

Dr. José María Gutiérrez González

Departament Enginyeria Química

Dra. Carme González Azón

Departament Enginyeria Química

Toni Valero Ruiz

AkzoNobel Car Refinishes



Treball Final de Grau

Development and validation of a method for the determination of mottling as an application defect in automotive paints.

Desenvolupament i validació d'un mètode per a la determinació del mottling com a defecte d'aplicació en les pintures d'automoció.

Andreu Pujol i Gasulla

January 2014



Dos campus d'excel·lència internacional

B:KC Barcelona
Knowledge
Campus

HUB Health Universitat
de Barcelona
Campus

Aquesta obra esta subjecta a la llicència de:
Reconeixement–NoComercial–SenseObraDerivada



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/>

M'ho van explicar i ho vaig oblidar, ho vaig veure i ho vaig entendre, ho vaig fer i ho vaig aprendre.

Confucio, filòsof xinès

Expresso el meu agraïment als treballadors i compays d' AkzoNobel Car Refinishes, a l'empresa BYK-Gardner per deixar-me utilitzar el cloud-runner i a tothom que m'ha ajudat, fos directament relacionat amb el treball o no.

REPORT

CONTENTS

SUMMARY	3
RESUM	5
1. INTRODUCTION	7
1.1 DEFINITION AND COMPOSITION OF PAINTS AND COATING	8
1.1.1 Resins (binders)	8
1.1.2 Pigments	8
1.1.2.1 <i>Inorganic pigments</i>	8
1.1.2.2 <i>Organic pigments</i>	9
1.1.2.3 <i>Effect pigments</i>	9
1.1.2.3.1 <i>Metal effect pigments</i>	9
1.1.2.3.2 <i>Pearl or mica pigments</i>	9
1.1.2.4 <i>Functional pigments</i>	10
1.1.3 Solvents (thinners)	10
1.1.4 Additives	10
1.1.5 Primer	10
1.1.6 Base coat	11
1.1.7 Clear coat	11
1.1.8 Top coat	11
1.2 PAINT DEFECTS	12
1.2.1 Cratering	12
1.2.2 Popping	12
1.2.3 Overspray	12
1.2.4 Sagging	12
1.2.5 Wrinkling	12
1.2.6 Low hardness	13
1.2.7 Bad leveling	13

1.2.8 Mottling	13
2. OBJECTIVES	15
3. MATERIALS, EQUIPS I MÈTODES	16
3.1 PANELL COIL COATING	16
3.2 AGITADOR	17
3.3 COPA DE MESURA DE VISCOSITAT	18
3.4 LAB PAINTER	19
3.5 MESURA D'ESPESSOR	21
3.6 CLOUD-RUNNER	22
3.7 METODOLOGIA EXPERIMENTAL	26
3.7.1 Pintura	26
3.7.2 Poder de cobriment	26
3.7.3 Vernís	27
3.7.4 Pintat	27
3.7.5 Comprovació de l'espessor	27
3.7.6 Avaluació visual	27
3.7.7 Avaluació mitjançant el cloud-runner	27
4. RESULTATS I DISCUSSIÓ	28
4.1 DETERMINACIÓ DEL PODER DE COBRIMENT	28
4.2 DETERMINACIÓ DEL FACTOR A VARIAR	29
4.3 CREACIÓ DE L'ESCALA DE MOTTLING	34
4.4 AVALUACIÓ VISUAL	37
4.5 COMPARACIÓ DELS ANGLES DE MESURA	40
4.6 SEGONA AVALUACIÓ VISUAL	43
4.7 ANÀLISI CLOUD-RUNNER	46
5. CONCLUSIONS	51
REFERENCES AND NOTES	52
ANNEXOS	
ANNEX 1: FULLS D'APLICACIÓ DE LES PRIMERES MESCLES	57

SUMMARY

In the field of automotive coating paint aesthetic value is becoming increasingly more important in addition to its primary purpose of protecting a surface

AkzoNobel Car Refinishes, a branch of the multinational AkzoNobel that works in the automotive coating in the plastic section, has been trying to equal the colour of the plastics parts to the colour of the rest of the car according specifications for approximately seven years and achieve quality paint in order to obtain a homogeneous colour car. One of these car coatings is the metallic effect, characterized by presenting reflection changes which will vary according to the angle of observation.

While painting, one of the problems of metallic paints is cloudiness (mottling), this appears on the surface as fuzzy spots in different shade. This problem is accentuated in lighter colours, so the paint used in this is a light silver shade, Rhodium Silver.

Nowadays the evaluation of the default of mottling is visual, therefore, subject to the perception of the person who carries it out. That's why the Altana Group branch, BYK - Gardner has developed and created a measuring instrument called cloud - runner for the detection of mottling. The purpose of this device is to make an objective assessment of the defect.

As the cloud - runner is still in beta testing, AkzoNobel Car Refinish and BYK - Gardner have reached an agreement to run a study of the device.

This agreement is beneficial for both companies as it allows BYK to test their device together with a leading enterprise and AkzoNobel to have the opportunity to test their paints and coating methods and get information about a device that will on the market some time in the future.

The aim of this project is the study of this agreement for doing the cloud - runner testing and the comparison of its method with the one being currently done. To achieve this objective standardized panels have been painted according to different variation parameters in order to

obtain a default scale of mottling that ranging from good to bad and which the device must evaluate.

Once these panels have been coated, they must be also visually evaluated and compared to check whether both methods match.

A study of repeatability of both the current method and the cloud-runner method must be also carried out.

The results of the analysis and evaluation of the coated panels shows that the best angle for the detection of mottling with the cloud-runner is 15 degrees compared with the other two with which also measures the device (45° and 60°), the optimal method of measurement with the device is the one that does 10 measurements compared with the methods of 5 or 20 measurements as it is achieved a balance between matching the results with the current method of visual evaluation and the work involved in doing it. The results also show that the cloud-runner device is repetitive, there is a tendency that the cloud-runner evaluates the same way. Although at first it seems that the results of the assessments of cloud-runner does not accurately reflect the reality of the defect when compared with the current method in doing this comparison shows that, although the results do not match in the worst part of the scale mottling default, the device returns an order of the defect values where operators in charge to the evaluation present a bigger discrepancy.

RESUM

En el sector de l'automoció la pintura, a més a més del seu principal objectiu de protegir una superfície, cada cop en major mesura té un important valor estètic.

A AkzoNobel Car Refinishes, sucursal de la multinacional AkzoNobel dedicada a la pintura de plàstics del sector de l'automoció, des de fa 7 anys aproximadament es té com a objectiu que el color de les peces de plàstic sigui igual que el de la resta del cotxe seguint unes especificacions, així com aconseguir una pintura de qualitat. Això es fa per tal d'obtenir un cotxe de color homogeni.

Un d'aquest tipus de pintures per a cotxe és la d'efecte metal·litzat, que es caracteritza per a presentar canvis de tonalitat segons l'angle d'observació.

A l'hora de pintar, un dels problemes de les pintures metal·litzades són els núvols (mottling), que apareixen en forma de taques difuses de diferents tonalitats sobre la superfície. Aquest problema s'accentua com més clar és el color, per això la pintura emprada en el projecte, la Rhodium Silver, és una plata clara.

Ara per ara l'avaluació del defecte de mottling és visual, per tant, subjecte a la percepció de la persona que la du a terme, és per això que des de la sucursal de l'empresa Altana Group, BYK-Gardner han desenvolupat i creat un instrument de mesura anomenat cloud-runner per a la detecció del defecte. L'objectiu de l'aparell és el d'efectuar una avaluació objectiva del defecte.

Les empreses Akzonobel Car Refinishes i BYK-Gardner han arribat a l'acord, ja que el cloud-runner encara està en fase de proves, d'efectuar un estudi de l'aparell.

L'acord es beneficiós per ambdues empreses ja que per a BYK els permet provar l'aparell en una empresa líder del sector, i Akzonobel tindrà l'oportunitat de provar les seves pintures i mètodes de pintat i aconseguirà informació d'un aparell que sortirà en al mercat en un futur.

Aquest acord de prova del cloud-runner i la comparació del mètode amb el que s'efectua actualment és l'objectiu del projecte.

Per fer-ho es pinten diferents panells estandarditzats variant diferents paràmetres per tal d'obtenir una escala del defecte de mottling que l'aparell avaluï des d'un resultat bo fins a un de dolent.

Els panells s'avaluen també amb el mètode visual i es comprova si ambdós mètodes coincideixen.

Es realitza també un estudi de repetibilitat tant del mètode actual com del cloud-runner.

Els resultats de l'anàlisi i avaluació dels panells pintats son que el millor angle de detecció del mottling amb cloud-runner és el de 15° comparat amb els altres dos amb els quals també mesura l'aparell (45° i 60°), que el mètode més òptim de mesura amb l'aparell és el de 10 lectures enfront el de 5 i 20 lectures ja que és amb el que s'aconsegueix l'equilibri entre la concordança dels resultats amb els del mètode d'avaluació visual actual i la feina que comporta fer-lo. Dels resultats també es pot observar que l'aparell cloud-runner és repetitiu en les mesures, s'observa una tendència de que l'aparell avalua de la mateixa manera. Tot i que en un principi sembla que els resultats de les avaluacions del cloud-runner no reflecteixen de forma acurada la realitat del defecte si es comparen amb el mètode actual, en fer aquesta comparació s'observa que, encara que els resultats no coincideixen en la part de major defecte de l'escala de mottling, l'aparell retorna un ordre en uns valors de defecte on els operaris encarregats d'avaluar-lo presenten major discrepància.

1. INTRODUCTION

The AkzoNobel enterprise is the result of several merges and acquisitions of enterprises which have taken place since 1646 when Bosfors Forge was founded. In 1994 the companies AKZO and Nobel Industries merged and created AkzoNobel as it is known nowadays. It's one of the most important chemical enterprises.

Akzonobel is a Dutch multinational, active in the fields of decorative paints, performance coatings and specialty chemicals. The company headquarters are placed in Amsterdam and it has activities in more than 80 countries and more than 55000 employees [AkzoNobel website].

In Spain it is known by its brands like Brugger or Procolor.

In the 90's AkzoNobel introduced itself into the Spanish market and opened a branch in Barcelona, Spain, and in 1980 the company moved to its current premises in Zona Franca and bought a Catalan enterprise, Ivanow S.A.

AkzoNobel Car Refinishes works in the automotive coating in the plastic section. The plastics used are PP+EPDM [polypropylene with ethylene propylene diene monomer (M class) rubber, for making PP more flexible] for the bumpers, ABS [Acrylonitrile Butadiene Styrene] for the exterior mirrors, PC ABS [a blend of polycarbonate and ABS] for the grad and PC PBT [a blend of polycarbonate and polybutylene terephthalate] for the tank flop among others.

Regardless of the type of plastic 3 layers are usually needed for the plastic coating



Figure 1: Logo AkzoNobel (Akzonobel website)

1.1 DEFINITION AND COMPOSITION OF PAINTS AND COATINGS

Paint is a heterogeneous mixture of a solid phase (pigment) into a liquid phase (binder) which is applied on a surface for decorative and protective purposes [Jose A. Moya, Introduction to paint technology].

The composition of paints includes resins (binder), pigments, solvents (thinners) and additives.

1.1.1 Resins (Binders):

Resins are polymers that have the objective to form a film with some mechanical and chemical resistance and certain esthetical characteristics and also assure the adherence to the substrate.

In paint combinations of resins are normally used in order to improve features like adhesion, durability and final appearance.

The binders function involves drying, elasticity and hardness, chemical resistance and outdoor durability.

1.1.2 Pigments:

Pigments are microscopic particles that have certain opacity; they are insoluble in the paint system and have the function of colouring and covering. There are several kinds of pigments as colour pigments, special effect pigments and functional pigments (not colouring).

Colour pigments can be inorganic or organic pigments

1.1.2.1 Inorganic pigments:

Metal oxides (Titanium Oxide used as a white pigment), metallic salts of inorganic acids or iron oxides (used as red, yellow and black pigments).

Inorganic pigments have good light stability, but sensibility to chemical attack with alkaline or acid agents can appear. They have low colour strength, and a limited colour range, especially when they must be lead or chrome free, but they have a good hiding power and are cheap.



Figure 2: Pigments de color (imatge extreta d'Eugenio Porta. Ref 2)

1.1.2.2 Organic pigments:

They are organic molecules with special functional groups.

Light stability depends on chemistry.

Organic pigments have a good transparency and colour strength, a wide colour range and a good weathering resistance, but they have a high binder demand, a very low hiding power and are expensive.

Organic pigments are preferably used because they have higher colour strength and transparency than the inorganic ones.

1.1.2.3 Effect pigments:

To achieve the effect aluminium, pearl or mica pigments are used.

1.1.2.3.1 Aluminium or metallic (metal effect pigments):

They are the basis of the metallic paint and reflect the light like a mirror.

1.1.2.3.2 Pearl or mica pigments:

They have the same effect as natural pearls. The colour effect depends on the interference of light waves. Light reflects from the inside of the pigment

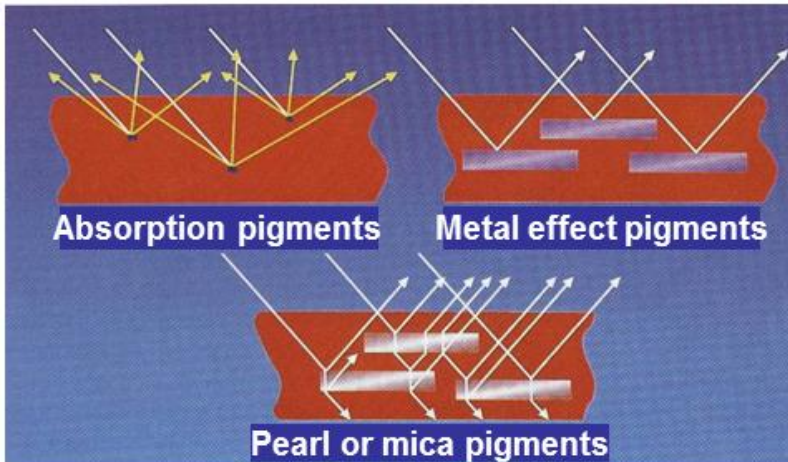


Figure 3: Mode of light reflection depending on pigment nature (imatge extreta de Jose A.Moya, ref 4)

1.1.2.4 Functional pigments:

They are solid particles with low opacity and are also insoluble in the paint system. Functional pigments improve function properties such as applicability, filling capacity, solid content, gloss level, and also improve mechanic and chemical resistance.

Functional pigments are used mainly in primers and fillers and they can improve the substrate adhesion and humidity resistance film.

Their main types are Barium sulphates, Aluminium silicates (talc) and Calcium sulphates (chalk)

1.1.2 Solvents (thinners):

Solvents are organic liquids (except water) involved in the process of application and film formation. In solvent paint for plastics the type of solvent used can affect the final quality of the piece.

Solvents can be either aromatic or aliphatic solvents, esters, ethers, ketones or alcohols and are used to solve binders and adjust paint viscosity.

1.1.4 Additives:

Additives are chemicals involved in small quantities in the formulation and whose function is to help or improve the paint properties.

Pigment wetting agent, levelling agent, ultra violet absorbent, anti-foaming agent, reology modifier, anti-scratch additives and surface tension activity agent are examples of additives used in paint.

As previously commented paint is usually compound of 3 layers: primer, base coat and clear coat it also exists the top coat, which is halfway between base coat and clear coat.

1.1.5 Primer:

It is the first paint layer applied on the surface. It ensures the adhesion of all paint system, covers the surface defects and, it also provides impact, humidity and water resistance.

1.1.6 Base coat:

The base coat is a surface coating applied as a liquid that subsequently should be protected with a clear coat. It dries and hardens into a film designed to protect and enhance the appearance of the surface over which it has been applied [Toni Valero, Solvent Borne Basecoats. Introduction Program]. It provides the colour required, that can be a solid, metallic or pearl/mica colour.

The solid colour base coats include pastel tones (whites, reds, yellows, blues, etc.) and have no aluminium particles.

The metallic colour base coats have aluminium particles that not only provide an esthetical effect but also improve outdoor durability.

Finally, the pearl or mica base coats have mica pigment which provide its particular effect

1.1.7 Clear coat:

It is the final layer of paint to be applied on a surface and it is free of pigmentation.

This layer provides the gloss and appearance of the surface as well as the UV and weathering protection.

1.1.8 Top coat:

Similar to clear coat but pigmented. It provides high or silky gloss or matt.

Before applying the primer the piece of plastic needs to be degreased and flamed in order to provide the correct surface tension for the first layer

Once done, primer has to be applied before an hour not to lose surface tension.

When the first layer is applied, it needs a time provided by the specifications, of flash-off (usually 10 minutes). The piece remains in a cabin at ambient temperature in order to let the solvents evaporate at their correct speed not to produce subsequent defects in the paint.

After the flash-off, the piece is placed into an oven at a specific temperature during a specific period of time so as to get dried.

Finished this time base coat can be applied, and after another flash-off clear coat can be applied too.

In order to have the paint finished, the piece needs a new period of flash-off and oven.

1.2 PAINT DEFECTS

After all the process of painting it might appear a defect in surface that implies the rejection of the piece.

These defects may include cratering, popping, overspray, sagging, wrinkling, low hardness, bad levelling values or mottling

1.2.1 Cratering:

A surface defect that appears when there is too low surface tension, the substrate is contaminated or there are dust particles producing surface tension differences.



Figure 3: Cratering (imatge extreta de Jose A.Moya, ref 4)

1.2.2 Popping:

Presence of small bubbles on the surface. That occurs when the solvent mixture is not appropriate or when the solvent has slow retention and dry before they should.



Figure 4: Popping (imatge extreta de Jose A.Moya, ref 4)

1.2.3 Overspray:

Presence of dry paint particles on the paint surface. It appears when the application is too dry, the solvents have too fast evaporation or the temperature of the spray booth is too high.



Figure 5: Overspray (imatge extreta de Jose A.Moya, ref 4)

1.2.4 Sagging:

Streaks or tears appear on the paint layer, especially on the edges and corners of the piece. It happens when the viscosity of the paint is too low, the drying speed of paint is not adequate or there is excessive paint flow.

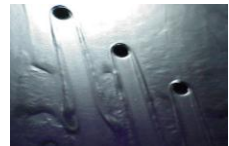


Figure 6: Sagging (imatge extreta de Jose A.Moya, ref 4)

1.2.5 Wrinkling:

This defect becomes apparent as a pickling or lifting paint when the paint film first layer (primer) is not dried enough or can be produced when plastic substrates are partially soluble in the solvents used.



Figure 7: Wrinkling (imatge extreta de Jose A.Moya, ref 4)

1.2.6 Low hardness (tacking):

It can be produced when drying time is too short, its temperature is too low, when the retention of the solvent used is heavy or if the paint layer is too high

1.2.7 Bad levelling:

Paint film shows “orange peel” effect when the viscosity is too high, the substrate wetting is bad or the application air pressure is too low.

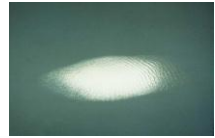


Figure 8: Tacking (imatge extreta de Jose A.Moya, ref 4)

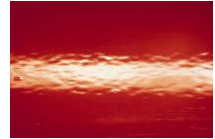


Figure 9: “Orange peel” (imatge extreta de Jose A.Moya, ref 4)

1.2.8 Mottling:

Mottling or cloudiness produces irregular areas of lightness variation. It is an undesirable defect in the effect coating especially noticeable on large body panels and most obvious on light metallic finishes

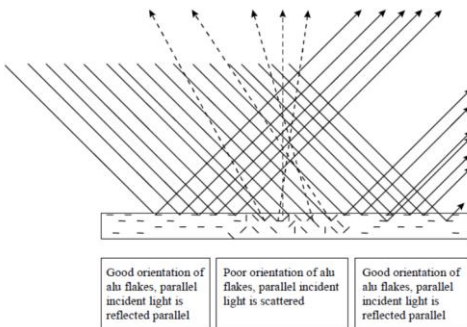


Figure 10: Diagram of mottling in a metallic coating (imatge extreta de DuPont Performance Coatings, ref 6)

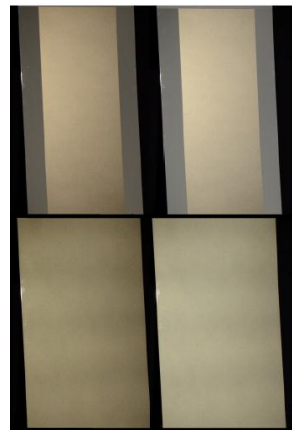


Figure 11: Examples of mottling (imatge extreta de Friedhelm Fensterseifer and Severin Wimmer, ref 7)

Mottling can appear in the following conditions:

- spray pattern not optimal
- too wet application
- distance gun to part too narrow
- nozzle width too low
- spray pressure too low
- viscosity of paint too high
- defect of the nozzle
- temperature in spray booth too low
- clear coat application too wet
- clear coat not homogeneous
- too low thickness of basecoat
- deviations in air supply
- deviations in paint supply
- overlapping of layers not optimal
- spray programme not optimal

[Toni Valero. Solvent Borne Basecoats. Introduction Program]

Nowadays the detection, identification and acceptance or rejection of a piece with mottling is up to one person, expert on the subject, but under their subjectivity.

As mentioned before the appearance of the car is extremely important, that's why the different companies have to take a look at painting defects in order to decrease the number of invalid products. In a factory there are different shifts and therefore different people validate different pieces, this involves different criteria for measuring and detecting the defect, in this case the detection of mottling.

To avoid this, and with the aim to objectify validation of mottling the cloud-runner gadget has been developed, which is under the testing phase

2. OBJECTIVE

Cloud-runner has been developed in order to unify criteria and therefore measurements, ratings and validations of pieces with mottling.

Being a new device it must pass a test phase, so AkzoNobel Car Refinishes and BYK-Gardner, a section of the division BYK Additives & Instruments of the enterprise Atlanta Group have reached an agreement in order to test the device and evaluate its performance.

The project will compare the measurements of the new method with what is currently being done

For these reasons the aims of this project are:

- Do a Repeatability test of the current method of mottling detection.
- Develop and validate a method for determining mottling as a defect of automotive paint.
- Do a Repeatability test of the cloud-runner method of mottling detection.
- Compare and contrast both mottling detections methods.

3. MATERIALS, EQUIPS I MÈTODES

Els materials i els equips emprats en el present projecte i la seva utilització són els exposats a continuació.

3.1 PANELL COIL COATING

Panells estandaritzats adquirits d'Alemanya per als diferents assaig i proves que proporcionen una superfície sense imperfeccions.

En aquest projecte s'utilitza aquest tipus de panells per tal d'evitar variables del substrat i perquè per a la mesura dels núvols o mottling, la màquina *cloud-runner*, necessita una longitud mínima de la qual no es disposa en plàstic.

El mottling és un defecte exclusiu del mètode d'aplicació i de la capa base (basecoat) i vernís (clearcoat), per tant la capa d'imprimació no afecta. Per aquesta raó s'utilitzen els panells estandaritzats COIL coating proporcionats per l'empresa Zanders.

El coil coating és un procés per recobrir una o ambdues cares d'una làmina d'acer o alumini. Els materials més usats per al recobriment són la pintura o el film plàstic. Com a resultat d'aquest procés s'obté un material compost, format d'un suport metàl·lic i d'un recobriment orgànic.

S'apliquen dues capes sobre el suport, cadascuna amb un propòsit diferent, la imprimació i l'acabat. La imprimació és important per a l'adhesió i la protecció corrosiva, mentre que l'acabat li confereix a la fulla metàl·lica la qualitat decorativa adequada, està disponible en gairebé qualsevol color. El nivell de lluentor i estructura del top coat pot també variar. Les pintures coil coating modernes estan fetes normalment de resines de polièster, que es reticulen amb resines de melamina o isocianats.

Les dimensions del panell són: 50cm x 30cm.

3.2 AGITADOR

Màquina encarregada de barrejar els components de la pintura. Per fer-ho es disposen de diferents tamanys i formes de pala segons el tamany, contingut i quantitat de components que s'incorporen a l'envàs.

Per a una correcta utilització de l'aparell cal seguir el següent procediment:

- Comprovar que les revolucions estiguin al mínim i en cas contrari, modificar-les. Això es fa per tal d'evitar possibles esquitxades del producte a l'inici de l'agitació.
- Col·locar l'envàs amb el producte a agitar al suport. Si cal, recular l'alçada de l'aparell per tal de posar l'envàs amb comoditat.
- Subjectar l'envàs amb la corretja de seguretat per evitar possibles vesaments a causa de la vibració.
- Col·locar la pinça de presa de terra a l'anella de l'envàs per evitar possibles inflamacions del producte i/o dels seus vapors.
- Col·locar l'aspiració d'aire de tal manera que els vapors no contaminin l'ambient.
- Insertar la pala d'agitació al rotor i tancar el dispositiu de seguretat per tal d'evitar enganxades quan la pala gira.
- Encendre l'aparell i modificar les revolucions per tal que proporcionin una correcta agitació.
- Deixar el temps necessari (5-10min) per tal d'obtenir una mescla adequada.
- Disminuir les revolucions de l'agitador abans de parar l'aparell.
- Retirar les mesures de seguretat i rentar la pala d'agitació per a propers usos.



Figura 12: Agitador

3.3 COPA DE MESURA DE VISCOSITAT

La viscositat és un paràmetre important a l'hora de pintar, ja que segons sigui la pintura més o menys viscosa, en atomitzar per aplicar la pintura sobre la superfície durant el pintat aerogràfic, aquesta estarà més humida o més seca respectivament. Aquesta humitat de la pintura en l'aplicació afecta al mottling. Si la pintura té una viscositat baixa, en atomitzar es formen gotes petites que en el recorregut des de la pistola al substrat s'assequen i per tant la pintura un cop aplicada queda més seca. Si la pintura té una viscositat alta, les gotes que es formen en atomitzar seran més grans i la pintura aplicada serà més humida. Si la viscositat és massa alta, en atomitzar, la pintura serà més humida i això facilitarà l'aparició del mottling.

Per això és important conèixer i controlar la viscositat de la pintura, tant la viscositat d'origen (la de producció), com la d'aplicació. Per fer-ho, i seguint les especificacions de la fulla tècnica del producte, s'empren unes copes calibrades que poden correspondre a diferents normes: FORD, ISO, DIN o AFNOR; en aquest projecte s'utilitzen del tipus ISO, n°4 i n°5, per ajustar la viscositat d'aplicació i la d'origen respectivament. Dins dels diferents tipus de viscosímetres amb els que es pot mesurar la viscositat, les copes calibrades corresponen al grup de viscosímetres de capil·lar curt.

El procediment per fer la mesura consisteix en contar el temps que triga un volum de pintura (100cm^3) en caure per gravetat a través d'un orifici calibrat a una temperatura fixada.

Per fer-ho cal un trespeus, un cronòmetre i una vareta proveïda d'una bola a la part inferior que obstrueix l'orifici i permet omplir la cavitat de la copa sense perdre mostra abans de l'assaig, així com també es necessita un got o recipient per recollir la pintura. La mesura que s'obté de viscositat cinemàtica son unitats de temps, i normalment ve donada en segons. Com ha resultat s'ha el valor de temps i copa utilitzada.

La viscositat d'origen s'ajusta a $40\text{s} \pm 5\text{s}$ (23°C) i la d'aplicació a $42\text{s} \pm 2\text{s}$ (23°C). Per aconseguir-ho s'afegeix en cas que calgui l'acetat de butil necessari per assolir la viscositat d'origen i un 22% aproximadament d'una mescla de xilè, acetat de butil, butil glicol, 1-metoxi 2



Figura 13: Dispositiu de mesura de viscositat

propanol acetat i n-butanol per a la d'aplicació. També cal ajustar la viscositat d'aplicació del vernís, aquesta s'ajusta a $32s \pm 2s$ ($23^{\circ}C$) amb la copa ISO 4 segons la fulla d'especificacions del producte. Consta del vernís pròpiament dit, un catalitzador o enduridor i un dissolvent.

Per tal d'evitar possibles variacions degut a la diferència de viscositat encara que estiguin dintre del rang de les especificacions, la viscositat d'aplicació de la pintura s'estableix a 42s ISO 4 ($23^{\circ}C$) i la del vernís a 31s ISO 4 ($23^{\circ}C$).

Cal controlar la temperatura, ja que es un paràmetre important a tenir en compte degut a que la viscositat varia en funció de la temperatura, a més temperatura menys viscosós serà el fluid.

3.4 LAB PAINTER

Robot d'aplicació emprat per a pintar les peces i superfícies necessàries. El Lab painter utilitza el mètode aerogràfic, es basa en la creació d'un núvol de polvorització que es projecta sobre la superfície mitjançant aire comprimit (8 ± 2 bar). Per fer-ho, utilitzant una bomba es mescla un flux d'aire a pressió amb la pintura diluïda i amb l'ajuda d'un caudal d'aire guia (estàndard 287 NL/min [litres en condicions normals ($0^{\circ}C, 1atm$)]) projecten la barreja a través d'una boquilla (nozzle) de petit diàmetre, cosa que provoca l'atomització de la pintura.



Figura 14: Robot Lab painter

Per tal d'executar un programa d'aplicació cal:

- Seleccionar la font de pintura: circuit B1, pel sistema de pintura al dissolvent.
- Seleccionar l'atomitzador a utilitzar: P1, per l'aplicació amb pistola aerogràfica pel sistema de pintura al dissolvent.
- Buidar el possible dissolvent de la copa que s'utilitzarà així com també el del circuit. El buidat pot provocar esquitxades, utilitzar la tapa sempre que sigui possible i dur sempre les ulleres de seguretat.
- Omplir, previ filtrat, la copa amb el producte a aplicar. Copa del sistema 1 (dissolvent). La quantitat de producte requerit es pot conèixer de forma aproximada consultant el programa d'aplicació i afegint-hi els 150ml necessaris per omplir el circuit.
- Carregar el circuit i col·locar el panell en el suport imantat, prèviament cobert amb una làmina de paper d'alumini per protegir-lo.
- Sortir de la cabina i tancar la porta, ja que per motius de seguretat cal que estigui tancada per a poder realitzar l'aplicació.
- Seleccionar el programa que interressi i executar el programa.
- Retirar el panell del suport i canviar el paper d'alumini un cop finalitzada l'aplicació.
- Buidar la copa utilitzada.
- Netejar el circuit i la copa amb dissolvent de neteja.
- Omplir el circuit amb dissolvent de neteja, deixar una mica d'aquest a la copa i col·locar la tapa.
- Buidar el dipòsit de producte de rebuig.

En el tipus de programa pots escollir el cabal d'aire comprimit i el d'aire guia, la zona de pintat, el numero de capes, l'espessor, el mètode de pintat, horitzontal o vertical, el salt entre passades i la distància de la pistola d'aplicació al panell.

En aplicar la pintura el vano de producte que surt de la pistola aerogràfica no és homogeni, la projecció del vano

en la peça és la d'una el·lipse allargada en la que hi ha una major acumulació de producte a les puntes. Per tal de tapar la zona clara (sense tant producte) del mig de l'el·lipse s'intenta que el



Figura 15: Consola Lab painter

salt entre passades de l'aplicació sigui aquell que provoqui que la zona d'acumulació d'una passada estigui en la zona clara de l'anterior.

Aquest procediment es realitza per al basecoat i el clearcoat deixant el temps de flash-off necessari entre un i altre. Entre aplicacions també es retira la tira de cinta adhesiva corresponent per tal de poder fer la mesura d'espessor correctament.

Un cop finalitzat el flash-off del vernís o clearcoat es col·loca la peça en un forn durant un temps i una temperatura determinats pel full d'especificacions.



Figura 16: Panell preparat per pintar



Figura 17: Panell pintat

3.5 MESURA D'ESPESSOR

L'espessor d'un recobriments és la distància entre la superfície de la pel·lícula i la superfície del substrat

La mesura dels espessors es realitza amb un micròmetre, en aquest cas el Mini-test 2100. El principi de funcionament del qual és la inducció magnètica. És un mesurador universal dissenyat per realitzar mesuraments d'espessor de diferents tipus de revestiments de superfícies.

És un procediment no destructiu per determinar l'espessor de pel·lícula un cop seca



Aquest dispositiu necessita ser calibrat. Abans de

Figura 18: Micròmetre Mini-test 2100

pintar la peça, com s'ha comentat anteriorment, s'ha de col·locar una tira adhesiva en un costat de la placa que després del pintat es retirarà.

Per tal de fer un correcte ús de l'aparell cal seguir les següents indicacions:

- Prémer la tecla ON/OFF per connectar l'aparell.
- Establir el zero de l'equip, calibrant sobre el mateix substrat, sobre el qual es pretén mesurar l'espessor de pintura. (Sobre la mateixa xapa, a la zona no pintada).
- Verificar el calibratge de l' instrument amb ajuda dels patrons o galgues d'espessor conegut abans de cada mesurament.

Efectuar la mesura col·locant la sonda sobre la superfície de la peça. Amb la finalitat d'evitar errors es recomana repetir el mesurament diverses vegades (el nombre de mesuraments recomanat és entre 5 i 10).

3.6 CLOUD-RUNNER

És l'aparell encarregat de valorar els panells prèviament pintats identificant-ne el mottling.

Es basa en la lectura de clars-obscur, mesura la llum reflexada en tres angles diferents (15°, 45° i 60°) i separa la senyal rebuda segons filtres matemàtics de l'aparell en taques (o mottles) de diferents mides.

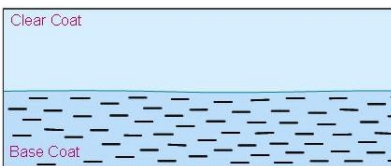


Figura 19: Orientació paral·lela i uniforme de les partícules d'alumini (imatge extreta de Friedhelm Fensterseifer and Severin Wimmer, ref 7)

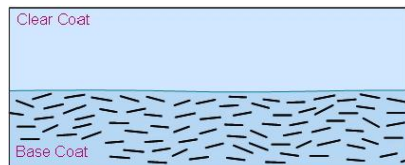


Figura 20: Desorientació de les partícules d'alumini (imatge extreta de Friedhelm Fensterseifer and Severin Wimmer, ref 7)

Aquestes taques són degudes a la diferent orientació de les partícules d'alumini en el basecoat, el cloud-runner les llegeix i classifica en 6 rangs segons la seva mida

Mottle Size	
Md	6-13 mm
Me	11-24 mm
Mf	19-42 mm
Mh	57-126 mm
Mi	100-200 mm

Taula 1: Mida de les taques

L'aparell classifica les taques en petites i grans, Small Mottles (SM) i Large Mottles (LM) respectivament, i dona un valor a aquestes taques seguint els paràmetres del software de l'aparell.

Les Small Mottles engloven les taques Md i Me, per altra banda, les Large Mottles corresponen a les taques a partir de la Mf i s'avaluen segons:

$$LM = (0.5 M_f + \max(M_g, M_h)) / 1.5$$

$$SM = (M_d + 0.5 M_e) / 1.5$$

El Large Mottling o taques grans s'ha de corregir degut a la influència del Small Mottling (taques petites) ja que aquestes disimulen el LM. Per fer-ho i seguint les fórmules exposades a continuació, l'aparell avalua les dades i retorna dos índex per a cada angle d'observació, Texture i Mottling index seguint:

$$Texture = SM - 6$$

$$Mottling = LM * (1 - f * T)$$

On f és el factor corrector per a cada angle:

$$f(15^\circ) = 0.05$$

$$f(45^\circ) = 0.04$$

$$f(60^\circ) = 0.03$$

Com s'ha comentat anteriorment l'aparell està en fase de proves i encara no s'ha implementat en el món de l'automoció. Ara bé, algunes OEM han començat a fer proves i han relacionat el defecte amb l'índex de Mottling més que amb el de Textura, fins al moment. És per això que s'utilitzarà aquest índex.

Es denomina una OEM (Original Equipment Manufacturer) al propietari de la marca que fabrica un cotxe. Ford i Renault són exemples d'OEMs.

Abans de realitzar les mesures pròpiament dites, s'han d'introduir els paràmetres de les medicions a l'aparell, sent aquests el nombre de lectures, la longitud de mesura, els angles i l'escala de taques a detectar.

En el projecte, per a les mesures del llarg del panell, s'han definit tres valors diferents de nombres de lectures, de les quals l'aparell retornarà un valor evaluat estadísticament. La resta de paràmetres són iguals pels tres casos.

Els valors del nombre de mesures són 5, 10 i 20, i es compararan els resultats de les diferents metodologies. Els angles són els tres esmentats anteriorment (15° , 45° i 60°) i les mides de taques a detectar: totes.

Després de classificar i avaluar les taques i calcular els índex, l'aparell retorna el resultat. Pot ser, fent una simple analogia a un semàfor, verd, gorc i vermell o el que és el mateix: bo, avaluació visual o dolent (descartar la peça). Els rangs de valors numèrics d'aquests resultats són: de 0 a 4 la peça es considera bona, de 4 a 6 caldria una avaluació visual per tal de determinar l'acceptació o refús de la peça i major de 6 queda descartada.

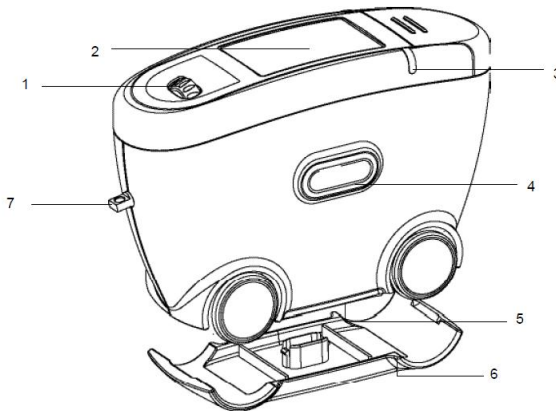


Figura 21: Controls del cloud-runner (imatge extreta de BYK Additives & Instruments, ref 8)

- 1 Roda de desplaçament: Selecció de menú.
- 2 Pantalla guia per a l'usuari i els valors de mesura.
- 3 Llum de control.
- 4 Botó "Operate": en activar, confirmació dels elements del menú o inicia la mesura.
- 5 Obertura de mesura.
- 6 Tapa protectora.
- 7 Obertura per a la corretja de mà.

Per tal de realitzar les mesures equidistants s'ha creat una guia que es col·loca a la part inferior del panell a l'hora de mesurar que facilita el procediment.

Per fer les mesures, col·locar el cloud-runner a la posició desitjada, premer el botó "Operate" i tot mantenint-lo fer córrer l'aparell al llarg del panell fins a finalitzar la mesura.



Figura 22: Dispositiu de mesura

3.7 METODOLOGIA

Abans de poder fer qualsevol tipus de mesura amb el cloud-runner cal pintar el panell. En aquest apartat s'exposa la metodologia duta a terme en el projecte.

La pintura escollida pel pintat dels panells i per a la mesura del mottling és una pintura metal·litzada, Rhodium Silver, un color plata clar que conté Alumini; òptima per a veure el defecte.

3.7.1 Pintura

Per tal de tenir totes les mesclades del mateix producte d'origen es van preparar, seguint les especificacions de la fulla tècnica de l'empresa, 15 kg del gruix de la fórmula, deixant-ne fora els additius i dissolvents per poder fer-ne les variacions necessàries pel projecte.

3.7.2 Poder de cobriment

Primer de tot, però, cal determinar el poder de cobriment de la pintura (hidding power), l'espessor mínim per tal d'ocultar les diferències de color del substrat. Per fer-ho es col·loquen una sèrie de quadrats adhesius a la part superior de la peça a pintar i executant el programa pertinent es fa una aplicació gradual de la pintura que aplica un espessor variable al llarg de la peça.

Els quadrats estan alhora dividits en 4 quadrats més petits de colors blanc i negre, i per tal de conèixer el poder de cobriment de la pintura es mira el quadrat adhesiu en el qual no s'aprecii diferència de color a la pintura. En aquell punt es mesura l'espessor i aquest valor serà el de poder de cobriment. S'ha de treballar per sobre de l'espessor del poder de cobriment per tal d'evitar ombres per transparència.



Figura 23: Quadrat adhesiu per a la determinació del poder de cobriment

Un cop trobat el poder de cobriment i per tal de poder fer l'estudi del defecte, s'han de provocar diferents graus de mottling, per fer-ho es varien diferents paràmetres com la humitat del producte o l'aire guia en l'aplicació d'aquest.

La variació de la humitat del producte es fa mitjançant la incorporació, a una quantitat de la mescla de producte original, de diferents additius i dissolvents i percentatges d'aquests.

Per modificar l'aire guia en el pintat es variarà el paràmetre d'aplicació del robot de pintat Lab painter, variar l'aire guia modifica el vano de pintura que arriba al substrat.

3.7.3 Vernís

Tal i com es fa amb la pintura, per tal d'aplicar sempre el mateix vernís es separa material suficient de vernís, dissolvent i enduridor que seran d'us exclusiu pel projecte.

3.7.4 Pintat

Una vegada definida i realitzada la mescla de pintura escollida a la viscositat d'aplicació (42" ISO 4) i fet el vernís també a la viscositat d'aplicació donada pel full d'especificacions (31" ISO 4) es procedeix al pintat del panell, prèviament preparat amb les cintes adhesives per a la posterior lectura de l'espessor, amb el robot Lab painter.

3.7.5 Comprovació de l'espessor

Després del període de secat al forn, un cop el producte esta acabat, es procedeix a la mesura de l'espessor del basecoat. En cas que estigui per sota del hiding power es descartarà el panell.

Per fer-ho, previ calibratge de l'aparell, es mesura l'espessor del vernís (clearcoat) i el resultat es resta al de la mesura de totes dues capes (basecoat i clearcoat).

3.7.6 Avaluació visual

De cada panell finalitzat es fa la detecció del defecte de mottling pel mètode vigent, el visual. L'operari efectua el seu veredict.

3.7.7 Avaluació mitjançant el cloud-runner

En acabar l'avaluació visual es procedeix a la detecció del defecte usant l'aparell cloud-runner. Es fa la detecció per cada un dels tres mètodes de mesura: 5,10 i 20 lectures per panell.

4. RESULTATS I DISCUSSIÓ

A continuació s'exposen les proves, càlculs i resultats del projecte així com l'anàlisi d'aquests.

4.1 DETERMINACIÓ DEL PODER DE COBRIMENT

De l'anàlisi del poder de cobriment de la pintura del projecte s'ha obtingut un valor de 13-15 micròmetres després de mesurar l'espessor en el punt a partir del qual no es distingeixen variacions de color en el substrat.

En ser un mètode d'avaluació visual s'ha fet aquesta avaluació per part de dos operaris i hi va haver acord en el resultat.

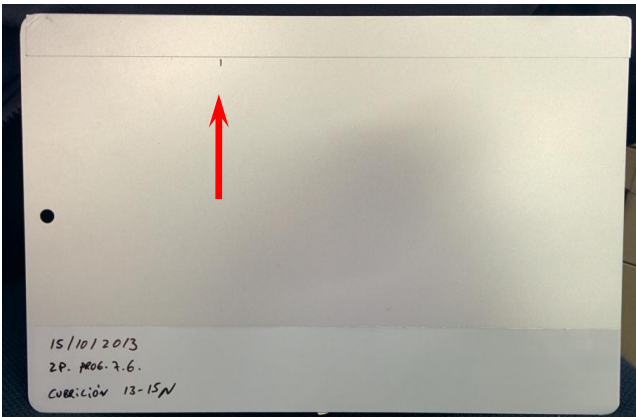


Figura 24: Peça pintada per a la determinació del poder de cobriment

4.2 DETERMINACIÓ DEL FACTOR A VARIAR

Per triar amb quina mescla es farien les proves, inicialment es van fer un total de 7 mescles amb diferents additius i dissolvents i percentatges d'aquests. La gràfica següent mostra les humitats relatives de les primeres proves, s'ha exclòs la sisena ja que en aquesta es va variar també el vernís. La composició de cada mescla es pot consultar a l'annex 1, tot i que el dissolvent i el seu percentatge en cada component és confidencial es pot observar, conjuntament amb la gràfica 1, de que diferents components provoquen les variacions d'humitat que es busquen.

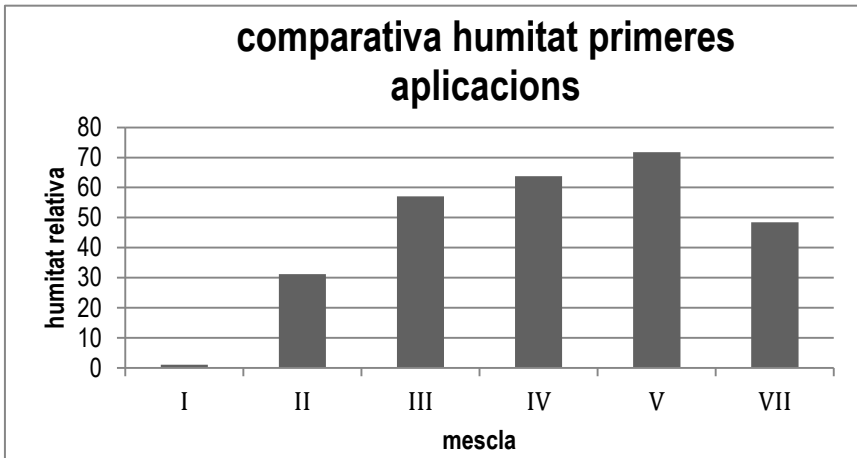
Per tal de conèixer la humitat de cada mescla es representa la humitat relativa de cada mescla en funció de la primera. Per fer la gràfica, coneixent la quantitat de cada dissolvent de cada component de la mescla, es calcula el percentatge de cada component respecte el total de cada mescla. Un cop coneguda la relació de cada dissolvents de la mescla respecte el total es multiplica el valor per l'índex d'evaporació del dissolvent corresponent.

L'índex d'evaporació dóna informació de quant més lentament s'evapora un dissolvent comparat amb l'èter, que té l'índex d'evaporació 1.

Per tal de poder comparar humitats es divideixen els valors dels índex d'evaporació entre el de la primera mescla degut a que aquesta tenia el menor valor al que se li ha assignat el valor 1 per a la comparació

A partir de la mescla III (inclosa) s'ha modificat el temps de secat a temperatura ambient (flash-off) entre la capa de basecoat i la de clearcoat disminuint-lo de 10 a 5 minuts. Es fa per tal de facilitar l'aparició d'ombres en l'aplicació del vernís degut a que així la primera capa, la de basecoat, està més humida. Això afavoreix una major penetració del vernís que provocarà que remogui més la capa de pintura base i per tant les partícules d'Alumini causants del defecte que si es deixés el doble de temps.

De les primeres mescles s'obté:



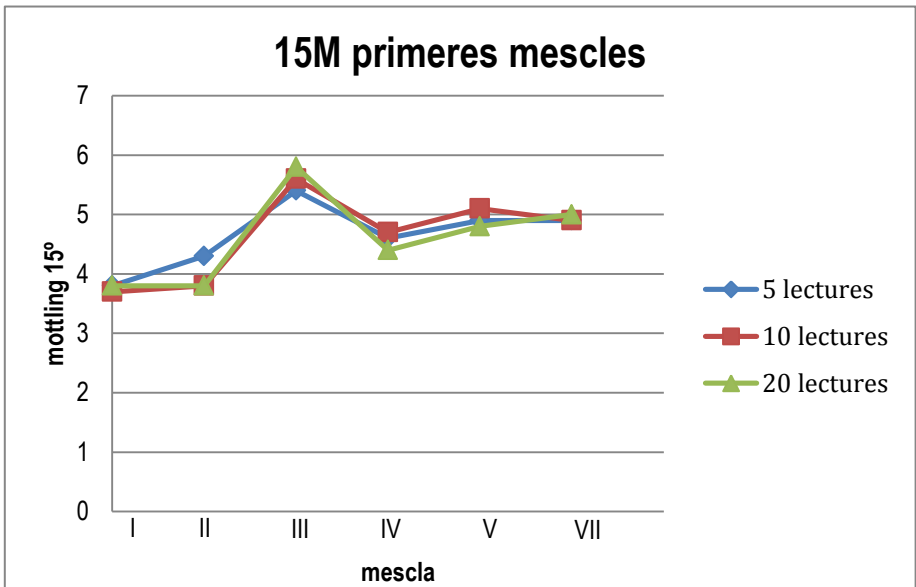
Gràfica 1: Comparativa humitat primeres aplicacions

En aquesta gràfica es pot observar com la mescla II és unes 30 vegades més humida que la I, la VII ho és unes 50 vegades més i es procedeix de la mateixa manera amb les altres mescles. El propòsit d'intentar que cada vegada les mescles fossin més humides és per provocar més mottling com major és la humitat, ja que en ser més humides, tal com passa amb el motiu d'escurçar el flash-off, s'afavorirà una major penetració del vernís.

Els resultats obtinguts amb l'aparell de mesura cloud-runner de les primeres sis mescles són:

mottling 15° (15M)			
mescla	5 lectures	10 lectures	20 lectures
I	3,8	3,7	3,8
II	4,3	3,8	3,8
III	5,4	5,6	5,8
IV	4,6	4,7	4,4
V	4,9	5,1	4,8
VII	4,9	4,9	5

Taula 2: Resultats del cloud-runner de les primeres mescles



Gràfica 2: Resultats del cloud-runner de les primeres aplicacions

En la gràfica 2 es pot observar que la mescla que presenta més mottling és la III en tots el tipus de lectures, però, com es pot comprovar no és la mescla més humida i per tant no segueix la idea inicial de com més humit més mottling presentarà.

De les lectures de les primeres mescles també s'obtenen:

On:

Sample 01: mescla I

Sample 02: mescla II

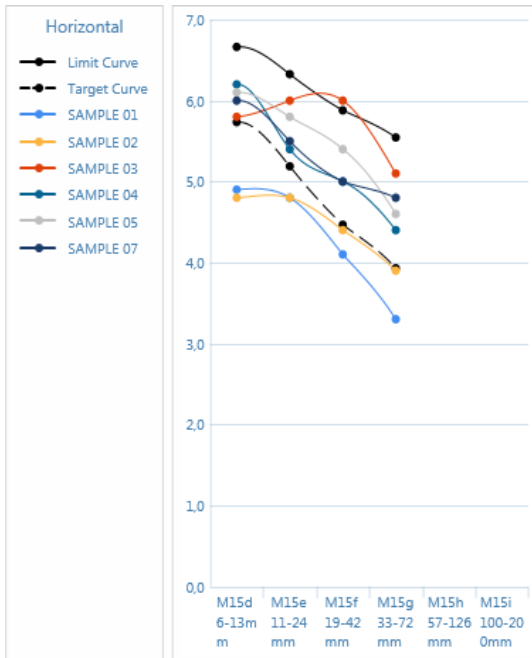
Sample 03: mescla III

Sample 04: mescla IV

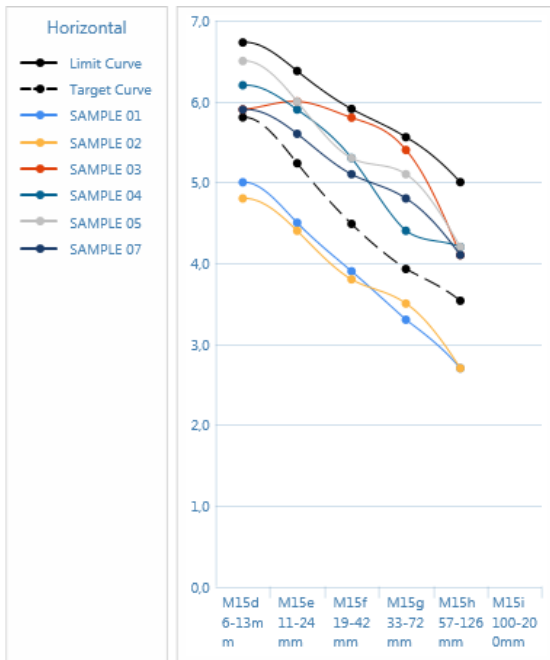
Sample 05: mescla V

Sample 07: mescla VII

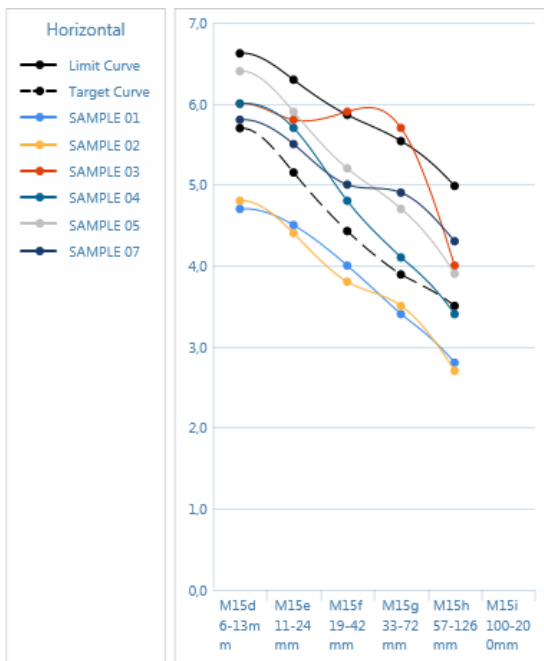
Taula 3: Llegendra mesures cloud-runner



Gràfica 3: Resultats del cloud-runner de les primeres mescles. Mètode de 5 lectures



Gràfica 4: Resultats del cloud-runner de les primeres mesclades. Mètode de 10 lectures



Gràfica 5: Resultats del cloud-runner de les primeres mesclades. Mètode de 20 lectures

En les gràfiques 3,4 i 5 de les primeres 6 mescles es pot observar que la mescla III, tot i no haver estat avaluada com a negativa (resultat avaluació major de 6), està qualificada amb les taques tipus “f” (19-42mm) i “g” (33-72mm) majors en els tres mètodes de mesura.

Aquesta avaluació de les taques tipus “f” i “g” majors provoca, com que l'aparell dona més valor a les taques de major mida, que la mescla III sigui la pitjor qualificada.

4.3 CREACIÓ DE L'ESCALA DE MOTTILING

Dels resultats obtinguts de les primeres mescles en no haver-ne cap qualificada per l'aparell com a dolenta, valor superior a 6, i degut, possiblement, a que el producte mare és d'una naturalesa molt bona, que no modifica molt notòriament l'aspecte final de la peça en variar la humitat de la mescla, s'ha decidit modificar l'aplicació del producte per tal d'aconseguir un resultat major que 6. El paràmetre que es modifica és l'aire guia, que varia el ventall de pintura que arriba al substrat. Per fer-ho s'han pintat dos panells amb dos cabals d'aire guia diferents a l'estàndard i entre si: 220 NL/min i 360 NL/min.

Aquests dos cabals s'han realitzat a dues aplicacions de la mescla III, la que donava pitjor resultat segons l'avaluació del cloud-runner, i afegint el fet que per l'avaluació visual de 6 operaris també hi ha l'acord que aquesta mescla III és la pitjor, serà amb la que es realitzi la modificació del paràmetre del cabal d'aire guia.

La modificació del paràmetre a variar, el cabal d'aire guia, ha estat l'escollit entre paràmetres com el salt en l'aplicació de pintura, el cabal de pintura, la distància de la pistola d'aplicació al substrat o la temperatura de cabina entre d'altres ja que és el paràmetre que menys interferia la productivitat de la resta del laboratori i, en estar relacionat amb el defecte, en variar-lo s'esperen diferents valors de mottling als panells. Els altres paràmetres necessitaven de la creació d'un programa d'aplicació específic i del temps per crear-lo o provocaven llargs períodes en que no es podria utilitzar la cabina si es variaven altres condicions que requerien temps per assolir-les i més temps per restaurar els valors estàndard.

A major cabal d'aire guia hi ha més pressió d'aire que empeny el producte, aquesta pressió estreny el ventall i el producte surt més dirigit. Per contra a menors cabals d'aire guia hi ha menys pressió d'aire que empeny el producte i aquest surt com un núvol, més dispers i el ventall és més gran.

L'aire guia està relacionat amb el defecte de mottling ja que en variar el ventall es pot provocar més o menys solapament (overlapping), però no és una relació directa i lineal ja que

l'aparició de més o menys bandes de solapament té relació amb el salt de l'aplicació, i hi pot haver un valor de cabal d'aire guia que provoqui tal vano que coincideixi amb el salt, millori el solapament i no tingui el defecte que s'esperaria

Els resultats de l'aparell per a les modificacions d'aire guia respecte l'estàndard son:

mottling 15° (15M)				
mescla	aire guia (NL/min)	5 lectures	10 lectures	20 lectures
VIII	220	9,6	8,9	8,9
IX	360	3,8	4,1	3,9

Taula 4: Resultats de les modificacions del cabal d'aire guia respecte l'estàndard

Dels resultats obtinguts, en estar en les zones desitjades, i per tal d'obtenir una sèrie de valors de resultats del cloud-runner des d'un valor bo fins a un de dolent, les aplicacions per fer l'escala de valors seran variant l'aire guia entre aquests dos cabals. Els panells resultants s'avaluaran amb el mètode actual, el mètode visual, amb l'aparell cloud-runner i es compararan.

Com es pot comprovar en la taula 4 només apareixen els resultats de la detecció del mottling a 15°, encara que l'aparell retorna també els de 45° i 60°, això és degut a que aquest angle és el millor per tal d'analitzar el defecte.

Aquest fet passa també en les posteriors taules i s'explica amb més detall en l'apartat de l'avaluació visual de resultats i discussió. S'ha realitzat d'aquesta manera per tal de fer més amè i entenedor el treball.

Un cop decidida la mescla amb la que es durà a terme l'estudi, es prepara la quantitat suficient de la mescla escollida a partir de la mescla mare inicial per tal de que tots els panells estiguin pintats amb el mateix producte. El vernís o clearcoat és sempre el mateix. Tal com s'ha esmentat anteriorment, consta del vernís pròpiament dit, un catalitzador o enduridor i un dissolvent.

Es preparen deu aplicacions d'aire guia diferents tots amb la mateixa mescla de pintura i es pinten els panells per als posteriors estudis.

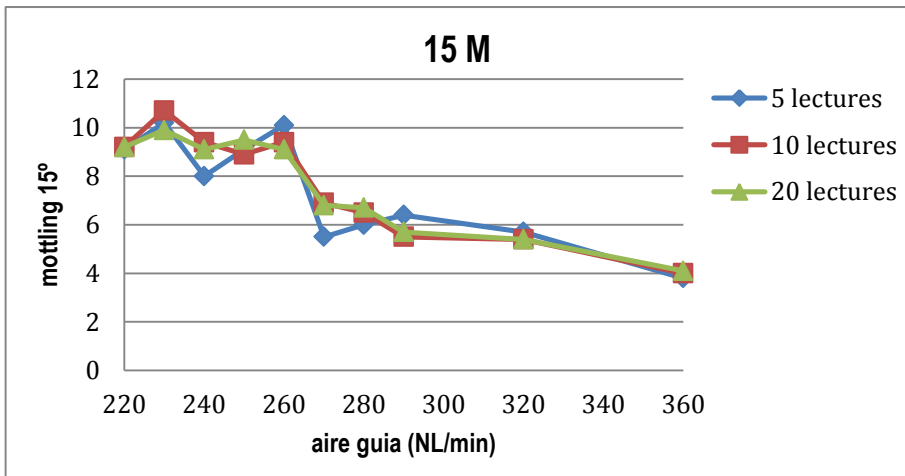
Un cop els panells estant pintats i comprovats que l'espessor del basecoat és superior al del poder de cobriment es realitza una avaluació visual per part de 6 persones (un dels quals és

expert en el tema) i també s'avaluen amb l'aparell de mesura de mottling de cada un dels tres mètodes: 5, 10 i 20 lectures per panell.

De les modificacions del paràmetre de l'aire guia en l'aplicació del producte i posterior lectura amb el cloud-runner s'obté.

mottling 15° (15M)				
mescla	aire guia (NL/min)	5 lectures	10 lectures	20 lectures
IX	360	3,8	4	4,1
X	320	5,7	5,4	5,4
XI	290	6,4	5,5	5,7
XII	280	6	6,5	6,7
XIII	270	5,5	6,9	6,8
XIV	260	10,1	9,4	9,1
XV	250	9,1	8,9	9,5
XVI	240	8	9,4	9,1
XVII	230	10,2	10,7	9,9
VIII	220	9,1	9,2	9,2

Taula 5: Índex de mottling a 15° per a cada variació d'aire guia



Gràfica 6: Comparativa mètodes avaluació de les variacions del cabal d'aire guia

Dels resultats de la taula 4, es pot concloure que el mètode triat per realitzar l'escala de mottling per tal d'analitzar el defecte, variar el cabal d'aire guia, ha estat correcte.

En la gràfica es pot observar una tendència de disminució del mottling com major és l'aire guia, on més s'aprecia és en els mètodes de 10 i 20 lectures.

Conforme disminueix el cabal d'aire cada vegada hi ha més mottling fins a un punt on ja hi ha tant defecte que ja no segueix aquesta tendència. Això pot ser degut a que l'aparell dóna més valor a les taques de major mida. Aquesta mida de les taques en els panells amb major defecte provocava que fos complicat classificar-los discernint entre la mida i la quantitat de taques per tal d'establir l'ordre de millor a pitjor.

4.4 AVALUACIÓ VISUAL

Després de l'avaluació visual per part de 6 operaris de forma individual i de fer el resultat mig de cada panell s'aconsegueix l'escala de valors pel mètode actual dels diferents panells on el panell avaluat com a "1" és el millor, el que presenta menys defecte i el de "10" el pitjor.

aire guia (NL/min)	Avaluació visual
360	1
320	2
290	3
280	4
270	5
260	6
250	8
240	9
230	7
220	10

Taula 6: Resultats avaluació visual

Dels resultats de l'avaluació visual, comparant-los amb els del mètode del cloud-runner s'obté (ordenats de millor a pitjor segons els resultats de l'aparell).

5 lectures				
mescla	aire guia (NL/min)	panell	Visual	15 M
IX	360	1471	1	3,8
XIII	270	1489	5	5,5
X	320	1472	2	5,7
XII	280	1478	4	6
XI	290	1473	3	6,4
XVI	240	1484	9	8
XV	250	1483	8	9,1
VIII	220	1470	10	9,1
XIV	260	1480	6	10,1
XVII	230	1572	7	10,2

Taula 7: Comparació primera avaluació visual amb index de mottling a 15°. Mètode de 5 lectures

10 lectures				
mescla	aire guia (NL/min)	panell	Visual	15 M
IX	360	1471	1	4
X	320	1472	2	5,4
XI	290	1473	3	5,5
XII	280	1478	4	6,5
XIII	270	1489	5	6,9
XV	250	1483	8	8,9
VIII	220	1470	10	9,2
XIV	260	1480	6	9,4
XVI	240	1484	9	9,4
XVII	230	1572	7	10,7

Taula 8: Comparació primera avaluació visual amb index de mottling a 15°. Mètode de 10 lectures

20 lectures				
mescla	aire guia (NL/min)	panell	Visual	15 M
IX	360	1471	1	4,1
X	320	1472	2	5,4
XI	290	1473	3	5,7
XII	280	1478	4	6,7
XIII	270	1489	5	6,8
XIV	260	1480	6	9,1
XVI	240	1484	9	9,1
VIII	220	1470	10	9,2
XV	250	1483	8	9,5
XVII	230	1572	7	9,9

Taula 9: Comparació primera avaluació visual amb index de mottling a 15°. Mètode de 20 lectures

De la comparació de la primera avaluació visual amb els resultats obtinguts amb l'aparell de mesura de mottling a 15° es pot observar que el mètode de les 5 lectures és el menys precís, coincideixen pocs panells en l'ordre. D'altra banda, tot i que amb 20 lectures hi ha acord en els 6 primers panells, el millor mètode amb el cloud-runner és el de les 10 lectures ja que és el més òptim en relació a la realització d'aquest. El de 20 lectures és massa feixuc pel benefici que s'aconsegueix ja que l'objectiu de l'aparell és que sigui útil i ràpid en fer l'anàlisi de mottling.

4.5 COMPARACIÓ DELS ANGLES DE MESURA

El cloud-runner també retorna els valors de mottling per als altres dos angles d'observació (45° i 60°).

Resultats i comparació amb el mètode visual del mottling a 45°:

5 lectures				
mescla	aire guia (NL/min)	panell	Visual	45 M
XVI	240	1484	9	3,6
VIII	220	1470	10	4
IX	360	1471	1	4,1
XVII	230	1572	7	4,2
XI	290	1473	3	4,3
XII	280	1478	4	4,4
XV	250	1483	8	4,5
XIII	270	1489	5	4,7
X	320	1472	2	4,8
XIV	260	1480	6	5,5

Taula 10: Comparació primera avaluació visual amb index de mottling a 45°. Mètode de 5 lectures

10 lectures				
mescla	aire guia (NL/min)	panell	Visual	45 M
IX	360	1471	1	4,4
VIII	220	1470	10	4,4
XVII	230	1572	7	4,4
X	320	1472	2	4,6
XII	280	1478	4	4,6
XI	290	1473	3	4,7
XVI	240	1484	9	4,7
XIII	270	1489	5	5,1
XV	250	1483	8	5,5
XIV	260	1480	6	5,5

Taula 11: Comparació primera avaluació visual amb index de mottling a 45°. Mètode de 10 lectures

20 lectures				
mescla	aire guia (NL/min)	panell	Visual	45 M
IX	360	1471	1	4,1
VIII	220	1470	10	4,2
XVII	230	1572	7	4,2
X	320	1472	2	4,5
XVI	240	1484	9	4,5
XII	280	1478	4	4,7
XI	290	1473	3	4,8
XIII	270	1489	5	4,9
XV	250	1483	8	5,3
XIV	260	1480	6	5,5

Taula 12: Comparació primera avaluació visual amb index de mottling a 45°. Mètode de 20 lectures

De la comparació del mètode visual amb el de l'aparell a 45° es pot observar com no hi ha concordança entre ambdós mètodes d'anàlisi en cap dels tres mètodes de lectura.

Resultats i comparació amb el mètode visual del mottling a 60°.

5 lectures				
mescla	aire guia (NL/min)	panell	Visual	60 M
IX	360	1471	1	4
XIII	270	1489	5	5,5
XI	290	1473	3	5,5
X	320	1472	2	5,8
XII	280	1478	4	6
XVI	240	1484	9	6,4
VIII	220	1470	10	6,6
XVII	230	1572	7	6,7
XV	250	1483	8	6,8
XIV	260	1480	6	8,4

Taula 13 : Comparació primera avaluació visual amb index de mottling a 60°. Mètode de 5 lectures

10 lectures				
mescla	aire guia (NL/min)	panell	Visual	60 M
IX	360	1471	1	4,6
X	320	1472	2	5,6
XI	290	1473	3	5,7
XII	280	1478	4	6
XIII	270	1489	5	6,4
VIII	220	1470	10	6,8
XVI	240	1484	9	7
XVII	230	1572	7	7
XV	250	1483	8	7,1
XIV	260	1480	6	8,2

Taula 14: Comparació primera avaluació visual amb index de mottling a 60°. Mètode de 10 lectures

20 lectures				
mescla	aire guia (NL/min)	panell	Visual	60 M
IX	360	1471	1	4,4
X	320	1472	2	5,5
XI	290	1473	3	5,7
XII	280	1478	4	6,1
XIII	270	1489	5	6,6
VIII	220	1470	10	6,6
XVII	230	1572	7	6,7
XVI	240	1484	9	6,9
XV	250	1483	8	7,5
XIV	260	1480	6	8,1

Taula 15: Comparació primera avaluació visual amb index de mottling a 60°. Mètode de 20 lectures

De la comparació del mètode visual amb el de l'aparell a 60° es pot observar que en els mètodes de 10 i 20 lectures hi ha coincidència d'ambdós mètodes en els 5 primers panells.

En comparar els índex de mottling dels diferents angles de mesura s'observa que els millors angles, els que tenen més coincidències amb el mètode actual de l'avaluació visual són els angles de 15° i 60°, i per últim el de 45° en el que no hi ha coincidència.

El mètode de les 20 lectures de l'anàlisi a 15° és millor que el de 60°, però la raó per decidir que el mètode d'avaluació a 15° és el millor és a causa de l'experiència de l'operari expert en el tema i de l'empresa AkzoNobel que conclouen que el millor angle de detecció del mottling és el de 25°, per proximitat s'escull el de 15° com angle d'estudi.

Per aquest fet, en els resultats només s'estudia els de l'avaluació a 15°.

4.6 SEGONA AVALUACIÓ VISUAL

A més, per tal de poder analitzar com de robustes són les avaluacions visuals es repeteix l'avaluació, un temps més tard, de les mateixes peces.

aire guia (NL/min)	visual 2
360	1
320	2
290	3
280	4
270	5
260	6
250	10
240	9
230	7
220	8

Taula 16: Resultats segona avaluació visual

Resultats de la segona avaluació visual comparant-los amb els del mètode del cloud-runner (ordenats de millor a pitjor segons els resultats de l'aparell).

5 lectures				
mescla	aire guia (NL/min)	panell	Visual	15 M
IX	360	1471	1	3,8
XIII	270	1489	5	5,5
X	320	1472	2	5,7
XII	280	1478	4	6
XI	290	1473	3	6,4
XVI	240	1484	9	8
XV	250	1483	10	9,1
VIII	220	1470	8	9,1
XIV	260	1480	6	10,1
XVII	230	1572	7	10,2

Taula 17: Comparació resultats cloud-runner amb segona avaluació visual. Mètode de 5 lectures

10 lectures				
mescla	aire guia (NL/min)	panell	Visual	15 M
IX	360	1471	1	4
X	320	1472	2	5,4
XI	290	1473	3	5,5
XII	280	1478	4	6,5
XIII	270	1489	5	6,9
XV	250	1483	10	8,9
VIII	220	1470	8	9,2
XIV	260	1480	6	9,4
XVI	240	1484	9	9,4
XVII	230	1572	7	10,7

Taula 18: Comparació resultats cloud-runner amb segona avaluació visual. Mètode de 10 lectures

20 lectures				
mescla	aire guia (NL/min)	panell	Visual	15 M
IX	360	1471	1	4,1
X	320	1472	2	5,4
XI	290	1473	3	5,7
XII	280	1478	4	6,7
XIII	270	1489	5	6,8
XIV	260	1480	6	9,1
XVI	240	1484	9	9,1
VIII	220	1470	8	9,2
XV	250	1483	10	9,5
XVII	230	1572	7	9,9

Taula 19: Comparació resultats cloud-runner amb segona avaluació visual. Mètode de 20 lectures

De la comparació de la segona avaluació visual amb els resultats obtinguts amb l'aparell de mesura de mottling es pot observar també que el mètode de les 5 lectures és el menys precís i que el millor mètode amb el cloud-runner és el de les 10 lectures.

Es pot observar també, de les dues avaluacions visuals, com s'ha comentat anteriorment que conforme més defecte hi ha, més taques, més difícil és d'avaluar, i hi ha discrepàncies en els últims panells en les diferents avaluacions visuals, tal i com es pot observar en la següent taula.

mescla	aire guia (NL/min)	panell	Operari 1		Operari 2		Operari 3		Operari 4		Operari 5		Operari 6	
			V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2
IX	360	1471	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X	320	1472	3	2	2	3	2	2	2	3	2	3	4	2
XI	290	1473	2	3	3	2	6	3	3	2	3	2	2	3
XII	280	1478	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4
XIII	270	1489	5	5	5	5	7	5	5	5	5	5	5	5
XIV	260	1480	6	6	8	6	10	7	6	8	6	6	6	7
XV	250	1483	9	9	9	10	5	9	9	10	7	7	7	9
XVI	240	1484	10	10	7	7	9	10	7	9	9	9	9	8
XVII	230	1572	7	7	10	8	4	6	8	7	8	10	8	6
VIII	220	1470	8	8	6	9	8	8	10	6	10	8	10	10

Taula 20: Comparació avaluacions visuals

De la taula de la comparació de les dues avaluacions visuals on l'avaluació com a "1" és el millor panell i "10" el pitjor, es pot comprovar que en els 5 primers panells hi ha un acord majoritari respecte l'ordre i a partir del sisè hi ha més discrepàncies. També es pot observar que la majoria d'operaris fan una avaluació diferent en cada repetició, excepte l'operari 1 que és l'expert del grup en el tema del defecte de mottling (a excepció de dos panells). Ara bé, és interessant remarcar el fet que en tots els casos, tots els operaris en les dues avaluacions han avaluat el panell de la mescla IX (aire guia 360 NL/min) com a millor al panell que realment té menys defecte, tal com s'ha comentat, conforme hi ha més defecte les diferències entre les avaluacions augmenten. Aquest fet indica que el mètode de l'avaluació visual és útil i bo quan la peça és correcta, sense defecte important, però que és necessari que es dugui a terme per gent qualificada per tal que es faci de la forma adequada.

4.7 ANÀLISI CLOUD-RUNNER

Finalment degut a que no coincideixen el mètode actual i el del cloud-runner es comprova la repetibilitat del mètode, es fa un estudi de repetibilitat de l'avaluació mitjançant el cloud-runner. Per aquest estudi es pinten 5 panells iguals (mateixa mescla i mateix aire guia [290 NL/min]) i s'analitzen amb l'aparell per cada un dels tres mètodes per 3 operaris diferents 5 dies diferents.

		Dia 1			Dia 2		
		5 lectures	10 lectures	20 lectures	5 lectures	10 lectures	20 lectures
Operador 1	panell 1	4,8	4,8	4,8	5	4,8	4,9
	panell 2	5,7	5	5	5,5	3	4
	panell 3	4,2	4,3	4	3,9	4,4	4,2
	panell 4	4,8	4,6	4,5	4,6	2,9	4,4
	panell 5	4,6	4,5	4,6	4,6	4,4	4,5
Operador 2	panell 1	4,4	4,1	4,1	3,3	4,1	3,5
	panell 2	5,1	4,1	4,3	4,8	4,4	3,4
	panell 3	4,1	3,6	3,7	3,9	2,5	1,3
	panell 4	4,7	4,6	3,7	0,4	0	0,3
	panell 5	4,2	4	4	3,1	0,8	1,6
Operador 3	panell 1	4,3	4,6	4,4	4,8	4,6	4,7
	panell 2	5,4	4,9	4,9	5,2	4,8	5
	panell 3	4,5	4,2	4	4,4	4,5	4,2
	panell 4	5	4,3	4,6	5,1	4,5	4,6
	panell 5	4,6	4,3	4,2	4,7	4,4	4,4

		Dia 3			Dia 4		
		5 lectures	10 lectures	20 lectures	5 lectures	10 lectures	20 lectures
Operador 1	panell 1	4,7	4,7	4,8	4,9	4,6	4,7
	panell 2	5,2	4,9	5	5,5	5	4,9
	panell 3	4,2	4,1	4,2	4,3	3,9	4,2
	panell 4	4,8	4,5	4,6	5	4,5	4,6
	panell 5	4,7	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5
Operador 2	panell 1	4,9	3,9	3,4	4,2	3,3	3
	panell 2	4,4	3,1	3,1	1,7	1,7	3,2
	panell 3	0,8	2,4	2,8	3,3	3,5	1,7
	panell 4	2,9	1,5	2,3	0,7	3,4	2,8
	panell 5	0	1,2	0,9	3,8	2,8	1,9
Operador 3	panell 1	4,6	4,5	4,7	4,6	4,6	4,5
	panell 2	5,2	5	5	5,4	4,7	4,6
	panell 3	4,3	4,2	4,1	4,5	3,9	3,5
	panell 4	5,1	4,8	4,6	4,8	4,2	4,2
	panell 5	4,4	4,5	4,4	4	3,7	3,6
Dia 5							
		5 lectures	10 lectures	20 lectures			
Operador 1	panell 1	4,5	4,5	4,6			
	panell 2	5,2	5	5			
	panell 3	4,4	4,4	4,2			
	panell 4	4,9	4,2	4,6			
	panell 5	4,8	4,6	4,5			
Operador 2	panell 1	4	3,1	2,7			
	panell 2	2	1,2	3,9			
	panell 3	3	0,9	2,4			
	panell 4	3,6	2,2	2,7			
	panell 5	2,3	1,5	0,5			
Operador 3	panell 1	4,8	4,5	4,6			
	panell 2	5	4,8	4,9			
	panell 3	4,3	4	4,1			
	panell 4	4,3	4,5	4,2			
	panell 5	4,1	4,1	4			

Taula 21: Resultats anàlisi cloud-runner

Dels resultats de les mesures dels panells pintats amb el mateix cabal d'aire guia se'n pot extreure la repetibilitat de l'aparell, observant els resultats de la mesura en 5 dies diferents d'un mateix panell, tot i que hi ha poques dades es pot veure la tendència de que majoritàriament l'aparell llegeix sempre de la mateixa manera. Per exemple, l'operador 3, per al panell 3 presenta un promig de mottling mesurat a 15° pel mètode de 10 lectures de 4,16, una desviació estàndard de 0,23 i un interval de confiança de 0,29, els seus resultats son, per al 95% del casos, de $4,16 \pm 0,29$.

operari 3 - panell 3 - 10 lectures	
promig	4,16
desv. est.	0,23
inter. conf.	0,29

Taula 22: Repetibilitat aparell

Ara bé, no tots els resultats son tant semblants, com es pot comprovar en el mateix panell 3, llegit per primer cop seguint també el mètode de els 10 lectures pels 3 operaris, operant de la mateixa manera, hi ha una major variació que si ho llegeix un mateix operari, en el que s'obté, per al 95% dels casos un valor de $4,03 \pm 0,94$ amb una desviació estàndard de 0,38. Per tant hi ha influència de la persona que realitza les lectures.

panell 3 - 10 lectures	
promig	4,03
desv. est.	0,38
inter. conf.	0,94

Taula 23: Variació operari

També es poden avaluar les aplicacions comparant per un mateix dia els 5 panells , mesurats per un mateix operari. En observar les mesures de l'operador 1 seguint el mètode de les 10 mesures llegides el mateix dia s'obté un resultat de $4,46 \pm 0,34$ per al 95% del casos, amb una desviació estàndard de 0,27.

operari 1 - 10 lectures - dia 1	
promig	4,64
desv. est.	0,27
inter. conf.	0,34

Taula 24: Comparació aplicacions

Per tant es pot concloure que la major font de diferències en els resultats és la diferència d'operari que les realitzi, ja que si les fa sempre el mateix o si es fan diferents aplicacions d'una mateixa mescla no hi ha tant d'error.

En observar els resultats de forma més global es pot comprovar que d'un total de 75 resultats del total de mesures de cada mètode de lectura (5, 10 i 20) tal i com s'ha comentat anteriorment, el millor mètode és el de 20 lectures ja que presenta una menor desviació estàndard i un menor interval de confiança.

	5 lectures	10 lectures	20 lectures
promig	4,22	3,86	3,88
desv. est.	1,16	1,15	1,09
inter. conf.	0,27	0,26	0,25

Taula 25: Comparació mètodes de mesura

Però, com també s'ha esmentat, es tria com a òptim el mètode de 10 lectures degut a la celeritat del mètode respecte el de 20 lectures i la lleugera millora d'aquest.

En comparar els 75 resultats de les mesures dels 3 operaris es pot observar la variació de les desviacions estàndards segons l'operari, així com també que l'operari 2 mostra una desviació estàndard inusualment elevada en comparar-la amb la dels altres operaris, fet que pot ser degut a una pitjor realització del mètode de lectura, a una mala explicació per part meua del mètode de mesura o a alguna mesura errònia durant l'anàlisi.

	Operari 1	Operari 2	Operari 3
promig	4,58	2,86	4,51
desv. est.	0,44	1,31	0,39
inter. conf.	0,10	0,30	0,09

Taula 26: Comparació mesures operaris

Finalment, de l'anàlisi global de les 225 mesures realitzades pels 3 operaris es pot constatar que la desviació estàndar és massa gran per que es tracti d'un bon resultat. En el valor promig de 4 tanta desviació estàndar no permet discriminar correctament entre bo i dolent. Com s'ha observat en fer l'estudi operari per operari, la màxima aportació a aquest fet és l'operari 2, per això es compara amb l'anàlisi de les 150 mesures fetes pels altres dos operaris.

	Global
promig	3,99
desv. est.	1,15
inter. conf.	0,15

Taula 27: Anàlisi global amb tots els operadors

	Global
promig	4,55
desv. est.	0,42
inter. conf.	0,07

Taula 28: Anàlisi global sense l'operari 2

En comparar els resultats dels dos anàlisi es pot observar, en el que s'omet l'operari 2, la bona repetibilitat de l'aparell cloud-runner en presentar una desviació estàndar i un interval de confiança baixos.

S'ha fet l'estudi d'una mescla i un cabal d'aire guia, fent-ne 5 repeticions, mesurant 5 dies per part de 3 operaris. Per tal de fer un estudi complert de l'aparell caldria fer el mateix en un mínim de 2 mescles més (5 repeticions, 5 dies, 3 operaris) per tal de poder comprovar si l'aparell avalua correctament diferents rangs de mottling. Per fer-ho correctament s'hauria de realitzar en tots els deu rangs de mottling avaluats. Així es podria concloure si l'aparell és bo i pot distingir i avaluar tots els rangs.

Amb els resultats de que es disposa es pot dir que s'observa una tendència que l'aparell és repetitiu, no hi ha variació en les lectures, però que no es pot parlar de la reproductibilitat de l'aparell ja que no s'ha fet aquesta part per manca de temps.

Mencionar també que tot i que en un principi sembla que els resultats de les avaluacions del cloud-runner no reflecteixen de forma acurada la realitat del defecte si es comparen amb el mètode actual, en fer aquesta comparació s'observa que, encara que els resultats no coincideixen en la part de major defecte de l'escala de mottling, l'aparell retorna un ordre en uns valors de defecte on els operaris encarregats d'avaluar-lo presenten major discrepància.

5. CONCLUSIONS

Taking into account the objectives, the conclusions of this project are:

- The best angle of measurement with the cloud-runner is 15 degrees. It's the angle with which there is greater agreement on the order of the scale of the panels with the current visual method and also the experience of the company proves it.

- The best method of measurement, the most optimal is the one realised with 10 measurements. This is which provides more consistent with the visual method without being a too tedious method.

- The visual current method is correct and consistent as long as the evaluation is carried out by experts in the subject of the mottling defect.

- The method for the detection on mottling using the cloud-runner is repetitive regarding the measurements. There is a tendency that the device evaluates the same way.

- The humidity of the sample does not affect the defect of mottling as much as the method of application does, in the case of the project, the change of shaping air.

REFERÈNCIES I NOTES

1. www.akzonobel.com (22 December, 2013)
2. Eugenio Porta, Curso de pintado de elementos plásticos. (documentació interna de l'empresa)
3. Toni Valero, Solvent Borne Basecoats. Introduction Program. 2010 (documentació interna de l'empresa)
4. Jose A. Moya, APC Technical Support Laboratory. Introduction to paint technology. 2011 (documentació interna de l'empresa)
5. J. Bentley i G.P.A. Tuner, Química y tecnología de pinturas y revestimientos. 1ª ed española, 1999. A. Madrid Vicente, Ediciones
6. DuPont Performance Coatings, Guideline for Technical Service, 2000
7. Friedhelm Fensterseifer and Severin Wimmer, Visual and Instrumental Evaluation of Mottling and Striping. BYK-Gardner User Meeting 2013. Innsbruck, Austria
8. BYK Additives & Instruments, cloud-runner manual
9. <http://www.altana.com> (5 Decembre, 2013)
10. <http://www.byk.com> (5 Decembre, 2013)
11. Toni Valero, Fundamentos de pinturas. 2008 (documentació interna de l'empresa)
12. AKZO NOBEL INDUSTRIAL PAINTS, Aprob.: S. Bueno, Instrucción de operación LAB-PAINTER. Versión 01, Junio 2012
13. http://www.valspar.com.br/espanol/index.php?option=com_content&task=view&template=&id=11&Itemid=19 (3 Decembre, 2013)
14. AKZO NOBEL INDUSTRIAL PAINTS, Aprob.: Lab. I+D, Instrucción Operación ME02, ESPESOR DE PELÍCULA, Versión: 05 Fecha: 03/11

ANNEXOS

ANNEX 1. FULLS D'APLIACIÓ DE LES PRIMERES MESCLES

Application Data Sheet

NUMBER PANEL **N1431** DATE: 18/ 10 /2013
 CHAPA **MESCLAI**
 COIL COATING 500X300 ASPECTO

PRODUCT DESCRIPTION	PRIMER	Rel	BASECOAT	Rel.	CLEARCOAT	Ratio
REFERENCE			RHODIUM SILVER	100	TXO	100
BATCH			5851919E		7807571	8.00%
HARDENER					42327093	
THINNER 1			8197118	20.37	8400040	40
THINNER 2					8190227	20
VISC. (PL. A 20° C)						
RESISTIVITY (BYK)			ISO 4 42"		ISO 4 35"	
APPLICATION SYSTEM						
APPLICATION PROGRAM			PD 1001FH	1 LAYERS	PD1003BH	2 LAYER
THICKNESS (µ)			20 - 22µ		30 -33 µ	
FLASH-OFF (Time & T°)					10' A 22 °C	
DRYER METHOD (Time / T°)			5' A 22°C		45' A 80° C	
SPRAY BOOTH CONDITION			23 ° C	60% Hr		
RESULTADOS						
WETTING						
POPPING						
SAGGING						

5851919E	
7E003	8.00%

Application Data Sheet

NUMBER PANEL **N1430**

DATE: 22/10 /2013

CHAPA **MESCLA II**

PRODUCT DESCRIPTION	PRIMER	Rel	BASECOAT	Rel.	CLEARCOAT	Ratio
REFERENCE			RHODIUM SILVER	100	TWO	100
BATCH			5851919E		7807571	
HARDENER					42327093	
THINNER 1			8197118	22	8400040	40
THINNER 2					8190227	20
VISC. APL (A 20° C)			42 " ISO 4			
RESISTIVITY (BYK)					31" ISO 4	
APPLICATION SYSTEM			AEROGRAFICA		AEROGRAFICA	
APPLICATION PROGRAM			PD 1001FH	1 LAYERS	PD1003BH	2 LAYER
THICKNESS (µ)			23 - 25 µ		29 - 31 µ	
FLASH-OFF (Time & T°)					10' A 22 °C	
DRYER METHOD (Time y T°)			10' A 22°C		45' A 80° C	
SPRAY BOOTH CONDITION			23'5 ° C	53% Hr		
RESULTADOS						
WETTING						
POPPING						
SAGGING						

5851919E

C2U002 3,94%

C9984 2,81%

7E003 3%

NUMBER PANEL **N1439** DATE: 24/10/2013
 CHAPA **MESCLA III**
 COIL COATING 500X300 ASPECTO

PRODUCT DESCRIPTION	PRIMER	Rel	BASECOAT	Rel.	CLEARCOAT	Ratio
REFERENCE			RHODIUM SILVER	100	TXO	100
BATCH			5851919E		7807571	
HARDENER					42327093	
THINNER 1			8197118	22	8400040	40
THINNER 2					8190227	20
VISC. APL (A,20° C)						
RESISTIVITY (BYK)			ISO 4 42"		ISO 4 35"	
APPLICATION SYSTEM						
APPLICATION PROGRAM			PD 1001FH	1 LAYERS	PD1003BH	2 LAYER
THICKNESS (µ)			22 - 23 µ		26 - 28 µ	
FLASH-OFF (Time & T°)					10' A 22 °C	
DRYER METHOD (Time y T°)			5' A 22°C		45' A 80° C	
SPRAY BOOTH CONDITION	23 ° C 60% Hr					
RESULTADOS						
WETTING						
POPPING						
SAGGING						

5851919E

C2U002	3.04%
C9004	2.81%
7E005	5.33%

NUMBER PANEL **N1452** DATE: 28/10/2013
 CHAPA **MESCLA IV**
 COIL COATING 500X300 ASPECTO

PRODUCT DESCRIPTION	PRIMER	Rel	BASECOAT	Rel.	CLEARCOAT	Ratio
REFERENCE	RHODIUM SILVER	100	5851919E	100	TIXO 7807571	100
BATCH					42327093	
HARDENER					8400040	40
THINNER 1			8197118	21	8190227	20
THINNER 2						
VISC. APL (A 20° C)						
RESISTIVITY (BYK)			ISO 4 42"		ISO 4 35"	
APPLICATION SYSTEM						
APPLICATION PROGRAM	PD1001FH	1 LAYERS			PD1003BH	2 LAYER
THICKNESS (µ)	23 - 24 µ				30 - 32 µ	
FLASH-OFF (Time & T°)					10' A 22 °C	
DRYER METHOD (Time y T°)	10' A 22°C				45' A 80° C	
SPRAY BOOTH CONDITION	23 ° C 45% Hr					
RESULTADOS						
WETTING						
POPPING						
SAGGING						

5851919E

C2U002 3.94%

C9884 2.81%

7E005 5.33%

7Z002 4.48%

NUMBER PANEL **N1452** DATE: 28/10/2013
 CHAPA **MESCLAV**
 COIL COATING 500X300 ASPECTO

	PRIMER	Rel	BASECOAT	Rel.	CLEARCOAT	Ratio
PRODUCT DESCRIPTION						
REFERENCE	RHODIUM SILVER	5851919E	100	7807571	100	
BATCH				42327093		
HARDENER				8400040	40	
THINNER 1		8197118	21	8190227	20	
THINNER 2						
VISC. APL (A 20° C)						
RESISTIVITY (BYK)			ISO 4.42"		ISO 4.35"	
APPLICATION SYSTEM						
APPLICATION PROGRAM	PD 1001FH		1 LAYERS	PD1003BH	2 LAYER	
THICKNESS (µ)	23 - 24 µ			30 -32 µ		
FLASH-OFF (Time & T°)				10' A 22 °C		
DRYER METHOD (Time y T°)	10' A 22°C			45' A 80° C		
SPRAY BOOTH CONDITION	23° C 45% Hr					
RESULTADOS						
WETTING						
POPPING						
SAGGING						

5851919E	
C2U002	3,94%
C9804	2,81%
7E005	5,33%
7Z022	4,48%

NUMBER PANEL **N1455** DATE: 31/10/2013

CHAPA **MESCLA VII**

COIL COATING 500X300 ASPECTO

PRODUCT DESCRIPTION	PRIMER	Rel	BASECOAT	Rel.	CLEARCOAT	Ratio
REFERENCE			RHODIUM SILVER	100	TXO	100
BATCH			5851919E		7807571 42327093	
HARDENER					8400040	40
THINNER 1			8197118	20	8190227	20
THINNER 2						
VISC. APL (A 20° C)						
RESISTIVITY (BYK)			ISO 4 42°		ISO 4 31°	
APPLICATION SYSTEM						
APPLICATION PROGRAM			PD 1001FH	1 LAYERS	PD1003BH	2 LAYER
THICKNESS (µ)			25 - 26 µ		29 - 33 µ	
FLASH-OFF (Time & T°)					10' A 22 °C	
DRYER METHOD (Time y T°)			10' A 22°C		45' A 80° C	
SPRAY BOOTH CONDITION			23 ° C	45% Hr		
RESULTADOS						
WETTING						
POPPING						
SAGGING						

5851919E

C2U002 3,94%

C9904 2,81%

7E005 5,00%

7E003 4,00%

2G061 9,00%

2M098 3,00%