

5.2 Resolución de problemas

Para poder atacar los problemas con la filosofía de Taguchi, debemos tener en cuenta el siguiente procedimiento y aplicarlo correctamente.

1. **ESTUDIO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**
2. **DETERMINACIÓN Y DEFINICIÓN DEL OBJETIVO BUSCADO**
3. **LLUVIA DE IDEAS PARA POSIBLES SOLUCIONES**
4. **DISEÑO DEL EXPERIMENTO**
5. **GENERACIÓN Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO PARA OBTENER DATOS**
6. **ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA**
7. **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**
8. **EJECUTAR NUEVO EXPERIMENTO Y/O CORRIDA CONFIRMATORIA**
9. **ELABORAR REPORTE COMPARATIVO**

Este procedimiento es general y puede aplicarse a cualquier proceso con características cualitativas y/o cuantitativas, en el método de Taguchi y principalmente en el paso 4 (Diseño del Experimento) se utilizan arreglos ortogonales predeterminados que tienen la siguiente convención:

$$L_e (a^c)$$

En donde (e) es el número de corridas experimentales, (a) es el número de niveles para cada efecto o factor (se pueden incluir algunas interacciones de interés) y (c) es el número de columnas en el arreglo ortogonal.

Se han desarrollado dos series de arreglos ortogonales, la que considera dos niveles por efecto o factor (**a = 2**), y la que considera tres niveles por efecto o factor (**a = 3**). La serie **a=2**, proviene de un sistema **2^k** y la serie **a=3** proviene de un sistema **3^k**.

Los arreglos **L₄**, **L₈**, **L₁₂**, **L₁₆**, **L₂₀**, **L₂₄**, **L₂₈** y **L₃₂** son de dos niveles por efecto o factor; los arreglos **L₉** y **L₂₇** son de tres niveles por efecto o factor, y el arreglo **L₁₈** es un arreglo ortogonal especial combinado (una columna tiene dos niveles y siete columnas tienen tres niveles), se muestran a continuación:

L₄ (2³) L₈ (2⁷) L₉ (3⁴) NO USARLO EN INTERACCIONES

L ₄	1	2	3		L ₈	1	2	3	4	5	6	7		L ₉	1	2	3	4
1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1
2	1	2	2		2	1	1	1	2	2	2	2		2	1	2	2	2
3	2	1	2		3	1	2	2	1	1	2	2		3	1	3	3	3
4	2	2	1		4	1	2	2	2	2	1	1		4	2	1	2	3
					5	2	1	2	1	2	1	2		5	2	2	3	1
					6	2	1	2	2	1	2	1		6	2	3	1	2
					7	2	2	1	1	2	2	1		7	3	1	3	2
					8	2	2	1	2	1	1	2		8	3	2	1	3
														9	3	3	2	1

L_{12} (2^{11}) NO USARLO EN INTERACCIONES

L_{12}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2
4	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	2
5	1	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1
6	1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	1
7	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	1
8	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2
9	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1
10	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2
11	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2
12	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1

L_{16} (2^{15})

L_{16}	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2
4	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
5	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2
6	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1
7	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1
8	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2
9	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
10	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1
11	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1
12	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2
13	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1
14	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2
15	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2
16	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1

$L_{18}(2^1 \times 3^7)$ NO USARLO EN INTERACCIONES

L_{18}	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	2	2	2	2	2	2
3	1	1	3	3	3	3	3	3
4	1	2	1	1	2	2	3	3
5	1	2	2	2	3	3	1	1
6	1	2	3	3	1	1	2	2
7	1	3	1	2	1	3	2	3
8	1	3	2	3	2	1	3	1
9	1	3	3	1	3	2	1	2
10	2	1	1	3	3	2	2	1
11	2	1	2	1	1	3	3	2
12	2	1	3	2	2	1	1	3
13	2	2	1	2	3	1	3	2
14	2	2	2	3	1	2	1	3
15	2	2	3	1	2	3	2	1
16	2	3	1	3	2	3	1	2
17	2	3	2	1	3	1	2	3
18	2	3	3	2	1	2	2	1

L₂₀ (2¹⁹) NO USARLO EN INTERACCIONES

L ₂₀	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
3	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	
4	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	
5	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1	
6	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1	2	
7	1	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	
8	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	
9	1	2	2	2	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	
10	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2	
11	2	1	2	1	1	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	
12	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	
13	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	
14	2	1	2	2	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	2	1	1	
15	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	
16	2	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2	
17	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	
18	2	2	1	1	2	1	1	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	
19	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	
20	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	

L₂₄ (2²³) NO USARLO EN INTERACCIONES

L ₂₄	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
4	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2
5	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1
6	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2
7	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	1
8	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	2	1
9	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2
10	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	1	1
11	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1	2
12	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1
13	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	1	2
14	2	1	1	2	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1
15	2	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1
16	2	1	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	1
17	2	1	2	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	2
18	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2
19	2	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2
20	2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	2	2
21	2	2	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1
22	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1
23	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	2
24	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	2	1

Estos arreglos ortogonales no fueron específicamente desarrollados por Taguchi, por ejemplo, el L_8 es un factorial fraccionario del tipo 2_{III}^{7-2} así algunos otros son:

L_9 es factorial fraccionario 3^{4-2}_{III}

L_{12} es Diseño Plackett Burman

L_{16} es factorial fraccionario 2^{15-11}_{III}

Cada una de las columnas de los arreglos ortogonales, se asocia con un efecto en estudio (factor o interacción), para asignar correctamente las columnas que deben corresponder a cada interacción de interés en el estudio es necesario colocar primero los factores en estudio e inmediatamente después colocar su interacción de interés conforme a la siguiente tabla estándar de interacciones para sistemas 2^C . Ésta es válida para L_4 , L_8 y L_{16} .

NOTA: Los efectos parcialmente confundidos se han omitido.

Efecto	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A		C	B	E	D	G	F	I	H	K	J	M	L	O	N
B	C		A	F	G	D	E	J	K	H	I	N	O	L	M
C	B	A		G	F	E	D	K	J	I	H	O	N	M	L
D	E	F	G		A	B	C	L	M	N	O	H	I	J	K
E	D	G	F	A		C	B	M	L	O	N	I	H	K	J
F	G	D	E	B	C		A	N	O	L	M	J	K	H	I
G	F	E	D	C	B	A		O	N	M	L	K	J	I	H
H	I	J	K	L	M	N	O		A	B	C	D	E	F	G
I	H	K	J	M	L	O	N	A		C	B	E	D	G	F
J	K	H	I	N	O	L	M	B	C		A	F	G	D	E
K	J	I	H	O	N	M	L	C	B	A		G	F	E	D
L	M	N	O	H	I	J	K	D	E	F	G		A	B	C
M	L	O	N	I	H	K	J	E	D	G	F	A		C	B
N	O	L	M	J	K	H	I	F	G	D	E	B	C		A
O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	

La utilización de la tabla anterior, representa las relaciones posicionales de los factores, por ejemplo: Si las columnas (1 y 2) son utilizadas para los factores A y B en estudio y es de interés en el estudio la interacción AB, ésta la colocaremos en la columna (3) ya que el cruce renglón A con columna B, se encuentra la letra C.

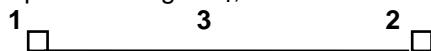
Otro ejemplo: Si en las columnas (8 y 10) tenemos ubicados factores los cuales nos interesa estudiar su interacción, entonces reservaremos la columna (2) para ubicar la interacción.

Otro ejemplo: Si en las columnas (5 y 10) tenemos ubicados factores los cuales nos interesa estudiar su interacción, entonces reservaremos la columna (15) para su interacción correspondiente.

5.2.1 Gráficas Lineales

Para la identificación de las posiciones de los factores y algunas interacciones en estudio de la tabla anterior, comúnmente utilizamos gráficas en línea recta, en las cuales cada **NODO** corresponde a un **FACTOR** y cada **LINEA** entre dos nodos corresponde a la **INTERACCIÓN** entre esos dos factores.

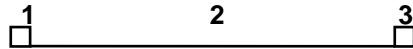
Así para el arreglo L_4 , tenemos:



Columna 1: Colocar Factor A

Columna 2: Colocar Factor B

Columna 3: Colocar Interacción AB



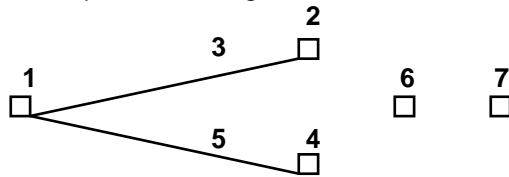
Columna 1: Colocar Factor A
Columna 2: Colocar Interacción AB
Columna 3: Colocar Factor B



Columna 1: Colocar Interacción AB
Columna 2: Colocar Factor A
Columna 3: Colocar Factor B

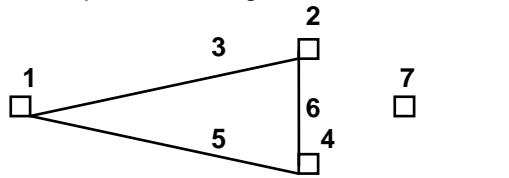
NOTA: Las 3 son válidas, analizar la tabla anterior.

Si deseamos estudiar 5 factores y dos interacciones, A, B, C, D, E, AB y AC, entonces la gráfica lineal puede corresponder a la siguiente:



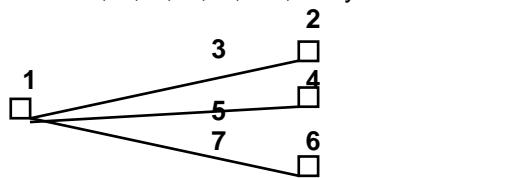
Columna 1: Factor A
Columna 2: Factor B
Columna 3: Interacción AB
Columna 4: Factor C
Columna 5: Interacción AC
Columna 6: Factor D
Columna 7: Factor E

Si deseamos estudiar 4 factores y tres interacciones, A, B, C, D, AB, AC y BC, entonces la gráfica lineal puede corresponder a la siguiente:



Columna 1: Factor A
Columna 2: Factor B
Columna 3: Interacción AB
Columna 4: Factor C
Columna 5: Interacción AC
Columna 6: Interacción BC
Columna 7: Factor D

O bien, A, B, C, D, AB, AC y AD



Columna 1: Factor A
Columna 2: Factor B
Columna 3: Interacción AB
Columna 4: Factor C
Columna 5: Interacción AC
Columna 6: Factor D
Columna 7: Interacción AD