + 0.311 \text{ VOLUMEN AGUA}_{2.5} - 0.356 \text{ VOLUMEN AGUA}_{3.0}$$

Residual Plots for TIEMPO

FUENTE: Elaboración propia

GRAFICO N° 5.4
RESIDUOS DE % PUREZA-HIDRATACION



FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 5.6
RESULTADO DE LA ETAPA DE CARBONATACIÓN

W Ca(OH) ₂ (g)	Flujo de CO ₂ (g/min)	VECTOR RESPUESTA	
		Peso del ccp (g)	t(min)
85.89	60	104.00	13.4
85.89	55	106.50	15.3
85.89	50	111.20	14.8
92.50	60	112.80	14.7
92.50	55	113.60	15.3
92.50	50	117.10	15.8
99.11	60	122.70	16.8
99.11	55	125.00	15.3
99.11	50	121.80	16.8

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 5.7
ANALISIS DEL ANOVA CARBONATACION

General Factorial Regression: PESO CCP versus W CA(OH)2, FLUJO CO2

Factor Information

Factor	Levels	Values
W CA(OH)2	3	85.89, 92.50, 99.11
FLUJO CO2	3	50, 55, 60

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	4	400.53	100.133	16.77	0.009
Linear	4	400.53	100.133	16.77	0.009
W CA(OH)2	2	381.79	190.893	31.97	0.003
FLUJO CO2	2	18.75	9.373	1.57	0.314
Error	4	23.89	5.972		
Total	8	424.42			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
2.44370	94.37%	88.74%	71.51%

Coefficients

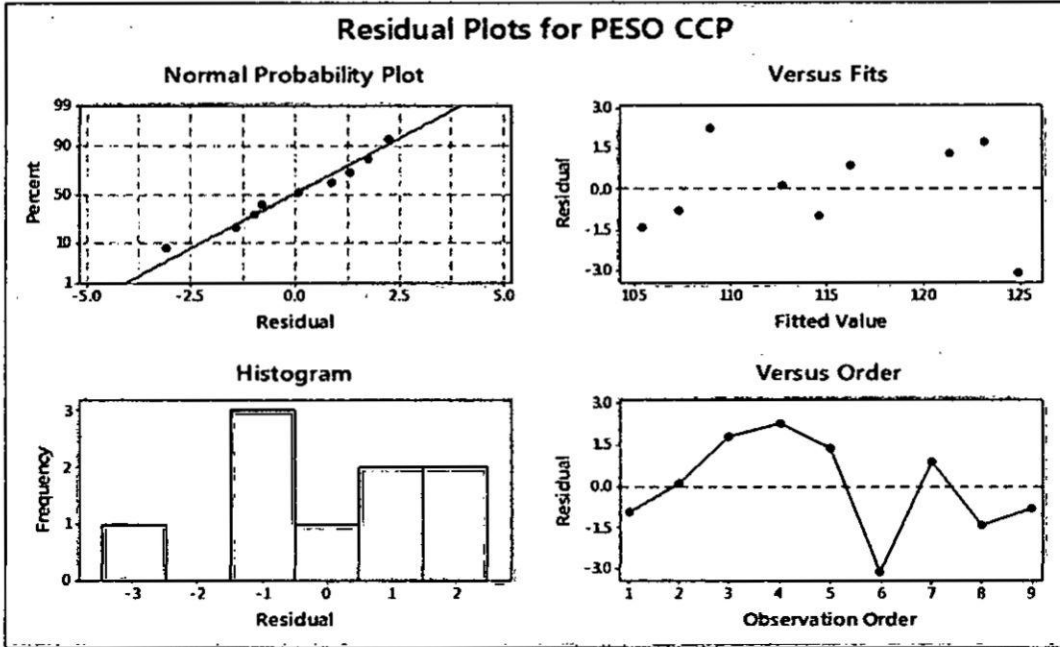
Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	114.967	0.815	141.14	0.000	
W CA(OH)2					
85.89	-7.73	1.15	-6.71	0.003	1.33
92.50	-0.47	1.15	-0.41	0.706	1.33
FLUJO CO2					
50	1.73	1.15	1.50	0.207	1.33
55	0.07	1.15	0.06	0.957	1.33

Regression Equation

$$\text{PESO CCP} = 114.967 - 7.73 \text{ W CA(OH)2}_{85.89} - 0.47 \text{ W CA(OH)2}_{92.50} + 8.20 \text{ W CA(OH)2}_{99.11} + 1.73 \text{ FLUJO CO2}_{50} + 0.07 \text{ FLUJO CO2}_{55} - 1.80 \text{ FLUJO CO2}_{60}$$

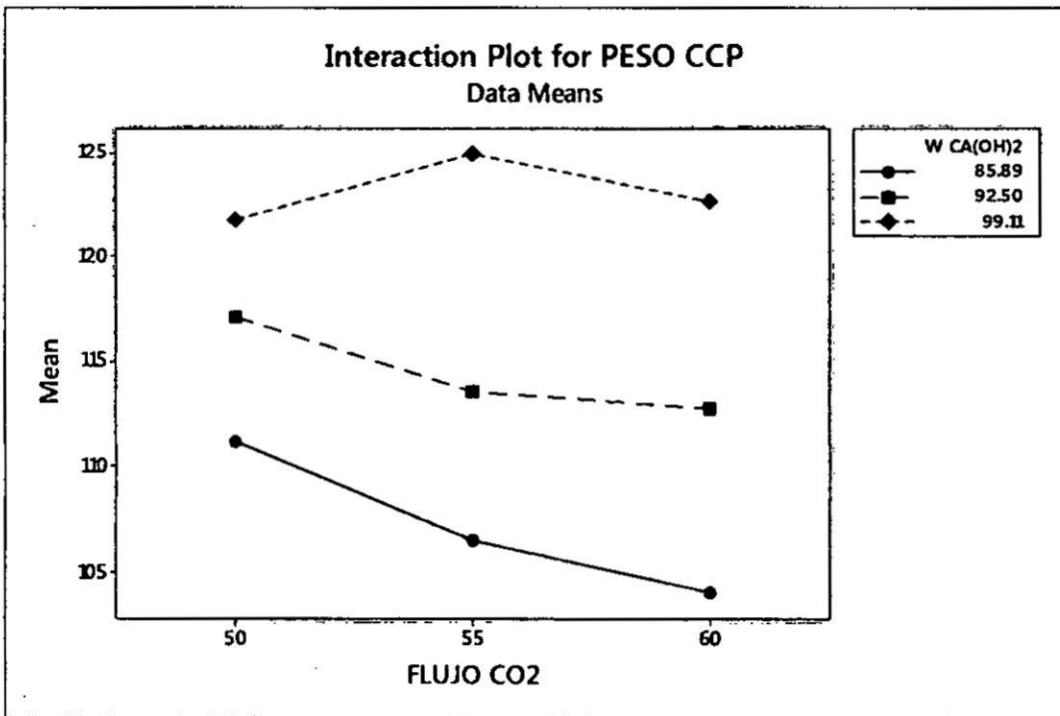
FUENTE: Elaboración propia

GRAFICO N° 5.5
RESIDUOS DE % PUREZA-CARBONATACION



FUENTE: Elaboración propia

GRAFICO N° 5.6
INTERACCION DEL CARBONATO DE CALCIO PRECIPITADO



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N° 5.1
CARTILLA CON LA MUESTRA 01

ISX INSUMEX S.A. <small>PRODUCTOR DE INSUMOS PARA LA INDUSTRIA</small>		
M1		
ENSAYO		
LOTE	E	FECHA
PATRON	MUESTRA	

FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N° 5.2
CARTILLA CON LA MUESTRA 02


M 2	
ENSAYO	
LOTE	E FECHA
PATRON	MUESTRA
[A large blacked-out area covers the bottom half of the form, obscuring any data or text that might have been present.]	

FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N° 53

CARTILLA CON LA MUESTRA 03

ISX INSUMEX S.A. <small>PRODUCTOR DE INYECTORES PARA LA INDUSTRIA</small>	
M3	
ENSAYO	
LOTE	E FECHA
PATRON	MUESTRA



FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N° 5.4
CARTILLA CON LA MUESTRA 04

ISX INSUMEX S.A. <small>PRODUCTOR DE INSUMOS PARA LA INDUSTRIA</small>		
M 4		
ENSAYO		
LOTE	E	FECHA
PATRON	MUESTRA	
[REPRESENTACION DE LA MUESTRA]		

FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N° 5.5
CARTILLA CON LA MUESTRA 05

ISX INSUMEXs.A. <small>PRODUCTOR DE INSURAJOS PARA LA INDUSTRIA</small>		
M5		
ENSAYO		
LOTE	E	FECHA
PATRON	MUESTRA	


FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N° 5.6
CARTILLA CON LA MUESTRA 06

ISX INSUMEXs.A. <small>PRODUCTOR DE INSUMOS PARA LA INDUSTRIA</small>		
ME		
ENSAYO		
LOTE	E	FECHA
PATRON	MUESTRA	

FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N° 5.7
CARTILLA CON LA MUESTRA 07

 INSUMEX S.A. <small>PRODUCTOR DE ANILLOS PARA LA INDUSTRIA</small>		
M 7		
ENSAYO		
LOTE	E	FECHA
PATRON	MUESTRA	

FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N° 5.8
CARTILLA CON LA MUESTRA 08

M 8		
ENSAYO		
LOTE	E	FECHA
PATRON		MUESTRA

FUENTE: Elaboración propia

FIGURA N° 5.9
CARTILLA CON LA MUESTRA 09

ISX INSUMEX S.A. <small>PRODUCTOR DE INSUMOS PARA LA INDUSTRIA</small>		
ENSAYO		
LOTE	E	FECHA
PATRON		MUESTRA

FUENTE: Elaboración propia

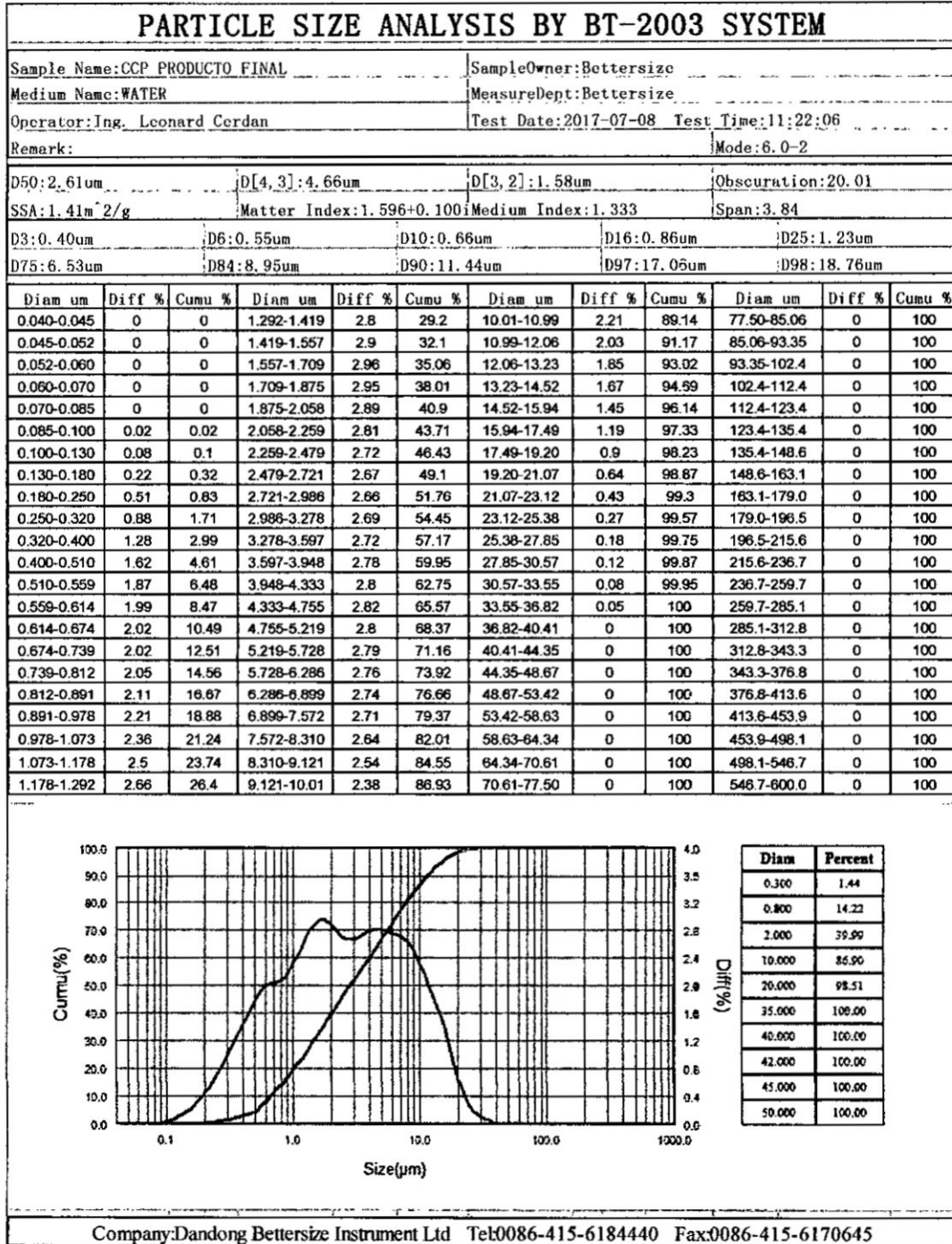
Según el análisis visual del poder cubriente se optó por la muestra N° 5, entonces se procede a realizar los siguientes análisis

TABLA N° 5.8
PROPIEDADES FÍSICAS DEL CARBONATO DE CALCIO PRECIPITADO
FINAL

Descripción	Unidad	Resultado	Patrón
% de CaCO ₃	g/g	99.2	99.05
Valor de blancura Y (Minolta CR-400)	---	88.72	89.12
Valor de amarillo b* (Minolta CR-400)	---	2.01	1.98
Residuo en tamiz 400 (38um)	%	0.02	0.00
Humedad a 105°C	%	0.25	0.17
Densidad aparente sin empacar	g/cm ³	0.49	0.47
Densidad aparente empacada	g/cm ³	0.81	0.79
Absorción de aceite	g/100g	33.73	33.81
Ph		9.2	9.4
Fineza Hegman	---	6 ¼	6 ½
Diámetro medio (d50)	um	2.61	2.58

FUENTE: Elaboración propia

TABLA N° 5.9
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



FUENTE: Elaboración propia

GRAFICO N° 5.7

PROCESO



FUENTE: *Elaboración propia*

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contratación de hipótesis con los resultados

- a. En la hipótesis planteada se mencionó como el proceso más adecuado para la obtención de carbonato de calcio precipitado al método de carbonatación. Luego de realizar la parte experimental se determinó que este método es el adecuado ya que no genera tantos gastos como otras alternativas y es menos contaminante para el medio ambiente.
- b. Se mencionó que la caliza proveniente del distrito de Llocllapampa era adecuada para ser sometida al proceso de carbonatación. Luego de realizar la parte experimental se determinó gracias a un análisis de materia prima que esta es óptima ya que este mineral es rico en carbonato de calcio por encima del 98%.
- c. Para la investigación inicialmente se dio a modo de conjetura un tiempo de calcinación de 30 minutos a una temperatura de 1000°C y una granulometría en malla Tyler 140 para una muestra inicial de 2.4 Kg. Luego de realizada la parte experimental de la investigación se logró establecer que las condiciones favorables de calcinación son: un tiempo de calcinación de 120min y una temperatura de 1100°C y la misma granulometría que esta entre 0.15 – 0.18mm según se puede observar en la Tabla N°5.1 así como una cantidad de agua de 2.5L y un flujo de CO₂ de 55g/min según las tablas N°5.3 y N°5.4 para una muestra inicial de 2.4Kg.
- d. Estipulamos que el carbonato de calcio precipitado era comparable con fichas técnicas de productos comerciales. Luego de realizar la parte experimental, obtener y analizar nuestro producto se determinó que esta si cumplía con las fichas técnicas comerciales ya que tenía un porcentaje de carbonato de calcio precipitado dentro del rango utilizado actualmente.

6.2. Contrastación de resultados con otros estudios similares

- a. Según Santander Mario en el 2013 obtuvo un carbonato de calcio precipitado con un porcentaje de 98% en donde demostró que a partir de muestras con baja concentración (94-96%) es posible obtener un alto porcentaje de carbonato de calcio precipitado previa lixiviación para eliminar las impurezas. Esto se contrasta con nuestra parte experimental ya que no requerimos esta parte del proceso puesto que el mineral era de alta ley (mayor al 98%) por lo que no había la necesidad de someterla a una lixiviación eso nos reduce los costos de insumos gracias a la alta pureza de nuestra materia prima.
- b. Estudios similares demuestran la influencia del tamaño de partícula para la etapa de calcinación y posteriores procesos (hidratación y carbonatación), ya que dependiendo de este se tendrá un tiempo óptimo para cada proceso. Luego de realizar nuestra parte experimental se pudo notar que con un mayor tamaño de partícula no toda la materia prima podía reaccionar y si se le da más tiempo de calcinación del requerido se podría descomponer nuestro producto.

VII. CONCLUSIONES

1. Se determinó que el método de carbonatación es el más adecuado para obtener el carbonato de calcio precipitado debido a su bajo costo y por ser amigable con el medio ambiente al no producir residuos contaminantes.
2. Se logró caracterizar la caliza proveniente de Llocllapampa-Junín teniendo como resultado un porcentaje de carbonato de calcio al 98%, con humedad Max de 1.6%.
3. Se determinó que las condiciones óptimas del proceso para obtener el carbonato de calcio precipitado son la temperatura de calcinación es 1100, el tiempo de calcinación es 120 minutos y la granulometría está dentro de 0.149 - 0.177 mm, cantidad de agua es 2.5L, flujo de CO₂ 55g/min, con un tiempo de reacción aproximado de 15.3mins.
4. Se determinó las características fisicoquímicas del Carbonato de calcio precipitado obtenida a partir de caliza se obtuvo un porcentaje (99.2%) de Carbonato de calcio que está en el rango de Carbonato de calcio utilizado en las industrias de pinturas.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda continuar la investigación de diferentes canteras de la provincia de Junín a fin de determinar el porcentaje de pureza para evaluar su factibilidad en la industria del Carbonato de calcio precipitado.
2. De acuerdo a los parámetros establecidos para el proceso durante la fase experimental, se recomienda evaluar otros parámetros (temperatura inicial del agua en el proceso de hidratación, velocidad de agitación, etc.) a fin de optimizar el proceso de producción de Carbonato de calcio precipitado.
3. Incentivar a las industrias a apostar por la producción nacional de carbonato de calcio precipitado para disminuir los índices de importación de este producto ya que se cuenta con canteras que pueden servir como materia prima para la elaboración de este producto que son comparables con fichas técnicas extranjeras.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BILEN, M. **Recovery of precipitated calcium carbonate from steelmaking slags by leach- carbonation process** Ph.D. Thesis. Turkey. Cukurova University. 2010
2. BRAVO SANCHEZ, ANDREA. **Comportamiento del carbonato de sodio y carbonato de potasio a diferentes humedades y temperaturas ambientales**. Tesis de grado. Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 2013
3. CASTRO, GIANFRANCO Y OTROS **Diseño de planta para la producción de carbonato de calcio a partir de la concha de abanico de la ciudad de Sechura**. Proyecto de investigación. Piura. Universidad de Piura 2014
4. COLLADO DOMINGUEZ, EMERSON, **Estudio técnico y económico de una planta para producir carbonato de calcio precipitado utilizado en la industria de los polímeros**, Tesis de grado. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 1980.
5. EASTAUGH, N., **Pigment Compendium: a dictionary of historical pigments**. United Kingdom. Ed. Elsevier Butterworth 1st edition. 2004
6. FERNANDEZ, T., SAENZ, F. AND PALACIOS, **Procedimiento de obtención de carbonato cálcico de alta pureza a partir de cualquier mineral que contenga calcio**. Proyecto de investigación. España. 1991
7. GAO, C., DONG, Y., Utilization of distiller waste and residual mother liquor to prepare precipitated calcium carbonate in Journal of Cleaner Production. Vol. 15, pag. 1419-1425. 2007
8. KILIC, O., **Cycle of limestone-lima and precipitated calcium carbonates**. Slovenia. 12th Mining and Geotechnology Scientific Conference. 2015

9. NORMA ASTM, **Standar Test method for oil absorption of pigment by spatula rub-out. D1210-05. 1995**
10. NORMA ASTM, **Standar Test method for fineness of dispersion of pigment vehicle systems by hegman-type gage. D1210-05. September 2014.**
11. RAFTON, H., AND BROOKS, A., **Colloidal calcium carbonate. Raffold process. Corporatiñpon. United States Patent number: 2058503, United States, 1933**
12. RAMÍREZ, JOSE Y OTROS., **Compendio de rocas y minerales industriales en el Perú, boletín N°19 Serie B: 217 a 241, Julio 2009**
13. RAMSAY, J. (1997); **Calcium carbonate precipitation method. Rheinberg, Patent Number: 2002/0172636 A1, United States.**
14. SANTANDER MUÑOZ, MARIO, **Desarrollo de tecnologías para la producción de carbonato de calcio precipitado a partir de minerales existentes en la región de Atacama. Proyecto FIC. Chile Universidad de Atacama. 2013**
15. SEZER, N. (2013); **Production of precipitated calcium carbonate from marble. Master Thesis. Turkey. Middle East Technical University. 2013**
16. TEIR, S., ELONEVA, S. AND ZEVENHOVEN, **Production of precipitated calcium carbonate from calcium silicates and carbon dioxide. Paper I. Laboratory of Energy and Environmental protection. Helsinki University of Technology. 2005**

PAGINAS WEB:

1. ADACAL ENDUSTRIYEL MINERALLER, **Technical file precipitated calcium carbonate**. Consultado el 10 de mayo del 2017. Disponible en: www.adacal.com.tr/adacal/urun/adacal-b1.html.
2. BAUMAN, H. AND WILLIAMS, S. **Manufacture of calcium carbonate**. Disponible en: <https://www.google.ch/patents/US3268388> Consultado el 15 de Junio del 2017

ANEXOS

1. "MÉTODO DE CARBONATACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE CARBONATO DE CALCIO PRECIPITADO A PARTIR DE CALIZA PROVENIENTE DEL DISTRITO DE LLOCLAPAMPA-JUNÍN"

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Métodos
¿Cuál es el proceso más adecuado para la obtención de carbonato de calcio precipitado a partir de la caliza proveniente del distrito de Lloclapampa-Junín?	Determinar el proceso más adecuado para la obtención de carbonato de calcio precipitado a partir de la caliza proveniente del distrito de Lloclapampa-Junín?	El proceso mas adecuado para la obtencion de carbonato de calcio precipitado a partir de caliza proveniente del distrito de lloclapampa-Junin es el metodo de Carbonatacion.	Carbonato de calcio precipitado.	Parámetro fisicoquímico	-% De pureza del carbonato de calcio precipitado (g/g) -Color -Poder cubriente	<ul style="list-style-type: none"> - Selección y trituración de materia prima - Tamizado - Calcinación - Trituración - Tamizado - Hidratación - Carbonatación - Filtración - Secado - Análisis fisicoquímicos
Sub- Problema	Objetivos Especificos	Hipótesis Especificos	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Método
¿Cuáles son las características fisico-químicas de la caliza proveniente del distrito de Lloclapampa-Junín?	Determinar las características fisico-químicas de la caliza proveniente del distrito de Lloclapampa-Junín	Las características fisico-químicas de la caliza proveniente del distrito de Lloclapampa-Junin son adecuadas para ser sometidas al proceso de carbonatación.	Características fisico-químicas de la caliza.	Parámetros físicos y químicos	-Porcentaje de Humedad (%) -%CaCO ₃ -color	<ul style="list-style-type: none"> - Plancha de calentamiento - Difracción y fluorescencia de RX - Colorímetro
¿Cuáles son los parámetros de operación más adecuados para el método de carbonatación para la obtención de carbonato de calcio precipitado proveniente del distrito de Lloclapampa-Junín?	Determinar los parámetros de operación más adecuados para el método de carbonatación para la obtención de carbonato de calcio precipitado proveniente del distrito de Lloclapampa-Junín.	Los parámetros de operación óptimos para el método de carbonatación para la obtención de carbonato de calcio precipitado son: tiempo de 30 minutos, temperatura de 1000°C, granulometría de malla 140 Tyler.	Método de carbonatación	Condiciones de calcinación.	-Temperatura de calcinación (°C) -Tiempo de calcinación (min) -Granulometría(um)	<ul style="list-style-type: none"> - Termocupla - Cronometro - Malla ASTM N° 400
¿Cuáles son las características fisico-químicas del carbonato de calcio precipitado obtenido mediante el método de Carbonatación?	Determinar las características fisico-químicas del carbonato de calcio precipitado obtenido mediante el método de Carbonatación.	Las características fisico-químicas del carbonato de calcio precipitado obtenido mediante el método de carbonatación son comparables a las fichas técnicas de productos comerciales.	Características fisico-químicas del carbonato de calcio precipitado obtenido.	Parámetros físicos y químicos	-Poder cubriente -Porcentaje de carbonato de calcio precipitado (%) -Granulometría (um) - Color	<ul style="list-style-type: none"> - Cartilla de medición visual de P.C - Difracción y fluorescencia de RX - Análisis de tamaño de partícula - Colorímetro

2. ANÁLISIS DE DIFRACCIÓN Y FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE LA CALIZA



INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO PRELIMINAR

ANÁLISIS QUÍMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX) Y MINERALÓGICO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX) DE UNA MUESTRA

Para:

INSUMEX S. A.

Aprobado por:

Gerente General: Erika Gabriel

Informe de Ensayo No: IL-001MI-267			
REV	EDICION	EMITIDO PARA	FECHA
0	Primera	Información	24-Mayo-17
Descargo de Responsabilidad: Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con Normas del Producto o como certificado del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce.			

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. ANÁLISIS QUÍMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX)	4
Muestra Caliza	4
III. ANÁLISIS MINERALÓGICO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)	5
Muestra Caliza	5
IV. ANEXOS.....	6

I. INTRODUCCION

A solicitud del Sr. David Hinojosa, de la Empresa INSUMEX S.A., se ha realizado el análisis químico por fluorescencia de rayos X (FRX) y mineralógico por difracción de rayos X (DRX) de una muestra.

La muestra se recibió como polvo, encontrándose seca y en cantidad apropiada para el análisis a realizar. El servicio corresponde a la orden de trabajo OT-001MI-267.

En el análisis químico por FRX se realizó la determinación semicuantitativa de los elementos desde el sodio (Z=11) al uranio (Z=92). Los elementos que no se reportan no han sido detectados por el equipo, debido a que se encuentran por debajo del límite de detección del elemento respectivo. El método de preparación aplicado a la muestra fue pastilla prensada. El informe incluyó la pérdida por calcinación (LOI= calcinación a 900°C por 2 horas), que corresponde a la pérdida de peso, expresado en porcentaje, y que refleja el contenido de componentes volátiles en las muestras, como agua, carbonatos (se descomponen liberando CO₂), sulfatos y sulfuros (se descomponen liberando SO₂), entre otros.

En el análisis mineralógico por DRX se realizó la determinación semicuantitativa de las fases cristalinas presentes en la muestra. El límite de detección de la técnica es aproximadamente 1%, sin embargo para muestras con alto contenido de hierro éste se incrementa a 3%. La cuantificación de fases amorfas se evalúa a partir del 20% de contenido en la muestra. La identificación y cuantificación de fases de silicatos de cobre es limitada debido a que éstas carecen de ordenamiento estructural (baja cristalinidad). El método de preparación aplicado a las muestras fue de polvo aleatorio.

II. ANÁLISIS QUÍMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX)

INFORME DE ANÁLISIS

Solicitado por : Sr. David Hinostraza
Compañía : INSUMEX S. A.
Fecha de ensayo : 22-05-2017
Fecha de emisión : 24-05-2017

RESULTADO DE ANÁLISIS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Muestra Carbonato de Calcio
Análisis Químico
Semicuantitativo Standarless

Fórmula	%
CaO	55.380
SiO ₂	0.373
MgO	0.267
Al ₂ O ₃	0.100
SO ₃	0.089
SrO	0.038
Fe ₂ O ₃	0.029

MUESTRA	LOI
Carbonato de Ca	42.1

OBSERVACIONES:

- El presente informe no puede ser utilizado como certificado.
- Los resultados corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
- Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento.
- %: Porcentaje masa-masa (g/g).
- ppm: Relación masa-masa (µg/g).

III. ANÁLISIS MINERALÓGICO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)

INFORME DE ANÁLISIS

Solicitado por : Sr. David Hinostrza
Compañía : INSUMEX S. A.
Fecha de ensayo : 22-05-2017
Fecha de emisión : 24-05-2017

RESULTADO DE ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Muestra Carbonato de Calcio

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado Aproximado (%)
Calcita	CaCO ₃	98
Cuarzo	SiO ₂	< L. D.
Aragonita	CaCO ₃	< L. D.

OBSERVACIONES:

- Los resultados aproximados han sido redondeados a su menor valor entero, por lo que la sumatoria de los resultados no siempre suma el 100%.
- El presente informe no puede ser utilizado como certificado.
- Los resultados corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente, las cuales han sido entregadas en las instalaciones del laboratorio.
- Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento.
- %: Porcentaje masa relativa (g/g).

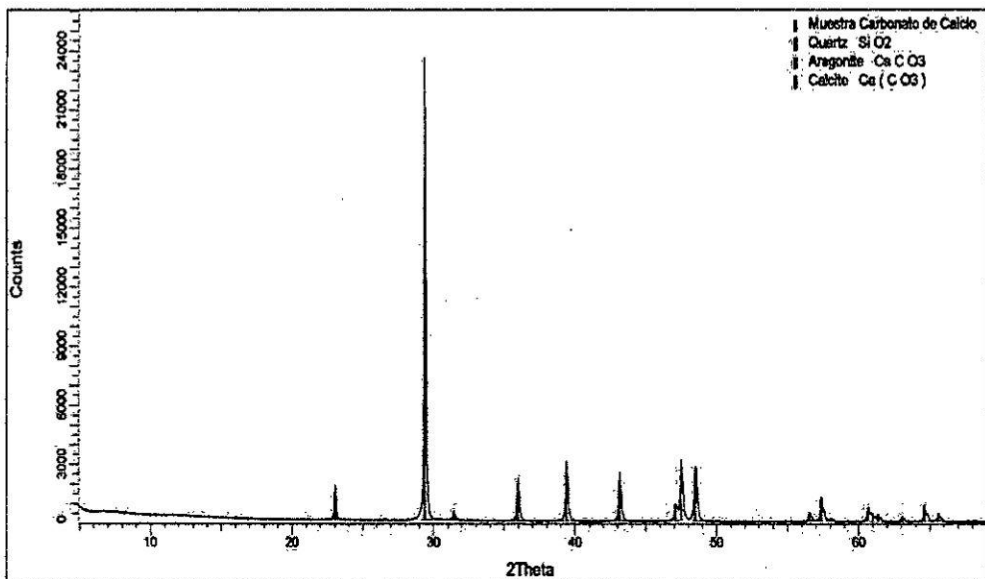
IV. ANEXOS**CONDICIONES DE OPERACIÓN Y ANÁLISIS FRX:**

Equipo:	Espectrómetro
Tipo:	Longitud de onda dispersiva (WDXRF)
Anodo	Rh (150 mADC, 4kW)
Temperatura de ambiente:	24 °C
Colimadores:	0.23° y 0.46°
Cristales:	PET, LIF200, XS-55, LIF220 y Ge.
Detectores:	Contador de Centelleo y de Flujo.

CONDICIONES DE OPERACIÓN Y ANÁLISIS DRX:

Equipo:	Difractometro
Tubo Cu (40kV, 40mA):	KAlfa1: 1.54060 Å KAlfa2: 1.54439 Å
Filtro:	Kbeta: Ni
Detector:	LynxEye
Rango de medida desde $2\theta = 5^\circ$ hasta $2\theta = 70^\circ$	
Identificación: Base de datos del Centro Internacional de Datos para Difracción (ICDD).	
Cuantificación: Método Refinamiento Rietveld (TOPAS Structure Database y Fiz Karlsruhe ICSD).	

Figura 1. Difractograma de la Muestra Carbonato de Calcio con los respectivos minerales identificados.



3. ANÁLISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DEL OXIDO DE CALCIO (CaO)



INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO

ANÁLISIS QUÍMICOS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X
(FRX) DE 8 MUESTRA

Para:

INSUMEX S. A.

Aprobado por:

Gerente General: Erika Gabriel

Informe de Ensayo No: IL-001MI-269			
REV	EDICION	EMITIDO PARA	FECHA
0	Primera	Información	09-Jun-17

Descargo de Responsabilidad: Los resultados de los ensayos pertenecen solo a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con Normas del Producto o como certificado del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION	3
II. ANÁLISIS QUÍMICOS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX)	4
Muestra Oxido de Calcio M1	4
Muestra Oxido de Calcio M2	4
Muestra Oxido de Calcio M3	5
Muestra Oxido de Calcio M4	5
Muestra Oxido de Calcio M5	6
Muestra Oxido de Calcio M6	6
Muestra Oxido de Calcio M7	7
Muestra Oxido de Calcio M8	7
IV. ANEXOS	9

I. INTRODUCCION

A solicitud de Sr. David Hinostraza, de la Empresa INSUMEX S.A., se han realizado los análisis químicos por fluorescencia de rayos X (FRX) de ocho muestras.

Las muestras se recibieron como polvo, encontrándose seca y en cantidad apropiada para el análisis a realizar. El servicio corresponde a la orden de trabajo OT-001MI-269.

En los análisis químicos por FRX se realizó la determinación semicuantitativa de los elementos desde el sodio (Z=11) al uranio (Z=92). Los elementos que no se reportan no han sido detectados por el equipo, debido a que se encuentran por debajo del límite de detección del elemento respectivo. El método de preparación aplicado a las muestras fue pastillas prensadas. El informe incluye la pérdida por calcinación (LOI- calcinación a 900°C por 2 horas), que corresponde a la pérdida de peso, expresado en porcentaje, y que refleja el contenido de componentes volátiles en la muestra, como agua, carbonatos (se descomponen liberando CO₂), sulfatos y sulfuros (se descomponen liberando SO₂), entre otros.

II. ANÁLISIS QUÍMICOS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX)

INFORME DE ANÁLISIS

Solicitado por : Sr. David Hinostraza
Compañía : INSUMEX S. A.
Fecha de ensayo : 06-06-2017
Fecha de emisión : 09-06-2017

RESULTADO DE ANÁLISIS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Muestra Oxido de Calcio M1

Análisis Químico
Semicuantitativo Standarless

Fórmula	%
CaO	84.770
MgO	1.620
SiO ₂	1.540
Al ₂ O ₃	0.369
Fe ₂ O ₃	0.284
SrO	0.215
SO ₃	0.214
K ₂ O	0.041
MnO	0.022
ZrO ₂	0.003

MUESTRA	LOI
Muestra	10.910

Muestra Oxido de Calcio M2

Análisis Químico
Semicuantitativo Standarless

Fórmula	%
CaO	86.580
MgO	1.482
SiO ₂	1.427
Al ₂ O ₃	0.325
Fe ₂ O ₃	0.281
SrO	0.212
SO ₃	0.217
K ₂ O	0.040
MnO	0.022
ZrO ₂	0.003

MUESTRA	LOI
Muestra	9.140

Muestra Oxido de Calcio M3**Análisis Químico
Semicuantitativo Standarless**

Fórmula	%
CaO	88.470
MgO	1.475
SiO ₂	1.425
Al ₂ O ₃	0.323
Fe ₂ O ₃	0.280
SrO	0.210
SO ₃	0.215
K ₂ O	0.038
MnO	0.020
ZrO ₂	0.003

MUESTRA	LOI
Muestra	7.541

Muestra Oxido de Calcio M4**Análisis Químico
Semicuantitativo Standarless**

Fórmula	%
CaO	89.510
MgO	1.458
SiO ₂	1.421
Al ₂ O ₃	0.320
Fe ₂ O ₃	0.278
SrO	0.208
SO ₃	0.213
K ₂ O	0.037
MnO	0.018
ZrO ₂	0.002

MUESTRA	LOI
Muestra	6.531

Muestra Oxido de Calcio M5**Análisis Químico
Semicuantitativo Standarless**

Fórmula	%
CaO	86.840
MgO	1.485
SiO ₂	1.428
Al ₂ O ₃	0.327
Fe ₂ O ₃	0.283
SrO	0.212
SO ₃	0.218
K ₂ O	0.041
MnO	0.023
ZrO ₂	0.003

MUESTRA	LOI
Muestra	9.100

Muestra Oxido de Calcio M6**Análisis Químico
Semicuantitativo Standarless**

Fórmula	%
CaO	93.62
MgO	1.452
SiO ₂	1.419
Al ₂ O ₃	0.318
Fe ₂ O ₃	0.267
SrO	0.205
SO ₃	0.211
K ₂ O	0.036
MnO	0.012
ZrO ₂	0.002

MUESTRA	LOI
Muestra	2.452

Muestra Oxido de Calcio M7**Análisis Químico
Semicuantitativo Standarless**

Fórmula	%
CaO	96.520
MgO	0.279
SiO ₂	0.215
Al ₂ O ₃	0.124
Fe ₂ O ₃	0.113
SrO	0.142
SO ₃	0.097
K ₂ O	0.023
MnO	0.010
ZrO ₂	0.001

MUESTRA	LOI
Muestra	2.471

Muestra Oxido de Calcio M8**Análisis Químico
Semicuantitativo Standarless**

Fórmula	%
CaO	95.580
MgO	0.958
SiO ₂	0.826
Al ₂ O ₃	0.219
Fe ₂ O ₃	0.262
SrO	0.187
SO ₃	0.185
K ₂ O	0.030
MnO	0.011
ZrO ₂	0.002

MUESTRA	LOI
Muestra	1.720

OBSERVACIONES:

- El presente informe no puede ser utilizado como certificado.
- Los resultados corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente.
- Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento.
- %: Porcentaje masa-masa (g/g).
- ppm: Relación masa-masa ($\mu\text{g/g}$).

IV. ANEXOS**CONDICIONES DE OPERACIÓN Y ANÁLISIS FRX:**

Equipo:	Espectrómetro
Tipo:	Longitud de onda dispersiva (WDXRF)
Ánodo	Rh (150 mADC, 4kW)
Temperatura de ambiente:	24 °C
Colimadores:	0.23° y 0.46°
Cristales:	PET, LIF200, XS-55, LIF220 y Ge
Detectores:	Contador de Centelleo y de Flujo.

4. ANÁLISIS DE DIFRACCIÓN Y FLUORESCENCIA DE RAYOS X DEL CARBONATO DE CALCIO PRECIPITADO



INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO PRELIMINAR

ANÁLISIS QUÍMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX) Y MINERALÓGICO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX) DE UNA MUESTRA

Para:

INSUMEX S. A.

Aprobado por:

Gerente General: Erika Gabriel

Informe de Ensayo No: IL-001MI-294			
REV	EDICION	EMITIDO PARA	FECHA
0	Primera	Información	04-Agosto-17
Descargo de Responsabilidad: Los resultados de los ensayos pertenecen sólo a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con Normas del Producto o como certificado del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce.			

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	3
II. ANÁLISIS QUÍMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX)	4
Muestra Carbonato de Calcio Precipitado.....	4
III. ANALISIS MINERALÓGICO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)	5
Muestra Carbonato de Calcio Precipitado.....	5
IV. ANEXOS.....	6

I. INTRODUCCION

A solicitud del Sr. David Hinojosa, de la Empresa INSUMEX S.A., se ha realizado el análisis químico por fluorescencia de rayos X (FRX) y mineralógico por difracción de rayos X (DRX) de una muestra.

La muestra se recibió como polvo, encontrándose seca y en cantidad apropiada para el análisis a realizar. El servicio corresponde a la orden de trabajo OT-001MI-294.

En el análisis químico por FRX se realizó la determinación semicuantitativa de los elementos desde el sodio ($Z=11$) al uranio ($Z=92$). Los elementos que no se reportan no han sido detectados por el equipo, debido a que se encuentran por debajo del límite de detección del elemento respectivo. El método de preparación aplicado a la muestra fue pastilla prensada. El informe incluye la pérdida por calcinación (LOI- calcinación a 900°C por 2 horas), que corresponde a la pérdida de peso, expresado en porcentaje, y que refleja el contenido de componentes volátiles en las muestras, como agua, carbonatos (se descomponen liberando CO_2), sulfatos y sulfuros (se descomponen liberando SO_2), entre otros.

En el análisis mineralógico por DRX se realizó la determinación semicuantitativa de las fases cristalinas presentes en la muestra. El límite de detección de la técnica es aproximadamente 1%, sin embargo para muestras con alto contenido de hierro éste se incrementa a 3%. La cuantificación de fases amorfas se evalúa a partir del 20% de contenido en la muestra. La identificación y cuantificación de fases de silicatos de cobre es limitada debido a que éstas carecen de ordenamiento estructural (baja cristalinidad). El método de preparación aplicado a las muestras fue de polvo aleatorio.

II. ANÁLISIS QUÍMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X (FRX)

INFORME DE ANÁLISIS

Solicitado por : Sr. David Hinostraza
Compañía : INSUMEX S. A.
Fecha de ensayo : 02-08-2017
Fecha de emisión : 04-08-2017

RESULTADO DE ANÁLISIS POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Muestra Carbonato de Calcio Precipitado
Análisis Químico
Semicuantitativo Standarless

Fórmula	%
CaO	55.990
SiO ₂	0.119
MgO	0.267
Al ₂ O ₃	0.100
SO ₃	0.089
SrO	0.038
Fe ₂ O ₃	0.029

MUESTRA	LOI
Carbonato de Ca Pre	42.9

OBSERVACIONES:

- El presente informe no puede ser utilizado como certificado.
- Los resultados corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
- Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento.
- %: Porcentaje masa-masa (g/g).
- ppm: Relación masa-masa ($\mu\text{g/g}$).

III. ANALISIS MINERALÓGICO POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)

INFORME DE ANÁLISIS

Solicitado por : Sr. David Hinostroza
Compañía : INSUMEX S. A.
Fecha de ensayo : 02-08-2017
Fecha de emisión : 04-08-2017

RESULTADO DE ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X

Muestra Carbonato de Calcio

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado Aproximado (%)
Calcita	CaCO ₃	99.2
Cuarzo	SiO ₂	< L. D.
Aragonita	CaCO ₃	< L. D.

OBSERVACIONES:

- Los resultados aproximados han sido redondeados a su menor valor entero, por lo que la sumatoria de los resultados no siempre suma el 100%.
- El presente informe no puede ser utilizado como certificado.
- Los resultados corresponden a las muestras proporcionadas por el cliente, las cuales han sido entregadas en las instalaciones del laboratorio.
- Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento.
- %: Porcentaje masa relativa (g/g).

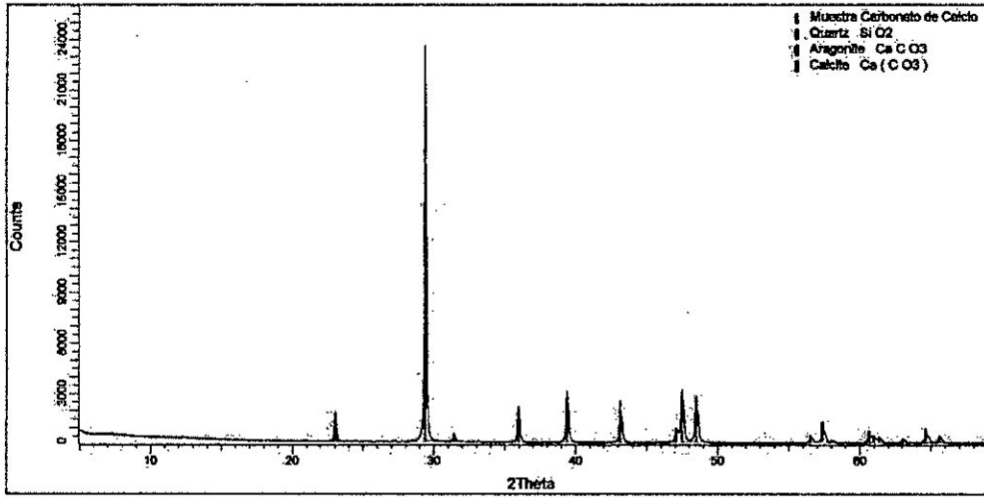
IV. ANEXOS**CONDICIONES DE OPERACIÓN Y ANÁLISIS FRX:**

Equipo: Espectrómetro
Tipo: Longitud de onda dispersiva (WDXRF)
Ánodo Rh (150 mADC, 4kW)
Temperatura de ambiente: 22 °C
Colimadores: 0.23° y 0.46°
Cristales: PET, LIF200, XS-55, LIF220 y Ge
Detectores: Contador de Centelleo y de Flujo.

CONDICIONES DE OPERACIÓN Y ANÁLISIS DRX:

Equipo: Difractómetro
Tubo Cu (40kV, 40mA): KAlfa1: 1.54060 Å
KAlfa2: 1.54439 Å
Filtro: Kbeta: Ni
Detector: LynxEye
Rango de medida desde $2\theta = 5^\circ$ hasta $2\theta = 70^\circ$
Identificación: Base de datos del Centro Internacional de Datos para Difracción (ICDD).
Cuantificación: Método Refinamiento Rietveld (TOPAS Structure Database y Fiz Karlsruhe ICSD).

Figura 1. Difractograma de la Muestra Carbonato de Calcio con los respectivos minerales identificados.



5. RESULTADO DE ANÁLISIS DE PH



"Producción y Comercialización de Minerales No Metálicos Para la Industria"
 "Production and Commercialization of Non Metallic Minerals for the Industry"

PROTOCOLO DE ANÁLISIS N° 45389

Código: AC-R-16


Versión: 03

Cliente: Sr. Leonard Cerdan Cochrán
Producto: Carbonato de Calcio Precipitado
Cantidad: 10 gramos
Fecha de emisión: 17 de Agosto del 2017

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO		
ENSAYO	Equipo	Resultado
pH (relación 1:50)	OAKTON - Ph / CON 450	9.2

METODO

pH: NOM-021-RECNAT-2000 Especificaciones, estudios, muestreos y analisis. 7.1.2 la determinación de ph : Medio en agua


 Jefe de Aseguramiento de la Calidad
 Diego Arturo Calderon Vargas
 INSUMEX S.A.

Av. San Juan 1611 Urb. Industrial Santa Martha • Ate - Lima - PERÚ
 Telfs.: 351-3738 / 494-4949 / 351-3737 • Ventas: 351-1937
 E-mail: ventas@insumex.com.pe • www.insumex.com.pe

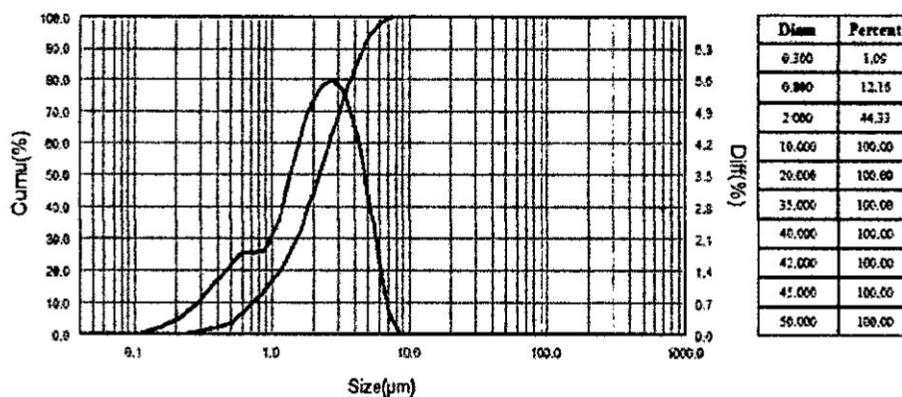
6. RESULTADO DE ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULA DEL PATRÓN

PARTICLE SIZE ANALYSIS BY BT-2003 SYSTEM

Sample Name: ADACAL B1	Sample Owner: Bettersize
Medium Name: WATER	Measure Dept: Bettersize
Operator: Ing. Leonard Cerdan	Test Date: 2017-07-08 Test Time: 11:31:19
Remark:	Mode: 6.0-2

D50: 2.58um	D[4,3]: 2.47um	D[3,2]: 1.50um	Obscuration: 20.20
SSA: 1.49m ² /g	Matter Index: 1.596+0.100i	Medium Index: 1.333	Span: 1.75
D3: 0.45um	D6: 0.58um	D10: 0.71um	D16: 0.96um
D75: 3.38um	D84: 4.00um	D90: 4.58um	D97: 5.74um
			D98: 6.10um

Diam um	Diff %	Cumu %	Diam um	Diff %	Cumu %	Diam um	Diff %	Cumu %	Diam um	Diff %	Cumu %
0.040-0.045	0	0	1.292-1.419	3.49	27.56	10.01-10.99	0	100	77.50-85.06	0	100
0.045-0.052	0	0	1.419-1.557	3.89	31.55	10.99-12.06	0	100	85.06-93.35	0	100
0.052-0.060	0	0	1.557-1.709	4.46	36.01	12.06-13.23	0	100	93.35-102.4	0	100
0.060-0.070	0	0	1.709-1.875	4.83	40.84	13.23-14.52	0	100	102.4-112.4	0	100
0.070-0.085	0	0	1.875-2.058	5.11	45.95	14.52-15.94	0	100	112.4-123.4	0	100
0.085-0.100	0.02	0.02	2.058-2.259	5.34	51.29	15.94-17.49	0	100	123.4-135.4	0	100
0.100-0.130	0.05	0.07	2.259-2.479	5.48	56.77	17.49-19.20	0	100	135.4-148.6	0	100
0.130-0.180	0.17	0.24	2.479-2.721	5.56	62.33	19.20-21.07	0	100	148.6-163.1	0	100
0.180-0.250	0.38	0.62	2.721-2.986	5.54	67.87	21.07-23.12	0	100	163.1-179.0	0	100
0.250-0.320	0.68	1.3	2.986-3.278	5.43	73.3	23.12-25.38	0	100	179.0-196.5	0	100
0.320-0.400	1.04	2.34	3.278-3.597	5.21	78.51	25.38-27.85	0	100	196.5-215.6	0	100
0.400-0.510	1.38	3.72	3.597-3.948	4.86	83.37	27.85-30.57	0	100	215.6-236.7	0	100
0.510-0.559	1.63	5.35	3.948-4.333	4.39	87.76	30.57-33.55	0	100	236.7-259.7	0	100
0.559-0.614	1.76	7.11	4.333-4.755	3.8	91.56	33.55-36.82	0	100	259.7-285.1	0	100
0.614-0.674	1.78	8.89	4.755-5.219	3.08	94.64	36.82-40.41	0	100	285.1-312.8	0	100
0.674-0.739	1.78	10.67	5.219-5.728	2.32	96.96	40.41-44.35	0	100	312.8-343.3	0	100
0.739-0.812	1.79	12.46	5.728-6.286	1.56	98.52	44.35-48.67	0	100	343.3-376.8	0	100
0.812-0.891	1.85	14.31	6.286-6.899	0.9	99.42	48.67-53.42	0	100	376.8-413.6	0	100
0.891-0.978	1.99	16.3	6.899-7.572	0.42	99.84	53.42-58.63	0	100	413.6-453.9	0	100
0.978-1.073	2.22	18.52	7.572-8.310	0.16	100	58.63-64.34	0	100	453.9-498.1	0	100
1.073-1.178	2.55	21.07	8.310-9.121	0	100	64.34-70.81	0	100	498.1-546.7	0	100
1.178-1.282	3	24.07	9.121-10.01	0	100	70.81-77.50	0	100	546.7-600.0	0	100

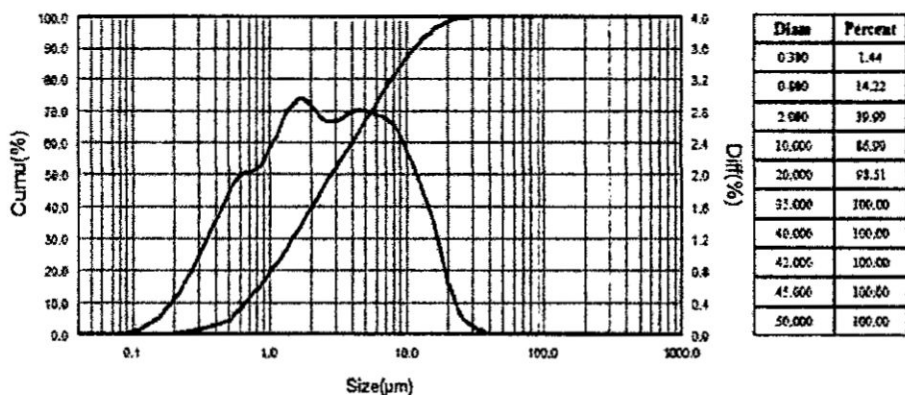


Company: Dandong Bettersize Instrument Ltd Tel: 0086-415-6184440 Fax: 0086-415-6170645

7. RESULTADO DE ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULA DEL CARBONATO DE CALCIO PRECIPIDO

PARTICLE SIZE ANALYSIS BY BT-2003 SYSTEM

Sample Name:CCP PRODUCTO FINAL			Sample Owner:Bettersize								
Medium Name:WATER			Measure Dept:Bettersize								
Operator:Ing. Leonard Cerdan			Test Date:2017-07-08 Test Time:11:22:06								
Remark:			Mode:6. 0-2								
D50:2.61um		D[4, 3]:4.66um		D[3, 2]:1.58um		Obscuration:20.01					
SSA:1.41m ² /g		Matter Index:1.596+0.100i		Medium Index:1.333		Span:3.84					
D3:0.40um		D6:0.55um		D10:0.66um		D16:0.86um		D25:1.23um			
D75:6.53um		D84:8.95um		D90:11.44um		D97:17.06um		D98:18.76um			
Diam um	Diff %	Cumu %	Diam um	Diff %	Cumu %	Diam um	Diff %	Cumu %	Diam um	Diff %	Cumu %
0.040-0.045	0	0	1.292-1.419	2.8	29.2	10.01-10.99	2.21	89.14	77.50-85.06	0	100
0.045-0.052	0	0	1.419-1.557	2.9	32.1	10.99-12.06	2.03	91.17	85.06-93.35	0	100
0.052-0.060	0	0	1.557-1.709	2.96	35.06	12.06-13.23	1.85	93.02	93.35-102.4	0	100
0.060-0.070	0	0	1.709-1.875	2.95	38.01	13.23-14.52	1.67	94.69	102.4-112.4	0	100
0.070-0.085	0	0	1.875-2.058	2.89	40.9	14.52-15.94	1.45	96.14	112.4-123.4	0	100
0.085-0.100	0.02	0.02	2.058-2.259	2.81	43.71	15.94-17.49	1.19	97.33	123.4-135.4	0	100
0.100-0.130	0.08	0.1	2.259-2.479	2.72	46.43	17.49-19.20	0.9	98.23	135.4-148.6	0	100
0.130-0.180	0.22	0.32	2.479-2.721	2.67	49.1	19.20-21.07	0.64	98.87	148.6-163.1	0	100
0.180-0.250	0.51	0.83	2.721-2.986	2.65	51.76	21.07-23.12	0.43	99.3	163.1-179.0	0	100
0.250-0.320	0.88	1.71	2.986-3.278	2.69	54.45	23.12-25.38	0.27	99.57	179.0-196.5	0	100
0.320-0.400	1.28	2.99	3.278-3.597	2.72	57.17	25.38-27.85	0.18	99.75	196.5-215.6	0	100
0.400-0.510	1.62	4.61	3.597-3.948	2.78	59.95	27.85-30.57	0.12	99.87	215.6-236.7	0	100
0.510-0.559	1.87	6.48	3.948-4.333	2.8	62.75	30.57-33.55	0.08	99.95	236.7-259.7	0	100
0.559-0.614	1.99	8.47	4.333-4.755	2.82	65.57	33.55-36.82	0.05	100	259.7-285.1	0	100
0.614-0.674	2.02	10.49	4.755-5.219	2.8	68.37	36.82-40.41	0	100	285.1-312.8	0	100
0.674-0.739	2.02	12.51	5.219-5.728	2.79	71.16	40.41-44.35	0	100	312.8-343.3	0	100
0.739-0.812	2.05	14.56	5.728-6.286	2.76	73.92	44.35-48.67	0	100	343.3-376.8	0	100
0.812-0.891	2.11	16.67	6.286-6.899	2.74	76.66	48.67-53.42	0	100	376.8-413.6	0	100
0.891-0.978	2.21	18.88	6.899-7.572	2.71	79.37	53.42-58.63	0	100	413.6-453.9	0	100
0.978-1.073	2.38	21.24	7.572-8.310	2.64	82.01	58.63-64.34	0	100	453.9-498.1	0	100
1.073-1.178	2.5	23.74	8.310-9.121	2.54	84.55	64.34-70.61	0	100	498.1-546.7	0	100
1.178-1.292	2.66	26.4	9.121-10.01	2.38	86.93	70.61-77.50	0	100	546.7-600.0	0	100



Company:Dandong Bettersize Instrument Ltd Tel:0086-415-6184440 Fax:0086-415-6170645

8. NORMAS ASTM UTILIZADAS



Designation: D 344 - 97

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428
Reprinted from the Annual Book of ASTM Standards. Copyright ASTM

Standard Test Method for Relative Hiding Power of Paints by the Visual Evaluation of Brushouts¹

This standard is issued under the fixed designation D 344; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

1. Scope

1.1 This test method provides for the qualitative and quantitative visual determination of the hiding power of a test paint relative to that of a comparison paint.

1.2 This test method describes only a brushout application procedure in specific detail, but its concepts are valid for other methods of application as well.

1.3 The values stated in inch-pound units are to be regarded as the standard. The values given in parentheses are for information only.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

D 16 Terminology Relating to Paint, Varnish, Lacquer, and Related Products²

D 1475 Test Method for Density of Paint, Varnish, Lacquer, and Related Products²

D 1729 Practice for Visual Evaluation of Color Differences of Opaque Materials²

D 2805 Test Method for Hiding Power of Paints by Reflectometry²

D 5068 Practice for Preparation of Paint Brushes for Evaluation³

E 1247 Test Method for Identifying Fluorescence in Objective-Color Specimens by Spectrophotometry²

E 1347 Test Method for Color and Color-Difference Measurement by Tristimulus (Filter) Colorimetry²

E 1349 Test Method for Reflectance Factor and Color by Spectrophotometry Using Bidirectional Geometry²

3. Terminology

3.1 Definitions:

3.1.1 For definitions of terms used in this test method, refer to Terminology D 16 and the *Paint/Coatings Dictionary*.⁴

3.2 Definitions of Terms Specific to This Standard:

3.2.1 *relative hiding power, qualitative*—the characterization of a test paint as being better, equal, or poorer in hiding power than a comparison paint.

3.2.2 *relative hiding power, quantitative*—the spreading rate of a paint expressed as a percent of the spreading rate of a comparison paint at equal hiding.

4. Summary of Test Method

4.1 *Qualitative*—The test and comparison paints are brushed out uniformly at the same spreading rate on black and white hiding power charts. After drying the brushouts are compared visually to see which paint has been most effective in reducing the substrate contrast.

4.2 *Quantitative*—Additional brushouts are made with the comparison paint, if and as necessary, to determine the spreading rate at which it matches the hiding of the test paint brushout.

5. Significance and Use

5.1 This test method evaluates the hiding power of a test paint relative to a comparison paint. The results have significance only within that relationship. It may be used for production control or quality comparisons.

5.2 When a paint is applied by brush or any other practical method, the opacity of the film is affected by variations in film thickness related to the application procedure and to the application characteristics of the paint. Two paints that hide equally well by this method might therefore differ considerably when applied with a doctor blade, since the latter method gives essentially perfect leveling. Different brushes or surface application conditions can likewise give different results.

Note 1—Test Method D 2805 describes an instrumental method for quantitatively determining hiding power without reference to a material point standard. The paint film is applied at a uniform thickness (for example, with a doctor blade), the film thickness is measured rigorously, and the opacity is evaluated photometrically. Hiding power is thereby determined with a high degree of precision.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D-1 on Paint and Related Coatings, Materials, and Applications and is the direct responsibility of Subcommittee D01.26 on Optical Properties.

Current edition approved July 10, 1997. Published September 1997. Originally published as D 344 - 32. Last previous edition D 344 - 96.

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 06.01.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 06.02.

⁴ Published by the Federation of Societies for Coatings Technology, 492 Norristown Rd., Blue Bell, PA 19422.

5.3 Test Method D 344 is less precise than Test Method D 2805, but is more practical because it is responsive to the application characteristics of paints, and is simpler in concept and execution.

6. Apparatus

6.1 *Balance*, top-loading laboratory balance having a capacity of 100 g and sensitivity of 0.1 g.

6.2 *Syringe*, 10-mL capacity.

6.3 *Paint Brush*, ferrule 2 in. (50 mm) wide and 3/16 in. (14 mm) thick, tapered polyester filaments 2 3/4 in. (70 mm) long with flagged chisel trim tip.⁵

6.4 *Container*, 1/2-pint can or 250-mL beaker.

6.5 *Test Surface*, a smooth-surfaced paper chart having adjacent black and white areas and coated with a suitable varnish or lacquer so as to render the surface impervious to paint liquids. The black and white areas of the chart shall have luminous reflectance factors of 1 % maximum and 75 % minimum, respectively, when tested in accordance with Test Methods E 1347 or E 1349. The white areas of the charts used in any one testing program shall not differ in their reflectance factors by more than 1 %, and shall be nonfluorescent.⁶ Any suitable regular design of contrasting areas may be used. The chart shall have a defined test area of 0.1 m². Larger test areas may be used if available, with appropriate modification of the indicated calculations.⁷

6.6 *Illumination*, a light source providing diffuse light of reasonable intensity, preferably northern sky light or an approximation of same. (See Practice D 1729).

7. Preparation of Brushouts

7.1 Select a convenient and suitable spreading rate, mutually agreeable to all parties involved in the testing program, and preferably in the range from 400 to 800 ft²/gal (9.8 to 19.6 m²/L). In any case, the spreading rate shall not be so low that the substrate contrast is difficult to see, nor so high that it is difficult to apply the paint at a reasonably uniform film thickness.

Note 2—The gallon unit referred to here and throughout this test method is the U.S. gallon (3785.4 mL).

7.2 Determine the density *D* in grams per millilitre of the comparisons and test paints, in accordance with Test Method D 1475.

7.3 Calculate to three significant figures the volume *V* in millilitres to apply for the selected spreading rate *SR* as follows:

$$V(\text{mL}) = \frac{100}{SR(\text{m}^2/\text{L})} = \frac{4074.6}{SR(\text{ft}^2/\text{gal})} \quad (1)$$

⁵ Describes the brush used by the round-robin participants. Other 2-in (50-mm) brushes of equivalent quality may be used, no doubt with similar results. Ideally, the same type of brush should be used within a comparison set, and among correspondent laboratories.

⁶ As observed visually under ultraviolet illumination or determined in accordance with Test Method E 1247.

⁷ The only manufacturing source of charts known to be in compliance with 6.5 and suitable for this test method is Leoeta Company, 15 Whitney Rd., Mahwah, NJ 07430. If you are aware of alternate suppliers, please provide this information to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee,¹ which you may attend.

7.4 Calculate to three significant figures, the weight *W* in grams corresponding to the volume *V* (mL) as follows:

$$W(\text{g}) = V(\text{mL}) \times D(\text{g/mL})$$

7.5 To prepare a brushout, first stir the paint well. Then precondition the brush by dipping it into the paint and working it out on a smooth, nonporous surface as described in Practice D 5068. Take up the desired volume of paint in the syringe and weigh it with the brush in the empty container. Place the test chart on a level bench top, distribute the paint evenly over the test area of the chart, then brush the paint out uniformly within the test area. Set the brushout aside to dry in a horizontal position, protected adequately from dust and under normal room conditions of ventilation and temperature. Reweigh the empty syringe with the brush and container. The loss of weight represents the actual weight of paint applied to the test surface as opposed to the intended weight calculated from 7.3 and 7.4. If there is a discrepancy do not attempt to correct it by removing or applying paint since this would disturb the leveling of the brushout. Instead, calculate the actual spreading rate as follows:

$$SR_A = \frac{B}{A} \times SR_B \quad (2)$$

where:

- SR_A = actual spreading rate,
- B = intended weight,
- A = actual weight, and
- SR_B = intended spreading rate.

8. Evaluation Procedure

8.1 *Viewing conditions*—When the test and comparison paint brushouts are thoroughly dry, place them vertically side by side against a flat surface and view them from a distance of 5 to 10 ft (1.5 to 3 m) under illumination conditions as described in 6.6.

8.2 Qualitative Evaluation:

8.2.1 If the contrast between the black and white areas of the test paint brushout is adjudged less than, equal to, or more than that of the comparison paint brushout, then the hiding power of the test paint is considered as better than, equal to, or poorer than that of the comparison paint.

8.2.2 If the actual spreading rate of the lower contrast paint-out is lower than that of the other paint-out by more than 3 %, prepare a second brushout with either paint so as to eliminate the difference, then compare again to confirm or revise the previous estimation of relative hiding power.

8.3 Quantitative Evaluation:

8.3.1 If the hiding of the test paint brushout does not match that of the comparison paint at the same spreading rate, make a series of additional comparison paint brushouts at several other spreading rates, differing in steps of approximately 15 % and providing contrasts above and below that of the test paint brushout. Refer to these and to the original comparison paint brushout as standards. If the standards are prepared correctly, each increase in spreading rate will correspond to a perceptible increase in contrast. Compare the standards under the viewing conditions described in 8.1 to assure that this is the case.

8.3.2 Compare the brushout of the test paint with the standards under the specified viewing conditions to determine

which standard it matches in contrast, or if none to which pair of successive standards it is intermediate. In the latter case view the test paint brushout with the two standards on either side and rate the contrast of the test paint brushout by estimating the contrast difference between it and the lower spreading rate (lower contrast) standard, as a fraction of the contrast difference between the two standards to the nearest fourth. Keeping the test paint brushout in the middle, reverse the position of the two standards and rate the test paint brushout again in the same way. The final rating is the mean of the two to the nearest eighth.

8.3.3 Calculate the spreading rate (SR_C) of the comparison paint at which it is estimated to match the hiding of the test paint brushout as follows:

$$SR_C = SR_1 + X(SR_2 - SR_1) \quad (3)$$

where:

SR_1 = spreading rate of the lower spreading rate (lower contrast) standard,

SR_2 = spreading rate of the higher spreading rate (higher contrast) standard, and

X = fractional contrast rating of the test paint brushout.

8.3.4 Calculate the relative hiding power of the test paint in accordance with the definition in 3.2.2 as follows:

$$HP_1 = \frac{SR_C}{SR_1} \times 100 \quad (4)$$

where:

HP_1 = relative hiding power of the test paint,

SR_1 = spreading rate of the test paint, and

SR_C = spreading rate of the comparison paint at equal hiding, as determined by an actual match with one of the standards or by estimation between two standards as described and calculated in 8.3.2 and 8.3.3.

9. Report

9.1 *Qualitative* (see 8.2)—Report the relative hiding power of the test paint as better than, equal to, or poorer than the comparison paint. The report may be amplified by such terms as exactly, slightly, moderately, considerably, etc., as may seem appropriate.

9.2 *Quantitative* (see 8.3)—Report the relative hiding power of the test coating to the nearest whole number. This is a purely numerical value. Physical units such as square feet per gallon or square metres per litre are not applicable.

10. Precision

10.1 *Qualitative*—Four test points were rated versus a comparison paint by three laboratories, twice each by one laboratory and once each by the other two, for a total of 16

trials. There was only one discrepancy, which occurred with a paint that was apparently very similar in hiding power to the comparison paint. These results indicate that the method is effective, but more results would be required to develop a more detailed precision statement. Table 1 gives the results of these tests.

10.2 *Quantitative*—In an interlaboratory study of this method, four coatings were evaluated for hiding power against a fifth coating taken as the standard. In one laboratory each material was tested twice, but only once in the other two laboratories. Statistical analysis of the results revealed that the two results for each coating from the one laboratory were as variable as those from the other two. Consequently, the two results were treated as being individual results and the interlaboratory standard deviation was found to be 10 % with 12 df. Based on this standard deviation, the following criterion should be used for judging the acceptability of results at the 95 % confidence level:

10.2.1 *Reproducibility*—Two single results obtained by operators in different laboratories should be considered suspect if they differ in relative hiding power by more than 32 % of their mean.

10.2.2 *Repeatability*—A reasonable estimate of intralaboratory precision could not be obtained because only one laboratory repeated the test.

10.3 *Bias*—The concept of bias is not applicable to this test method because its measurements are comparative, and there is no objective true reference value.

11. Keywords

11.1 hiding power; relative hiding; opacity

TABLE 1 Round Robin Results of Relative Hiding Power of Four White Paints versus a Comparison White Paint

Method	Paint	Laboratory 1		Laboratory 2	Laboratory 3
		Trial 1	Trial 2		
Qualitative	V1	A	A	A	A
	V2 ^a	C	C	C	C
	V3	C	C	C	C
	V4	A	C	C	C
	V5	A	C	C	C
Quantitative	V1	125	117	115	120
	V2 ^b	100	100	100	100
	V3	85	93	62	96
	V4	66	82	60	67
	V5	102	90	83	95

^aIndicates that the test point hides better than the comparison paint.

^bComparison point, relative hiding power equals 100.

^cIndicates that the test point hides poorer than the comparison paint.

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428.



Designation: D1210 – 05 (Reapproved 2010)

Standard Test Method for Fineness of Dispersion of Pigment-Vehicle Systems by Hegman-Type Gage¹

This standard is issued under the fixed designation D1210; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers measurement of the degree of dispersion (commonly referred to as “fineness of grind”) of the pigment in a pigment-vehicle system such as liquid coatings and their intermediates. It may also be used to assess the inclusion of particulates by a cleanliness (or texture) rating.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard. The values given in parentheses are for information only.

1.3 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards*.²

D1316 Test Method for Fineness of Grind of Printing Inks By the NPIRI Grindometer

3. Summary of Test Method

3.1 *Tapered Gage*—The product is spread by means of a scraper in a machined tapered path. At some point in this path, particles or agglomerates, or both, will become visible. A direct reading from the graduated scale is then made at the point where the particles form a definite pattern. When the single path gage is used it is also possible to rate “cleanliness” (see 6.2).

3.2 *Stepped Gage*—The product is spread by means of a scraper on a stepped gage. There are 2 delimited sections on

this gage, each of 6.5 cm² (1 in.²) area, and of two different depths. A count is made of the particles deposited in the two delimited areas, and cleanliness (texture) reading is determined.

4. Significance and Use

4.1 In making pigmented products, the pigment is usually dispersed in a portion of the vehicle in some sort of mill. At this stage, it is necessary to be able to judge if the pigment agglomerates have been sufficiently broken up so as not to interfere with the smoothness of the finished coating film. This test method describes a way of making this judgment.

5. Apparatus

5.1 *Tapered Gage*—A hardened steel, stainless steel, or chrome-plated steel block (Fig. 1) approximately 170 mm (6.7 in.) in length, and 15 mm (0.6 in.) in thickness. The top surface of the block shall be ground smooth and planar and shall contain one or two paths 127 mm (5 in.) in calibrated length. The path shall be tapered uniformly in depth lengthwise from about 4 mils (100 μ m) at 10 mm from one end to zero depth at the other with intermediate calibrations in accordance with the depth at those points. Preferred calibrations are Hegman units and micrometers (Note 1). Three path widths are covered by this test method:

5.1.1 *Two Parallel Paths*, each 12.5-mm (0.5-in.) wide and spaced 0.5-in. apart centered in a block 65-mm (2.5-in.) wide (see Fig. 1).

5.1.2 *One Path*, 50 mm (2 in.) in width centered in a block 90-mm (3.5-in.) wide (see Fig. 1).

5.1.3 *One Path*, 25 mm (1 in.) in width centered in a block 65-mm (2.5-in.) wide (see Fig. 1a).

Note 1—Several arbitrary scales and modifications of the gage are used by industry. In order that readings obtained with these arbitrary scales and modifications can be reported in the preferred units, the approximate relationship of these scales to gage depth is shown in the following example:

Hegman Scale ^a	Depth, μ m ^b	Depth, mils ^b	PC or FSPT Scale ^c	NPIRI Scale ^d
0	100	4	0	40
1	80	3.5	1½	35
2	75	3	2½	30

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D01 on Paint and Related Coatings, Materials, and Applications and is the direct responsibility of Subcommittee D01.24 on Physical Properties of Liquid Paints & Paint Materials.

Current edition approved Feb. 1, 2010. Published February 2010. Originally approved in 1952. Last previous edition approved in 2005 as D1210 – 05. DOI: 10.1520/D1210-05R10.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

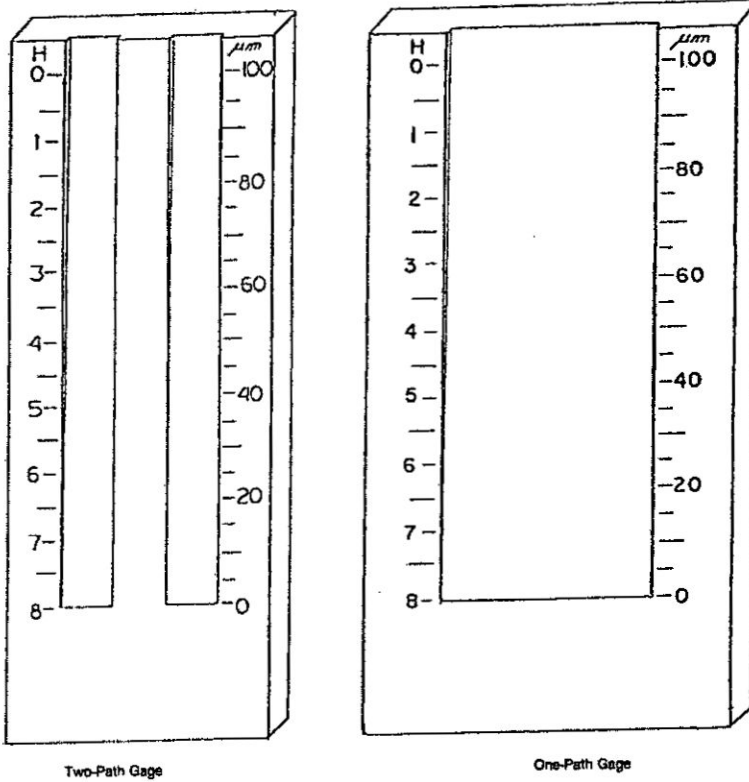


FIG. 1 Fineness Gages

3	65	2.5	3¼	25
4	50	2	5	20
5	40	1.5	6¼	15
6	25	1	7½	10
7	15	0.5	8¾	5
8	0	0	10	0

^A Sometimes referred to in error as the North Standard scale.

^B Rounded to nearest 5 µm or 0.5 mil.

^C Federation of Societies for Paint Technology scale.

^D National Printing Ink Research Institute scale, 0 to 10 on the NPIRI Production Grindometer, but extended on many gages to 20 or 30 (see Test Method D1316).

5.2 Stepped Gage—A hardened steel, stainless steel, or chrome-plated steel block (Fig. 1a), approximately 170 mm (6.7 in.) in length, and 15 mm (0.6 in.) in thickness. A path 25-mm (1-in.) wide shall be cut the length of, and centered in a block 65-mm (2.5-in.) wide. The path will be cut to two different depths, each for half of its length. The two depths will be 3 mils, and 1 mil, or as agreed upon between the buyer and the seller. There shall be two tick marks, above and below the "step," and spaced 25 mm (1 in.) from it.

5.3 Scraper—A double-edged hardened steel, stainless steel, or chrome-plated steel blade (Fig. 2) 95-mm (3.75-in.) long, 40-mm (1.5-in.) wide, and 6.4-mm (0.25-in.) thick. The two edges on the 3.75-in. sides shall be rounded to a radius of 0.38 mm (0.015 in.).

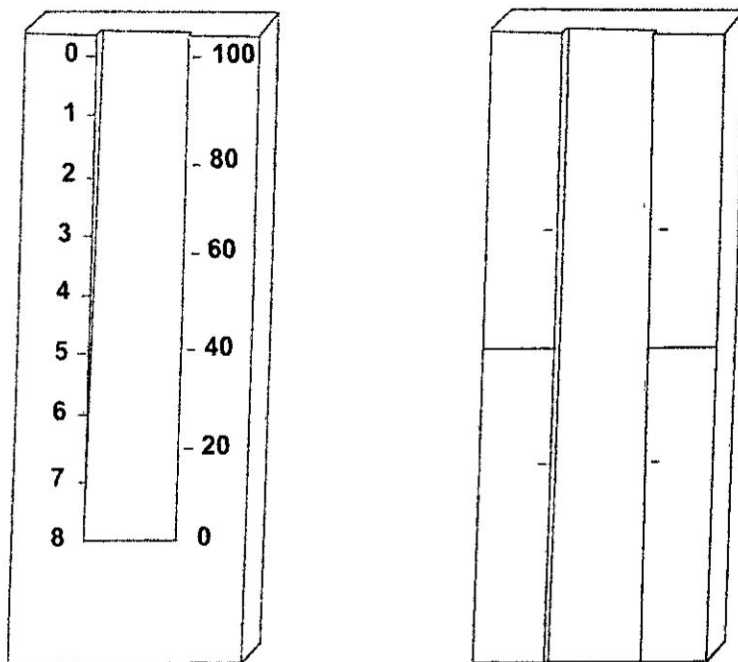
5.4 Illumination—The gage shall be illuminated for viewing with a fluorescent tube, mounted approximately 250 mm (10 in.) above the gage with the length of the tube parallel to the length of the gage. The tube will be mounted so that the angle between the plane of the gage, and the tube is 75 to 80°. A viewing box is not mandatory for illumination, but if one is desired, a proposed design for a viewing box is contained in Appendix X1.

6. Care of Gage

6.1 Clean the gage immediately after each use. Use a solvent and a soft cloth. Keep the gage covered or encased at all times when not in use. Protect gages that lie idle for extended periods of time from rust with an oil coating or oil soaked wrap.

6.2 Do not allow any hard materials to come in contact with the gage surface or scraper in any manner that might result in scarring or nicking. Avoid tapping or scratching with other metal.

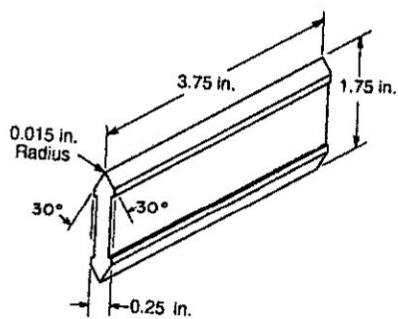
6.3 The scraper may be rendered unsatisfactory for use by wear or nicks of the contact edge or warpage (Note 2). Replace or recondition unsatisfactory blades.



1-in. single path gage

Texture Gage

FIG. 1 a Fineness Gages (continued)



NOTE: 1—1 in. = 25.4 mm.
FIG. 2 Scraper

NOTE 2—Wear or warpage of the scraper may be noted by ficing the edge of the scraper down on the smooth level face of the gage, then inspecting the contact edge by means of a strong light, placed behind the gage. Rocking the scraper forward or back will reveal poor contact due to wear or warpage. Any light coming through between scraper and gage face shows that the scraper has been damaged and is not satisfactory for use.

7. Visual Standards

7.1 The diagrams in Fig. 3 are reproductions of six typical fineness-gage patterns with the double-path gage in 5.1.1, and

they should be viewed with the purpose of standardizing the relationship of particle distribution to fineness designation. The arrow in each drawing represents the end point (reading) for that distribution. These patterns are to be used for notation of frequency of particles and should not be interpreted according to the size of the dots. Although called "standards," they are really examples of fineness readings to be used as a guide, since no two particle distributions will be exactly the same.

7.2 Similarly, Fig. 4 exhibits typical fineness gage patterns for the 50-mm (2-in.) gage in 5.1.2, or the 25-mm (1-in.) gage in 5.1.3. These diagrams are to be used like those for the double-path gage except that a "cleanliness" rating is also shown. "Cleanliness" is descriptive of the number of particles that appear in the path above the fineness designation. Three ratings are indicated: A (0 to 8 specks), B (9 to 15 specks), and C (16 or more specks).

8. Procedure—Tapered Gage

8.1 Place the gage on a horizontal flat, nonslippery surface and wipe clean immediately before the test. Be sure the gage surface is free of lint.

8.2 Hand stir the specimen (Note 3) vigorously for 2 min, taking care that air bubbles are not whipped into the paint. To be sure of an accurate grind reading, specimens must be free of air bubbles.

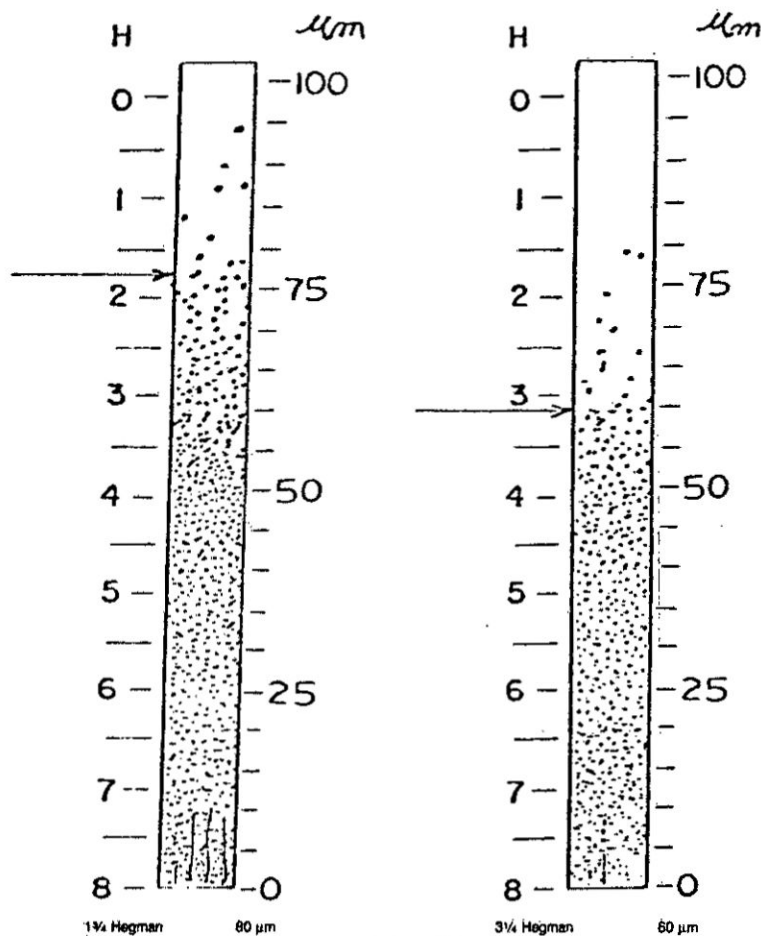


FIG. 3 a Typical Fineness Gage Patterns

NOTE 3—For this test method to function properly, the pigment particles in the specimens to be tested should be free to settle to the bottom of the gage channel after the drawdown. Therefore, before testing, high-viscosity intermediate specimens that have little ability to flow should be reduced with a compatible liquid. Reduction should be in approximately the same proportion as the intermediate will be reduced in practice.

8.3 Immediately place the material to be tested in the deep end of the path, or paths, so that it overflows the path slightly. When using the double-path gage, place material in both paths.

8.4 Holding the scraper in both hands, nearly vertical but inclined slightly toward the operator, draw the material down the length of the path toward the shallow end of the gage with a uniform, brisk motion in approximately 1 to 3 s. Exert upon the scraper only sufficient pressure to clean excess material from the face of the gage. Within 10 s of placing the specimen on the gage, make a reading as follows:

8.4.1 View the gage from the side, perpendicular to the length of the path. Keeping the gage between the operator and the light source, make the angle between the face of the gage and the line of vision so that the image of the fluorescent tube appears in the material on the gage.

NOTE 4—Clear finishes may have to be viewed at a lower angle or they may have to be opacified with a finely ground colorant or dye in order to see the particles better.

8.4.2 It is important to decide in which direction to scan the gage (from the deep end (0 Hegman or 100 μm) toward the shallow end (8 Hegman or 0 μm) or from the shallow end to the deep end.) It is preferable to scan from the shallow end toward the deep end, since this allows the operator to just decide when the dense pattern breaks, rather than trying to decide whether the pattern has less dense areas within it. (See Fig. 4c). When

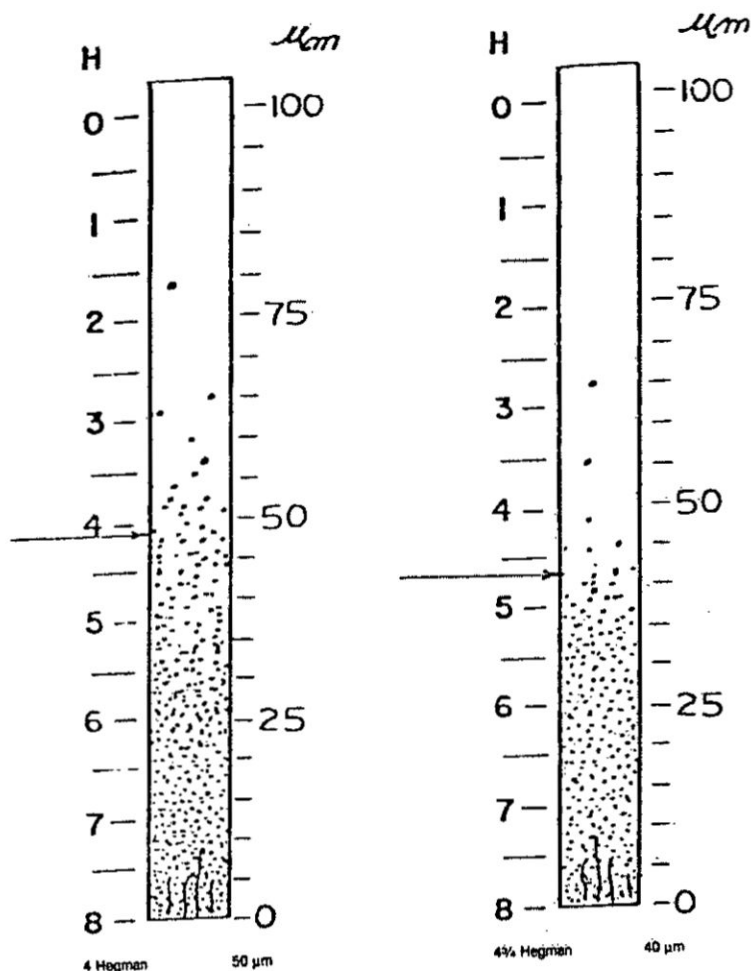


FIG. 3 b Typical Fineness Gage Patterns (continued)

using the two-path gage, average the values in the two paths to the nearest 1/4 Hegman unit. This average is considered one reading. The two protocols for reading the fineness are:

8.4.2.1 *Shallow end toward deep end*—Start at the shallow end of the gage and observe where the first break in the dense pattern of particles occurs. This is the fineness reading.

8.4.2.2 *Deep end toward shallow end*—Observe the point where the material first shows a definite speckled pattern, not just isolated specks (see Fig. 3 and Fig. 4). This is the fineness reading.

8.5 After the first drawdown and reading, which are preliminary for establishing proper test conditions and locating the position of the fineness reading, repeat the procedure twice, beginning with 8.3, to obtain two test readings. This process allows the two test readings to be made with limited time

lapses between completion of drawdown and reading. (Do not consider any reading for the reported fineness when the time lapse exceeds 10 s.) Average the two readings to the nearest 1/4 Hegman units (5 μm).

8.6 *Interpretation of Dispersion Pattern:*

8.6.1 Inspect the initial drawdown for pattern and the approximate fineness. Determine the point in the particle distribution that approximates a similar end point pattern to that of the pictorial standards.

8.6.2 Judge cleanliness on the one-path gage either by comparison to the typical fineness patterns (shown only at a 6 Hegman level but applicable by analogy to any fineness level) or by counting nibs coarser than the selected fineness level (see 7.2 for cleanliness ranges).

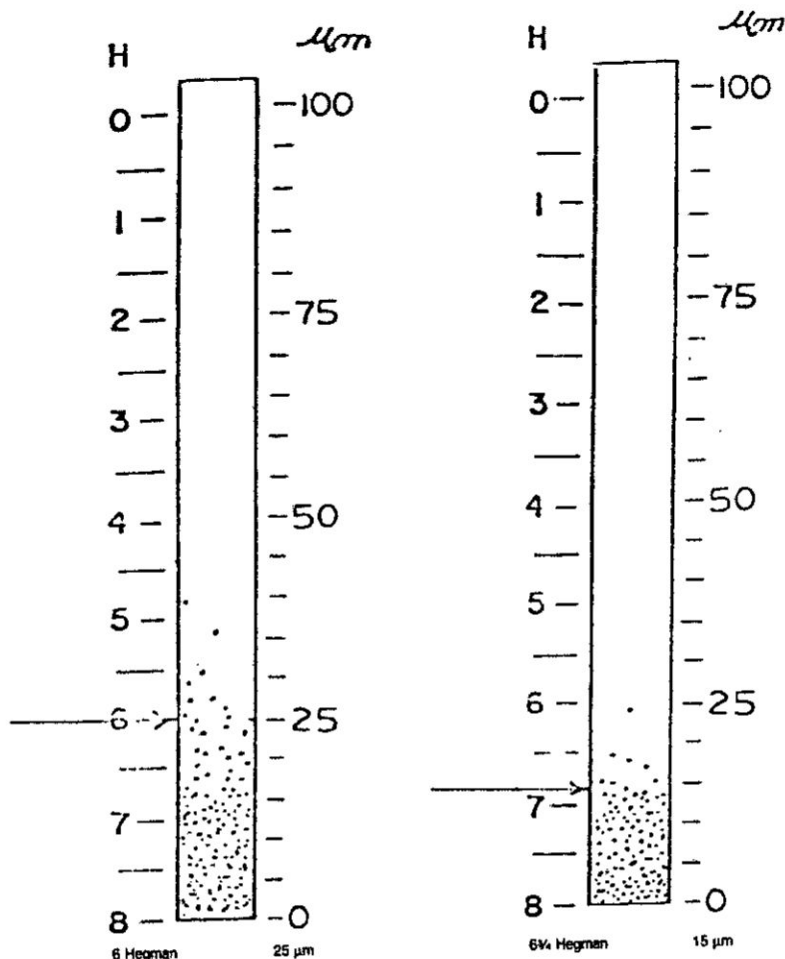


FIG. 3 c Typical Fineness Gage Patterns (continued)

9. Procedure—Stepped Gage

9.1 Place the gage on a horizontal flat, nonslippery surface and wipe clean immediately before the test. Be sure the gage surface is free of lint.

9.2 Hand stir the specimen (Note 3) vigorously for 2 min, taking care that air bubbles are not whipped into the paint. To be sure of an accurate grind reading, specimens must be free of air bubbles.

Note 5—For this test method to function properly, the pigment particles in the specimens to be tested should be free to settle to the bottom of the gage channel after the drawdown. Therefore, before testing, high-viscosity intermediate specimens that have little ability to flow should be reduced with a compatible liquid. Reduction should be in approximately the same proportion as the intermediate will be reduced in practice.

9.3 Immediately place the material to be tested in the deep end of the path, or paths, so that it overflows the path slightly. When using the double-path gage, place material in both paths.

9.4 Holding the scraper in both hands, nearly vertical but inclined slightly toward the operator, draw the material down the length of the path toward the shallow end of the gage with a uniform, brisk motion in approximately 1 to 3 s. Exert upon the scraper only sufficient pressure to clean excess material from the face of the gage. Within 10 s of placing the specimen on the gage, make a reading as follows:

9.4.1 View the gage from the side, perpendicular to the length of the path. Keeping the gage between the operator and the light source, make the angle between the face of the gage

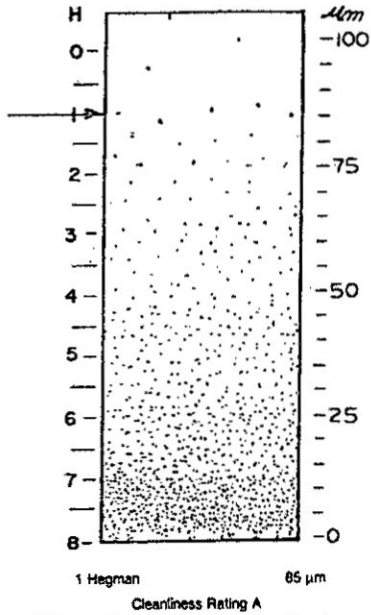


FIG. 4 a Typical Fineness Gage Pattern

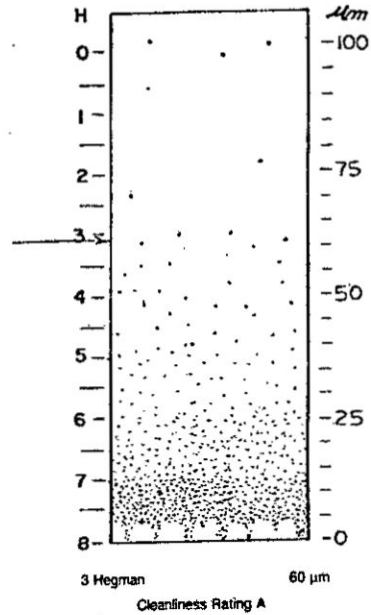


FIG. 4 c Typical Fineness Gage Pattern (continued)

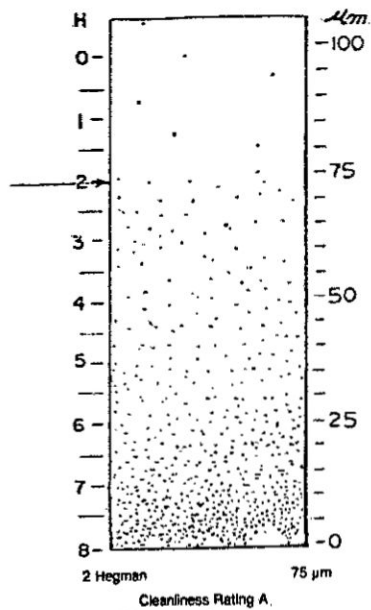


FIG. 4 b Typical Fineness Gage Pattern (continued)

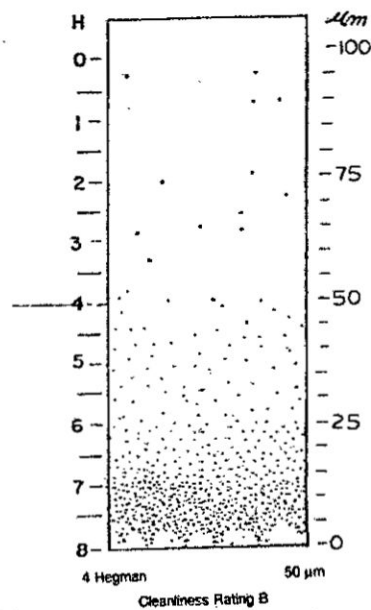


FIG. 4 d Typical Fineness Gage Pattern (continued)

and the line of vision so that the image of the fluorescent tube appears in the material on the gage.

NOTE 5—Clear finishes may have to be viewed at a lower angle or they may have to be opacified with a finely ground colorant or dye in order to see the particles better.

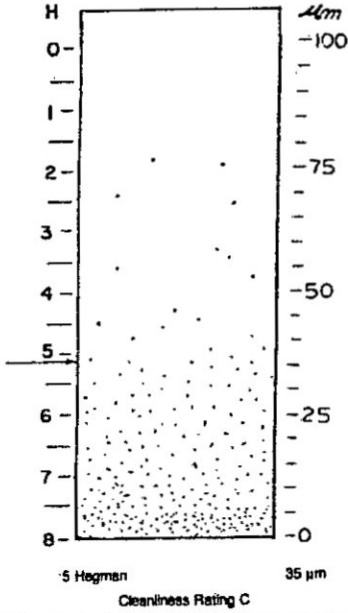


FIG. 4 e Typical Fineness Gage Pattern (continued)

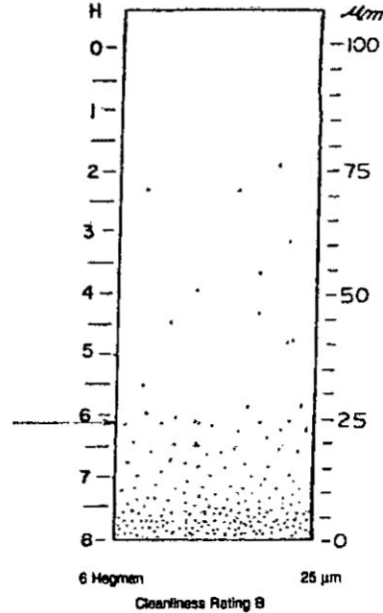


FIG. 4 g Typical Fineness Gage Pattern (continued)

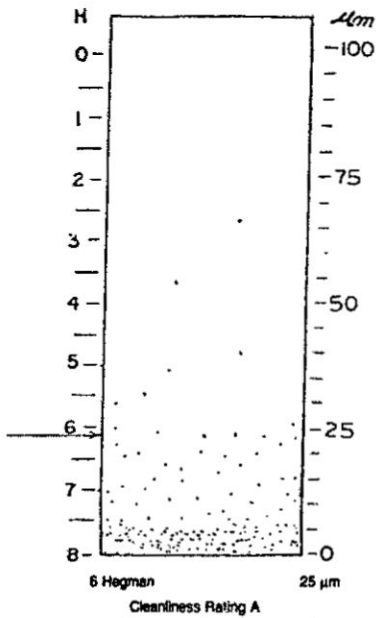


FIG. 4 f Typical Fineness Gage Pattern (continued)

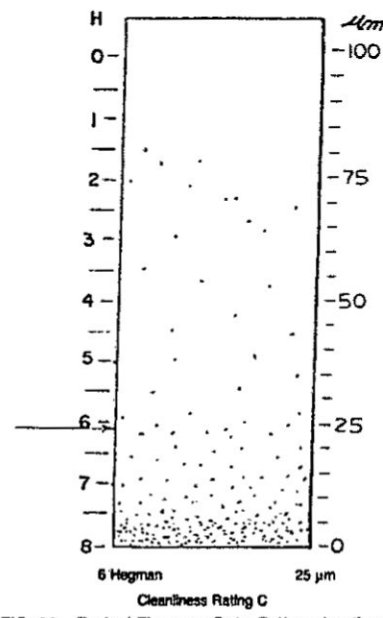


FIG. 4 h Typical Fineness Gage Pattern (continued)

9.4.2 Count the number of particles on each side of the step, between the step and the tick mark. This area is equal to 6.5 cm^2 (1 in.^2). Calculate the texture (cleanliness) of the material

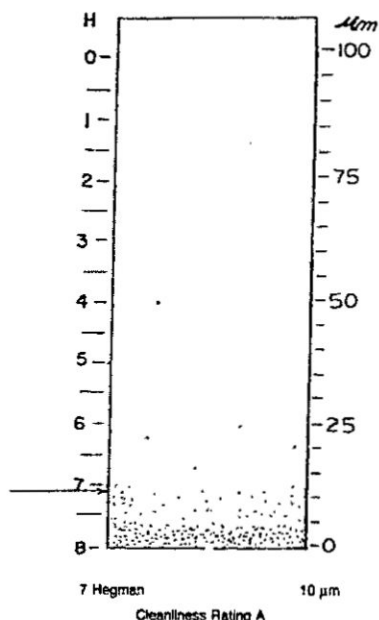


FIG. 4.1 Typical Fineness Gage Pattern (continued)

using the following formula that weights the coarse fraction (3-mil side of gage) 4 times heavier than the fine fraction (1-mil side).

$$\text{Texture (cleanliness)} = 10 - \text{int} (c \times 0.4 + f \times 0.1 + 0.9)$$

where:

- c* = coarse fraction (3-mil side of gage),
- f* = fine fraction (1-mil side of gage), and
- int = drop decimals.

Note 7—It is suggested that each side be counted only to a maximum of 20.

10. Report

- 10.1 Report the following information:
 - 10.1.1 Which tapered gage was used,
 - 10.1.2 The average of two readings conforming to the conditions of 8.4.2. Report micrometer readings to the nearest multiple of 5 μm and Hegman readings to the nearest 1/4 unit,
 - 10.1.3 Which cleanliness (texture) method was used,
 - 10.1.4 The cleanliness (texture) rating, and
 - 10.1.5 Which direction the tapered gage was scanned.

11. Precision and Bias

11.1 *Precision*—Precision has to be determined on this method. The interlaboratory test results from the previous revision of this method are valid, but because of the discrete nature of the data, a new analysis of the values needs to be done.

11.2 *Bias*—No bias can be determined because there is no true value.

12. Keywords

12.1 cleanliness; fineness of grind; Hegman; pigment dispersion; texture

APPENDIX

(Nonmandatory Information)

X1. ILLUMINATED VIEWING BOX

X1.1 Figs. X1.1-X1.5 illustrate a viewing box.

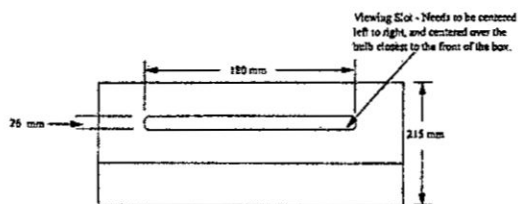


FIG. X1.1 Top View with Lid Removed

D1210 - 05 (2010)

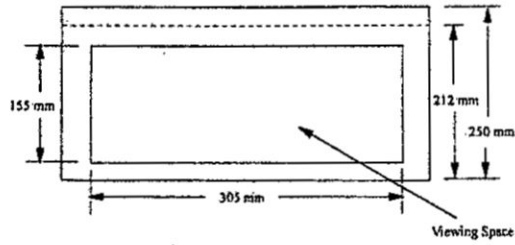


FIG. X1.2 Front View with Lid Removed

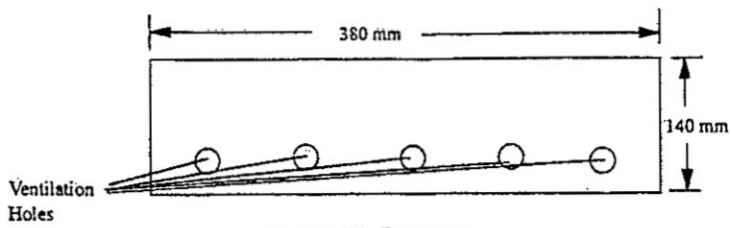


FIG. X1.3 Lid—From Above

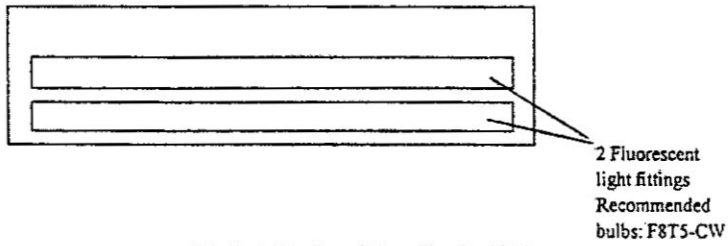


FIG. X1.4 Lid—From Below Showing Lights

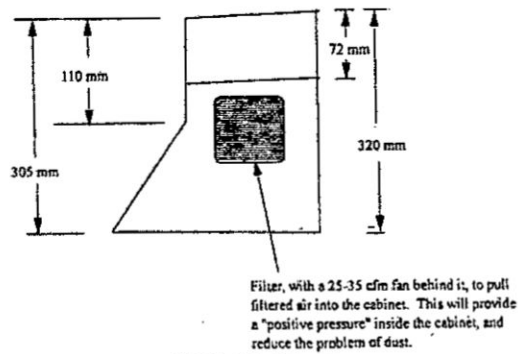



FIG. X1.5 End Elevation

 D1210 – 05 (2010)

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-632-9585 (phone), 610-632-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org). Permission rights to photocopy the standard may also be secured from the ASTM website (www.astm.org/COPYRIGHT).

9. ESPECIFICACIONES DEL ACEITE DE LINAZA

Especificación STD para Aceite de Linaza



Designation: D 234 - 82 (Reapproved 1998)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19380
Reprinted from the Annual Book of ASTM Standards. Copyright ASTM

Standard Specification for Raw Linseed Oil¹

This standard is issued under the fixed designation D 234; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope

1.1 This specification covers raw linseed oil.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- D 93 Test Methods for Flash Point by Pensky-Martens Closed Tester²
- D 555 Guide for Testing Drying Oils³
- D 1466 Test Method for Sampling Liquid Oils and Fatty Acids Commonly Used in Paints, Varnishes, and Related Materials³
- D 1544 Test Method for Color of Transparent Liquids (Gardner Color Scale)⁴
- D 1639 Test Method for Acid Value of Organic Coating Materials³
- D 1954 Test Method for Foats in Raw Linseed Oil (Volumetric Method)³
- D 1959 Test Method for Iodine Value of Drying Oils and Fatty Acids³
- D 1960 Test Method for Loss on Heating of Drying Oils³
- D 1962 Test Method for Saponification Value of Drying Oils, Fatty Acids, and Polymerized Fatty Acids³
- D 1963 Test Method for Specific Gravity of Drying Oils, Varnishes, Resins, and Related Materials at 25/25°C³
- D 1965 Test Method for Unsaponifiable Matter in Drying Oils, Fatty Acids, and Polymerized Fatty Acids³
- D 1966 Test Method for Foats in Raw Linseed Oil (Gravimetric Method)³

¹ This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee D-1 on Paints and Related Coatings, Materials, and Applications, and is the direct responsibility of D01.32 on Drying Oils.

Current edition approved June 25, 1982. Published September 1982. Originally published as D234 - 26 T. Last previous edition D234 - 72 (1974).

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 15.01.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 06.07.

⁴ Annual Book of ASTM Standards, Vol 06.01.

TABLE 1 Properties of Raw Linseed Oil

Property	Requirement	ASTM Method
Specific gravity, 25/25°C	0.926 to 0.931	D 1963
Acid value, max	4.0	D 1959
Saponification value	189.0 to 195.0	D 1962
Unsaponifiable matter, max, %	1.50	D 1965
Iodine value (I.V.), min	177	D 1959
Loss on heating at 105 to 110°C, max, %	0.2	D 1960
Clarity	clear and transparent at 65°C	D 2090
Color (Gardner), max	13	D 1544
Foats, volumetric, heated oil, max, %	1.0	D 1954
Foats, volumetric, chilled oil, max, %	4.0	D 1954
Gravimetric foats, max %	0.25	D 1966
Flash point, min, °F	250	D 93

D 2090 Test Method for Clarity and Cleanness of Paint and Ink Liquids³

3. Properties

3.1 Linseed oil shall be the oil obtained from flaxseed and shall conform to the requirements given in Table 1.

Note 1—It is recognized that raw linseed oil is a natural product and that, in unusual crop years, the color, iodine value and acid value may vary from the stated specification limits. In this case the limits shall be agreed upon between the purchaser and the supplier.

4. Test Methods

4.1 *Sampling*—Sampling should be conducted in accordance with Test Method D 1466.

4.2 The properties enumerated in this specification shall be determined in accordance with the applicable ASTM methods listed in Table 1. The significance of the methods of testing enumerated under properties in this specification is discussed in Guide D 555.

5. Keywords

5.1 drying oils; linseed oil

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19380.

Material Safety Data Sheet

In accordance with regulation 1907/2006



Trade Name

ACEITE DE LINAZA REFINADO

(MSDS (2001/58/EC))

Cambio de estado físico :			
Área de fusión :	ca. - 20		
Punto de ebullición :	desconocida	°C	
Punto de inflamación :	ca. 315	°C	Marcusson
Punto de ignición :	desconocido		
Propiedades explosivas :	desconocidas		
Densidad :	a 20 °C ca. 0,93	g/cm ³	
Presión del vapor :	a 20° C < 1	mbar	
Viscosidad :	a 20 °C ca. 50	mPa.s	
Solubilidad en agua :	insoluble		

10. Estabilidad / Reactividad

- Estabilidad : Ninguna destrucción termal si es usado correctamente. Materiales a evitar : Evite el contacto con agentes oxidantes.
- Productos de descomposición arriesgados : A temperaturas > 300 °C puede formarse acroleína.
Reacciones peligrosas : ninguna

11. Información Toxicológica

- Toxicidad : No tóxico LD50 (oral,rat) > 4500 mg/kg
Datos Toxicológicos :
- Sensibilización piel : desconocida
Irritación piel : desconocida
Irritación ojos : desconocida
Información toxicológica general :
- No está clasificado como peligroso conforme la EEC Dangerous Substance Directive (Directriz de Sustancia Peligrosa and Dangerous Preparation Directives (Directrices de Preparación Peligrosa).
- Si el producto es usado correctamente, no dañará la salud.

12. Información Ecológica

- Degradación biótica: biodegradable.
- Más información: Si se pone en contacto con agua se incrementará BSB y CSB.

by Association for Chemical Products "Lithos"

P.O.Box 234/ 3130 AE Vlaardingen/ Netherlands-Holanda

Phone: ++ 31 10 4456100 / Fax ++ 31 10 2340013

E-mail: Lithosassociation@mafgroup.com

ALCALI REFINED LINSEDOIL

According to BS 6900

Relative density at 23 °C	0,924 to 0,931
Colour Gardner	max. 4
Refractive Index	1,4780 – 1,4830
Iodine value	min. 175
Unsaponifiable matter	max. 1,5 %
Saponification value	188 – 195
Ash	max 0,02 %
Acid Value	max. 0,5



Designation: D 281 - 95

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS
100 Barr Harbor Dr., West Conshohocken, PA 19428
Reprinted from the Annual Book of ASTM Standards. Copyright ASTM

Standard Test Method for Oil Absorption of Pigments by Spatula Rub-out¹

This standard is issued under the fixed designation D 281; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers the determination of the oil absorption of pigments by the spatula rub-out technique.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard. The values given in parentheses are for information only.

1.3 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

D 234 Specification for Raw Linseed Oil²

D 1483 Test Method for Oil Absorption of Pigments by Gardner-Coleman Method³

3. Summary of Test Method

3.1 A stiff, putty-like paste is formed by the dropwise addition of linseed oil to pigment that is being thoroughly rubbed with a spatula. The amount of oil required to produce the end point is used to calculate an oil absorption value.

4. Significance and Use

4.1 The oil absorption value obtained by this test method gives information about the vehicle demand of the pigment when it is used in a pigment paste. Oil absorption values can be used to characterize pigments or batches of a given pigment.

4.2 This test method differs from Test Method D 1483 in that D 1483 involves only a gentle stirring and folding of the pigment, whereas this test method requires a thorough rubbing action. Because the end points are different, the values obtained from the two test methods generally differ.

5. Apparatus and Materials

5.1 *Balance*, capable of weighing to 0.001 g.

5.2 *Dropping Bottle*, fitted with ground-in pipet and rubber bulb or buret, graduated in 0.1-mL divisions.

5.3 *Smooth Glass Rub-up Plate or Marble Slab* (glass should have a surface similar to Hoover Muller Plates).

5.4 *Spatula*, sharp-edged, steel, having a blade of 15 or 20 mm by 100 mm ($\frac{1}{2}$ or $\frac{3}{4}$ by 4 in.).

5.5 *Oil*, linseed, raw, conforming to Specification D 234 except that it shall have an acid number of 3 ± 1 . Linseed oil used in comparative tests must have the same acid value. Other liquids, such as refined oil, may be used by mutual agreement.

6. Procedure

6.1 *Procedure A (Weighing Bottle)*—Weigh exactly 1 g, or any multiple thereof (Note 1), of the thoroughly mixed and air dried pigment and place upon a glass plate or marble slab. Weigh to 0.01 g a dropping bottle containing raw linseed oil along with the pipet and rubber bulb. Add the linseed oil gradually, drop by drop (by means of the pipet), to the pigment. After the addition of each drop, thoroughly incorporate the oil by rubbing up with the spatula. The test is complete when exactly enough oil has been incorporated with the pigment to produce a very stiff, putty-like paste, that does not break or separate. Weigh the bottle and oil to 0.01 g and determine by difference the weight of oil used.

Note 1—The specimen weight depends upon the specific gravity, fineness, and other characteristics of the pigment. For example, 20 g is taken for white lead, but about 1 g is sufficient for carbon black. In any event, the specimen size should be large enough so that at least 1 g of oil is required.

6.2 Procedure B (Buret):

6.2.1 Follow Procedure A, except add the linseed oil from a buret rather than a dropping bottle pipet. Calculate the weight of oil in grams by multiplying the volume oil used by its density (0.93 g/mL).

6.3 It is suggested that when a new pigment is to be tested, a preliminary rub-out be made to determine an approximate end point. Once this is established, the actual determination should be made with a slower addition of oil and a more vigorous rub-out through the critical region, therefore permitting a more precise assessment of the correct oil absorption end point.

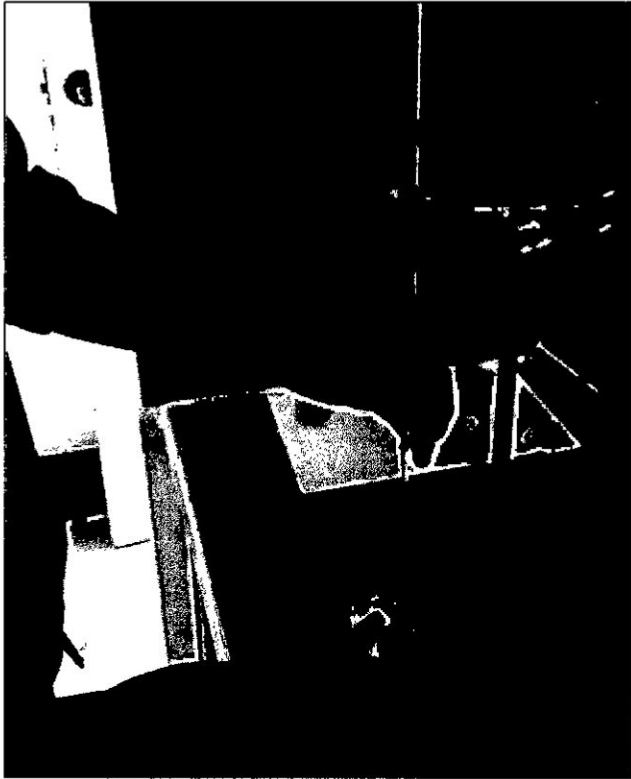
7. Calculation

7.1 From the weights of oil and pigment used in the test,

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D-1 on Paint and Related Coatings, Materials, and Applications and is the direct responsibility of Subcommittee D01.24 on Physical Properties of Liquid Paints and Paint Materials. Current edition approved Feb. 15, 1995. Published April 1995. Originally published as D 281 - 28 T. Last previous edition D 281 - 84 (1989).

² Annual Book of ASTM Standards, 06.03.

³ Annual Book of ASTM Standards, 06.01.





Designation: E 313 - 00

Practica para el cálculo de Amarillento
y Blancura Índice de vista
Instrumento de medición del color
Coordenada

Standard Practice for Calculating Yellowness and Whiteness Indices from Instrumentally Measured Color Coordinates¹

This standard is issued under the fixed designation E 313; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last approval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or approval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This practice provides numbers that correlate with visual ratings of yellowness or whiteness of white and near-white or colorless object-color specimens, viewed in daylight by an observer with normal color vision. White textiles, paints, and plastics are a few of the materials that can be described by the indices of yellowness or whiteness calculated by this practice.

1.2 For a complete analysis of object colors, by a specified observer and under a specified illuminant, use of three parameters is required. For near-white specimens, however, it is often useful to calculate single-number scales of yellowness or whiteness. This practice provides recommended equations for such scales and discusses their derivations and uses, and limits to their applicability (see also Ref (1)²).

1.3 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- D 1535 Practice for Specifying Color by the Munsell System³
- D 1729 Practice for Visual Appraisal of Colors and Color Differences of Diffusely-Illuminated Opaque Materials³
- D 1925 Test Method for Yellowness Index of Plastics⁴
- E 284 Terminology of Appearance³
- E 308 Practice for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System³
- E 805 Practice for Identification of Instrumental Methods of Color or Color-Difference Measurement of Materials³

¹ This practice is under the jurisdiction of ASTM Committee E12 on Color and Appearance and is the direct responsibility of Subcommittee E12.04 on Color and Appearance Analysis.

Current edition approved Dec. 10, 2000. Published February 2001. Originally published as E 313 - 67. Last previous edition E 313 - 98.

² The boldface numbers in parentheses refer to the list of references at the end of this practice.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 06.01.

⁴ Discontinued; see 1993 Annual Book of ASTM Standards, Vol 08.01.

E 991 Practice for Color Measurement of Fluorescent Specimens³

E 1164 Practice for Obtaining Spectrophotometric Data for Object-Color Evaluation³

E 1247 Test Method for Identifying Fluorescence in Object-Color Specimens by Spectrophotometry³

E 1331 Test Method for Reflectance Factor and Color by Spectrophotometry Using Hemispherical Geometry³

E 1345 Practice for Reducing the Effect of Variability of Color Measurement by Use of Multiple Measurements³

E 1347 Test Method for Color and Color-Difference Measurement by Tristimulus (Filter) Colorimetry³

E 1348 Test Method for Transmittance and Color by Spectrophotometry Using Hemispherical Geometry³

E 1349 Test Method for Reflectance Factor and Color by Spectrophotometry Using Bidirectional Geometry³

E 1360 Practice for Specifying Color by Using the Optical Society of America Uniform Color Scales System³

E 1499 Guide to the Selection, Evaluation, and Training of Observers³

E 1541 Practice for Specifying and Matching Color Using the Colorcurve-System³

3. Terminology

3.1 Terms and definitions in Terminology E 284 are applicable to this practice.

3.2 Definitions:

3.2.1 *perfect reflecting diffuser, n*—ideal reflecting surface that neither absorbs nor transmits light, but reflects diffusely, with the radiance of the reflecting surface being the same for all reflecting angles, regardless of the angular distribution of the incident light.

3.2.2 *whiteness, n*—the attribute of color perception by which an object color is judged to approach the preferred white.

3.2.3 *whiteness index, WI, n*—a number, computed by a given procedure from colorimetric data, that indicates the degree of departure of an object color from that of a preferred white.

3.2.4 *yellowness, n*—the attribute of color perception by which an object color is judged to depart from colorless or a preferred white toward yellow.

3.2.5 *yellowness index, YI* , n —a number, computed by a given procedure from colorimetric or spectrophotometric data, that indicates the degree of departure of an object color from colorless or from a preferred white, toward yellow.

3.2.5.1 *Discussion*—Negative values of YI denote departure toward blue.

3.3 Definitions of Terms Specific to This Practice:

3.3.1 *near white, n* —a color having a Munsell value greater than 8.3 (luminous reflectance factor $Y = 63$) and Munsell chroma no greater than 0.5 for B hues, 0.8 for Y hues, and 0.3 for all other hues.

3.3.2 *preferred white, n* —color of a white standard used as the basis for calculating indices of whiteness or yellowness as the departure of the color of the specimen from that of the preferred white; in this practice, the perfect reflecting diffuser.

4. Summary of Practice

4.1 The calculations described in this practice assume that specimens have been measured according to Practices E 1164 and E 308 and one of the Test Methods E 1331, E 1347, E 1348, or E 1349, depending on the type of specimen and measuring instrument used (see also Practice E 805).

4.2 This practice takes as a starting point for the calculations CIE tristimulus values X , Y , and Z for one of the CIE standard observers and one of the CIE standard or recommended illuminants of daylight quality. Such tristimulus values are available by use of modern color measuring instruments.

4.3 Equations for the preferred methods of calculating YI and WI are described in Sections 6 and 7, respectively. Equations for calculating other quantities used as indices of yellowness or whiteness are given in Appendix X1 and Appendix X2, respectively.

5. Significance and Use

5.1 This practice should be used only to compare specimens of the same material and same general appearance. For example, a series of specimens to be compared should have generally similar gloss, texture, and (if not opaque) thickness, and translucency.

5.2 For yellowness measurement, this practice is limited to specimens having dominant wavelength in the range 570 to 580 nm, or Munsell hue approximately 2.5GY to 2.5 Y. For whiteness measurement, this practice is limited to specimens having Munsell value greater than 8.3 (CIE Y greater than 65) and Munsell chroma no greater than 0.5 for B hues, 0.8 for Y hues, and 0.3 for all other hues (see 3.3.1).

5.3 The combination of measurement and calculation leading to indices of yellowness or whiteness is a psychophysical process, that is, the procedures specified are designed to provide numbers correlating with visual estimates made under specified typical observing conditions. Because visual observing conditions can vary widely, users should compare calculated indices with visual estimates to ensure applicability. Some standards addressing the visual estimation of color and color difference are Practices D 1535, D 1729, E 1360, and E 1541, and Guide E 1499.

5.4 This practice does not cover the preparation of specimens, a procedure that may affect significantly the quantities measured. In general, specimens should be prepared and

presented for measurement in the manner that is standard for the test being performed. Select enough specimens or specimen areas to provide an average result that is representative of each sample to be tested. See Practice E 1345.

6. Yellowness Index

6.1 *Background*—The currently recommended equation for the calculation of yellowness index is derived from an equation due to Hunter (2) in 1942: $YI = (A - B)/G$, where A , B , and G are, respectively, amber or red, blue, and green colorimeter readings. Another version, used in the 1940s to 1960s for transparent plastics (3, 4), was based on transmittances near the ends of the visible wavelength region: $YI = 100(T_{680} - T_{420})/T_{460}$ (with a factor of 100 introduced to give values of YI near unity). This equation failed to account correctly for differences in the spectral transmittance curves of such plastics, especially after the adoption of ultraviolet light absorbers to improve weathering, and was soon abandoned. When, in 1957, ASTM solicited new equations for calculating yellowness indices, Hunter's equation was converted (5) into CIE tristimulus value form by using Hunter's approximate relations between colorimeter readings and those tristimulus values; the resulting equation, $YI = 100(1.28X - 1.06Z)/Y$, was adopted for use in Test Method D 1925 in 1962.

6.1.1 In the original form of Test Method E 313, an alternative equation was recommended for a yellowness index. In terms of colorimeter readings, it was $YI = 100(1 - B/G)$. Its derivation assumed that, because of the limitation of the concept to yellow (or blue) colors, it was not necessary to take account of variations in the amber or red colorimeter reading A . This equation is no longer recommended.

6.2 *Significant Digits and Precision*—The coefficients of Test Method D 1925 equation were rounded to the number of digits shown, commensurate with the precision of then-existing color measurement instrumentation. It was not intended that more significance should be attributed to values of YI than that implicit in this number of digits. As instrumentation was improved, however, it was found that some instruments unexpectedly gave nonzero values of YI for clear air or the perfect reflecting diffuser. One suggested ((1), p. 205) remedy for this presumed failure of the equation was to increase the number of digits in the numerical coefficients from two to ten after the decimal point, despite the obvious lack of significance of most of these digits. With modern instrumentation, it is believed that two digits added to the coefficients in the original Test Method D 1925 equation suffice to bring the nonzero value of YI below 0.0005 on average. The new coefficients are given to this precision in 6.3.

6.3 *Derivation of Equations*—Several sets of coefficients are involved in the derivation of the final equations recommended for calculating yellowness indices. With them evaluated, it is possible to derive highly precise equations for both the CIE 1931 standard observer and the 1964 supplementary standard observer. In combination with either CIE standard illuminant C or D_{65} . The results are given in Table 1.

6.3.1 The first set of coefficients required, consists of the tristimulus values X_n , Y_n , and Z_n of the perfect reflecting diffuser (or clear air) for the above observer-illuminant combinations. These are established by the CIE, and for the present

TABLE 1 Coefficients of the Equations for Yellowness Index

Quantity	CIE Standard Illuminant and Standard Observer			
	C, 1931	D ₅₀ , 1931	C, 1964	D ₅₀ , 1964
X ₁₉₃₁	83.074	95.047	87.285	84.811
Y ₁₉₃₁	100.000	100.000	100.000	100.000
Z ₁₉₃₁	118.232	106.883	110.145	107.304
F _A	7987	0.8105	0.7987	0.8103
F _B	2013	0.1895	0.2013	0.1897
C _X	1.2769	1.2985	1.2871	1.3013
C _Z	1.0592	1.1335	1.0781	1.1498
Residual error	-0.0006	-0.0004	-0.0004	-0.0006

derivation were taken from the tables of tristimulus weighting factors in Practice E 308.

6.3.2 From these "white point" values, it is possible to calculate the coefficients in Hunter's equation relating tristimulus value X and colorimeter readings A and B : $X = X_n (F_A A + F_B B)$, thus improving on the approximation $F_A = 0.8$ and $F_B = 0.2$ originally used.

6.3.3 Finally, the coefficients in revised Test Method D 1925 equations for YI can be calculated, rounded, and adjusted in the last retained significant digit to minimize the residual error in the white point values. These coefficients are given in Table 1 as C_X and C_Z in the recommended equation for yellowness index:

$$YI = 100(C_X X - C_Z Z)/Y \quad (1)$$

The tabulation of the residual white point error completes the table.

7. Whiteness Index

7.1 *Background*—The earliest equation for whiteness index WI appears to be due to MacAdam (6) and related WI to excitation purity. This and other equations utilizing the purity have largely been abandoned. Judd (7) appears to have been the first to recognize that a whiteness index should incorporate two terms, one based on the lightness of the specimen relative to that of a preferred white, and the other describing the difference in chromaticity between the specimen and that preferred white. Much debate has arisen over the years as to the nature of the preferred white, but at the present time the perfect reflecting diffuser is almost always adopted as that reference.

7.1.1 In the original form of Test Method E 313, the equation for WI was based on the above premise and the use of colorimeter readings G and B only. It was found that the chromaticity factor $G - B$ required three to four times the weighting of the lightness factor G . Hence the equation was written $WI = G - 4(G - B) = 4B - 3G$. This equation is no longer recommended.

7.2 *CIE Equations*—The equations for whiteness recommended in this practice were derived and published (8) by the CIE. Two equations are given, one for the whiteness index WI and another for a tint index T . Their coefficients are given in Table 2. The CIE gave coefficients for both standard observers and Ill. D₆₅; those for the 1931 observer and Ill. C were taken from the American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC) method for WI (9); and those for the 1964 observer and Ill. C are Ill. D₅₀ were estimated by Subcommittee E12.04. Those for Ill. C and Ill. D₅₀ and both observers are unofficial and should be used for in-house comparisons only.

TABLE 2 Coefficients for the Equations for CIE Whiteness Index and Tint

Value	CIE Standard Illuminant and Observer					
	C, 31	D ₆₅ , 31	D ₅₀ , 31	C, 64	D ₆₅ , 64	D ₅₀ , 64
x _n	0.3101	0.3457	0.3127	0.3104	0.3477	0.3138
y _n	0.3181	0.3585	0.3280	0.3191	0.3585	0.3310
W _{1, x}	800	800	800	800	800	800
W _{1, y}	1700	1700	1700	1700	1700	1700
T, x	1000	1000	1000	900	900	900
T, y	650	650	650	650	650	650

7.2.1 Equation for Whiteness Index WI :

$$WI = Y + (W_{1, x})(x_n - x) + (W_{1, y})(y_n - y) \quad (2)$$

where:

Y, x, y = the luminance factor and the chromaticity coordinates of the specimen,
 x_n and y_n = the chromaticity coordinates for the CIE standard illuminant and source used, and

$W_{1, x}$ and $W_{1, y}$ = numerical coefficients.

Values for all these except those measured for the specimen are given in Table 2.

7.2.2 Equation for Tint Index T :

$$T = T_x(x_n - x) - T_y(y_n - y) \quad (3)$$

where the symbols have meanings analogous to those in 7.2.1.

7.3 *Notes and Restrictions to the CIE Equations*—The CIE notes the following regarding the use of equations for WI and T :

7.3.1 The application of the equations is restricted to specimens that are called "white" commercially, that are similar in color and fluorescence, and that are measured on the same instrument at about the same time. Under these conditions their use should give relative, but not absolute, evaluations of whiteness that are adequate for commercial use.

7.3.2 The higher the value of WI , the greater is the indicated whiteness. The more positive the value of T , the greater is the indicated greenish tint of the specimen; the more negative the value of T , the greater is its reddish tint. Lines of equal T are approximately parallel to the line of dominant wavelength 466 nm. For the perfect reflecting diffuser, $WI = 100$ and $T = 0$.

7.3.3 Equal differences in WI or T do not always represent equal perceptual differences in whiteness or tint, respectively.

7.3.4 These equations should be used only for specimens with $40 < WI < (5Y - 280)$ and $-3 < T < +3$.

8. Apparatus

8.1 *Color Measuring Instrument*—Spectrophotometer or tristimulus (filter) colorimeter, capable of producing CIE tristimulus values and chromaticity coordinates for either CIE standard observer and the desired CIE standard illuminants of daylight quality, for a CIE recommended geometry. The instrument should meet the manufacturer's requirements for calibration.

8.1.1 If the specimens are known or suspected to be fluorescent (see Test Method E 1247), the choice of instrument optical geometry can affect the measurement results. When

hemispherical (integrating sphere) geometry is used for measuring fluorescent specimens, the spectral power distribution of the illuminating system may be altered by the reflected and emitted power from the specimen. The use of bidirectional geometry is therefore preferable. In addition, follow the requirements of Practice E 991 with respect to the spectral output of the instrument illuminator.

8.2 *Standards*—The primary standard of reflectance shall be the perfect reflecting diffuser. Instrument standards calibrated in terms of the perfect reflecting diffuser or the perfect transmitting diffuser shall be used in standardizing the instrument.

9. Procedure

9.1 Operate the color measuring instrument according to the manufacturer's instructions for standardization and measurement. Refer to Practices E 308 and E 1164 and, according to the instrument type and geometry, Test Method E 1331, E 1347, E 1348, or E 1349.

9.1.1 In addition to the standards required or furnished by the manufacturer, it is desirable to measure periodically one or more system verification standards with known values of yellowness or whiteness.

9.2 If not carried out automatically by the instrument, print, display, or store values of X , Y , Z , x , y for the specimens for use in calculations.

9.2.1 Make as many repeat measurements as required (refer to Practice E 1345) and average the resulting values of X , Y , Z , x , y . Use the averaged values in calculations.

10. Calculations

10.1 As required, calculate for each specimen the value of YI by Eq 1, of WI by Eq 2, and of T by Eq 3.

10.1.1 Refer to Appendix X1 and Appendix X2 for other equations used in the past for calculating indices of yellowness and whiteness. Such equations may be used if desired, but the resulting values will in all probability differ from those obtained by use of the recommended equations of this practice.

11. Report

11.1 The report shall include the following information:

11.1.1 Manufacturer, model, geometry, and any further identification required for the instrument used.

11.1.2 Illuminant(s) and observer(s) for which data are reported.

11.1.3 Specimen identifications and measured values of X , Y , Z , x , y for each measurement.

11.1.3.1 If multiple measurements were made of a single specimen and set of conditions, number of measurements and average values of X , Y , Z , x , y .

11.1.4 Indices of yellowness, whiteness, and tint as required, and

11.1.5 Special considerations including the following:

11.1.5.1 If the specimens were fluorescent, details of the instrument light source as required in Practice E 991, and

11.1.5.2 If the specimens were transparent or translucent, the thickness of each specimen.

12. Keywords

12.1 color; colorimetric analysis; instrumental measurement; color/light; reflectance; reflectivity; whiteness indexes; yellowness indexes

APPENDICES

(Nonmandatory Information)

X1. ALTERNATIVE MEASURES OF YELLOWNESS

X1.1 *Positive Values of the Yellowness-Blueness Coordinate of Any Opponent Color Space:*

X1.1.1 Such coordinates include Hunter b Refs (1, 5); CIELAB b^* , (Refs 1, 8, and Practice E 308); and CIELUV v^* (Refs 1, 8, and Practice E 308). The equations for these coordinates are given in the references cited.

X1.2 *Values of the Chroma Coordinate of Any Opponent Color Space When Expressed in the Coordinates Hue, Lightness, and Chroma:*

X1.2.1 Such coordinates include chroma derived for the Hunter system:

$$C_H = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (X1.1)$$

and CIELAB and CIELUV chromas. The equations for these quantities are given in the references cited in X1.1.1.

X1.3 Hunter β' , Ref (2):

$$\beta' = 88.4 G^{1/3} (G - BY)(R + 2G + B) \quad (X1.2)$$

X1.4 Scófield b Refs (1, 10):

$$b = 2B G^{1/3} (G - BY)(R + 2G + B) \quad (X1.3)$$

X1.5 Friele's Yellowness Index Refs (1, 11):

$$YI = 1/2(R + G)B \quad (X1.4)$$

X1.6 Optical Society of America Uniform Color Scales j (Ref 12, and Practice E 1360):

$$j = C(R^{10} + 8G^{10} - 9.7B^{10}) \quad (X1.5)$$

where the quantities required for the calculation are defined in Eqs 3, Eqs 5, and Eqs 6 of Practice E 1360.

X1.7 The equation $YI = 100(1 - B/G)$ discussed in 6.1.1.

X2. ALTERNATIVE MEASURES OF WHITENESS

X2.1 Hunter, 1942 Refs (1, 2):

$$W_I = 100 - \{ [220(G - B)(G + 0.242B)]^2 + [(100 - G)^2]^{1/2} \} \quad (X2.1)$$

X2.2 Hunter, 1960 Refs (1, 13):

$$W_I = L - 3b = 10(Y - 21)^{1/2} (Y - 0.847Z)^{1/2} \quad (X2.2)$$

X2.2.1

Stensby Refs (1, 14):

$$W_I = L - 3b + 3a \quad (X2.3)$$

X2.2.2

Berger Ref (15):

$$W_I = Y + 3.108Z - 3.831X \quad (X2.4)$$

(For the CIE 2° Standard Observer/Illuminant C)

X2.2.3

The equation $W_I = 4B - 3G$ discussed in 7.1.1: when written in the equivalent form $W_I = 3.388Z - 3Y$, this equation is known as Taube's whiteness equation.

X2.2.4

Equations containing the excitation purity Refs (1, 6).

Note X2.1—Other compilations of whiteness equations are found in Refs (16-19).

REFERENCES

- (1) Hunter, R. S., and Harold, R. W., *The Measurement of Appearance*, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, 1987.
- (2) Hunter, R. S., *Photoelectric Tristimulus Colorimetry with Three Filters*, NBS Circular 429, U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 1942; reprinted in *Journal of the Optical Society of America*, Vol 32, 1942, pp. 509-538.
- (3) "Recommended Light Characteristics of Polystyrene Used in Illumination," *Illuminating Engineering*, Vol 53, 1958, p. 284.
- (4) Billmeyer, F. W., Jr., "Yellowness Measurement of Plastics for Lighting Use," *Materials Research and Standards*, Vol 6, 1966, pp. 295-301.
- (5) Hunter, R. S., "Photoelectric Color Difference Meter," *Journal of the Optical Society of America*, Vol 48, 1958, pp. 985-995.
- (6) MacAdam, D. L., "The Specification of Whiteness," *Journal of the Optical Society of America*, Vol 24, 1934, pp. 188-191.
- (7) Judd, D. B., "A Method for Determining the Whiteness of Paper," *Paper Trade Journal*, Vol 103, 1936, pp. 38-44.
- (8) *Colorimetry*, 2nd ed., Publication CIE No. 15.2, Central Bureau of the CIE, Vienna, 1986. Currently available through the U.S. National Committee of the CIE, % Mr. Thomas Lemons, TLA Lighting Consultants, Inc., 7 Fund St., Salem, MA 01970-4819.
- (9) *Whiteness of Textiles*, AATCC Test Method 110-1995, American Association of Textile Chemists and Colorists, Research Triangle Park, NC, 1995.
- (10) Scofield, F., "A Method for Determination of Color Differences," Circular 664, National Paint, Varnish and Lacquer Association, Washington, DC, 1943.
- (11) Fricke, L. F. C., "Analysis of the Brown and Brown-MacAdam Color Discrimination Data," *Die Farbe*, Vol 10, 1961, pp. 193-224.
- (12) MacAdam, D. L., "Uniform Color Scales," *Journal of the Optical Society of America*, Vol 64, 1974, pp. 1691-1702.
- (13) Hunter, R. S., "New Reflectometer and Its Use for Whiteness Measurement," *Journal of the Optical Society of America*, Vol 50, 1960, pp. 44-48.
- (14) Stensby, P. S., "Optical Brighteners and Their Evaluation," *Soap and Chemical Specialties*, Vol 43, 1967, April, p. 41; May, p. 84; July, p. 80; August, p. 97; September, p. 96.
- (15) Berger, A., "Weissgradformeln und ihre praktische Bedeutung," *Farbe*, Vol 8, 1959, p. 187.
- (16) Ganz, E., "Whiteness: Photoelectric Specification and Colorimetric Evaluation," *Applied Optics*, Vol 15, 1976, pp. 2039-2058.
- (17) Ganz, E., "Whiteness Formulae: A Selection," *Applied Optics*, Vol 18, 1979, pp. 1073-1078.
- (18) Lukács, G., "Whiteness the Feasible Method for Evaluation," *Hungarian Scientific Instruments*, Vol 60, 1985, pp. 57-66.
- (19) Ottewill, R., "Assessment of Whiteness and Tint of Fluorescent Substrates with Good Interinstrument Correlations," *Color Research Application*, Vol 19, 1994, pp. 446-460.

The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19380-2950, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-632-6555 (phone), 610-632-6555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).

INSUMEX S.A.

10. FICHA TECNICA DEL PATRON – ADACAL B1

adaCAL[®] B1

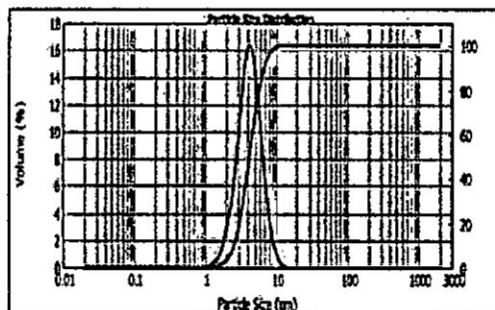


Product : Precipitated Calcium Carbonate (PCC)
Molecular weight : 100,09 gr/mol
Molecular formulas : CaCO₃
Crystal form : Skalenohedral
CAS No : 471-34-1

PHYSICAL PROPERTIES		
Appearance	White powder	
Loss on Drying (105 °C) (%)	0,59	TS 2580 EN ISO 787-2
Density (g/cm ³)	2,97	ASTM D-5550-06
Average Particle Size(d ₅₀) (µm)	2,65/0,8	Malvern/Sedigraph
pH	9-9,5	ISO 787-9
Oil Absorption (%)	45-55	ISO 787-5
Y (Index of whiteness)	99,30	DIN 5033-3 (1992-07-00)
b' (Yellow Index)	0,52	DIN 5033-3 (1992-07-00)

- High CaCO₃ content
- Low impurity
- Controlled morphology
- Production in desired particle size
- Narrow particle size distribution

CHEMICAL PROPERTIES	
CaCO ₃ (%)	99,05
MgO (%)	0,26
SiO ₂ (%)	0,12
SO ₃ (%)	0,28
Fe ₂ O ₃ (%)	0,08
P ₂ O ₅ (%)	0,21



AdaCAL B1 is synthetically produced from lime by chemical precipitation method and used as a functional mineral filler in many sectors, with its high CaCO₃ content and low impurity, controlled morphology and homogeneous partical size distribution.

AdaCAL B1 adds some extra properties to the product such as strength, opacity, whiteness, brightness and viscosity regulation (thixotropy). Due to these properties, it is preferred to be used in many sectors like paint, plastic, paper, food, cosmetics and rubber.

With adaCAL B1 use in paint;

- Hiding power is improved
- The desired whiteness is provided
- Surface smoothness is increased
- The desired brightness/opacity is provided
- Scrub resistance is increased
- Density is decreased

Packing: it is packed in 25 kg Kraft paper bag or 750-1000 kg big bag

Storage: store in a cool, dry conditions and keep away from direct heat source and sunlight. When not using the material always seal the packing

Menderes Mah. Emir Afşin Bulvarı No: 214 03600 Emirdağ / AFYONKARAHISAR / TURKEY

Tel : 0272 442 83 20

www.adacal.com.tr

BT-2003 Laser Particle Size Analyzer



Basic Specification

Size Range: 0.04-1000 μ m

Sample Inflow Method: External automatic

circulating and dispersing system

Repeatability: <1% (CRM D50)

Accuracy: <1% (CRM D50)

Measuring Principle: Mie scattering theory

Laser: Impure optical fiber semiconductor laser

Operation System: Win XP/ Win 7

Connection Port: USB or RS232

Photodetector: 80 pcs

Ultrasonic Power: 50W

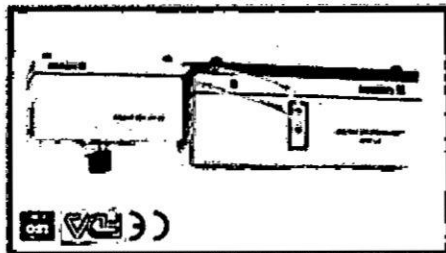
Tank Capacity: 500ml

Circulating Flowrate: 500-2500ml/min

Voltage: 220V, 50-60Hz

Outer Dimension: 720*300*295mm

Small Volume Cell Assembly System (Optional Components)



Outstanding Features

● Light Path System: Adopts unique single-beam and dual-

lens light path system which designed by lens.

photodetectors are distributed in the forward, lateral and

backward, the largest detecting angle is 168°, ensuring the

precision receiving of all scattered light generated by

particles between 0.04 and 1000 μ m.

● Sample Preparation System: External system such as

automatic circulating, dispersing, water supply, drainage,

water level monitor, etc, make sure that sample can be

dispersed sufficiently, and test results are stable and

reliable.

● Automatic Alignment System: It consists of precise

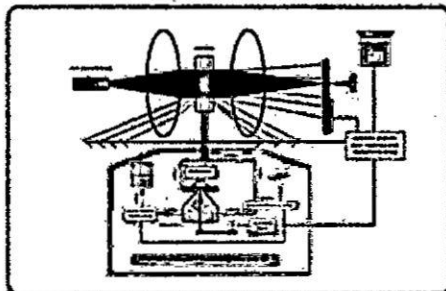
excitation unit and control unit, make sure the instrument is

in an optimal state all the time.

● Multi-language System: More than 17 kinds of languages,

exchange each one at any time, and easier to use by foreign

customers.



info@battersize.com

12. ESPECIFICACIONES DEL CCP PARA EL USO EN PINTURAS

228

Aljandra Diaz Valdiviezo & José Ramírez Carrón

• Batices

En la manufactura de batices de óleo-resinas en varios procesos, la cal sirve para neutralizar el ácido en la resina y para clarificar y endurecer el barniz.

Tabla 201

Especificaciones técnicas para pinturas

Descripción	
Granulometría	ISO 7817
CaCO ₃	>98,4%
MgCO ₃	<0,40%
SiO ₂	<0,35%
Fe ₂ O ₃	<0,07%
Color	-
PPC a 100°C	-
PPC a 1000°C	-
Peso específico	2,70 g/cm ³
Superficie específica	1,34 m ² /cm ³
Humedad	-

• Extracción de magnesio del agua de mar

La cal hidratada (o dolomita calcinada apagada) es usada para precipitar el magnesio disponible en el agua de mar como hidróxido de magnesio. Este es luego calcinado para obtener magnesio (MgO) que es utilizada en la fabricación de refractarios. Un amplio rango de tipos de magnesio es usualmente obtenido. Los productos de más alta ley requieren materiales en bruto extremadamente puros para su manufactura. Las especificaciones típicas demandan bajo SiO₂ (<0,15%), Al₂O₃ (<0,05%) y Fe₂O₃ (<0,15%).

• Caucho o goma

El carbonato de calcio precipitado (CCP) no es suficientemente duro para ser usado como carga en la fabricación de cubierta para automotores, que es el mercado más grande del caucho o goma. Los principales usos para el CCP están en la confección productos de caucho o goma no negros, tales como suelas y tacos de zapatos, mosaicos y esterilla, aislamiento de alambres y cables, cintos transportadores y cubiertas para bicicletas, donde la resistencia a la abrasión es importante. Las cargas duras como el CCP y el caolín imparten rigidez para caucho o goma no curada, previniendo la flexión, alabeo o colapso de productos tales como mangueras, tubos y otros.

Los pigmentos secos, que actúan como agentes o ayuda para la vulcanización, son clasificados como agentes de refuerzo o cargas. Los primeros mejoran las propiedades de los vulcanizantes, mientras que las cargas sirven principalmente como diluyentes. El negro de carbón es considerado como el mejor agente de refuerzo

pero la necesidad de otorgar una mejor resistencia a productos no negros de caucho o goma ha significado que varias cargas tales como el CCP, óxidos finos de zinc, silicatos de calcio, sílice, arcillas y carbonato de magnesio sean utilizados por sus propiedades de refuerzo. El refuerzo ha sido descrito como la incorporación en el caucho o goma de sustancias que imparten resistencia a la abrasión, alta resistencia al desgarramiento y resistencia a la tracción, y un incremento de rigidez en la vulcanización. El grado de refuerzo aumenta con la disminución del tamaño y por lo tanto la característica principal requerida para una carga de refuerzo es un tamaño pequeño de la partícula.

El agregado de CCP sin recubrimiento mejora significativamente la resistencia al desgarramiento y a la tracción aunque existe un incremento del módulo. El alto nivel de caucho o goma ligada indica una fuerte interacción carga / polímero. Sin embargo, el agregado de ácido esteárico al sistema reduce en gran medida los niveles de refuerzo y también elimina la unión de la goma o caucho. Por lo tanto mientras el CCP sin recubrimiento interactúa fuertemente con el polímero y provee un importante refuerzo, el efecto probablemente no es muy estable y por ello se requiere el tratamiento superficial de las partículas.

Los CCP usados en caucho o goma han sido tratados tradicionalmente usando ácidos grasos, particularmente ácido esteárico. Los beneficios de estos tratamientos son menor absorción de agua, más rápido humedecimiento y mejor dispersión en la matriz polímera, también asegura un menor nivel de interacción carga / polímero. En los elastómeros esto se muestra en un bajo módulo que puede ser útil en ciertas aplicaciones.

Sin embargo, en muchas aplicaciones un alto grado de interacción carga / polímero es requerido para obtener las mejores propiedades. Por lo tanto, un tipo diferente de modificador superficial, basado en polímeros de carboxilatos no saturados, fue desarrollado para utilizar con CCP. Estos modificadores pueden ser utilizados para el recubrimiento del CCP o como ingredientes compuestos. En esta industria se requiere > 98,5% de CaCO₃ o > 55,2% de CaO.

• Adhesivos y selladores

Los adhesivos y selladores son una aplicación relativamente importante para el CCP, estimándose que este sector consumirá en el futuro un volumen apreciable de este producto debido a sus características y propiedades pues los selladores proveen una pasta elástica de unión entre dos superficies, que también puede actuar como una barrera para el polvo, basura, humedad y químicos. Asimismo se utilizan como relleno de espacio, y pueden disminuir ruidos y vibraciones.

Los adhesivos, por otro lado, unen superficies. Hay por lo tanto una considerable superposición entre las categorías de adhesivos