



Effective DoE Experimentation



Modulo I : Intro to Experimental Design – 3 gg consecutivi - Docente: Maria Pia D'Ambrosio

PreRequisiti : Nessuno.

- OFAT verso Disegno Sperimentale
- Corretta pianificazione di un disegno sperimentale in funzione degli obiettivi e di un possibile budget.
- Capire che prima ancora di utilizzare qualsiasi software e realizzare le prove sperimentali è necessario *saper correttamente disegnare una sperimentazione*
- Interazione di variabili indipendenti
- 2-level designs: Full Factorial, Fractional Factorial, Foldover design
- Randomizzazione, Replicazione, Confusione, Risoluzione, Analisi della Potenza
- Analisi della Varianza, analisi dei residui e (possibile ??) validazione dei risultati
- Accenni alla necessità della trasformazione della risposta
- Ottimizzazione di risposte multiple
- Blocking e accenni split-plot designs

Modulo II : Response Surface and Robust Design – 3 gg consecutivi -Docente: Maria Pia D'Ambrosio

PreRequisiti : Partecipazione al modulo I, o documentata esperienza / formazione sul disegno sperimentale.

- Comparazione e approfondimento delle tecniche di Response Surface design
- Variabili Categoriali: impostazione ed analisi
- Approfondimento delle tecniche di trasformazione e split-plot designs
- Valutazione di un design: quanto accurato deve essere il modello, quali effetti sarò in grado realmente di scoprire, ...
- Robust Design: Approcci ed alternative utili.
- Propagation of Errors
- Accenni all' utilizzo dei risultati di un DoE con proiezione e relazione con altri indicatori statistici (Cp, Cpk, Livello Sigma ecc)
- Disegni industriali: Esemplicazioni e casi pratici reali

Modulo III : Mixture Design + Mixture and Process Design – 3 gg consecutivi -Docente: Maria Pia D'Ambrosio

PreRequisiti : Partecipazione ai moduli I e II, o documentata esperienza / formazione sul disegno sperimentale.

- Mixture designs : miscele semplici, regolari, irregolari.
- Optimal design: configurazione ottimale degli esperimenti, dei constraints, della simmetria di un design
- Mixture and process designs : *capire perchè questa è la tipologia di disegno più completo*
- Disegni industriali: Esemplicazioni e casi pratici reali

Modulo IV : Post DoE Simulation – 3 gg consecutivi -Docente: Maria Pia D'Ambrosio, Franco Anzani

PreRequisiti : Partecipazione ai precedenti moduli.

- Oltre il PoE: Montecarlo Simulation e Tolerance Analysis
- Approfondimento delle tecniche di validazione dei risultati di una sperimentazione
- Utilizzo e simulazione di scenari, loro proiezione e relazione con altri indicatori statistici (Cp, Cpk, Livello Sigma ecc.)
- Ottimizzazione di vincoli di progetti (Capability risultante, Costi)
- DoE virtuali (Esemplicazioni)

La sola partecipazione al primo modulo non può essere esaustiva per una reale preparazione operativa sulle tecniche DoE. Un attestato di partecipazione è previsto unicamente per utenti che abbiano seguito almeno i primi 2 moduli formativi.





Errori tipici nel realizzare una sperimentazione DoE

- Inadeguata (o addirittura assente) pianificazione degli obiettivi e del budget di una sperimentazione DoE
- Restrizioni di tempo → Inadeguata pianificazione degli step di una sperimentazione DoE
- Training minimo o semplicistico → Disegno minimale, errore massimo
- Nessuna valutazione del sistema di misura e mancanza di valutazione a priori dell'errore sperimentale accettabile → Nessuna idea a priori sull'effettiva capacità della sperimentazione di cogliere obiettivi prefissati.
- Inadeguata capacità di analisi degli indicatori di bontà dei modelli (o indisponibilità di tali tecniche in alcuni software per DoE) → Incapacità di scegliere tra diverse possibili soluzioni → *"All models are wrong, but some are useful." George Box*
- Conoscenza marginale delle statistiche complementari al DoE (advanced capability, tests, simulazione) → Capacità marginale di contestualizzare in modo robusto i risultati del DoE in un processo reale.

Statistical Engineering Strategy for Success [source : Geoff Vining (2019 ENBIS-ISEA Webinar)]

- Right Tool, Job, Time, Correctly Applied
- Sustainable Solutions Are!
- Tools Are Not Solutions!

Non siate miopi!

Uno o due giorni di formazione sull'utilizzo del DoE (come è tradizionalmente viene proposto in molti corsi presenti sul mercato), possono al massimo documentarvi sui comandi di un software e forse illustrarvi alcuni semplici esempi fattoriali, scaricando poi tutta la responsabilità ed i costi di una sperimentazione reale sulle vostre spalle.

Non esiste alcun software (*anche il migliore*) che possa assicurare una corretta analisi DoE, se quest'ultima non è stata opportunamente e consapevolmente preparata e ottimizzata in modo robusto. *Questo è il motivo per cui gli sperimentatori devono essere adeguatamente addestrati alle tecniche e non esclusivamente all' utilizzo di un software.*





Corsi web Open o Corporate?

La formazione e i contenuti sono strutturalmente gli stessi per entrambe le tipologie di corso.

Sono di base disponibili tre versioni differenti dei casi didattici e esemplificativi:

- **Ingegneria;**
- **Pharma;**
- **Plastics /Chemistry;**

che vengono utilizzati in funzione della composizione dell'aula (in corsi Open) o della attività principale dell' Azienda Cliente (Corporate).

I corsi Corporate risultano convenienti quando i partecipanti potenziali di una stessa Azienda o Organizzazione sono superiori a cinque e /o quando la formazione deve, a richiesta, essere ulteriormente personalizzata.

Edizioni (software utilizzato)

La formazione è unita alla pratica operativa sugli strumenti da parte dei partecipanti (ovvero sporcarsi le mani con strumenti, modelli e numeri)

I **moduli I e II** sono in genere realizzati utilizzando esclusivamente **un unico tool** statistico tra i seguenti (*):

- **Design Expert;**
- **Minitab;**
- **JMP.**

in funzione dello standard adottato o richiesto dall'Azienda Cliente (**corsi Corporate**) o della Edizione in programmazione al momento nei **corsi Open (vedere la voce Edition)**

Il modulo III è in genere tenuto utilizzando **più tools** contemporaneamente nei **corsi Open** e **mono-tool** nei **corsi Corporate**.

Il modulo IV è sempre realizzato utilizzando i **tre tools** contemporaneamente. In aggiunta può richiedere l'utilizzo di specifici add-on di Excel in funzione degli approfondimenti presentati.

() Licenza operativa o demo temporale*

Servizi opzionali disponibili per Corsi Corporate

- **Registrazione Audio-Video della formazione da lasciare in Azienda;**
- **Personalizzazione delle esemplificazioni in aggiunta ad una delle tre versioni disponibili).** Tipicamente, un training su casi DoE aziendali già attuati o in corso di implementazione;
- **Attività di supporto a progetti DOE business critical - Pianificazione, analisi, interpretazione, ottimizzazione, verifica, simulazione scenari mediante meeting via Web;**
- **DOE for Managers - Seminario indirizzato a managers che hanno in gestione strutture o collaboratori che utilizzano tecniche DoE.**





Technologies, Services, Training for Design of Experiments and Industrial Statistics
Stat- Ease Italian Local Representative, JMP Partner Program, Minitab Consultant Support Programme



< ... Abbiamo apprezzato molto il fatto che sia andata oltre alle formule, cercando di spiegarci bene le idee e la filosofia alla base **in modo tale da promuovere in noi un approccio critico e consapevole al DoE** ... > [Associate Professor - Department of Civil and Industrial Engineering - University of Pisa](#)

< Our feedback on the courses held by Maria Pia at GVGH is very positive. We highly appreciated the courses content and the didactic approach and tools she used to deliver it. Maria Pia's deep knowledge on any aspect of Design Expert, Minitab and statistical methods, combined with her passion and dedication, **made the course a unique opportunity for us to discuss and solve analytical problems we face in our daily work.** We are particularly grateful to Maria Pia for committing herself even beyond the days of the courses, maintaining an open dialogue with us and providing her advices on our attempts to put into practice what she has taught. In summary, her courses have helped us to increase both our knowledge in designing new experiments, and our awareness in interpreting experimental results. > [GVGH Siena](#)

< The DoE course I attended helped me to understand and use DoE to design and analyse experiments dealing with industrial microbiology, in particular in the sector of process optimisation. **The course is really well structured and the examples proposed allowed us to practice with real data.** A particular mention goes to Maria Pia D'Ambrosio, great teacher : she helped me to deal with statistics more than any other person did. > [Docente Microbiologia Industriale - Università di Milano](#)

< Il corso è andato al di là delle aspettative, pur alte. La grande competenza e la disponibilità a personalizzare il rigoroso programma con approfondimenti stimolati dall'uditorio rendono la formazione coinvolgente e immediatamente proficua. **Maria Pia è in grado di spiegare con semplicità i protocolli più complessi "once and for all".** Extra: su DOE e automazione SixSigmaIn è il Dream Team! > [Fresenius Kabi](#)

< ... A special thank goes to ... and to Dr. Franco Anzani and Dr. Maria Pia D'Ambrosio, **whose precepts significantly aided to approach the MDoE philosophy....** > [Cira paper 48th AIAA Aerospace Sciences Meeting](#)

< Ho il piacere di informarvi che il progetto cui avete collaborato è stato accettato dal cliente. **Questo grazie anche all'ottimo lavoro da Voi svolto, per il quale Vi ringraziamo.** > [NW Global Vending](#)





DOE Joke I *... ovvero come NON condurre un disegno degli esperimenti ...*

Pubblicata sul nostro sito sin dall' ottobre 2003

Un pastore stava pascolando il suo gregge di pecore, in un pascolo isolato quando vede avvicinarsi una Mercedes classe C grigia metallizzata, nuova fiammante. Il guidatore, un giovane in un elegante abito Versace, scarpe Gucci, occhiali Ray-Ban e cravatta Yves Saint Laurent, rallenta, si sporge dal finestrino e dice al pastore: *"Se ti dico esattamente quante pecore hai e quanta lana potrai produrre, me ne regali una ?"*

Il pastore guarda l'uomo, poi si volta verso il gregge e risponde con calma: *"Perchè no !"* Lo yuppie posteggia l'auto, tira fuori il suo computer portatile, lo collega al suo cellulare. Mentre attende di connettersi ad Internet, si rivolge al pastore e chiede: *"Ho bisogno di avere una pecora"*. Il pastore risponde: *"Okay, accomodati e scegli quella che ritieni opportuna."*

Il giovane si avvicina al gregge, accarezza alcune pecore, quindi sceglie un animale. Indossa un paio d'occhiali speciali a puntamento laser, collegati al suo PC, scansiona ripetutamente l'animale. Ne realizza un'immagine 3D dalla quale con *TheBestSixSigmaSoft*, - software statistico dell'ultima generazione - calcola il peso, la superficie complessiva, lunghezza media del vello e densità per centimetro / quadrato. Rilascia a questo punto l'animale. Quindi naviga alla pagina della Nasa, seleziona il sistema di navigazione cellulare GPS per avere l'esatta posizione di dove si trova e invia i dati ad un altro satellite della Nasa che scansiona l'area e ne fa una foto ad alta risoluzione. Apre quindi un programma di fotografia digitale ed esporta l'immagine a un laboratorio in Inghilterra, che dopo pochi secondi spedisce una email sul suo palmare confermando che l'immagine è stata elaborata e i dati siano stati memorizzati.

Accede al database MSSQL, e tramite una connessione ODBC, importa i dati in *TheBestSixSigmaSoft*. Seleziona il comando DOE, poi Factorial Design, imposta il design. Preme enter. Pochi secondi dopo stampa una relazione completa di 150 pagine a colori, sulla sua stampante ipertecnologica e miniaturizzata, e rivolgendosi al pastore esclama: *"Tu hai esattamente 1586 pecore e potrai avere 6344 kg di lana."* *"Esatto ! E con 6 tonnellate di lana potrò comprarmi anch'io una Mercedes... Bene, ti meriti la pecora !! "*, dice il pastore guardando il giovane accompagnare l'animale all' auto. Il pastore quindi aggiunge: *"Ehi, se indovino che mestiere fai, mi restituisci la pecora ?"*.

Lo yuppie ci pensa un attimo e dice: *"Okay, perchè no ?"*. *"Sono indeciso ; tu potresti essere o un consulente Lean Six Sigma oppure un trainer di TheBestSixSigmaSoft "* dice il pastore. *"... No, No ... tu sei un consulente Lean Six Sigma !"*, afferma convinto il pastore. *"Caspita, è vero, come hai fatto a indovinare ?"*, chiede il giovane.



"Be', mi pare evidente ... " dice il pastore. "Sei comparso senza che nessuno ti cercasse, vuoi essere pagato per dare una risposta che già conosco, ad una domanda che nessuno ti ha fatto e non capisci nulla del mio lavoro ... E ora restituiscimi il cane! ..."

DOE Joke II *... Edizione 2020 ...*

Sebbene in questi ultimi anni ci sia stata una forte espansione dell'utilizzo delle tecniche DOE, riteniamo che questo approccio semplicistico ed utilitaristico (per chi ? ... chiedetevelo !) sia di fatto ancora dominante. La conseguenza è che, la maggior parte di chi ha avuto una formazione inadeguata e/o limitata, non ne fa poi un effettivo uso operativo a seguito dell'incapacità di ottenere risultati riproducibili e robusti.

