

DISEÑO SEVERO

PALACIOS C. SEVERO
Consultor Metalúrgico

espc02@yahoo.com
Lima – Perú

RESUMEN:

Se ha desarrollado un nuevo diseño de mucha utilidad para los procesos industriales al cual he denominado Diseño Severo.

El Diseño Severo propuesto por el Autor, es una estrategia estadística de n-niveles para ajustar superficies respuestas lineales y no lineales. Este diseño esta formado por los puntos medios de un cubo, al cual se corto las aristas desde el punto central y se estableció como figura geométrica para el presente.

Siendo los puntos rojos de las aristas los puntos factoriales y los puntos blancos los puntos estrellas para un modelo cuadrático n-factorial.

ABSTRACT:

A new design of a lot of utility has been developed for the industrial processes to which I have denominated Severo Design.

The Severe Design proposed by the Author, is a statistical strategy of n-levels to adjust surfaces lineal and not lineal answers. This design this formed by the points means of a cube, to the one which you short the edges from the central point and he settled down like geometric figure for the present.

Being the red points of the edges the factorial points and the white points the points stars for a n-factorial quadratic model.

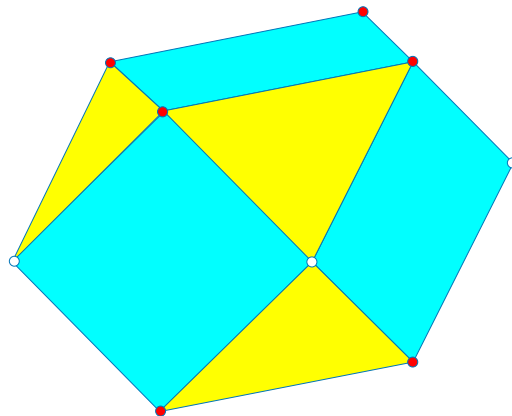


Figura 1. Diseño SEVERO con puntos factoriales, estrella y central

INTRODUCCION:

Observemos que el Diseño SEVERO no tiene puntos en los vértices de la figura creada por los vértices inferiores y superior para cada variable. Esto es ventajoso cuando los puntos en los vértices representan combinaciones de factor-nivel por ser antieconómico e imposible de probar debido a restricciones del proceso.

Los efectos de las interacciones de tercer orden no existen en el presente caso, por estar confundido.

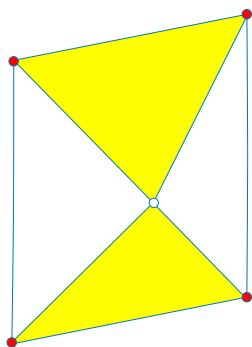
Los diseños descritos son de mucha utilidad en procesos en donde el insumo, personal, y materiales son restringidos, ya que los niveles del proceso se acortan hasta en un cincuenta por ciento, siendo esto muy loable y económico para analizar cualquier investigación.

Se estudian diversos tipos de diseños:

1. Diseño factorial centrado de dos factores
2. Diseño factorial centrado de tres factores
3. Diseño rotatable centrado de dos factores
4. Diseño rotatable espacial de n-factores

El análisis del Diseño Severo se muestra en cada tabla para los diversos diseños ilustrados gráficamente.

DISEÑO FACTORIAL CENTRADO DE DOS FACTORES:



X_1	X_2
-0.5	-0.5
+0.5	-0.5
-0.5	+0.5
+0.5	+0.5
0	0
0	0
0	0

El diseño factorial centrado de dos factores, se crea, al establecer los puntos de los vértices (rojos) y como punto central el vértice (blanco), como podrá notar que los puntos rojos están configurados en el punto medio de un cubo, por lo cual viene a ser el punto central del mismo (± 0.5) y el central (0,0).

De acuerdo a ello podemos visualizar que el punto central no recae directamente en el plano sino que esta formando una campana de Gauss, con lo cual se establece que dicho punto no esta en el plano sino en el espacio.

Esa pequeña diferencia entre el diseño convencional y el diseño presente es una nueva alternativa para demostrar que el punto central nos configura un diseño rotatable directamente.

Ejemplo 1.

En un proceso de electrodeposición de cobre, se procedió a evaluar los factores a tres niveles:

	FACTORES		NIVELES		
			-		+
A: Voltaje (Voltios)			1		3
B: Densidad corriente (A/m ²)			30		40

Prueba	X ₁	X ₂	A	B	Y
1	-0.5	-0.5	1.5	32.5	85
2	+0.5	-0.5	2.5	32.5	86
3	-0.5	+0.5	1.5	37.5	98
4	+0.5	+0.5	2.5	37.5	97
5	0	0	2	35	89
6	0	0	2	35	89
7	0	0	2	35	88

Los valores reales para desarrollar las pruebas experimentales, las obtenemos utilizando la siguiente expresión:

$$X_i = \frac{V_i - a}{b}$$

Los efectos lo analizamos desarrollando la siguiente expresión:

$$A_i = \frac{\sum Y_i}{2^{n-1}}$$

Efectos estimados para Y	
Promedio =	90.2857
A : X1 =	0
B : X2 =	6
AB =	-0.25

Interpretación de los efectos¹:

Si visualizamos los signos de los efectos **A** y **B**, notamos que ambos son **positivos**, por lo tanto están en su nivel **mínimo**, por lo cual deberán ser **maximizado**, es decir que ambos factores son **variables**, y deberán ser optimizados y establecidos sus rangos de trabajo óptimo.

En este caso solamente estamos **evaluando** y no así optimizando, para desarrollar la optimización deberá seguirse otro camino, el cual será desarrollado en el próximo acápite.

¹Análisis de signos de los coeficientes de los efectos, según el caso:

a) Caso Maximización:

- (+) *Indica que la variable se encuentra al nivel **mínimo** y debe ser maximizado hasta el óptimo y establecer su rango de trabajo.*
- (-) *Indica que el factor ya no es una variable, por lo tanto viene a ser una constante en el proceso, por lo que se encuentra en el nivel máximo y debe mantenerse como tal.*

b) Caso Minimización

- (+) *Indica que el factor ya no es una variable, por lo tanto viene a ser una constante en el proceso, por lo que se encuentra en el nivel máximo y debe mantenerse como tal.*
- (-) *Indica que la variable se encuentra al nivel **mínimo** y debe ser maximizado hasta el óptimo y establecer su rango de trabajo.*

Tercero: a fin de ver la influencia de los factores, se analiza la interacción² de los factores, quiere decir si, existe cruce de información entre los factores y a la vez estos puedan controlarse de una manera independiente a fin de manipular el proceso.

Interpretación de la interacción³:

Notamos que el signo de la interacción **AB** es **negativo**, esto nos indica que **no existe interacción**, lo cual lo hemos deducido al visualizar que no existe intersección entre los valores numéricos, por lo tanto no existe significancia entre los factores en estudio.

a) Caso Maximización:

- (+) *Indica que sí existe interacción entre las variables, uno depende del otro.*
- (-) *Indica que no existe interacción entre las variables.*

b) Caso Minimización

- (+) *Indica que no existe interacción entre las variables.*
- (-) *Indica que sí existe interacción entre las variables, uno depende del otro.*

Para corroborar los análisis desarrollados es que aplicamos el Análisis de Varianza del proceso.

Para desarrollar la Suma de Cuadrados de los factores e interacciones se deberá desarrollar la siguiente relación:

$$SCA_i = \frac{[2^{n-1} EfectoA_i]^2}{2^n}$$

² Es importante que no exista interacción, y de esa manera podamos trabajar con los factores principales.

³ Análisis de signos de los coeficientes de las interacciones, según el caso:

Obteniéndose los valores, los cuales están incluidos en la tabla.

Análisis de varianza para Y					
Fuente	SC	GL	CM	F-exp.	F-tab. (99%)
A: X1	0	1	0	0	<98.5
B: X2	36	1	36	108	>98.5
AB	0.0625	1	0.0625	0.1875	<98.5
Error	0.6666	2	0.3333		
Total	36.7291	5			

R² (%) = 98.185

Análisis de varianza para Y

El que tiene mayor significancia es **B**, seguido de **A** para un coeficiente de correlación del 98.185%.

En el mismo cuadro notamos el valor del CM (cuadrado medio del Error) es 0.3333, el cual viene a ser la **varianza del error**, dicho valor es menor que uno por lo cual la variabilidad de los datos es bastante adecuado para el trabajo realizado.

El cálculo de la **Suma de Cuadrados del Total** se desarrolla mediante la siguiente relación:

$$SC_{Total} = \sum Y_i^2 - \frac{[\sum Y_i]^2}{N}$$

La suma de cuadrados del total nos sirve para comprobar que los valores: suma de cuadrados de los factores e interacciones, más el error deben ser igual a dicho valor numérico.

El valor de **F** de tabla para un 99% de significancia es 98.5, vemos que el F-experimental del factor principal **B** es mayor por lo tanto dicho factor es significativo, por lo que se corrobora que dicho efecto principal está en su mínimo debiendo ser maximizados y a la vez ambos son variables en el proceso.

Siendo el modelo matemático⁴ para el presente análisis:

$$Y = -21.7143 + 14.0*A + 3.2*B - 0.4*A*B$$

La constante del modelo matemático, viene a ser el promedio de los valores del vector respuesta, así mismo es el valor inicial del proceso en estudio, el signo negativo de la constante nos indica que esta en el **máximo** y debe ser minimizado.

⁴ Análisis de signos de la constante del modelo matemático, según el caso:

a) Caso Maximización:

(+) *Indica que dicho valor es el inicio del proceso y se encuentra en su **mínimo** y debe ser maximizado hasta el óptimo.*

(-) *Indica que es el **máximo** valor del vector respuesta, no se puede subir sobre dicho valor, más al contrario se puede bajar.*

b) Caso Minimización

(+) *Indica que es el **máximo** valor del vector respuesta, no se puede subir sobre dicho valor, más al contrario se puede bajar.*

(-) *Indica que dicho valor es el inicio del proceso y se encuentra en su **mínimo** y debe ser maximizado hasta el óptimo.*

En el modelo matemático también podemos visualizar que la interacción es negativa, o sea que no tiene influencia en el proceso. Además podemos visualizar que los factores principales son positivos tal como se visualizo en el análisis de los factores principales.

Interpretación del modelo matemático:

Si **A** y **B** son iguales a cero, entonces el modelo será igual a la constante, si visualizamos el signo de dicha constante notamos que es negativo, lo cual nos indica que esta en su máximo y debe minimizarse.

Maximización Y

Valor óptimo = 104.286

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
A	1.0	3.0	1.0
B	30.0	40.0	40.0

El punto óptimo del presente proceso viene establecido por la tendencia de la hipótesis planteada en un principio, siendo esto que **A** está en el máximo debe de minimizarse, y **B** debe de maximizarse, ósea que ambos son variables y su tendencia es bajar de nivel y avanzar al mínimo.