MÉTODOS DE ANÁLISIS.

Caralz Ltda. Cuenta con un departamento de Control de Calidad, encargado de garantizar las correctas practicas del proceso de producción, además de analizar en todos los lotes el cumplimiento de las características del producto específico.

Se dispone de varios métodos de análisis los cuales serán especificados en este documento con el objetivo de que nuestros clientes se familiaricen con la terminología técnica en instrumentación y control, además de conocer el proceso de CARALZ permitiendo la seguridad, tranquilidad y garantía de un excelente producto al momento de comprar.

Todos los productos comercializados poseen rangos de aprobación para cada una de las propiedades evaluadas en calidad lote a lote, estos rangos son definidos por Desarrollo en la etapa inicial o formulación del producto. El mejoramiento continuo de nuestro proceso nos lleva a que día a día el rango de aprobación sea más estrecho para así ofrecer siempre el producto con las mismas características, facilitándole las formulas guías a los coloristas, las tasas de dilución a los pintores, entre otros.

Las propiedades evaluadas y sus métodos son:

MÉTODOS EN ETAPA DE CALIDAD LOTE A LOTE

VISCOSIDAD EN COPA.

La viscosidad es la oposición de un fluido a moverse, es decir entre mas viscoso mayor dificultad hay para el desplazamiento. El método para medir la viscosidad de un recubrimiento se basa en el tiempo en segundos que demora en fluir un líquido a través de una copa con orificio de 4 mm (COPA DIN 4), o 6 mm (COPA DIN 6).

Entre mayor sea el tiempo, mas viscoso es el producto.

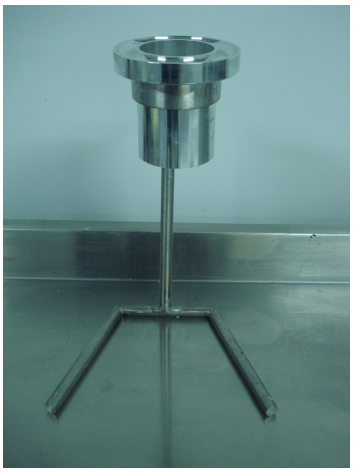


Figura 1. Copa de viscosidad

VISCOSIDAD POR DESPLAZAMIENTO

El método se basa en la deformación o desplazamiento que sufre un fluido pastoso, como consecuencia de la aplicación de un peso, en un tiempo determinado. Se aplica para la masilla debido a la dificultad de fluir en una copa de viscosidad. La unidad de medición son los milímetros del diámetro de la circunferencia formada por la masilla después de la presión; entre más grande la circunferencia menos viscoso esta el producto.



Figura 2. Medición de la viscosidad por desplazamiento.

DETERMINACIÓN DE SUSTANCIAS NO VOLÁTILES.

El método se basa en la cantidad de producto que se volatiliza al calentar una muestra extendida a una temperatura de 80°C hasta que no hay cambio de peso, obteniéndose indirectamente la cantidad de sustancias no volátiles.



Figura 3. Horno a 80°C para la medición de los no volátiles

El porcentaje de sólidos se determina como los gramos de muestra seca después del horno / los gramos de muestra total inicial.

DENSIDAD

El método se basa en la relación (D = Peso sustancia / Volumen) de la sustancia, en la práctica se mide el peso de la muestra en un picnómetro con un volumen conocido, y se realiza el cálculo para determinar la densidad, la cual se expresa en g/ml ó en Kg /L.



Figura 4. Picnómetro de medición de densidad.

FINEZA.

El método se basa en la visualización de aglomerados de pigmentos presentes en una dispersión, mediante la utilización de una piedra de fineza, la cual consiste en un bloque plano de acero donde se encuentra una ranura ancha, variando de profundidad desde una escala de 60 micras hasta cero (0) micras. Al hacer un extendido de la dispersión a través de la piedra se observa inmediatamente en que valor de la escala aparece la mayor cantidad de partículas aglomeradas.
Si el valor de la fineza se requiere en unidades mils se debe hacer la conversión teniendo en cuenta que: 1 mil = 25.4 micras.
A continuación se reporta la conversión de la escala Hegman a mils.

0 Hegman (HG) = 4 mil
4 Hegman (HG) = 2 mil
8 Hegman (HG) = 0 mil

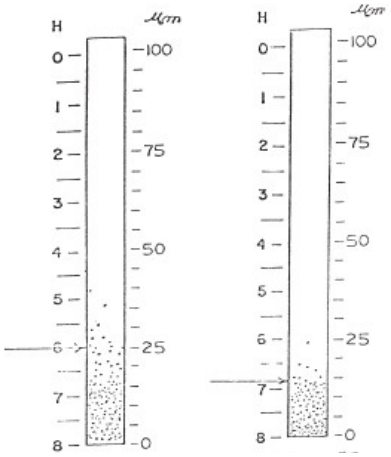


Figura 5. Extendidos sobre la Piedra Hegman para la medición de tamaño de aglomerados.

PODER COLORANTE.

El método se basa en la medición comparativa con espectrofotómetro de la concentración pigmentaria de la muestra teniendo como base un patrón, al ser mezclados en cierta proporción con un mismo color base del mismo sistema. Esta comparación se expresa en porcentaje de aproximación de la muestra al patrón siendo 100% la que posee la misma capacidad tintórea.



Figura 6. Medición de poder Colorante.

MEDICIÓN DEL COLOR.

A los básicos de mezcla cuyo pigmento es transparente, se chequea el color de forma comparativa con el patrón por medio de una mezcla, denominada blanco, y la medición cuantitativa es por medio del espectrofotómetro, quien entrega los deltas de color en cada una de las escalas del sistema CIELab o CIELch.

A los básicos de mezcla con pigmentos opacos o colores preparados se chequea el color en tono lleno y a cubrimiento completo para que el fondo no interfiera en la tonalidad del recubrimiento.

Caralz en el sistema de repinte automotriz (Poliuretano y Poliéster) manejo un máximo de 1.3 como delta total de color y en la línea industrial (Epóxico) y arquitectónica (Z-Lux) maneja un máximo de 2.0 como delta total de color.

En colores preparados de fábrica como los Taxis, Rojo Ferrari entre otros la diferencia de color máxima es de 0.75

ADHERENCIA

El método determina en forma cualitativa el grado de adherencia de sistemas de acabado monocapa o bicapa, después de realizar cortes en la película desde la superficie totalmente curada hasta el sustrato en forma de cuadricula y/o en equis “X”, y someterlo a remoción con cinta adhesiva. La adherencia final es evaluada comparando el grado de remoción según las tablas de grados de remoción.

Se realiza un corte en cuadricula de 10 X 10 a 2 milímetros de separación de cada línea, si el espesor total de la película supera las 100μm se debe realizar un corte en equis "X" de 30 X 30 milímetros y dos líneas formando un reloj de arena.

Se coloca y fija la cinta con la yema de los dedos hasta calcar la cuadricula. Luego repasar con el dedo ejerciendo una leve presión. Tirar de un solo tirón perpendicular a la superficie. Si hay falla repetir en otra área.

El reporte del grado de adherencia la película se determina por comparación, tomando en cuenta entre que capas ocurrió la falla, siguiendo lo establecido en la tabla siguiente de grados de remoción en cuadricula:

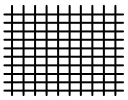
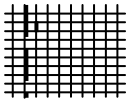
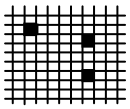
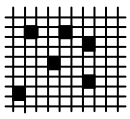
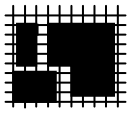
Resultado observado	Grado de Adherencia	Área removida
	Grado 5. No se desprende ninguno de los cuadros.	0%
	Grado 4. Se desprenden solo pequeños bordes o esquinas.	≤ 15%
	Grado 3 Se desprenden cuadros enteros.	15 – 35%
	Grado 2. Se desprenden cuadros enteros.	35 –65%
	Grado 1. Se desprenden cuadros enteros.	≥ 65%

Tabla 1. Clasificación de grados de remoción en prueba de adherencia en cuadricula.

Cuando se realiza el corte en X, se reportan los resultados por comparación con lo establecido en la tabla siguiente de grados de remoción en equis "X":

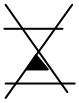
	Grado de Adherencia	Área removida
	Grado 5.	No se observa ningún desprendimiento.
	Grado 4.	Se desprenden solo los bordes
	Grado 3.	Se desprende un tajo completa
	Grado 2.	Se desprende película, dos o más tajos
	Grado 1.	Se desprende película más allá de la incisión

Tabla 2. Clasificación de grados de remoción en prueba de adherencia en “X”

TIEMPO DE GEL

Este método se basa en el desarrollo de una viscosidad muy alta (infinita) al cabo de cierto tiempo luego de haber mezclado los dos productos (componente A + Componente B) en la proporción establecida para cada uno, el punto final se observa cuando la mezcla pierde fluidez o se forma un gel blando.

Como esta reacción química entre los componentes varía según la temperatura, Caralz fija la temperatura a 25°C en un baño maría.

Sistema / Endurecedor	CS	MS	HS	Fondos PF	Fondos Epoxi	Colores Epoxi
DX00	---	---	2.1	---	---	---
DX07	---	4:1	---	---	---	---
DX08	4:1	---	---	4:1	---	---
DX03			2.1			
DX09		2.1				
EP-7100	---	---	---	---	4:1	4:1
EP-7500	---	---	---	---	4:1	---

Tabla 3. Relación de mezcla entre componentes para el cálculo de tiempo de gel.

BRILLO

El brillo es una propiedad de la superficie que influye en la medición del color, en superficies planas, completamente lisas y pulidas, se puede percibir imágenes reflejadas claramente; la luz incidente se refleja solo en la dirección de reflexión especular.

El brillo se puede definir como el porcentaje de luz incidente que se refleja en el mismo ángulo incidente.

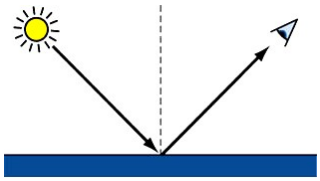


Figura 7. Reflexión especular

Se obtiene un brillo Alto sobre superficies planas, completamente lisas y pulidas, se pueden percibir imágenes reflejadas claramente. La luz incidente se refleja de forma guiada en la superficie, es decir, solo en la dirección de reflexión principal.

Un Brillo medio a mate se observa en superficies rugosas, donde la luz no solo es reflejada en la dirección de reflexión principal sino también de forma difusa en otras direcciones. Por lo tanto, la calidad de imagen de la superficie esta disminuida: Un objeto reflejado ya no es reproducido de forma brillante sino de forma borrosa.

El brillometro es el equipo especializado para determinar el nivel de brillo, realizando la medición de la intensidad de la luz reflejada sobre una superficie plana (reflexión especular), dentro de un margen estrecho del ángulo de reflexión. Los resultados de la medición se comparan con un patrón de medición que consiste en una superficie negra y pulida (incluida en el equipo) con un índice de refracción definido, a este patrón se le da valor de 100 unidades de brillo (calibración).



Figura 8. Brillometro (Superficie negra y pulida)

Para diferenciar las superficies desde altamente brillantes hasta mates, se normalizaron tres geometrías, es decir, 3 ángulos de medida, los cuales varían según el grado de brillo

Grado de brillo	Valor de 60°	Se mide con
Brillo alto	>70	Geometría 20°
Brillo medio	10 hasta 70	Geometría 60°
Brillo mate	<10	Geometría 85°

Tabla 4. Variación de la geometría, según el grado de brillo

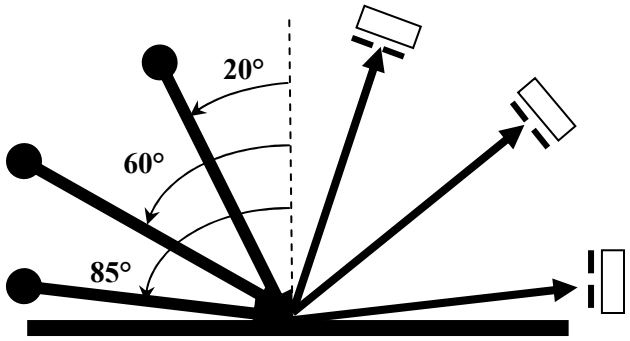


Figura 9. Geometrías estándar para la medición del brillo.

DISTINCIÓN DE IMAGEN

El método consiste en proyectar una imagen de patrones fotográficos a 10 cm. de altura (Anillos Landolt) en la superficie pintada. Los tamaños de anillos empiezan desde el más pequeño con valor de 100 y van aumentado (90, 80,70,…) hasta llegar a 10, esta escala es una forma de medición cualitativa, ya que influye la agudeza visual del evaluador.

Se reporta la escala en la cual se ve los anillos abiertos en la imagen reflejada por la superficie. Cuanto menor sean los anillos visibles, mayor distinción de imagen presenta el recubrimiento.

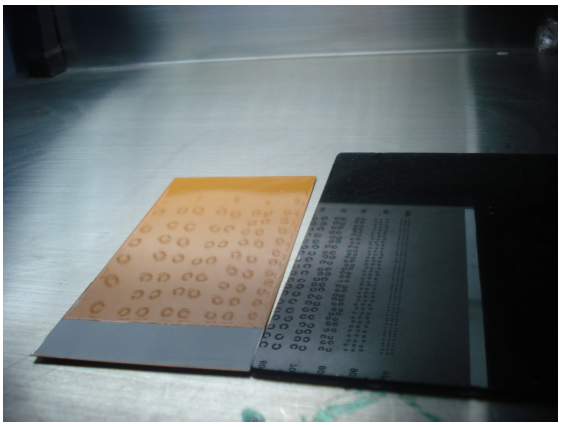


Figura 10. Reflejo de la evaluación de distinción de imagen.

ORIENTACIÓN.

El método se basa en la comparación visual de tono, ángulo a ángulo, y tamaño de partícula que desarrolla la muestra y el patrón. Esta comparación se expresa en una escala cualitativa de 1 a 5, luego de secarse el extendido en tono puro de las muestras sobre una hoja de acetato; aplica para el sistema poliéster con los pigmentos de efecto perlados y metalizados.

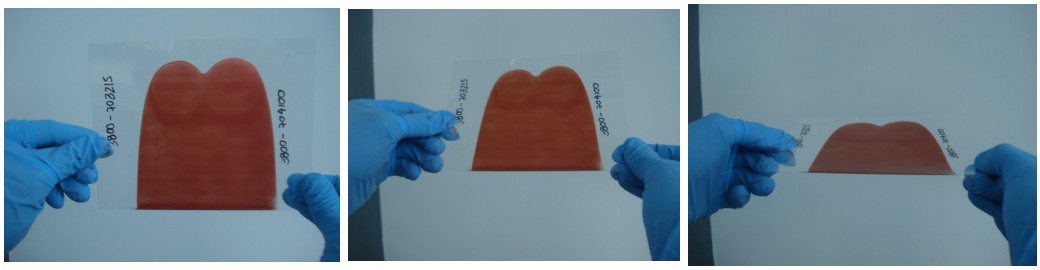


Figura 11. Comparación visual ángulo a ángulo de pigmentos de efecto.

PODER CUBRIENTE.

El poder cubriente es una propiedad que se mide para todos los pigmentos opacos, determinando por medio de un Criptómetro P-fund el espesor de pintura necesario para no observar el cambio de color entre una escala de blanco y negro.

Entre mayor espesor de pintura necesario, más números de manos (menor cubrimiento) para ocultar el color del fondo. En los resultados se reporta una distancia en milímetros y la placa superior con la cual se realizo la medición, ya por medio de cálculos matemáticos facilitados en tablas se obtiene el espesor en mils (1 mils = 25.4 um)



Figura 12. Criptómetro P-Fund

TRANSPARENCIA

A todos los pigmentos transparentes se les evalúa el grado de desfloculación por medio de un corte en acetato comparativo con el patrón, para esta propiedad. Caralz tiene definido una escala de 0 a 5, donde 5 es excelente transparencia.

La transparencia de un pigmento gana importancia en la línea poliéster ya que son estos básicos de mezcla quienes permiten teñir los pigmentos de efecto sin opacar su chispa o destello.

Los cortes se realizan mediante aplicadores que están previamente estandarizados y se puede lograr espesores de película húmeda hasta de 1000um. Caralz cuenta con extensores de hasta 200um de espesor de película húmeda, donde se alcanza a reproducir las condiciones de un repinte automotriz.

SECADOS

Inmediatamente después a la aplicación de un recubrimiento y hasta el punto en el que este alcanza su dureza máxima, se da un proceso de secado variable en el tiempo, debido a los procesos físicos y químicos que ocurren en el material. Algunas expresiones se usan como definiciones aproximadas para determinar un secado cualitativo, que detecta ciertos momentos en este proceso.

Los métodos que se utilizan en CARALZ LTDA. están basados en el estándar internacional ASTM D 1640, que es el método más comúnmente usado para determinar las diferentes etapas o velocidades de formación de película en el secado de recubrimientos usados normalmente bajo condiciones de temperatura ambiental. No todas las pruebas que se describirán tienen aplicación en la actualidad, pero su carácter informativo resulta de interés para este documento.

Actualmente se evalúa los métodos de análisis identificados como: SCLP (secado libre de polvo), SCLT (secado libre al tacto) y SCLE (secado listo para manipular).

El método describe ocho etapas en el proceso de secado:

I. Tiempo listo al tacto (Set-To-Touch Time): la película de prueba es levemente tocada con la punta de un dedo limpio e inmediatamente después la punta del dedo se pone sobre una pieza de vidrio limpia y clara para determinar cuando la película no se adhiere al dedo o se transfiere al vidrio.

II. Tiempo libre al polvo (Dust-Free Time): esta prueba se realiza por cualquiera de dos métodos que determina cuando el polvo o fibras de algodón soltadas levemente sobre la película de prueba pueden removerse soplando sobre la película.

a. Método de prueba con fibras de algodón: Fibras de algodón absorbente individuales de dejan caer de una altura de 1 in. (25 mm). Se considera que la película está libre al polvo cuando las fibras de algodón pueden ser sopladas en forma ligera de la película de prueba.

III. Tiempo libre de Tactosidad (Tack-Free Time): la película de prueba se considera libre de tactosidad cuando no se observa pegajosidad bajo presión moderada. Esto puede ser medido por cualquiera de los siguientes dos métodos.

a. Método de prueba del papel: un papel especial (Papel K-4 Power Cable) se coloca sobre la película de prueba bajo un peso de 2 psi (13.8 kPa). Después de 5 segundos se remueve el peso y se invierte la película de prueba. Si el papel se cae en los primeros 10 seg, la película se considera libre de tactosidad

b. Dispositivo de prueba de tactosidad: es un dispositivo mecánico que consiste de una tira de metal con un ancho de 1 in. (25 mm), longitud de 3 in. (75 mm) y espesor de 0.016 a 0.018 in. (0.41 a 0.46 mm). Esta se dobla para formar una base de 1 in2. (25 mm2) y un largo vertical de 1 por 2 in. (25 por 50 mm) a un ángulo de 135º. El fondo de la base del dispositivo se cubre con papel aluminio. Se coloca un peso de 300 gr en el centro de la base durante 5 segundos. La película de prueba está libre de tactosidad cuando las puntas del dispositivo se abren inmediatamente después de que se retira el peso. Ocasionalmente, el tiempo libre al tacto puede ser más prolongado que los tiempos de secado duro o secado profundo debido a la inclusión de plastificantes en el recubrimiento.

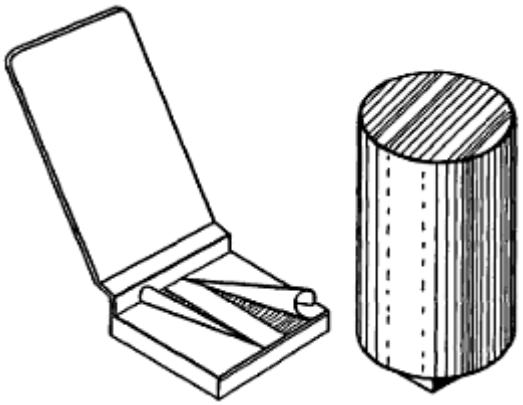


Figura 13. Dispositivo de prueba de tactosidad Zapon. La base del probador es envuelta en papel aluminio. El peso, a la derecha, se pone en la base por un intervalo definido. Luego de remover el peso, el tiempo requerido por el probador para separar sus puntas da la medida de la tactosidad.

IV. Tiempo seco al tacto (Dry-To-Touch Time): La película se considera seca al tacto cuando no se deja ninguna marca en la película al tocar con un dedo. Se usan las siguientes variaciones:

a. Aceites secantes: la película se considera seca al tacto cuando no se aprecia “rub up” al momento que un dedo frota levemente la superficie.

b. Lacas y selladores: la película se considera seca al tacto cuando no se dejan marcas pronunciadas por un dedo al tocar la película. Los sellantes se prueban generalmente sobre madera u otros sustratos porosos.

V. Tiempo de secado duro (Dry-Hard Time): La película de prueba se considera con secado duro cuando luego de realizar una presión máxima con el pulgar (sin girar el dedo) sobre la película esta no manifiesta ninguna marca, luego de que el área es levemente pulida con un paño suave.

VI. Tiempo de secado profundo o secado para manipulación (Dry-Through or Dry-to Handle Time: Se coloca el panel de prueba en posición horizontal a una altura tal que cuando al ubicar el pulgar sobre la película el brazo del operador se halle en una línea vertical

desde la muñeca hasta el hombro. El operador ejerce una presión moderada hacia abajo y torciendo con el pulgar girando el dedo en un ángulo de 90º. La película de prueba se considera que tiene secado profundo cuando no se genera distorsión en la película luego de la presión moderada girando el pulgar en un ángulo de 90º.

VII. Tiempo de secado para segundas manos (Dry-To-Recoat Time): La película de prueba alcanza este requerimiento cuando se puede aplicar una segunda capa sin que se generen ningún tipo de irregularidades en la película, por ejemplo, levantamientos o arrugamientos.

VIII. Tiempo de impresión libre (Print-Free Time): La película de prueba alcanza este requerimiento cuando una tela estampada bajo una presión de 0.5 o 1 lb/in2 (3.5 o 7 KPa) revela que el recubrimiento esta libre del estampado.

APLICABILIDAD

Es la propiedad que presentan las pinturas para extenderse fácilmente sobre el sustrato, permitiendo buena nivelación y excelente condiciones de acabado. Se clasifica en:

- Aplicabilidad a Brocha: Se realiza en la evaluación de los lotes de esmaltes arquitectónicos, línea Z-Lux aplicando a brocha a la dilución recomendad de 8/1 sobre hojalata y se evalúa el acabado y nivelación incluso con segundas manos.

- Aplicabilidad a Espátula: Se evalúa en las masillas y se mide cuantitativamente con el tiempo disponible para aplicar la masilla en una relación con el peróxido de Benzoilo de 50/1. Después de superar el tiempo de aplicabilidad a espátula la masilla no se puede extender.

NIVELACIÓN EN LOS ESMALTES SINTÉTICOS.

Este método se basa en determinar de manera visual el grado de nivelación de los esmaltes sintéticos. Luego de secarse el extendido sobre vidrio, el analista del laboratorio expresa en una escala cualitativa de 1 a 5 las condiciones finales del acabado.

Corresponde a los métodos de análisis identificados como:
AC01: Nivelación a 4 horas
AC02: Nivelación a 6 horas.

La escala cualitativa de nivelación de película

Calificación	Descripción	Anexo.
5	Excelente brillo y terminado	7.2
4	Presenta un poco de piel de Naranja sin perder el brillo.	7.3
3	Perdida de brillo por baja nivelación	7.4
2	Presenta arrugamiento en los bordes	7.5
1	Presenta arrugamiento en toda la superficie.	7.6

Tabla 5. Escala cualitativa de nivelación de película.

LIJABILIDAD

Es una propiedad cualitativa en la cual se evalúa la facilidad de lijado para productos de relleno como las masillas o los Primers. La masilla se lija después de 30 minutos una vez aplicado y los primers poliuretanos dos componentes después de 2 horas a condiciones ambientales de 25°C.

El lijado se realiza con el tamaño de grano previamente definido según el producto y por medio de tacos manuales para evitar la formación de líneas formadas por las huellas dactilares.

Una vez lijado se determina en una escala de 1-5, donde 5 es de excelente lijabilidad que tanto embota la lija, el desgaste del relleno, mapeo y bordes del recubrimiento para verificar el comportamiento del lijado.

COMPATIBILIDAD.

En resultados de análisis se evalúa la compatibilidad de los reductores con los diferentes sistemas.

La compatibilidad es la tolerancia de un compuesto hacia otro, evitando turbidez en la fase liquida, velo o superficies blancuzcas en la aplicación una vez seco el recubrimiento y excelente dilución logrando disminuir significativamente la viscosidad del producto.

ÍNDICE DE REFRACCIÓN.

La refracción es una cualidad física presente en cualquier sustancia y gracias a esto es posible para la industria química obtener más información acerca del compuesto que se quiere analizar, caracterizándolo previamente se logra determinar la pureza y concentraciones de este.

El índice de refracción es una medida que determina la reducción de la velocidad de la luz al propagarse de un medio a otro, se define como el cociente de la velocidad (c) de un fenómeno ondulatorio como luz o sonido en el de un medio de referencia respecto a la velocidad de fase (v) en dicho medio. Donde generalmente se utiliza la velocidad de la luz (c) en el vacío como medio de referencia.

Se utiliza la letra n para representar el índice de refracción del material, y se calcula por la siguiente fórmula:

$$n = \frac{c_0}{v}$$

n : índice de refracción del medio en cuestión
c_o : velocidad de la luz en el vacío ($3x10^{8}$ m/s)
v : velocidad de la luz en el medio en cuestión

Es decir que es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y en el medio.

Dado que la velocidad de la luz en cualquier medio es siempre menor que en el vacío, el índice de refracción será un número siempre mayor que 1.

El índice de refracción del aire es de 1,00029 pero para efectos prácticos se considera como 1, ya que la velocidad de la luz en este medio es muy cercana a la del vacío.

Material	Índice de refracción
Vacío	1
Aire (*)	1.00029
Agua	1.333
Acetaldehído	1.35
Solución de azúcar (30%)	1.38
1-butanol (a 20 °C)	1.399
Glicerina	1.473
Heptanol (a 25 °C)	1.423
Solución de azúcar (80%)	1.52
Benceno (a 20 °C)	1.501
Metanol (a 20 °C)	1.329
Cuarzo	1.544
Vidrio (corriente)	1.52
Disulfuro de carbono	1.6295
Cloruro de sodio	1.544
Diamante	2.42

Tabla 6. Índices de refracción de diferentes compuestos.

(*) En condiciones Normales de presión y Temperatura de (1 bar y 0°C).

Cuando un haz de luz que se propaga por un medio e ingresa a otro distinto, una parte del haz se refleja mientras que la otra sufre una refracción, que consiste en el cambio de dirección del haz.

El efecto de la refracción se puede observar fácilmente introduciendo una varilla en agua. Se puede ver que parece quebrarse bajo la superficie. En realidad lo que sucede es que la luz reflejada por la varilla (su imagen) cambia de dirección al salir del agua, debido a la diferencia de índices de refracción entre el agua y el aire.

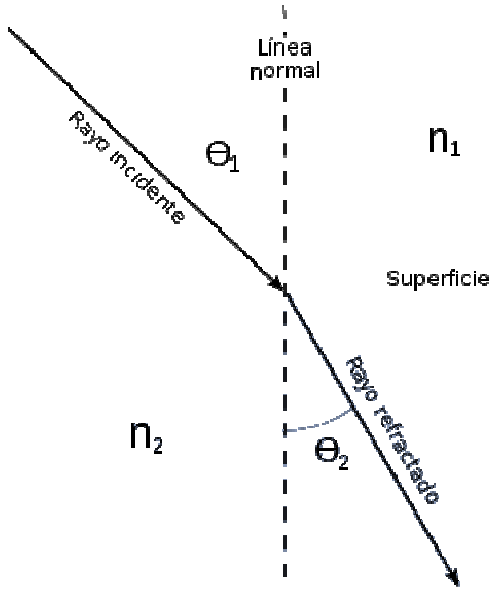


Figura 14. Comportamiento de la luz en cambios de medio. (Refracción).

El método en Caralz consiste en evaluar esta propiedad a los reductores para verificar el correcto cargue en producción, lo que determina las concentraciones reales de la mezcla de los diferentes solventes.

Se dispone del equipo especializado para la medición del índice de refracción, denominado refractómetro, donde se puede apreciar una imagen a continuación:



Figura 15. Espectrofotómetro, medidor del índice de refracción.

LIMPIEZA SOBRE VIDRIO.

La limpieza sobre vidrio se realiza extendiendo la pintura sobre una superficie, en este caso el vidrio o acetato, con un aplicador estandarizado, con el fin de verificar la correcta incorporación del pigmento en la fase liquida del recubrimiento, si se encuentran pequeños floculos de pigmento previamente dispersado y molido se agita más tiempo en proceso productivo.

Es determinante esta propiedad en etapas intermedias para la fabricación de productos mates, solubilidades de resinas suministradas en forma solida, entre otras.

ESPESOR.

Caralz cuenta con medidores de espesor, lo cual ayuda a aumentar la calidad y reducir los costos de material a la hora de recomendar un sistema de aplicación, además es un parámetro de control de sólidos depositados por mano de aplicación.

La determinación del espesor de película se puede determinar de forma no destructiva con equipos electrónicos en sustratos magnéticos ferrosos (acero, acero inoxidable y hierro colado) y no ferrosos (aluminio, latón, bronce, cobre) según el equipo.

EVALUACIÓN CUALITATIVA DE COLOR GOTA A GOTA.

Corresponde al método de análisis identificado como: CL04 Evaluación cualitativa Gota a Gota. Este método se basa en determinar de manera visual el acercamiento del color de una gota del patrón contra la gota de la muestra, el analista del laboratorio expresa en una escala cualitativa de 1 a 5 la similitud del color.

MÉTODOS EN LA ETAPA DE DESARROLLO

Además de los métodos de calidad, existen métodos para la evaluación de otras propiedades que requieren de un seguimiento en el tiempo, por lo que se dificulta medir lote a lote de producción, por lo tanto se evalúan en la etapa del desarrollo del producto para así garantizar un producto con las necesidades del mercado.

DUREZA A LÁPIZ

La dureza es la característica de un material que le permite resistir la deformación plástica, generalmente por penetración. Sin embargo, la dureza puede referirse también a la resistencia a la flexión, abrasión o corte.

La dureza ha sido definida como la habilidad de las sustancias para desgastar o dejar muescas en otras y la primera escala de dureza conocida, llamada escala de Mohr está basada en una lista de 10 minerales (desde el talco hasta el diamante) ordenados según su habilidad de marcarse unos a otros.

La mejora en la resistencia mecánica forma parte de numerosos requerimientos de calidad. Uno de los criterios más importantes para evaluar esta capacidad es la dureza. Hay diferentes métodos para comprobar la dureza, entre ellos la prueba de dureza al lápiz la cual está basada en el método de Wolff-Wilborn, donde una muestra plana con la película aplicada, es colocada horizontalmente y un lápiz es sostenido firmemente contra la película en un ángulo de 45°, utilizando un bloque metálico móvil (carrito) de un peso de 2.1 Kg para aplicar una fuerza sobre la superficie de 7.36 N luego de ser empujado a una velocidad de 1 mm/s.

El grado de dureza en lápices es determinado por la cantidad de grafito y de arcilla cocidos al horno en su composición. Se encuentran en escalas desde el 6H hasta el 6B (6H-5H-4H-3H-2H-H-F-HB-B-2B-3B-4B-5B-6B), el último es el lápiz más suave; contiene en su mayoría grafito y menor cantidad de arcilla. El "H" se utiliza para indicar "dureza" y "B" para indicar el "grado de oscuridad," que está dada por la cantidad de grafito usada en los lápices más suaves.

La dureza del lápiz se incrementa hasta que ocurra uno de los siguientes defectos de marca sobre la película:

- Deformación plástica: Identación o rayado permanente sin desprendimiento de la película.
- Falla de Cohesión: Desprendimiento o fractura visible de la película sobre la superficie aplicada.

La escala de dureza se determina empezando desde el lápiz más duro hasta el más blando y encontrar el final de estos dos casos:

- El lápiz que no corta o raya la película
- El lápiz que no desprende la película.

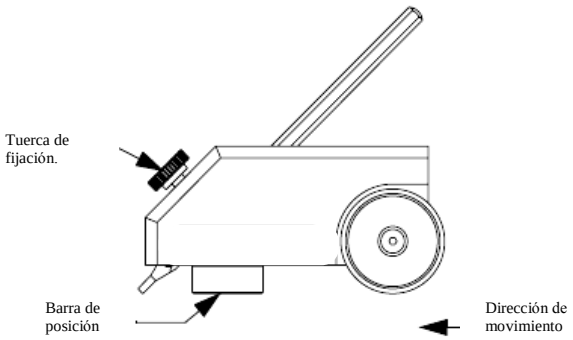


Figura 16. Carro de desplazamiento para la medición de la dureza al lápiz.

FLEXIBILIDAD

La flexibilidad es la cualidad de los materiales, que adquieren fácil variación tanto en forma como en tamaño, mientras que la Elasticidad designa la propiedad mecánica de ciertos materiales de sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentra sujetos a la acción de fuerzas exteriores y de recuperar la forma original si estas fuerzas exteriores se eliminan.

Esta propiedad se evalúa en un mandril, cilindro normalmente de acero, con diferentes niveles de esfuerzo (diámetros de mandril diferentes), sometiendo la película a fuerzas de estiramiento en el cilindro, hasta determinar cuál es el diámetro más pequeño que resiste el recubrimiento sin quebrarse o agrietarse.



Figura 17. Mandril y recubrimiento doblado para la prueba de flexibilidad.

RESISTENCIA AL IMPACTO

Luego de que un vehículo sufre un accidente en el que las superficies pintadas resultan deformadas, es probable que estos sustratos no queden destruidos y sea posible devolverles su forma original, bajo estas circunstancias, el recubrimiento debe igualmente soportar el impacto y las posteriores reparaciones sin terminar destruido. La presente prueba reproduce el estrés al que se ve sometido el material por estas situaciones, poniendo a prueba su flexibilidad y elasticidad.

La deformación que sufre una película de pintura curada al ser sometida al impacto en caída libre de un émbolo cilíndrico golpeador, con punta redondeada y de masa conocida (2.1 kg.), guiado por un tubo de caída desde una altura establecida, determinara la flexibilidad o resistencia a la deformación por una fuerza de impacto.

Las manifestaciones de esta fuerza resultan visibles a través de la elongación, cuarteo o desprendimiento de la película, debidos al estrés interno del recubrimiento por fuerzas compresivas o expansivas, dependiendo de si el impacto ocurrió de forma frontal o posterior.



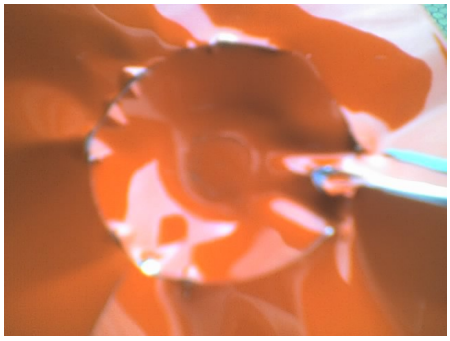


Figura 18. Mandril y lámina impactada.

RESISTENCIA DE PELÍCULA SECA A SUSTANCIAS LIQUIDAS

Debido a la naturaleza químicamente activa, agresiva o penetrante de ciertas sustancias líquidas, resulta necesario determinar el grado de resistencia que posee una película con curado completo al ataque por el contacto con dicha sustancia. Tal ataque dependerá de la naturaleza química de la sustancia y del tiempo y método de contacto.

Las sustancias a evaluar pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Solventes activos según formulación del recubrimiento: Acetato de Isobutilo, Butil Glicol, Xilol, Varsol
- Sustancias comúnmente usadas en el lavado de vehículos: Detergente, agua
- Sustancias agresivas con posibilidad de contacto con vehículos: Gasolina, Acido Sulfúrico, Acido Muriático, Hidróxido de Sodio.

Clasificando del método más agresivo al menos agresivo, estas sustancias pueden evaluarse entrando en contacto con el recubrimiento a través de:

- Inmersión de parte del área de la aplicación,
- Gota puesta sobre la superficie,
- Algodón humectado con la sustancia y luego colocado sobre la superficie,
- Frote manual con un paño humectado con la sustancia.

Finalmente, es posible utilizar dos métodos de evaluación para caracterizar la agresividad de las sustancias:

- Variación del color para películas de alta resistencia al ataque,
- Análisis de la pérdida de adherencia de película como ampollamiento o desprendimiento del sustrato para películas menos resistentes.

Es necesario tener presentes todas estas variables durante diferentes tiempos, que pueden ir desde horas hasta meses, con el fin de analizar evaluaciones comparativas. Los resultados de las pruebas de estabilidad es un cambio de color el cual puede cuantificar por medio del espectrofotómetro, almacenando el dato de color antes y después de la exposición a estas

sustancias y el ampollamiento es un resultado cualitativo de si ampolla o no lo hace a determinado tiempo de exposición.

Los Solventes constituyen un grupo heterogéneo de hidrocarburos volátiles derivados del petróleo y del gas cuyo punto de ebullición es bajo por lo que se evaporan al entrar en contacto con el aire; la gasolina es una mezcla de hidrocarburos derivada del petróleo que se utiliza como combustible en motores de combustión interna.

El Detergente es cualquier sustancia que tiene propiedades de disolver a otra sustancia incorporando la sustancia disuelta en la sustancia detergente inicial.

Un ácido es considerado tradicionalmente como cualquier compuesto químico que, cuando se disuelve en agua, produce una solución con una actividad de catión hidronio mayor que el agua pura, esto es, un pH menor que 7. Esto se aproxima a la definición moderna de Johannes Nicolaus Brønsted y Martin Lowry, quienes definieron independientemente un ácido como un compuesto que dona un catión hidrógeno (H^+) a otro compuesto (denominado base).

Una base o un álcali en primera aproximación es según Arrhenius, cualquier sustancia que en disolución acuosa aporta iones OH^- al medio, mas tarde se complementa con La teoría de Brønsted y Lowry de ácidos y bases, formulada en 1923, donde el álcali es aquella sustancia capaz de aceptar un protón (H^+).

EXPOSICIÓN A LA INTEMPERIE

El método consiste en exponer a condiciones ambientales de Rionegro –Colombia bajo la luz solar del dio y cambios naturales atmosféricos como la lluvia, laminas con diferentes recubrimientos, para determinar variaciones de color en el tiempo.

Si el delta total de color con respecto al color inicial expuesto es alto, se concluye que la estabilidad evaluada a los rayos U.V y humedad es baja.

Esta prueba se realiza para homologar o desarrollar una materia prima, del tal forma que se exponen laminas variando el tipo o proveedor de pigmento, la tinta y proporción con la tinta de mezcla, el filtro U.V y su concentración, además permite evaluar estabilidad con cambio de sistema, es decir comparar entre un sistema acrílico y alquidico por amarillamiento de la resina o ligante.

Debido a los cambios climáticos frecuentes, este método siempre se realiza de forma comparativa para evaluar algún componente específico en la formulación de la pintura.



Figura 19. Panel de Caralz para la exposición a la intemperie.

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN

Los ensayos en cámaras de corrosión suelen utilizarse para evaluar el comportamiento de recubrimientos metálicos, pinturas, tratamientos y pre tratamientos en metales recubiertos, donde se puede evaluar tanto la protección del recubrimiento como el deterioro estético del mismo

La cámara salina a un montaje desarrollado en el laboratorio de Caralz con el fin de simular el ambiente marino, bajo condiciones normalizadas, para realizar ensayos de resistencia a la corrosión. La cámara salina de Caralz no trabaja con estándares o normas de calidad, por lo tanto los resultados son reportados de manera comparativa.

Las condiciones de trabajo es un salmuera al 5% de sal marina y una temperatura del agua a 35°C la cual está permanentemente en movimiento para la homogenización, generando un poco de la niebla salina. Se someten láminas de Cold-Rolled con los recubrimientos a analizar, de forma que queda mitad de la superficie sumergida y la otra mitad en la niebla generada por la evaporación del agua.

Los objetivos de la evaluación en la cámara salina son:

- Determinación del grado de resistencia a la corrosión de los recubrimientos.
- Evaluación de sistemas anticorrosivos para recomendación en determinados usos específicos de aplicación.
- Pruebas de calidad de pigmentos o aditivos anticorrosivos.

ESTABILIDAD A LA FLOCULACIÓN.

El proceso de dispersión consiste en separar cada partícula solida, suministrando energía para ganar calidad en las propiedades del pigmento, como la transparencia, poder colorante, desarrollo de ciertas tonalidades.

La floculación es el proceso inverso y espontaneo a la dispersión, donde se da la reglomeracion de las partículas solidas, se puede presentar en cualquier momento de la producción, el almacenamiento o la misma aplicación.

Los estudios de estabilidad a la floculación se realiza para determinar la etapa del proceso critica donde se puede favorecer este proceso espontaneo, además determina la estabilidad del recubrimiento en el tiempo, definiendo el tiempo optimo para el consumo del producto sin la disminución de las condiciones de calidad.

Este método es aplicable cuando se hace variación de aditivos dispersantes y pigmentos en la formulación, además de cambios en el proceso productivo.

ESTABILIDAD A LA GELIFICACIÓN.

La estabilidad en el almacenamiento de una pintura depende de múltiples factores, para garantizar el mayor tiempo posible de vida útil del producto es necesario controlar condiciones ambientales y la formula del recubrimiento, debido a interacciones de los componentes entre ellos mismos o con componentes del ambiente.

Por ejemplo el caso de un endurecedor de poliuretano a base de isocianato, en Caralz las referencias DX00, DX03, DX07, DX08 y DX09 se trabaja a nivel de desarrollo en los envases buscando la mínima permeabilidad del agua hacia la parte interna del recipiente, ya que este compuesto químico reacciona con el componente activo del endurecedor gelificando la muestra.

Otro caso en los esmaltes époxicos que a temperaturas altas como la costa atlántica de Colombia es mas critico el aumento de viscosidad del producto con el tiempo, formado un sedimento duro imposible de regresar a su estado inicial.

Con el fin de prevenir estos problemas técnicos a nuestros clientes, CARALZ Ltda. En la etapa de desarrollo define el método de estabilidad a la gelificación de forma acelerada en una estufa a 60°C y así determinar las condiciones óptimas del producto desde su composición, manipulación y almacenamiento. Esto se controla verificando el cambio de viscosidad con el tiempo.