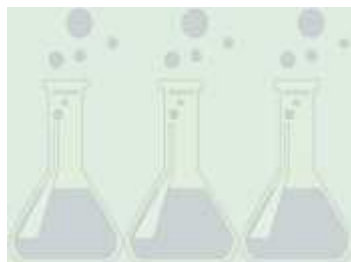


# PROGETTAZIONE DI MISCELE PER LA PRODUZIONE DI VERNICI ALL'ACQUA

## D.Foletto, S.Povolo, SAMIA s.a.s.

Powered by Design Expert 6 - <http://www.sixsigmain.it/>



Nell'ambito della razionalizzazione e del potenziamento dell'attività di sviluppo di processo e di prodotto, è stato avviato un progetto allo scopo di verificare l'applicabilità nel settore pitture e vernici per il settore cuoio di talune tecniche riportate nel MANUALE UNICHIM N.180 (edizione 1996) "Programmazione degli esperimenti ed ottimizzazione dei processi", nello specifico si è utilizzato il D.O.E. (Design of Experiments) per lo sviluppo di una vernice all'acqua.

L'obiettivo è quello di giungere a impostare il lavoro sperimentale in modo tale che sia possibile valutare con precisione la qualità e il contenuto informativo degli esperimenti che si stanno per eseguire, prima che gli esperimenti stessi siano eseguiti, e venga quindi fornito al formulatore esperto un mezzo potente per aumentare l'efficienza e

l'efficacia del suo lavoro, ma permetta anche di indirizzare su solide basi scientifiche l'approccio a un problema formulativo di un operatore poco esperto.

Meno ambiziosamente, e di riflesso, ci si aspetta che con la teoria della pianificazione degli esperimenti si trovi un modo comune di procedere che renda più facile l'organizzazione di un lavoro d'equipe, o quanto meno renda più accessibili le informazioni relative al lavoro del singolo ricercatore.

## Una applicazione sperimentale

Si è sviluppata la formulazione di un sistema legante a quattro componenti per le dispersioni di pigmento in base acquosa.

Il modello utilizzato nella progettazione degli esperimenti è stato il Simplex Lattice.

Le caratteristiche chimico-fisiche dei componenti sono di seguito indicate.

	Componente	residuo secco	allungamento a rottura	durezza
A	poliuretano in dispersione acquosa da IPDI e poliolo a base polietere	30%	850%	70 Shore A
B	poliuretano in dispersione acquosa da HDI e poliolo a base polietere	30%	800%	60 Shore A
C	poliuretano in dispersione acquosa da IPDI e poliolo a base polietere	30%	300%	95 Shore A
D	Elastomero silconico ad alto peso molecolare in solvente idrofilo	56%	-	-

Alla preparazione delle miscele è seguita l'applicazione con roll-coater su substrato poliuretanico (finta pelle), quindi sono stati condotti test di resistenza alla flessione e allo strofinio a umido, misure di durezza e di spessore, valutazione di scorrevolezza e mano.

## 1. Punti sperimentali e modalità applicative

Si è scelto di inserire il componente D in formulazione in quantità costante prefissata (1% e 4%). La sequenza random dei punti sperimentali generata dal software, sui quali effettuare le misurazioni con costrizioni impostate ( $A+B+C=99$ ;  $0 \leq A \leq 99$ ;  $0 \leq B \leq 99$ ;  $0 \leq C \leq 99$ ), è riportata nella sottostante tabella.

Numero miscela	% A	% B	% C
1	0.00	0.00	99.00
2	33.00	66.00	0.00
3	66.00	16.50	16.50
4	0.00	33.00	66.00
5	66.00	0.00	33.00
6	33.00	0.00	66.00
7	99.00	0.00	0.00
8	16.50	16.50	66.00
9	66.00	33.00	0.00
10	0.00	66.00	33.00
11	33.00	33.00	33.00
12	16.50	66.00	16.50
13	0.00	99.00	0.00

**Tabella 1.0 Punti sperimentali con 1% di silicone**

Come check point sono state preparate 3 ulteriori miscele

Numero miscela	% A	% B	% C
1	0.00	49.50	49.50
2	49.50	0.00	49.50
3	49.50	49.50	0.00

**Tabella 1.1 Check point**

Si è deciso di applicare le miscele a roll-coat su finta pelle (campioni di dimensioni 20 cm x 30 cm prelevati dalla stessa matassa) in modo da rendere più omogenea possibile l'influenza del substrato sulle misurazioni/valutazioni. Tutte le applicazioni sono state effettuate in un'unica giornata con lo stesso roll-coater e stessi parametri macchina. Si è proceduto alle misurazioni/valutazioni solo dopo completo asciugaggio a temperatura ambiente dei provini, una volta raggiunta la costanza di peso.

---

## 2. Risposte: modalità operative

### 2.1 Durezza

Per ogni miscela campione sono stati pesati su disco in teflon 33.33 g di sostanza che sono stati poi lasciati essiccare a temperatura ambiente. Una volta giunti a costanza di peso, sui film così prodotti è stata determinata la durezza in Shore A mediante durometro. Il valore di durezza rappresenta la media della durezza rilevata su tre punti per ciascun provino campione.

### 2.2 Resistenza alla flessione

È stata determinata attraverso il metodo ISO DP 5402 "Misura della durata della flessione dei cuoi leggeri e dei loro appretti superficiali" opportunamente adattato.

### 2.3 Sfregamenti

È stata determinata attraverso il metodo ISO 11640 "Determinazione della solidità del colore del cuoio allo strofinio", anche questo opportunamente adattato.

### 2.4 Spessori

Lo spessore per ogni provino è stato determinato con micrometro digitale, come media sulle misurazioni effettuate in sei punti del provino stesso; si è inserita come risposta la differenza tra le medie degli spessori misurati dopo e prima l'applicazione.

### 2.5 Scorrevolezza e mano

Si sono calcolati dei punteggi in base a una serie di valutazioni sensoriali ripetute, effettuate da un gruppo di tecnici applicatori.

---

## 3. Analisi delle risposte

È stato costruito il modello matematico per ciascuna risposta e conseguentemente è stata individuata la miscela che meglio rispondeva alle caratteristiche tecniche preventivamente richieste, inserendo come costrizione anche il costo, che doveva essere minimizzato.

L'unica variabile per il costo delle miscele è stata considerata il costo delle materie prime, in quanto non vi sono differenze nella lavorazione:

A = 2.7 euro / kg

B = 2.4 euro / kg

C = 3.16 euro / kg

D = 18.5 euro / kg

Il primo passo operativo è stato quello di analizzare la superficie dell'errore standard (comunemente detto anche rumore di fondo) per i vari gradi dei polinomi possibili; l'analisi di ognuna delle 6 risposte è stata eseguita seguendo due procedure.

### 3.1 Procedura 1

Si è scelto il grado del polinomio suggerito dal software, cioè quello di grado più basso che meglio approssimava le risposte corrispondenti ai punti sperimentali, su tale polinomio è stata condotta l'analisi della varianza (ANOVA) per la verifica della bontà del fit del modello (in questa fase riveste particolare importanza il test F di Fisher-Snedecor). Successivamente il programma prevede un controllo diagnostico mirato a determinare:

1. Outlier T (osservazioni anomale): la statistica degli outlier T fornisce, in unità scarto quadratico medio, la deviazione del valore sperimentale dal valore predetto usando un modello basato su tutti i dati tranne il punto preso in esame. Solo valori estremi ( $T = 3.5$  o più) vengono considerati osservazioni anomale.

2. Leverage (effetto leva): valore numerico tra zero e uno che indica la potenzialità di un punto del disegno di influenzare il fit del modello. Se assume il valore unitario, significa che il valore predetto della risposta dovrà per forza essere esattamente uguale a quello sperimentale, con residuo pari a zero. Il massimo leverage che un esperimento può avere è  $1/k$ , dove  $k$  è il numero di volte che un esperimento è replicato.

3. Grafico di Box-Cox: questo grafico fornisce una guida per la scelta dell'eventuale trasformazione della risposta. La trasformazione raccomandata, segnalata dal valore di  $\lambda$ , è individuata dal punto di minimo della curva generata dal logaritmo naturale della somma dei quadrati dei residui. Se l'intervallo di confidenza del 95% intorno a  $\lambda$  include anche il valore di  $\lambda$  pari a uno, allora nessuna trasformazione della risposta è suggerita.

L'ultimo passo previsto è la visualizzazione grafica delle superfici di risposta ottenute per ognuna delle 6 risposte.

### 3.2 Procedura 2

Si è scelto il polinomio con il grado più basso tra quelli ove si è potuta condurre l'analisi statistica ovvero: se l'ANOVA forniva risultati accettabili si procedeva come mostrato in procedura 1 (sottoparagrafo 3.1), altrimenti si individuava un nuovo polinomio attraverso l'eliminazione/sostituzione di termini di interazione, finché l'analisi della varianza, effettuata dopo ogni modifica del polinomio, non garantiva la bontà del fit del modello ottenuto. Nello step successivo si è eseguita la diagnostica, effettuata in modo analogo a quello descritto nel sottoparagrafo 3.1, e si è proceduto alla visualizzazione grafica delle superfici di risposta.

## 4. Uso dei check point

Una volta ricavati i polinomi relativi alle risposte, sia con la procedura 1 che con la 2, tali polinomi sono stati sottoposti a controllo attraverso l'utilizzo dei check point: si è calcolato lo scostamento percentuale tra il valore atteso dal modello e quello effettivamente rilevato per tutte le risposte nei 3 punti di controllo, utilizzando entrambe le procedure, è stato poi calcolato lo scostamento percentuale medio dei 3 check point per ognuna delle risposte. Infine si è cercato di ottimizzare i modelli ottenuti partendo dalle risposte che presentavano maggior scostamento percentuale: la procedura seguita è stata quella di aumentare il grado del polinomio aggiungendo i termini di interazione che a gradi inferiori consentivano un buon fit, eseguendo a ogni passo l'ANOVA e la diagnostica, fino ad avvicinare il risultato previsto dal modello con quello ottenuto mediante i check point.

## 5. Ottimizzazione delle miscele

L'ottimizzazione della formulazione è stata condotta dopo aver stabilito una serie di costrizioni e dopo aver assegnato un indice di importanza alle funzioni risposta. Attraverso il grafico della superficie di risposta desiderabilità sono quindi emerse chiaramente le zone del dominio sperimentale che maggiormente soddisfacevano le costrizioni imposte.

## 6. Raccolta e elaborazione dei dati

La prima fase del lavoro è consistita nella raccolta dei dati relativi agli esperimenti effettuati.

Std	Run	Block	Comp.1 A:A %	Comp.2 B:B %	Comp.3 C:C %	Resp.1 prezzo EURO	Resp.2 spessore micron	Resp.3 sfregamenti cicli	Resp.4 tatto punteggio	Resp.5 durezza ShA	Resp.6 flessioni colpi
10	1	Block1	0.00	0.00	99.00	3.31	8.67	105	1.500	92	5000
4	2	Block1	33.00	66.00	0.00	2.66	-11.50	14	1.091	52	45000
11	3	Block1	66.00	16.50	16.50	2.88	1.67	32	1.500	73	20000
9	4	Block1	0.00	33.00	66.00	3.06	6.33	8	1.700	90	10000
3	5	Block1	66.00	0.00	33.00	3.01	-12.17	40	1.200	85	10000
6	6	Block1	33.00	0.00	66.00	3.16	-4.00	25	1.400	91	5000
1	7	Block1	99.00	0.00	0.00	2.86	-4.83	25	1.364	69	15000
13	8	Block1	16.50	16.50	66.00	3.11	-9.17	12	1.400	89	5000
2	9	Block1	66.00	33.00	0.00	2.76	-6.83	15	1.364	61	35000
8	10	Block1	0.00	66.00	33.00	2.81	5.67	23	1.273	71	65000
5	11	Block1	33.00	33.00	33.00	2.91	-1.67	23	1.600	76	15000
12	12	Block1	16.50	66.00	16.50	2.74	-6.67	30	1.000	63	35000
7	13	Block1	0.00	99.00	0.00	2.56	-14.67	13	1.000	51	60000

**Tabella 6.0 Risposte misurate per i punti sperimentali**

Relativamente al disegno sperimentale e al grado di polinomio scelti, si è quindi giunti al calcolo dei coefficienti della matrice di correlazione.

### 3 Factors: A, B, C

#### Design Matrix Evaluatio for Misture Special Cubic Model

#### No aliases found for Special Cubic Model

#### Degrees of Freedom for Evaluation

Model	6
Residuals	6
Lack of Fit	6
Pure Error	0
Corr Total	12

#### Power at 5% alpha level for effect of

Term	StdErr''	½ Std.Dev.	1 Std.Dev.	2 Std.Dev.
A	0.93	6.8%	12.2%	33.9%
B	0.93	6.8%	12.2%	33.9%
C	0.93	6.8%	12.2%	33.9%
AB	4.44	6.7%	11.9%	33.0%
AC	4.44	6.7%	11.9%	33.0%
BC	4.44	6.7%	11.9%	33.0%
ABC	29.08	6.8%	12.4%	34.6%

'' Basis Std.Dev. = 1.0

**Tabella 6.1 Standard error dei termini del polinomio**

**Measures Derived From the  $(X^*X)^{-1}$  Matrix**

Std	Leverage	Point Type
1	0.8605	Vertex
2	0.5175	ThirdEdge
3	0.5175	ThirdEdge
4	0.5175	ThirdEdge
5	0.5915	Center
6	0.5175	ThirdEdge
7	0.8605	Vertex
8	0.5175	ThirdEdge
9	0.5175	ThirdEdge
10	0.8605	Vertex
11	0.2407	AxialCB
12	0.2407	AxialCB
13	0.2407	AxialCB
<b>Average=</b>	<b>0.5385</b>	

**Tabella 6.2 Leverage dei punti sperimentali generati**

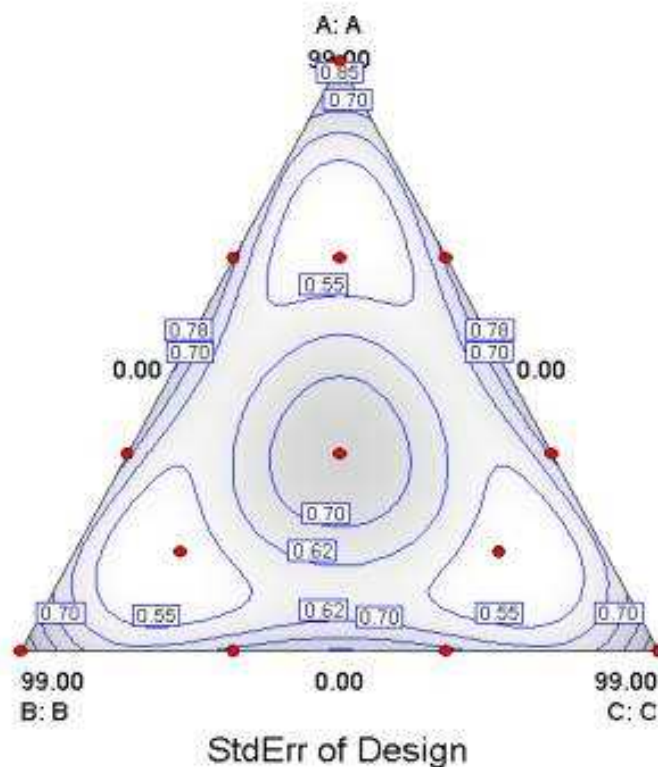
**Correlation Matrix of Regression Coefficients**

	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
A	1.000						
B	0.076	1.000					
C	0.076	0.076	1.000				
AB	-0.526	-0.526	-0.045	1.000			
AC	-0.526	-0.045	-0.526	0.269	1.000		
BC	-0.045	-0.526	-0.526	0.269	0.269	1.000	
ABC	0.138	0.138	0.138	-0.406	-0.406	-0.406	1.000

**Correlation Matrix of Factors [Pearson's r]**

	A	B	C	AB	AC	BC	ABC
A	1.000						
B	-0.500	1.000					
C	-0.500	-0.500	1.000				
AB	0.264	0.264	-0.529	1.000			
AC	0.264	-0.529	0.264	-0.220	1.000		
BC	-0.529	0.264	0.264	-0.220	-0.220	1.000	
ABC	-0.000	-0.000	-0.000	0.245	0.245	0.245	1.000

**Tabella 6.3 Coefficienti della matrice di correlazione**



**Figura 6.4 Distribuzione dello standard error all'interno del dominio sperimentale**

Il passo successivo è stato quello di esaminare le singole risposte procedendo secondo il seguente schema:

1. scelta del modello matematico;
2. ottimizzazione in base alla diagnostica effettuata;
3. verifica – eventuale ulteriore ottimizzazione in base ai risultati ottenuti con l'utilizzo dei check point.

Non sempre si è reso necessario "affinare" il modello proseguendo sino al punto 3.

## 7. Analisi delle risposte

Di seguito viene illustrato nel dettaglio il caso della risposta relativa agli sfregamenti.

**Response: sfregamenti**

### Sequential Model Sum of Squares

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F-Value	Prob > F
Mean	10248.08	1	10248.08		
Linear	2383.42	2	1191.71	2.37	0.1435
Quadratic	2059.92	3	686.64	1.62	0.2689
Special cubic	198.12	1	198.12	0.43	0.5364
Cubic	<u>2759.84</u>	<u>3</u>	<u>919.95</u>	<u>491.06</u>	<u>0.0002</u>
Residual	5.62	3	1.87		
Total	17655.00	13	1358.08		

**Tabella 7.1 Suggerimento del modello attraverso il test F**

E' suggerito un polinomio di terzo grado (cubic), il Test F per il modello scelto è risultato significativo (Tabella 7.2).

### ANOVA for Mixture Cubic Model

#### Analysis of variance table [Partial sum of squares]

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F-Value	Prob > F
Model	7401.30	9	822.37	483.97	0.0002
Linear Mixture	2383.42	2	1191.71	636.12	0.0001
AB	20.58	1	20.58	10.98	0.0452
AC	1093.62	1	1093.62	583.76	0.0002
BC	1906.48	1	1906.48	1017.65	<0.0001
ABC	198.12	1	198.12	105.75	0.0020
AB(A-B)	14.13	1	14.13	7.54	0.0710
AC(A-C)	1044.46	1	1044.46	557.52	0.0002
BC(B-C)	1359.16	1	1359.16	725.50	0.0001
Residual	5.62	3	1.87		
Cor Total	7406.92	12			

**Tabella 7.2 Test F per il modello scelto**

+3.11\*A  
 +2.57\*B  
 +4.69\*C  
 -342.48\*D  
 -1.61\*A\*C  
 +371.87\*A\*D  
 -0.79\*B\*C  
 +328.94\*B\*D  
 +350.14\*C\*D  
 -1.71\*A\*B\*C  
 -1.71\*A\*B\*C  
 +23.11\*A\*C\*D  
 +6.18\*A\*C\*(A-C)

**Tabella 7.3 Calcolo dei coefficienti del polinomio**

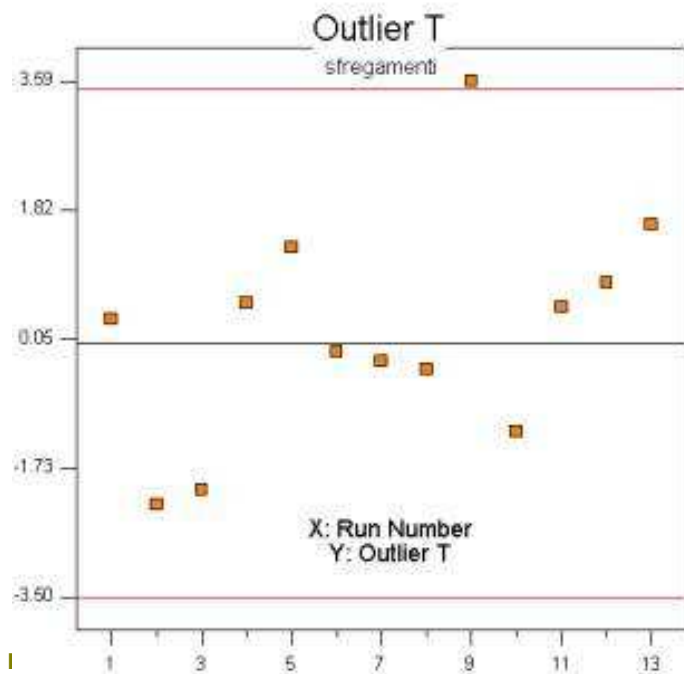


Figura 7.5 Outlier T

**Diagnostic Case Statistics**

Standard Order	Actual Value	Predicted Value	Residual	Leverage	Student Residual	Cook's Distance	Outlier t	Run Order
1	25.00	25.03	-0.027	0.996	-0.302	2.162	-0.250	7
2	15.00	14.10	0.90	0.835	1.612	1.312	3.593*	9
3	40.00	39.35	0.65	0.835	1.172	0.694	1.301	5
4	14.00	14.81	-0.81	0.835	-1.463	1.081	-2.232	2
5	23.00	22.51	0.49	0.591	0.564	0.046	0.487	11
6	25.00	25.08	-0.081	0.835	-0.145	0.011	-0.119	6
7	13.00	12.88	0.12	0.996	1.306	40.519	1.625	13
8	23.00	23.63	-0.63	0.835	-1.134	0.649	-1.224	10
9	8.00	7.65	0.35	0.835	0.623	0.196	0.546	4
10	105.00	104.97	0.034	0.996	0.387	3.564	0.325	1
11	32.00	33.42	-1.42	0.471	-1.421	0.180	-2.031	3
12	30.00	29.13	0.87	0.471	0.870	0.067	0.821	12
13	12.00	12.44	-0.44	0.471	-0.440	0.017	-0.371	8

\* Case(s) with |Outlier T| > 3.50

Tabella 7.4 Diagnostica

E' stato evidenziato un punto che figura come sospetto outlier (l'esperimento numero 2) come si vede anche dal grafico ove si nota che tale esperimento cade quasi a 4 scarti quadratici medi dal suo valore previsto. Si è quindi analizzato il grafico residui contro elevamento a potenza della trasformata della risposta (Box-Cox):

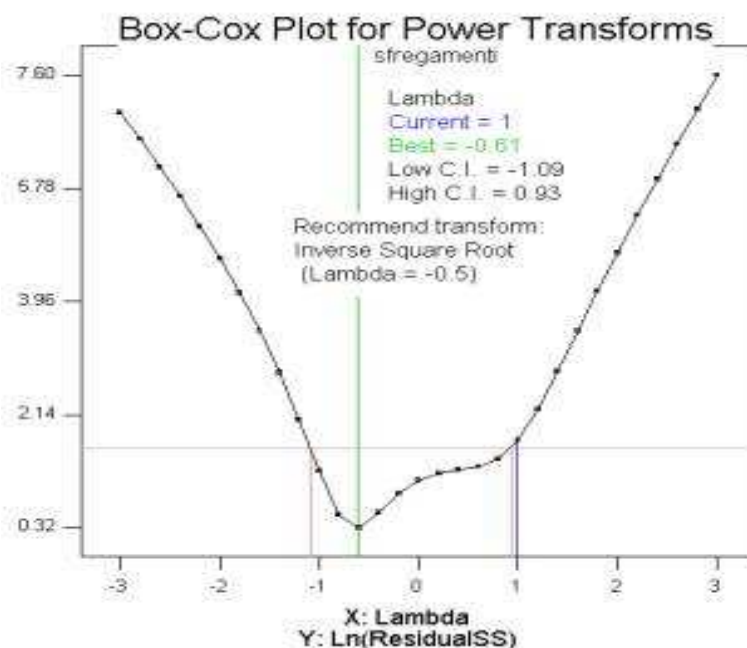


Figura 7.6 Grafico di Box-Cox

E' suggerita la trasformazione che prevede l'elevamento della risposta a un valore pari a -0.5 unità logaritmiche, valore compreso nei limiti dell'intervallo di confidenza e molto vicino al valore minimo (rappresentato con la linea verde); eseguita la trasformazione si è rieseguito il test F :

**Sequential Model Sum of Squares**

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F-Value	Prob > F
Mean	0.64	1	0.64		
Linear	9.198E-003	2	4.599E-003	1.06	0.3830
Quadratic	6.105E-003	3	2.035E-003	0.38	0.7698
Special cubic	2.986E-003	1	2.986E-003	0.52	0.4975
Cubic	0.034	3	0.011	1011.70	<0.0001
Residual	3.394E-005	3	1.131E-005		
Total	0.69	13	0.053		

**Tabella 7.7 Test F sulla risposta trasformata**

Si può notare che il test F è significativo anche per il modello cubico, che si è perciò provato a prendere in considerazione; si è quindi rieseguita l'analisi della varianza, il calcolo dei coefficienti e la diagnostica:

**ANOVA for Mixture Cubic Model**

**Analysis of variance table [Partial sum of squares]**

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F-Value	Prob > F
Model	0.053	9	5.847E-003	516.86	0.0001
Linear Mixture	9.198E-003	2	4.599E-003	406.51	0.0002
AB	5.579E-004	1	5.579E-004	49.31	0.0059
AC	9.286E-004	1	9.286E-004	82.09	0.0028
BC	8.992E-003	1	8.992E-003	794.79	<0.0001
ABC	2.986E-003	1	2.986E-003	263.91	0.0005
AB(A-B)	1.404E-004	1	1.404E-004	12.41	0.0388
AC(A-C)	3.975E-003	1	3.975E-003	351.35	0.0003
BC(B-C)	0.027	1	0.027	2364.06	<0.0001
Residual	3.394E-005	3	1.131E-005		
Cor Total	0.053	12			

**Tabella 7.8 Analisi della varianza sulla risposta trasformata**

**Diagnostic Case Statistics**

Standard Order	Actual Value	Predicted Value	Residual	Leverage	Student Residual	Cook's Distance	Outlier t	Run Order
1	0.20	0.20	2.520E-005	0.996	0.116	0.318	0.095	7
2	0.26	0.26	1.573E-003	0.835	1.150	0.668	1.256	9
3	0.16	0.16	2.076E-003	0.835	1.519	1.165	2.579	5
4	0.27	0.27	-9.959E-005	0.835	-0.073	0.003	-0.060	2
5	0.21	0.21	2.089E-003	0.591	0.972	0.137	0.959	11
6	0.20	0.20	-1.612E-003	0.835	-1.179	0.702	-1.313	6
7	0.28	0.28	1.645E-004	0.996	0.755	13.544	0.685	13
8	0.21	0.21	8.224E-004	0.835	0.602	0.183	0.524	10
9	0.35	0.35	-1.193E-003	0.835	-0.873	0.385	-0.825	4
10	0.098	0.097	3.325E-004	0.996	1.527	55.319	2.638	1
11	0.18	0.18	-3.775E-003	0.471	-1.543	0.212	-2.772	3
12	0.18	0.18	-1.546E-003	0.471	-0.632	0.036	-0.554	12
13	0.29	0.29	1.142E-003	0.471	0.467	0.019	0.396	8

**Tabella 7.9 Esecuzione della diagnostica sulla risposta trasformata**

Tutti gli outlier sono ora rientrati: si può procedere alla verifica della bontà del modello attraverso l'uso di un check point.

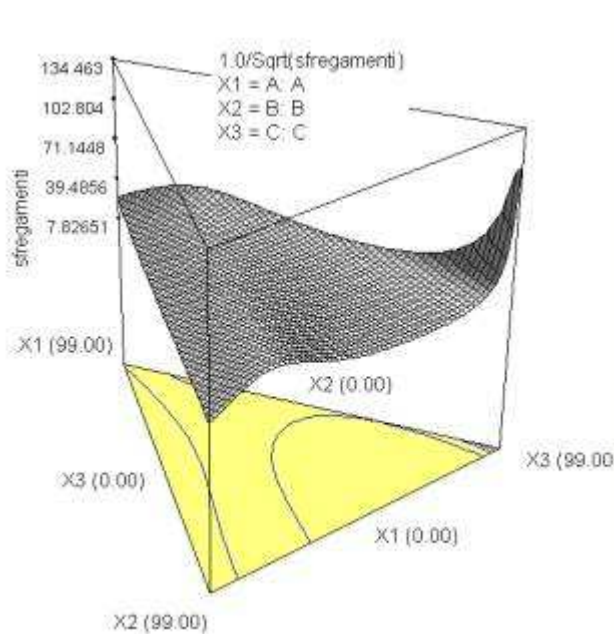
Component	Name	Level	Low Level	High Level	Std.Dev.
A	A	49.50	0.00	99.00	0.00
B	B	0.00	0.00	99.00	0.00
C	C	49.50	0.00	99.00	0.00
	Total=	99.00			

**Prediction SE Mean 95% CI low 95% CI High SE Pred 95% PI low 95% PI high**

**Sfregamenti 29.9914 27.41 32.96 25.97 35.02**

**Tabella 7.10 Check point**

La rispondenza tra valore predetto e valore sperimentale è ottima, pertanto si è accettata la superficie di risposta precedentemente generata.



**Figura 7.11 Superficie di risposta**

## 8. Ottimizzazione

Una volta ottenute le superfici di risposta si sono posti dei vincoli per l'ottimizzazione:

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit	Lower Weight	Upper Weight	Importance
A	is in range	0	99	1	1	3
B	is in range	0	99	1	1	3
C	is in range	0	99	1	1	3
Costo	minimize	2.56	3.31	1	3	2
Spessore	is target=0	-14.67	8.67	0.1	0.1	1
Sfregamenti	maximize	8	105	1	1	3
Tatto	maximize	1	1.7	1	1	4
Durezza	minimize	51	92	1	0.1	1
flessioni	maximize	20000	65000	1	1	3

**Tabella 2.56 Vincoli posti per l'ottimizzazione**

Le soluzioni ottenute sono le seguenti:

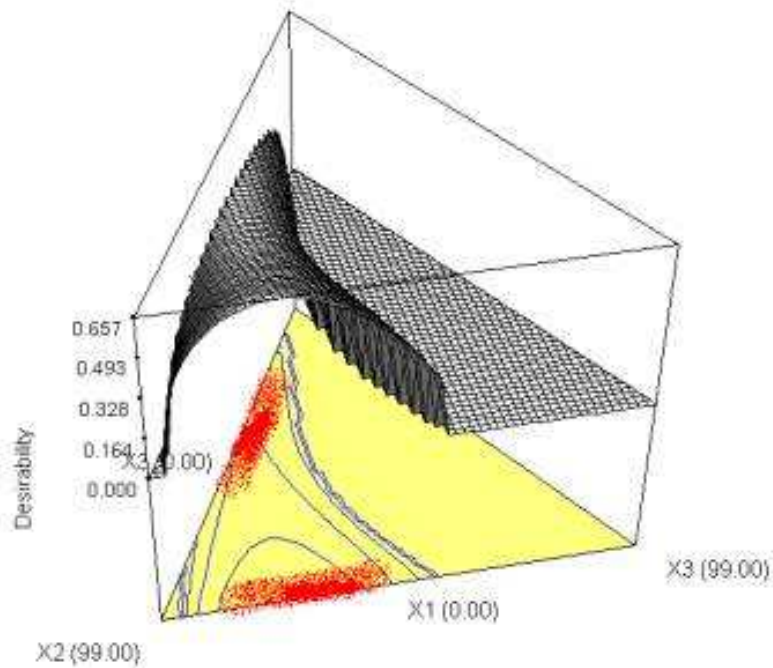
### Solutions

Number	A	B	C	Costo (euro)	Spessore ( $\mu$ )	Sfregamenti (colpi)	Tatto (punteggio)	Durezza (ShA)	Flessioni (cicli)	desiderabilità
1	0.00	72.24	26.76	2.76	3.99	30.48	1.31514	67.2	66047	0.657
2	0.00	79.86	19.14	2.71	0.988	36.25	1.22598	62.3	72951	0.634
3	61.45	37.55	0.00	2.74	-7.16	16.54	1.22170	58.5	31018	0.434
4	67.65	31.35	0.00	2.76	-6.33	17.13	1.25019	60.0	28554	0.424
5	81.36	17.64	0.00	2.81	-4.49	18.56	1.31313	63.9	23471	0.370

**Tabella 2.57 Soluzioni ottenute nell'ottimizzazione**



Viene di seguito riportato il grafico del parametro desiderabilità: le zone di maggior desiderabilità rispetto ai vincoli posti sono evidenziate in rosso.



**Figura 2.17 Desiderabilità**

---

## 9. Conclusioni

Il nostro primo approccio a tecniche D.O.E. può sicuramente ritenersi positivo; nonostante le inevitabili lacune del presente lavoro (vedi ad esempio la mancanza di un criterio per la scelta dei check point), i risultati ottenuti ci consentono di essere fiduciosi nella possibilità di applicare tali metodologie nella nostra realtà di laboratorio sviluppo prodotti. Ci siamo pertanto convinti nell'utilità di avviare alcuni progetti pilota atti a proseguire e approfondire questa prima preliminare esperienza.

---

**SAMIA s.a.s.** (Arzignano) è un'azienda leader nella produzione di prodotti chimici per la rifinitura del cuoio. La gamma di prodotti (oltre seicento) comprende paste base pigmentate, coloranti, agenti filmogeni e ausiliari (modificatori di tatto, penetranti, reticolanti, etc.); ormai da due decenni il punto di forza di SAMIA s.a.s. è la produzione di dispersioni di pigmento ad uso conciario per cui è il maggiore produttore italiano. Una vasta rete commerciale di agenzie e depositi permette a SAMIA s.a.s. di essere presente in tutto il mondo, in modo particolarmente capillare in Estremo Oriente (India, Cina, Thailandia, Korea del Sud, Giappone) e in Sud America (Brasile, Argentina, Uruguay, Perù). L'azienda, certificata dal 1996 secondo la norma UNI EN ISO 9002: 1994, dal 2002 ha un sistema integrato (qualità, ambiente, sicurezza) conforme alle Norme UNI EN ISO 9001: 2000, UNI EN ISO 14001 e alla specifica OHSAS 18001, si sta attualmente preparando ad adottare un approccio Six Sigma DMAIC per lo sviluppo dei processi.

Si ringrazia il Dr. **Daniele Foletto** per la disponibilità fornita alla pubblicazione di questo lavoro sperimentale.



<http://www.statesase.com>



<http://www.sixsigmain.it/>