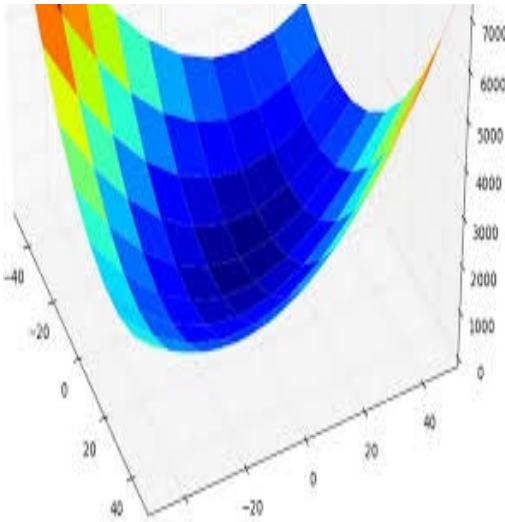


“Diseños 2 a la k replicados” (DOE)



Instructor: Dr. Porfirio Gutiérrez González
pgutierrezglez@gmail.com

DISEÑOS FACTORIALES 2^k

- ❑ Los diseños factoriales son ampliamente utilizados en experimentos en los que intervienen varios factores y cada factor tiene solo 2 niveles.

Si se tiene 2 factores: Factor A, Factor B.

Factor A: $\begin{cases} \text{nivel bajo} \\ \text{nivel alto} \end{cases}$

Factor B: $\begin{cases} \text{nivel bajo} \\ \text{nivel alto} \end{cases}$

$\text{nivel bajo} = - \text{ó} - 1$ $\text{nivel alto} = + \text{ó} 1$

Factor A: $\begin{cases} - \text{ó} - 1 \\ + \text{ó} 1 \end{cases}$ Factor B: $\begin{cases} - \text{ó} - 1 \\ + \text{ó} 1 \end{cases}$

$2^2 = 4$ COMBINACIONES

FACTOR A	FACTOR B
-	-
+	-
-	+
+	+

DISEÑOS FACTORIALES 2^k

Si se tiene 3 factores: Factor A, Factor B, Factor C.

Factor A: $\begin{cases} - \\ + \end{cases}$

Factor B: $\begin{cases} - \\ + \end{cases}$

Factor C: $\begin{cases} - \\ + \end{cases}$

$2^3 = 8$ *COMBINACIONES*

FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C
-	-	-
+	-	-
-	+	-
+	+	-
-	-	+
+	-	+
-	+	+
+	+	+

DISEÑOS FACTORIALES 2^K

FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C	FACTOR D
-	-	-	-
+	-	-	-
-	+	-	-
+	+	-	-
-	-	+	-
+	-	+	-
-	+	+	-
+	+	+	-
-	-	-	+
+	-	-	+
-	+	-	+
+	+	-	+
-	-	+	+
+	-	+	+
-	+	+	+
+	+	+	+

Si se tiene 4 factores:

Factor A: {⁻₊

Factor B: {⁻₊

Factor C: {⁻₊

Factor D: {⁻₊

$2^4 = 16$ COMBINACIONES

$2^2 = 4$ *COMBINACIONES*

CODIGO	FACTOR A	FACTOR B
(1)	-	-
a	+	-
b	-	+
ab	+	+

$2^3 = 8$ *COMBINACIONES*

CODIGO	FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C
(1)	-	-	-
a	+	-	-
b	-	+	-
ab	+	+	-
c	-	-	+
ac	+	-	+
bc	-	+	+
abc	+	+	+

CODIGO	FACTOR A	FACTOR B	FACTOR C	FACTOR D
(1)	-	-	-	-
a	+	-	-	-
b	-	+	-	-
ab	+	+	-	-
c	-	-	+	-
ac	+	-	+	-
bc	-	+	+	-
abc	+	+	+	-
d	-	-	-	+
ad	+	-	-	+
bd	-	+	-	+
abd	+	+	-	+
cd	-	-	+	+
acd	+	-	+	+
bcd	-	+	+	+
abcd	+	+	+	+

Ejemplo diseño 2 a la k

Un ingeniero está interesado en el efecto que tiene la rapidez de corte (factor A), la configuración (factor B) y el ángulo de corte (factor C) sobre la resistencia de una herramienta. Se eligen dos niveles de cada factor y se realiza un diseño factorial con dos replicas. Los resultados se muestran a continuación:

Combinación	A	B	C	replica I	replica II
(1)	-	-	-	18.2	18.9
a	+	-	-	27.2	24.0
b	-	+	-	15.9	14.5
ab	+	+	-	41.0	43.9
c	-	-	+	12.9	14.4
ac	+	-	+	22.4	22.5
bc	-	+	+	15.1	14.2
abc	+	+	+	36.3	39.9

Variable de respuesta: Resistencia de una herramienta

Factores controlados:

Rapidez de corte (A)

Configuración (B)

Angulo de Corte (C)

Hipótesis:

H₀:No influye la rapidez de corte en la resistencia de una herramienta.

H_a:Si influye la rapidez de corte en la resistencia de una herramienta.

H₀:No influye la configuración en la resistencia de una herramienta.

H_a:Si influye la configuración en la resistencia de una herramienta.

H₀:No influye el ángulo de corte en la resistencia de una herramienta.

H_a:Si influye el ángulo de corte en la resistencia de una herramienta

Ho: No hay efecto de interacción entre la rapidez de corte y la configuración en la resistencia de una herramienta.

Ha: Si hay efecto de interacción entre la rapidez de corte y la configuración en la resistencia de una herramienta.

Ho: No hay efecto de interacción entre la rapidez de corte y el ángulo de corte en la resistencia de una herramienta.

Ha: Si hay efecto de interacción entre la rapidez de corte y el ángulo de corte en la resistencia de una herramienta.

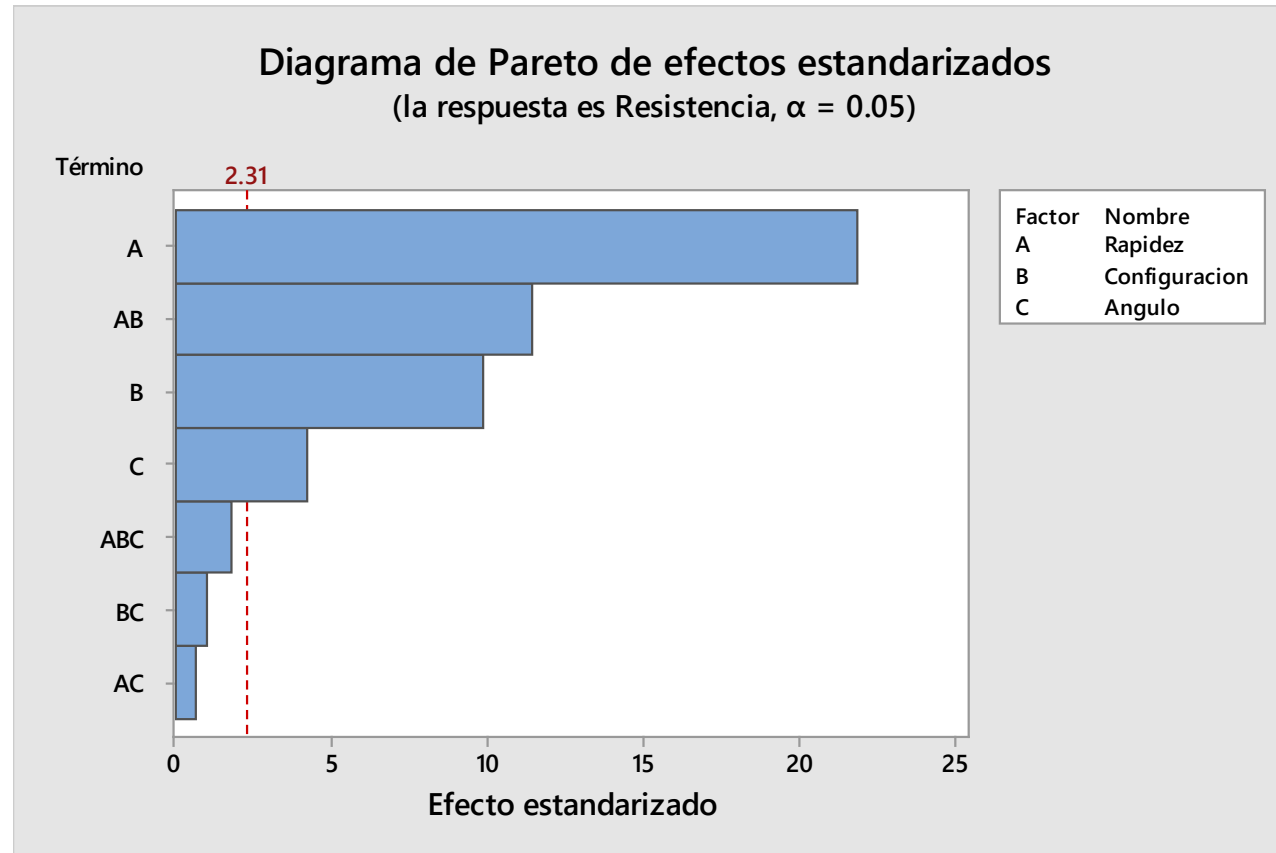
Ho: No hay efecto de interacción entre la configuración y el ángulo de corte en la resistencia de una herramienta.

Ha: Si hay efecto de interacción entre la configuración y el ángulo de corte en la resistencia de una herramienta.

Ho: No hay efecto de interacción entre la rapidez de corte, la configuración y el ángulo de corte en la resistencia de una herramienta.

Ha: Si hay efecto de interacción entre la rapidez de corte, la configuración y el ángulo de corte en la resistencia de una herramienta.

PARETO NORMAL



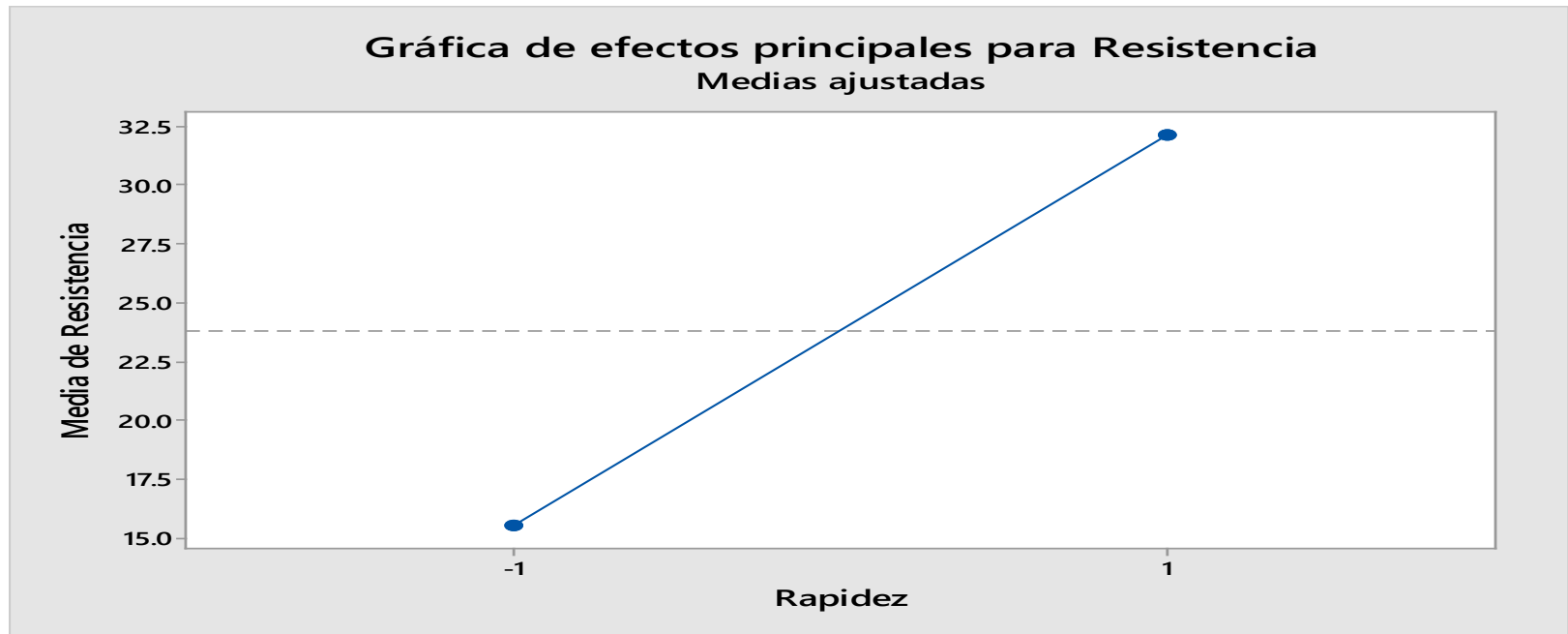
Efectos más importantes: A:Rapidez, interacción AB, B:Configuración

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
A:Rapidez	1107.23	1	1107.23	477.12	0.0000
B:Configuracion	227.256	1	227.256	97.93	0.0000
C:Angulo	41.9256	1	41.9256	18.07	0.0028
AB	303.631	1	303.631	130.84	0.0000
AC	1.05063	1	1.05063	0.45	0.5200
BC	2.48063	1	2.48063	1.07	0.3314
ABC	7.70063	1	7.70063	3.32	0.1060
Total error	18.565	8	2.32063		
Total	1709.83	15			

Son Significativos los efectos de la rapidez de corte (A), la configuración(B), el ángulo de corte(C) , y la interacción de la rapidez y la configuración(AB), con una confianza estadística del 95%.

GRAFICAS DE EFECTOS: Factor Rapidez de Corte

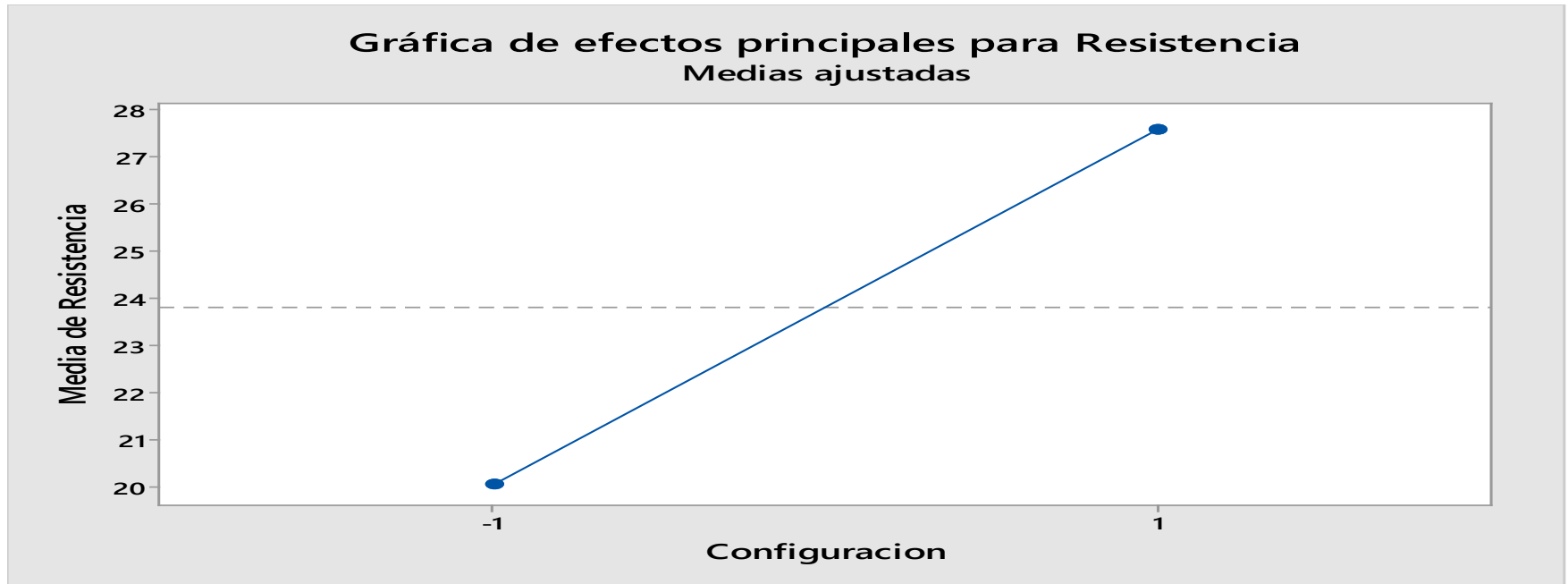
Nivel	media
-	15.51
+	32.15



EXISTE UN EFECTO POSITIVO: Cuando se cambia de nivel bajo a nivel alto, se obtiene mayor resistencia. Se recomienda el nivel alto de la rapidez de corte para maximizar la resistencia.

GRAFICAS DE EFECTOS: Factor Configuración

Nivel	media
-	20.06
+	27.6

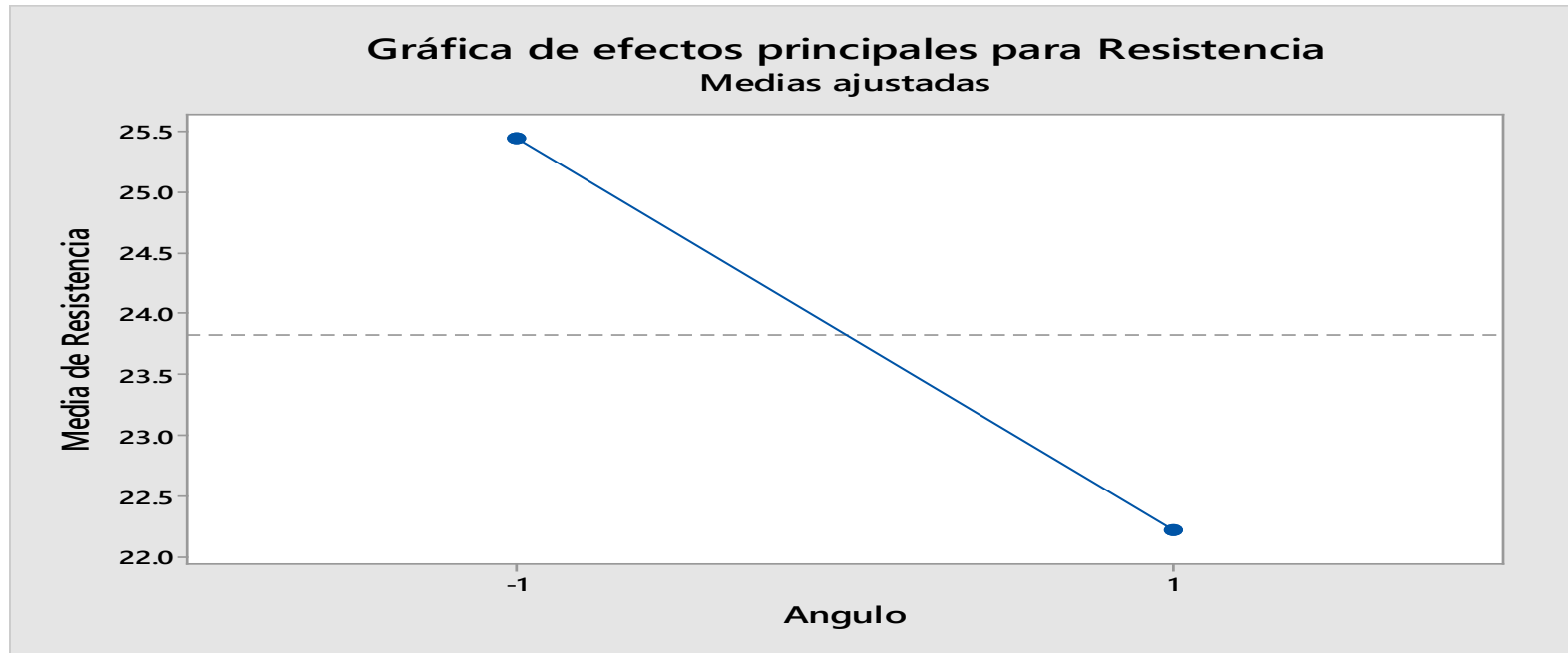


EXISTE UN EFECTO POSITIVO: Cuando se cambia de nivel bajo a nivel alto, se incrementa la resistencia de la herramienta. Para maximizar la resistencia de la herramienta se recomienda el nivel alto de configuración.

GRAFICAS DE EFECTOS:

Factor Angulo

Nivel	media
-	25.45
+	22.21



EXISTE UN EFECTO NEGATIVO: Cuando se cambia de nivel bajo a nivel alto, disminuye la resistencia de la herramienta. Para maximizar la resistencia de la herramienta se recomienda el nivel bajo del ángulo de corte.

**CONCLUSIONES DE LAS GRAFICAS DE EFECTOS:
RAPIDEZ DE CORTE (FACTOR A):**

EXISTE UN EFECTO POSITIVO: Cuando se cambia de nivel bajo a nivel alto, se incrementa la resistencia de la herramienta. Para maximizar la resistencia de la herramienta se recomienda el nivel alto de configuración.

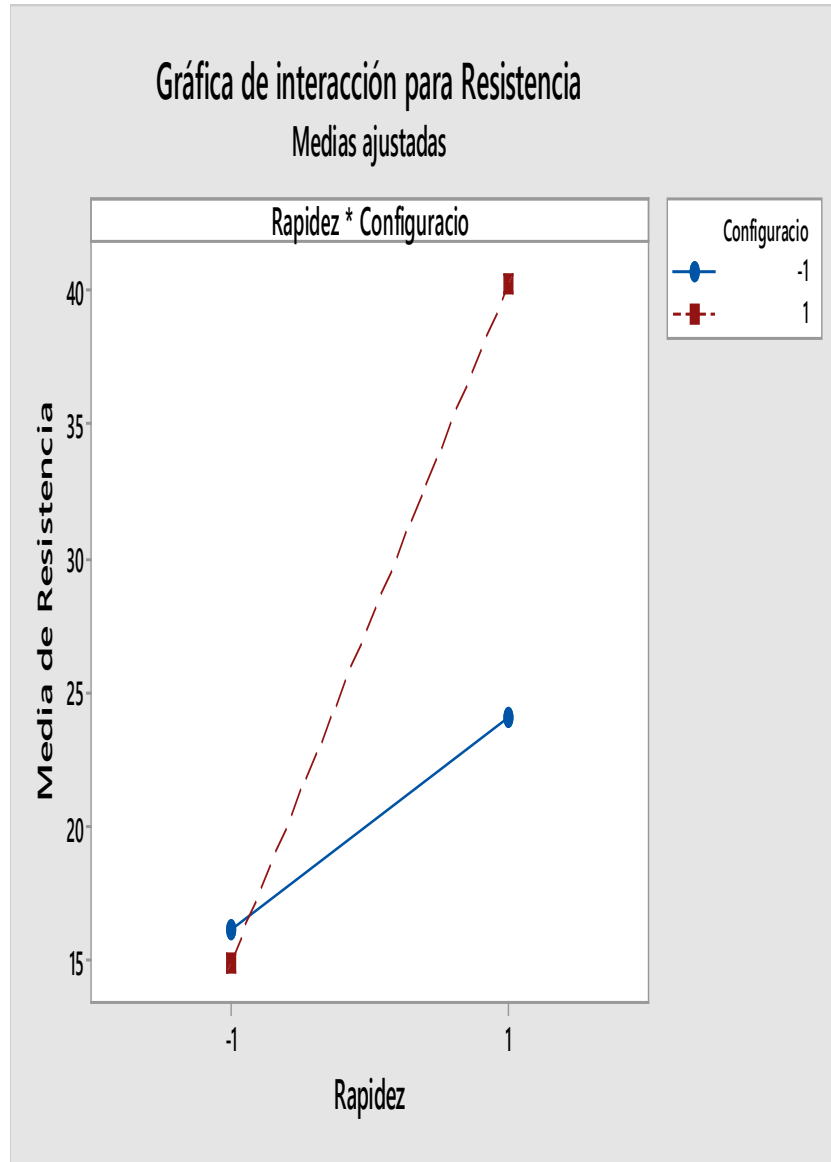
CONFIGURACION (FACTOR B):

EXISTE UN EFECTO POSITIVO: Cuando se cambia de nivel bajo a nivel alto, se incrementa la resistencia de la herramienta. Para maximizar la resistencia de la herramienta se recomienda el nivel alto de configuración.

ANGULO DE CORTE (FACTOR C):

EXISTE UN EFECTO NEGATIVO: Cuando se cambia de nivel bajo a nivel alto, disminuye la resistencia de la herramienta. Para maximizar la resistencia de la herramienta se recomienda el nivel bajo del ángulo de corte.

GRAFICA DE INTERACCIONES



- ☐ Si el proceso se fija en el nivel bajo de la rapidez de corte y se cambia de nivel bajo a nivel alto de la configuración no hay un cambio en la resistencia de la herramienta.
- ☐ Si el proceso se fija en el nivel alto de la rapidez de corte y se cambia de nivel bajo a nivel alto en la configuración, se incrementa la resistencia de la herramienta.
- ☐ Para maximizar la resistencia de la herramienta se recomienda el nivel alto de la rapidez de corte y el nivel alto de la configuración.

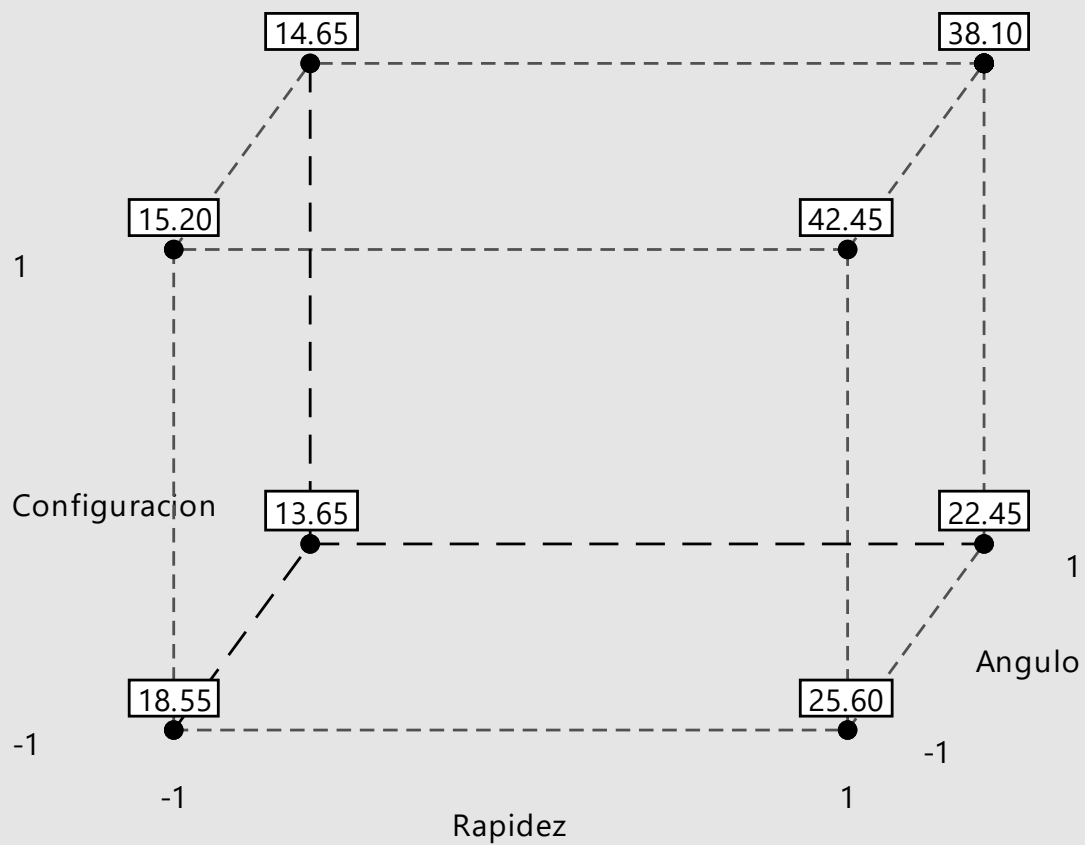
CONCLUSION Y RECOMENDACION:

- ❑ Con base a los resultados anteriores, se puede concluir que:
- ❑ Los efectos significativos son: La rapidez del corte, la configuración, el ángulo de corte y la interacción de la rapidez de corte y la configuración.
- ❑ Para maximizar la resistencia de la herramienta se recomienda el nivel alto de la rapidez de corte, el nivel alto de la configuración y el nivel bajo de el ángulo de corte.

Modelo Matemático

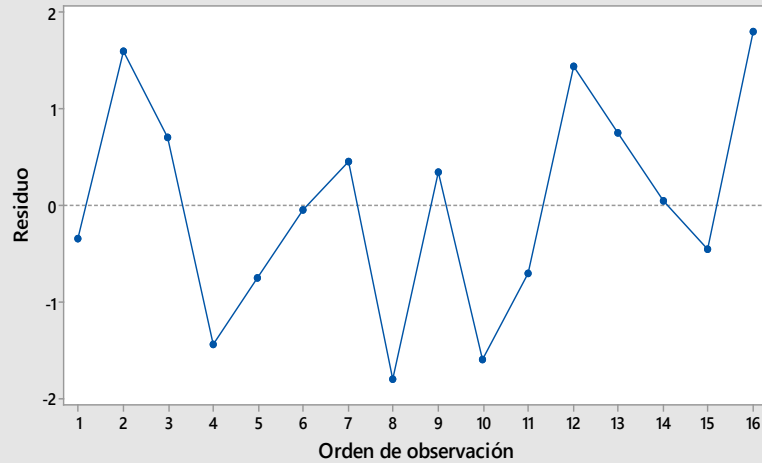
$$\text{Resistencia} = 23.8312 + 8.31875 * \text{Rapidez} + 3.76875 * \text{Configuración} - 1.61875 * \text{Angulo} + 4.35625 * \text{Rapidez} * \text{Configuración} - 0.25625 * \text{Rapidez} * \text{Angulo} + 0.39375 * \text{Configuración} * \text{Angulo} - 0.69375 * \text{Rapidez} * \text{Configuración} * \text{Angulo}$$

Gráfica de cubos (medias ajustadas) de Resistencia

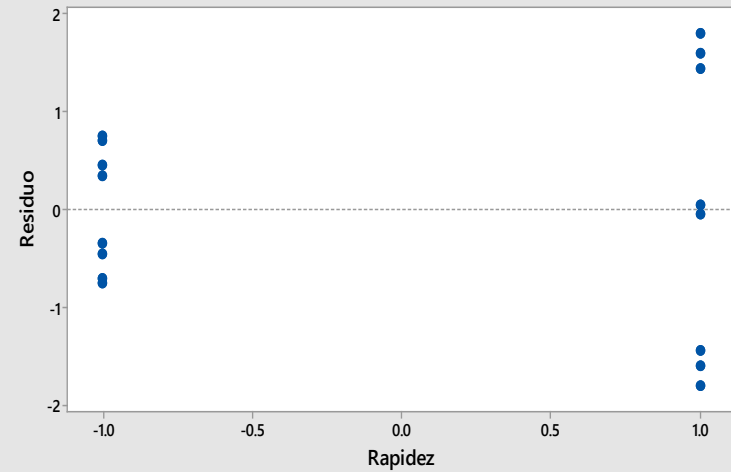


Supuestos

vs. orden
(la respuesta es Resistencia)



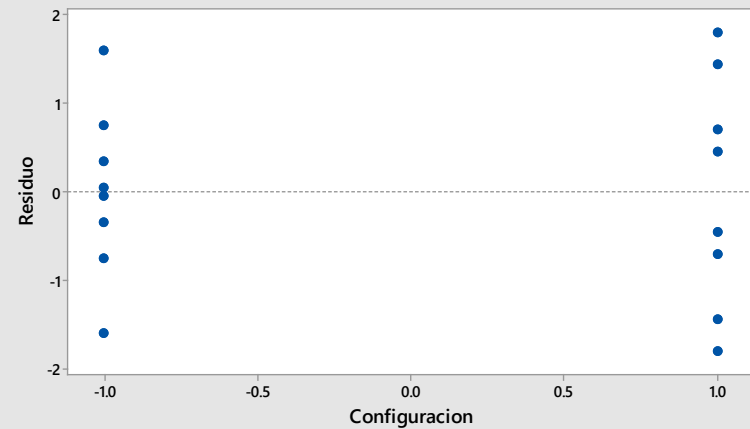
Residuos vs. Rapidez
(la respuesta es Resistencia)



Residuos vs. Angulo
(la respuesta es Resistencia)



Residuos vs. Configuración
(la respuesta es Resistencia)



Gráfica de probabilidad normal (la respuesta es Resistencia)

