
	Verificación RR Anova MSA4 VFCalibre		
	Revisión: 0	Fecha: 22/12/2023	Hoja: 1 / 21


Tabla de contenido

Tabla de contenido	1
Historial de revisiones.....	2
Datos de la verificación	3
OBJETO.....	4
ALCANCE	4
PRUEBAS PARA REALIZAR.....	4
Con control estadístico del proceso.....	4
Con control de conformidad del producto	7
Con Interacción significativa	9
Sin variaciones.....	12
Números consecutivos	15
Ejemplo de dos pruebas por operario.....	18

	Verificación RR Anova MSA4 VFCalibre		
	Revisión: 0	Fecha: 22/12/2023	Hoja: 2 / 21

Historial de revisiones

Rev.	Autor / Fecha	Revisado / Fecha	Observaciones
0	Jordi Marín	Juan Rodríguez	Versión inicial. Parte de la versión 7.6.
	22/12/2023	04/01/2024	

	Verificación RR Anova MSA4 VFCalibre		
	Revisión: 0	Fecha: 22/12/2023	Hoja: 3 / 21

Datos de la verificación

Realizada por:

Fecha:


Verificada por:

Fecha:

Versión de VF Calibre:

Sistema operativo:

Versión de MS Excel:

	Verificación RR Anova MSA4 VFCalibre		
	Revisión: 0	Fecha: 22/12/2023	Hoja: 4 / 21

OBJETO

Verificar el formato de hoja de datos EXCEL para el cálculo de R & R por ANOVA según la versión 4 de MSA.

ALCANCE

El formato R & R por variables con Anova del MSA 4 definido por ELECSOFT.

PRUEBAS PARA REALIZAR

A continuación, se encuentran las pruebas a realizar para verificar este formato. Véase también el documento interno de notas sobre los métodos y cálculos del MSA 4.

Con control estadístico del proceso

La prueba para realizar es introducir los mismos valores de ejemplo que proporciona el manual de MSA 4 y comprobar que los resultados son los mismos.

Dichos resultados deben ser:

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad											N°
Estudio R&R por el método de la Media y el Rango:											
Código:						N° de serie:					
Fabricante:						Modelo:					
Datos generales del estudio											
Característica:						Cond. ambientales:			Temperatura: 20 ± 5 °C		
Especificación:									Humedad: 50 ± 5%		
Operaciones previas al estudio											
<input checked="" type="checkbox"/> El estado general del instrumento es correcto											
Datos del estudio											
Marcar el tipo de análisis del sistema de medida:											
Operario A:						<input checked="" type="radio"/> Control estadístico del proceso			<input type="radio"/> Control de conformidad del producto		
Operario B:											
Operario C:									Tolerancia total:		
OPERARIO/ PRUEBA#	PIEZAS										MEDIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. A 1	0,2900	-0,5600	1,3400	0,4700	-0,8000	0,0200	0,5900	-0,3100	2,2600	-1,3600	0,1940
2. 2	0,4100	-0,6800	1,1700	0,5000	-0,9200	-0,1100	0,7500	-0,2000	1,9900	-1,2500	0,1660
3. 3	0,6400	-0,5800	1,2700	0,6400	-0,8400	-0,2100	0,6600	-0,1700	2,0100	-1,3100	0,2110
4. Media	0,4467	-0,6067	1,2600	0,5367	-0,8533	-0,1000	0,6667	-0,2267	2,0867	-1,3067	Xa = 0,19033
5. Rango	0,3500	0,1200	0,1700	0,1700	0,1200	0,2300	0,1600	0,1400	0,2700	0,1100	Ra = 0,1840
6. B 1	0,0800	-0,4700	1,1900	0,0100	-0,5600	-0,2000	0,4700	-0,6300	1,8000	-1,6800	0,0010
7. 2	0,2500	-1,2200	0,9400	1,0300	-1,2000	0,2200	0,5500	0,0800	2,1200	-1,6200	0,1150
8. 3	0,0700	-0,6800	1,3400	0,2000	-1,2800	0,0600	0,8300	-0,3400	2,1900	-1,5000	0,0890
9. Media	0,1333	-0,7900	1,1567	0,4133	-1,0133	0,0267	0,6167	-0,2967	2,0367	-1,6000	Xb = 0,06833
10. Rango	0,1800	0,7500	0,4000	1,0200	0,7200	0,4200	0,3600	0,7100	0,3900	0,1800	Rb = 0,5130
11. C 1	0,0400	-1,3800	0,8800	0,1400	-1,4600	-0,2900	0,0200	-0,4600	1,7700	-1,4900	-0,2230
12. 2	-0,1100	-1,1300	1,0900	0,2000	-1,0700	-0,6700	0,0100	-0,5600	1,4500	-1,7700	-0,2560
13. 3	-0,1500	-0,9600	0,6700	0,1100	-1,4500	-0,4900	0,2100	-0,4900	1,8700	-2,1600	-0,2840
14. Media	-0,0733	-1,1567	0,8800	0,1500	-1,3267	-0,4833	0,0800	-0,5033	1,6967	-1,8067	Xc = -0,25433
15. Rango	0,1900	0,4200	0,4200	0,0900	0,3900	0,3800	0,2000	0,1000	0,4200	0,6700	Rc = 0,3280
16. Media Pzas.	0,1689	-0,8511	1,0989	0,3667	-1,0644	-0,1856	0,4544	-0,3422	1,9400	-1,5711	X = 0,00144
Rp =											3,5111
17. [Ra = 0,1840] + [Rb = 0,5130] + [Rc = 0,3280] / [# NUMERO DE OPERARIOS = 3]											R = 0,3417
18. [Max X = 0,19033] - [Min X = -0,25433] = Xdif = 0,44467											0,44467
19. [R = 0,3417] * [D4* = 2,58] = UCLr = 0,8815											0,8815
<p>*D4 = 3,27 para dos pruebas y 2,58 para tres. UCLr representa el límite para las R's individuales.</p> <p>Marque aquellos que están más allá de ese límite. Identifique las causas y corrijalas. Repita esas lecturas con el mismo operario y unidad como al principio o descarte los valores y vuelva a hacer el promedio, vuelva a estimar R y los valores límite para las observaciones restantes.</p>											

Análisis de Varianzas (ANOVA)				k = 3	n = 10	r = 3
Fuente	DF	SS	MS	F	EMS	
Operador	k-1	SS_A	$MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)}$	$\frac{MS_A}{MS_{AP}}$	$\tau^2 + r\gamma^2 + nr\omega^2$	
Piezas	n-1	SS_P	$MS_P = \frac{SS_P}{(n-1)}$	$\frac{MS_P}{MS_{AP}}$	$\tau^2 + r\gamma^2 + kr\omega^2$	
Operador por pieza	(n-1)(k-1)	SS_{AP}	$MS_{AP} = \frac{SS_{AP}}{(n-1)(k-1)}$	$\frac{MS_{AP}}{MS_E}$	$\tau^2 + r\gamma^2$	
Equipo	nk(r-1)	SS_E	$MS_E = \frac{SS_E}{nk(r-1)}$		τ^2	
Total	nkr-1	TSS				

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	2	3,167262	1,583631	79,40605 *
Piezas	9	88,36193	9,817993	492,2914 *
Operador por pieza	18	0,358982	0,019943	0,433721
Equipo	60	2,758933	0,045982	
Total	89	94,64711		

* significativo con $\alpha=0,05$

Si la fuente del Operador por pieza no es significativa debemos quitarla del modelo.

Esto requiere recalcular la tabla con las siguientes modificaciones:

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	k-1	SS_A	$MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)}$	$\frac{MS_A}{MS_{E'}}$
Piezas	n-1	SS_P	$MS_P = \frac{SS_P}{(n-1)}$	$\frac{MS_P}{MS_{E'}}$
Equipo	$DF_{E'} = DF_E + DF_{AP}$	$SS_{E'} = SS_E + SS_{AP}$	$MS_{E'} = \frac{SS_{E'}}{DF_{E'}}$	

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	2	3,167262	1,583631	39,61725 *
Piezas	9	88,36193	9,817993	245,6139 *
Equipo	78	3,117916	0,039973	
Total	89	94,64711		

* significativo con $\alpha=0,05$

Si la fuente del Operador por pieza es significativa resultarán los mismos datos que en la tabla anterior

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad			Nº R & R Variables Anova-0001			
Estudio R&R por el método de ANOVA:						
Código:	R & R Variables Anova			Nº de serie:		
Fabricante:				Modelo:		
Resultados del Análisis de Varianzas (ANOVA)						
	Estimación de varianza	Desviación Estándar	(σ)	$6(\sigma)$	% Variación total	% contribución
$\tau^2(\text{equipo}) =$	0,0399733	0,1999332	EV=	1,1995991	18,42	3,39
$\omega^2(\text{operador}) =$	0,0514553	0,2268375	AV=	1,3610251	20,90	4,37
$\gamma^2(\text{interacción}) =$	0,0000000	0,0000000	INT=	0,0000000	0,00	0,00
$\tau^2 + \omega^2 + \gamma^2(\text{R\&R}) =$	0,0914285	0,3023715	R&R=	1,8142291	27,86	7,76
$\sigma^2(\text{pieza}) =$	1,0864466	1,0423275	PV=	6,2539650	96,04	92,24
Variación total	1,1778751	1,0852996	TV=	6,5117974	100,00	

Ndc = 1,41(PV/GRR) = 4 El Ndc es inferior a 5

Para información sobre la teoría y las constantes utilizadas en el estudio véase Manual de referencia de MSA, Cuarta Edición		
Resultado del estudio		
Criterios para aceptar el estudio:	R&R < 10%	----- APTO
	10% ≤ R&R ≤ 30%	----- APTO CON RESERVAS
Estudio válido sólo si Ndc ≥ 5	R&R > 30%	----- NO APTO
Vistos los resultados obtenidos, el instrumento es:		No APTO
Observaciones y/o actuaciones:		
Estudio realizado por	Firma	Fecha del estudio
ADMIN		27/11/2012

Con control de conformidad del producto

Para esta prueba se utilizan los mismos datos que en el caso anterior, pero se marca el botón “Control de conformidad del producto” y se asignará una tolerancia de 3.

Como no existen resultados en el manual de MSA se comprueban los resultados manualmente.

Los resultados que debemos obtener son los siguientes:

Análisis de Varianzas (ANOVA)			k = 3	n = 10	r = 3
Fuente	DF	SS	MS	F	EMS
Operador	k-1	SS_A	$MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)}$	$\frac{MS_A}{MS_{AP}}$	$\tau^2 + r\gamma^2 + nr\omega^2$
Piezas	n-1	SS_P	$MS_P = \frac{SS_P}{(n-1)}$	$\frac{MS_P}{MS_{AP}}$	$\tau^2 + r\gamma^2 + kr\omega^2$
Operador por pieza	(n-1)(k-1)	SS_{AP}	$MS_{AP} = \frac{SS_{AP}}{(n-1)(k-1)}$	$\frac{MS_{AP}}{MS_e}$	$\tau^2 + r\gamma^2$
Equipo	nk(r-1)	SS_E	$MS_e = \frac{SS_e}{nk(r-1)}$		τ^2
Total	nkr-1	TSS			

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	2	3,167262	1,583631	79,40605 *
Piezas	9	88,36193	9,817993	492,2914 *
Operador por pieza	18	0,358982	0,019943	0,433721
Equipo	60	2,758933	0,045982	
Total	89	94,64711		

* significativo con $\alpha=0,05$

Si la fuente del Operador por pieza no es significativa debemos quitarla del modelo.

Esto requiere recalcular la tabla con las siguientes modificaciones:

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	k-1	SS_A	$MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)}$	$\frac{MS_A}{MS_{E^*}}$
Piezas	n-1	SS_P	$MS_P = \frac{SS_P}{(n-1)}$	$\frac{MS_P}{MS_{E^*}}$
Equipo	$DF_{E^*} = DF_E + DF_{AP}$	$SS_{E^*} = SS_E + SS_{AP}$	$MS_{E^*} = \frac{SS_{E^*}}{DF_{E^*}}$	

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	2	3,167262	1,583631	39,61725 *
Piezas	9	88,36193	9,817993	245,6139 *
Equipo	78	3,117916	0,039973	
Total	89	94,64711		

* significativo con $\alpha=0,05$

Si la fuente del Operador por pieza es significativa resultarán los mismos datos que en la tabla anterior

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad			Nº R & R Variables Anova-0001			
Estudio R&R por el método de ANOVA:						
Código:	R & R Variables Anova			Nº de serie:		
Fabricante:				Modelo:		
Resultados del Análisis de Varianzas (ANOVA)						
	Estimación de varianza	Desviación Estándar	(σ)	$6(\sigma)$	% Variación total	% contribución
$\tau^2(\text{equipo}) =$	0,0399733	0,1999332	EV=	1,1995991	39,99	2,66
$\omega^2(\text{operador}) =$	0,0514553	0,2268375	AV=	1,3610251	45,37	3,43
$\gamma^2(\text{interacción}) =$	0,0000000	0,0000000	INT=	0,0000000	0,00	0,00
$\tau^2 + \gamma^2 + \omega^2(RR) =$	0,0914285	0,3023715	R&R=	1,8142291	60,47	6,10
$\sigma^2(\text{pieza}) =$	1,0864466	1,0423275	PV=	6,2539650	208,47	72,43
Variación total	1,1778751	1,0852996	TV=	6,5117974	217,06	

Ndc = 1,41(PV/GRR) = 4 El Ndc es inferior a 5

Para información sobre la teoría y las constantes utilizadas en el estudio véase Manual de referencia de MSA, Cuarta Edición		
Resultado del estudio		
Criterios para aceptar el estudio:	R&R < 10% ----- APTO	
	10% ≤ R&R ≤ 30% ----- APTO CON RESERVAS	
Estudio válido sólo si Ndc ≥ 5	R&R > 30% ----- NO APTO	
Vistos los resultados obtenidos, el instrumento es:	No APTO	
Observaciones y/o actuaciones:		
Estudio realizado por	Firma	Fecha del estudio
ADMIN		27/11/2012

Con Interacción significativa

La prueba se realiza con los siguientes datos:

☒ El estado general del instrumento es correcto

Datos del estudio

Operario A:

Operario B:

Operario C:

Marcar el tipo de análisis del sistema de medida:

☒ Control estadístico del proceso

☐ Control de conformidad del producto

Tolerancia total:

OPERARIO/ PRUEBA#	PIEZAS										MEDIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. A 1	1,1000	2,1000	3,1000	4,1000	-5,0000	6,1000	7,1000	8,1000	9,1000	10,1000	4,5900
2. 2	1,2000	2,2000	3,2000	4,2000	-4,0000	6,2000	7,2000	8,2000	9,2000	10,2000	4,7800
3. 3	1,3000	2,3000	3,3000	4,3000	-4,0000	6,3000	7,3000	8,3000	9,3000	10,3000	4,8700
4. Media	1,2000	2,2000	3,2000	4,2000	-4,3333	6,2000	7,2000	8,2000	9,2000	10,2000	Xa = 4,74667
5. Rango	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	Ra = 0,2800
6. B 1	1,4000	2,4000	3,4000	4,4000	-6,0000	6,4000	7,4000	8,4000	9,4000	10,4000	4,7600
7. 2	1,5000	2,5000	3,5000	4,5000	-5,0000	6,5000	7,5000	8,5000	9,5000	10,5000	4,9500
8. 3	1,6000	2,6000	3,6000	4,6000	-5,0000	6,0000	7,6000	8,6000	9,6000	10,6000	4,9800
9. Media	1,5000	2,5000	3,5000	4,5000	-5,3333	6,3000	7,5000	8,5000	9,5000	10,5000	Xb = 4,89667
10. Rango	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	0,5000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	Rb = 0,3100
11. C 1	1,7000	2,7000	3,7000	4,7000	-5,0000	6,7000	7,7000	8,7000	9,7000	10,7000	5,1300
12. 2	1,8000	2,8000	3,8000	4,8000	-6,0000	6,8000	7,8000	8,8000	9,8000	10,8000	5,1200
13. 3	1,9000	2,9000	3,9000	4,9000	-6,0000	6,9000	7,9000	8,9000	9,9000	10,9000	5,2100
14. Media	1,8000	2,8000	3,8000	4,8000	-5,6667	6,8000	7,8000	8,8000	9,8000	10,8000	Xc = 5,15333
15. Rango	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	1,0000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	Rc = 0,2800
16. Media Pzas.	1,5000	2,5000	3,5000	4,5000	-5,1111	6,4333	7,5000	8,5000	9,5000	10,5000	X = 4,93222
Rp =											15,6111
17. [Ra = 0,2800] + [Rb = 0,3100] + [Rc = 0,2800] / [# NUMERO DE OPERARIOS = 3]											R = 0,2900
18. [Max X = 5,15333] - [Min X = 4,74667] = Xdif = 0,40667											0,40667
19. [R = 0,2900] * [D4* = 2,58] = UCLr = 0,7482											0,7482

*D4 = 3,27 para dos pruebas y 2,58 para tres. UCLr representa el límite para las R's individuales.

Marque aquellos que están más allá de ese límite. Identifique las causas y corríjalas. Repita esas lecturas con el mismo operario y unidad como al principio o descarte los valores y vuelva a hacer el promedio, vuelva a estimar R y los valores límite para las observaciones restantes.

Los resultados deben ser los siguientes:

Análisis de Varianzas (ANOVA)					
k = 3 n = 10 r = 3					
Fuente	DF	SS	MS	F	EMS
Operador	k-1	SS_A	$MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)}$	$\frac{MS_A}{MS_{AP}}$	$\tau^2 + r\gamma^2 + nr\omega^2$
Piezas	n-1	SS_P	$MS_P = \frac{SS_P}{(n-1)}$	$\frac{MS_P}{MS_{AP}}$	$\tau^2 + r\gamma^2 + kr\omega^2$
Operador por pieza	(n-1)(k-1)	SS_{AP}	$MS_{AP} = \frac{SS_{AP}}{(n-1)(k-1)}$	$\frac{MS_{AP}}{MS_e}$	$\tau^2 + r\gamma^2$
Equipo	nk(r-1)	SS_E	$MS_e = \frac{SS_e}{nk(r-1)}$		τ^2
Total	nkr-1	TSS			

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	2	2,537556	1,268778	4,316114 *
Piezas	9	1748,188	194,2431	660,774 *
Operador por pieza	18	5,291333	0,293963	6,630744 *
Equipo	60	2,66	0,044333	
Total	89	1758,677		

* significativo con $\alpha=0,05$

Si la fuente del Operador por pieza no es significativa debemos quitarla del modelo.

Esto requiere recalcular la tabla con las siguientes modificaciones:

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	k-1	SS_A	$MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)}$	$\frac{MS_A}{MS_{E^*}}$
Piezas	n-1	SS_P	$MS_P = \frac{SS_P}{(n-1)}$	$\frac{MS_P}{MS_{E^*}}$
Equipo	$DF_{E^*} = DF_E + DF_{AP}$	$SS_{E^*} = SS_E + SS_{AP}$	$MS_{E^*} = \frac{SS_{E^*}}{DF_{E^*}}$	

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	2	2,537556	1,268778	28,61905 *
Piezas	9	1748,188	194,2431	4381,423 *
Equipo	60	2,66	0,044333	
Total	89	1758,677		

* significativo con $\alpha=0,05$

Si la fuente del Operador por pieza es significativa resultarán los mismos datos que en la tabla anterior

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad			Nº R & R Variables Anova-0002			
Estudio R&R por el método de ANOVA:						
Código:	R & R Variables Anova			Nº de serie:		
Fabricante:				Modelo:		
Resultados del Análisis de Varianzas (ANOVA)						
Estimación de varianza	Desviación Estándar	(σ)	$6(\sigma)$	% Variación total	% contribución	
$\tau^2(\text{equipo}) =$	0,0443333	0,2105548	EV=	1,2633289	4,52	0,20
$\omega^2(\text{operador}) =$	0,0324938	0,1802604	AV=	1,0815627	3,87	0,15
$\gamma^2(\text{interacción}) =$	0,0832099	0,2884612	INT=	1,7307673	6,19	0,38
$\tau^2 + \gamma^2 + \omega^2(\text{R\&R}) =$	0,1600370	0,4000463	R&R=	2,4002778	8,58	0,74
$\sigma^2(\text{pieza}) =$	21,5776379	4,6451736	PV=	27,8710417	99,63	99,26
Variación total	21,7376749	4,6623679	TV=	27,9742077	100,00	

Ndc = 1,41(PV/GRR) =

16

Para información sobre la teoría y las constantes utilizadas en el estudio véase Manual de referencia de MSA, Cuarta Edición		
Resultado del estudio		
Criterios para aceptar el estudio:	R&R < 10%	----- APTO
	10% ≤ R&R ≤ 30%	----- APTO CON RESERVAS
Estudio válido sólo si Ndc ≥ 5	R&R > 30%	----- NO APTO
Vistos los resultados obtenidos, el instrumento es:	APTO	
Observaciones y/o actuaciones:		
Estudio realizado por	Firma	Fecha del estudio
ADMIN		27/11/2012

Sin variaciones

La prueba se realiza con los siguientes datos:

Característica:											Cond. ambientales:		
Especificación:													
Operaciones previas al estudio													
<input type="checkbox"/> El estado general del instrumento es correcto													
Datos del estudio													
Operario A:											Marcar el tipo de análisis del sistema de medida: <input checked="" type="radio"/> Control estadístico del proceso <input type="radio"/> Control de conformidad del producto		
Operario B:											Tolerancia total:		
Operario C:													

OPERARIO/ PRUEBA#	PIEZAS										MEDIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. A 1	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	5,5000
2. 2	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	5,5000
3. 3	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	5,5000
4. Media	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	Xa = 5,50000
5. Rango	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Ra = 0,0000
6. B 1	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	5,5000
7. 2	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	5,5000
8. 3	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	5,5000
9. Media	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	Xb = 5,50000
10. Rango	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Rb = 0,0000
11. C 1	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	5,5000
12. 2	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	5,5000
13. 3	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	5,5000
14. Media	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	Xc = 5,50000
15. Rango	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Rc = 0,0000
16. Media Pzas.	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	X = 5,50000
Rp =											9,0000
17. [Ra = 0,0000] + [Rb = 0,0000] + [Rc = 0,0000] / [# NUMERO DE OPERARIOS = 3]											R = 0,0000
18. [Max X = 5,50000] - [Min X = 5,50000] = Xdif = 0,00000											0,00000
19. [R = 0,0000] * [D4* = 2,58] = UCLr = 0,0000											0,0000

*D4 = 3,27 para dos pruebas y 2,58 para tres. UCLr representa el límite para las R's individuales.
 Marque aquellos que están más allá de ese límite. Identifique las causas y corrijalas. Repita esas lecturas con el mismo operario y unidad como al principio o descarte los valores y vuelva a hacer el promedio, vuelva a estimar R y los valores límite para las observaciones restantes.

Los resultados dan errores de cálculo, como por ejemplo de división por cero, debido a que no hay variabilidad en los datos. El resultado debe ser NO APTO.

Análisis de Varianzas (ANOVA)					
		k = 3	n = 10	r = 3	
Fuente	DF	SS	MS	F	EMS
Operador	k-1	SS_A	$MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)}$	$\frac{MS_A}{MS_{AP}}$	$\tau^2 + r\gamma^2 + nr\omega^2$
Piezas	n-1	SS_P	$MS_P = \frac{SS_P}{(n-1)}$	$\frac{MS_P}{MS_{AP}}$	$\tau^2 + r\gamma^2 + kr\omega^2$
Operador por pieza	(n-1)(k-1)	SS_{AP}	$MS_{AP} = \frac{SS_{AP}}{(n-1)(k-1)}$	$\frac{MS_{AP}}{MS_E}$	$\tau^2 + r\gamma^2$
Equipo	nk(r-1)	SS_E	$MS_E = \frac{SS_E}{nk(r-1)}$		τ^2
Total	nkr-1	TSS			
Fuente	DF	SS	MS	F	
Operador	2	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
Piezas	9	742,5	82,5	#DIV/0!	#DIV/0!
Operador por pieza	18	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
Equipo	60	0	0		
Total	89	742,5			
* significativo con $\alpha=0,05$					
Si la fuente del Operador por pieza no es significativa debemos quitarla del modelo. Esto requiere recalcular la tabla con las siguientes modificaciones:					
Fuente	DF	SS	MS	F	
Operador	k-1	SS_A	$MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)}$	$\frac{MS_A}{MS_{E'}}$	
Piezas	n-1	SS_P	$MS_P = \frac{SS_P}{(n-1)}$	$\frac{MS_P}{MS_{E'}}$	
Equipo	$DF_{E'} = DF_E + DF_{AP}$	$SS_{E'} = SS_E + SS_{AP}$	$MS_{E'} = \frac{SS_{E'}}{DF_{E'}}$		
Fuente	DF	SS	MS	F	
Operador	2	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!
Piezas	9	742,5	82,5	#DIV/0!	#DIV/0!
Equipo	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!		
Total	89	742,5			
* significativo con $\alpha=0,05$					
Si la fuente del Operador por pieza es significativa reslutarán los mismos datos que en la tabla anterior					

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad			Nº R & R Variables Anova-0003			
Estudio R&R por el método de ANOVA:						
Código:	R & R Variables Anova			Nº de serie:		
Fabricante:				Modelo:		
Resultados del Análisis de Varianzas (ANOVA)						
Estimación de varianza	Desviación Estándar	(σ)	$6(\sigma)$	% Variación total	% contribución	
$\tau^2(\text{equipo}) =$	#DIV/0!	#DIV/0!	EV=	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
$\omega^2(\text{operador}) =$	#DIV/0!	#DIV/0!	AV=	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
$\gamma^2(\text{interacción}) =$	#DIV/0!	#DIV/0!	INT=	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
$\tau^2 + \gamma^2 + \omega^2(RR) =$	#DIV/0!	#DIV/0!	R&R=	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
$\sigma^2(\text{pieza}) =$	#DIV/0!	#DIV/0!	PV=	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Variación total	#DIV/0!	#DIV/0!	TV=	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

Ndc = 1,41(PV/GRR) =

#DIV/0!

#DIV/0!

Para información sobre la teoría y las constantes utilizadas en el estudio véase Manual de referencia de MSA, Cuarta Edición

Resultado del estudio

Criterios para aceptar el estudio:

R&R < 10%

----- APTO

10% ≤ R&R ≤ 30%

----- APTO CON RESERVAS

Estudio válido sólo si Ndc ≥ 5

R&R > 30%

----- NO APTO

Vistos los resultados obtenidos, el instrumento es:

NO APTO

Observaciones

y/o actuaciones:

Estudio realizado por	Firma	Fecha del estudio
ADMIN		27/11/2012

Números consecutivos

La prueba se realiza con los siguientes datos:

☐ El estado general del instrumento es correcto

Datos del estudio

Operario A:

Operario B:

Operario C:

Marcar el tipo de análisis del sistema de medida:

☒ Control estadístico del proceso

☐ Control de conformidad del producto

Tolerancia total:

OPERARIO/ PRUEBA#	PIEZAS										MEDIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. A 1	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000	6,0000	7,0000	8,0000	9,0000	10,0000	5,5000
2. 2	11,0000	11,0000	11,0000	11,0000	11,0000	11,0000	11,0000	11,0000	11,0000	11,0000	11,0000
3. 3	21,0000	22,0000	23,0000	24,0000	25,0000	26,0000	27,0000	28,0000	29,0000	30,0000	25,5000
4. Media	11,0000	11,6667	12,3333	13,0000	13,6667	14,3333	15,0000	15,6667	16,3333	17,0000	Xa = 14,00000
5. Rango	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	Ra = 20,0000
6. B 1	31,0000	32,0000	33,0000	34,0000	35,0000	36,0000	37,0000	38,0000	39,0000	40,0000	35,5000
7. 2	41,0000	42,0000	43,0000	44,0000	45,0000	46,0000	47,0000	48,0000	49,0000	50,0000	45,5000
8. 3	51,0000	52,0000	53,0000	54,0000	55,0000	56,0000	57,0000	58,0000	59,0000	60,0000	55,5000
9. Media	41,0000	42,0000	43,0000	44,0000	45,0000	46,0000	47,0000	48,0000	49,0000	50,0000	Xb = 45,50000
10. Rango	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	Rb = 20,0000
11. C 1	61,0000	62,0000	63,0000	64,0000	65,0000	66,0000	67,0000	68,0000	69,0000	70,0000	65,5000
12. 2	71,0000	72,0000	73,0000	74,0000	75,0000	76,0000	77,0000	78,0000	79,0000	80,0000	75,5000
13. 3	81,0000	82,0000	83,0000	84,0000	85,0000	86,0000	87,0000	88,0000	89,0000	90,0000	85,5000
14. Media	71,0000	72,0000	73,0000	74,0000	75,0000	76,0000	77,0000	78,0000	79,0000	80,0000	Xc = 75,50000
15. Rango	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	20,0000	Rc = 20,0000
16. Media Pzas.	41,0000	41,8889	42,7778	43,6667	44,5556	45,4444	46,3333	47,2222	48,1111	49,0000	X = 45,00000
Rp =											8,0000
17. $[Ra = 20,0000] + [Rb = 20,0000] + [Rc = 20,0000] / [\# \text{ NUMERO DE OPERARIOS} = 3]$											R = 20,0000
18. $[Max X = 75,50000] - [Min X = 14,00000] = Xdif = 61,50000$											61,50000
19. $[R = 20,0000] * [D4^* = 2,58] = UCLr = 51,6000$											51,6000

*D4 = 3,27 para dos pruebas y 2,58 para tres. UCLr representa el límite para las R's individuales.

Marque aquellos que están más allá de ese límite. Identifique las causas y corrijalas. Repita esas lecturas con el mismo operario y unidad como al principio o descarte los valores y vuelva a hacer el promedio, vuelva a estimar R y los valores límite para las observaciones restantes.

Los resultados deben ser los siguientes:

Análisis de Varianzas (ANOVA)			k = 3	n = 10	r = 3
Fuente	DF	SS	MS	F	EMS
Operador	k-1	SS_A	$MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)}$	$\frac{MS_A}{MS_{AP}}$	$\tau^2 + r\gamma^2 + nr\omega^2$
Piezas	n-1	SS_P	$MS_P = \frac{SS_P}{(n-1)}$	$\frac{MS_P}{MS_{AP}}$	$\tau^2 + r\gamma^2 + kr\omega^2$
Operador por pieza	(n-1)(k-1)	SS_{AP}	$MS_{AP} = \frac{SS_{AP}}{(n-1)(k-1)}$	$\frac{MS_{AP}}{MS_e}$	$\tau^2 + r\gamma^2$
Equipo	nk(r-1)	SS_E	$MS_E = \frac{SS_E}{nk(r-1)}$		τ^2
Total	nkr-1	TSS			

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	2	56745	28372,5	27856,64 *
Piezas	9	586,6667	65,18519	64 *
Operador por pieza	18	18,33333	1,018519	0,009873
Equipo	60	6190	103,1667	
Total	89	63540		

* significativo con $\alpha=0,05$

Si la fuente del Operador por pieza no es significativa debemos quitarla del modelo.

Esto requiere recalcular la tabla con las siguientes modificaciones:

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	k-1	SS_A	$MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)}$	$\frac{MS_A}{MS_{E^*}}$
Piezas	n-1	SS_P	$MS_P = \frac{SS_P}{(n-1)}$	$\frac{MS_P}{MS_{E^*}}$
Equipo	$DF_{E^*} = DF_E + DF_{AP}$	$SS_{E^*} = SS_E + SS_{AP}$	$MS_{E^*} = \frac{SS_{E^*}}{DF_{E^*}}$	

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	2	56745	28372,5	356,4652 *
Piezas	9	586,6667	65,18519	0,818971
Equipo	78	6208,333	79,59402	
Total	89	63540		

* significativo con $\alpha=0,05$

Si la fuente del Operador por pieza es significativa resultarán los mismos datos que en la tabla anterior

R & R variables ANOVA (MSA 4) (C866C903-AAD9-43FC-80A41CA8C63E8738)

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad			Nº R & R Variables Anova-0004			
Estudio R&R por el método de ANOVA:						
Código:	R & R Variables Anova			Nº de serie:		
Fabricante:				Modelo:		
Resultados del Análisis de Varianzas (ANOVA)						
	Estimación de varianza	Desviación Estándar	(σ)	$6(\sigma)$	% Variación total	% contribución
$\tau^2(\text{equipo}) =$	79,5940171	8,9215479	EV=	53,5292875	27,90	7,78
$\omega^2(\text{operador}) =$	943,0968661	30,7098822	AV=	184,2592933	96,03	92,22
$\gamma^2(\text{interacción}) =$	0,0000000	0,0000000	INT=	0,0000000	0,00	0,00
$\tau^2 + \gamma^2 + \omega^2(RR) =$	1022,6908832	31,9795385	R&R=	191,8772310	100,00	100,00
$\sigma^2(\text{pieza}) =$	0,0000000	0,0000000	PV=	0,0000000	0,00	0,00
Variación total	1022,6908832	31,9795385	TV=	191,8772310	100,00	

Ndc = 1,41(PV/GRR) = 0 El Ndc es inferior a 5

Para información sobre la teoría y las constantes utilizadas en el estudio véase Manual de referencia de MSA, Cuarta Edición		
Resultado del estudio		
Criterios para aceptar el estudio:	R&R < 10% ----- APTO	
	10% ≤ R&R ≤ 30% ----- APTO CON RESERVAS	
Estudio válido sólo si Ndc ≥ 5	R&R > 30% ----- NO APTO	
Vistos los resultados obtenidos, el instrumento es:	No APTO	
Observaciones y/o actuaciones:		
Estudio realizado por	Firma	Fecha del estudio
ADMIN		28/11/2012

Ejemplo de dos pruebas por operario

La prueba se realiza con los siguientes datos:

☒ El estado general del instrumento es correcto

Datos del estudio

Operario A:

Operario B:

Operario C:

Marcar el tipo de análisis del sistema de medida:

☐ Control estadístico del proceso

☒ Control de conformidad del producto

Tolerancia total: 0,0600

OPERARIO/ PRUEBA#	PIEZAS										MEDIA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. A 1	6,0290	6,0190	6,0040	5,9820	6,0090	5,9710	5,9950	6,0140	5,9850	6,0240	6,0032
2. 2	6,0300	6,0200	6,0030	5,9820	6,0090	5,9720	5,9970	6,0180	5,9870	6,0280	6,0046
3. 3											
4. Media	6,0295	6,0195	6,0035	5,9820	6,0090	5,9715	5,9960	6,0160	5,9860	6,0260	$X_a = 6,00390$
5. Rango	0,0010	0,0010	0,0010	0,0000	0,0000	0,0010	0,0020	0,0040	0,0020	0,0040	$R_a = 0,0016$
6. B 1	6,0330	6,0200	6,0070	5,9850	6,0140	5,9730	5,9970	6,0190	5,9870	6,0290	6,0064
7. 2	6,0320	6,0190	6,0070	5,9860	6,0140	5,9720	5,9960	6,0150	5,9860	6,0250	6,0052
8. 3											
9. Media	6,0325	6,0195	6,0070	5,9855	6,0140	5,9725	5,9965	6,0170	5,9865	6,0270	$X_b = 6,00580$
10. Rango	0,0010	0,0010	0,0000	0,0010	0,0000	0,0010	0,0010	0,0040	0,0010	0,0040	$R_b = 0,0014$
11. C 1	6,0310	6,0200	6,0100	5,9840	6,0150	5,9750	5,9950	6,0160	5,9870	6,0260	6,0059
12. 2	6,0300	6,0200	6,0060	5,9840	6,0140	5,9740	5,9940	6,0150	5,9860	6,0250	6,0048
13. 3											
14. Media	6,0305	6,0200	6,0080	5,9840	6,0145	5,9745	5,9945	6,0155	5,9865	6,0255	$X_c = 6,00535$
15. Rango	0,0010	0,0000	0,0040	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	0,0010	$R_c = 0,0011$
16. Media Pzas.	6,0308	6,0197	6,0062	5,9838	6,0125	5,9728	5,9957	6,0162	5,9863	6,0262	$X = 6,00502$
$R_p =$											0,0580
17. $[R_a = 0,0016] + [R_b = 0,0014] + [R_c = 0,0011] / [\# \text{ NUMERO DE OPERARIOS} = 3]$											$R = 0,0014$
18. $[\text{Max } X = 6,00580] - [\text{Min } X = 6,00390] = X_{dif} = 0,00190$											0,00190
19. $[R = 0,0014] * [D_4^* = 3,27] = UCL_r = 0,0045$											0,0045
<p>*$D_4 = 3,27$ para dos pruebas y $2,58$ para tres. UCL_r representa el límite para las R's individuales.</p> <p>Marque aquellos que están más allá de ese límite. Identifique las causas y corríjalas. Repita esas lecturas con el mismo operario y unidad como al principio o descarte los valores y vuelva a hacer el promedio, vuelva a estimar R y los valores límite para las observaciones restantes.</p>											

Los resultados deben ser los siguientes:

Análisis de Varianzas (ANOVA)			k = 3	n = 10	r = 2
Fuente	DF	SS	MS	F	EMS
Operador	k-1	SS_A	$MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)}$	$\frac{MS_A}{MS_{AP}}$	$\tau^2 + r\gamma^2 + nr\omega^2$
Piezas	n-1	SS_P	$MS_P = \frac{SS_P}{(n-1)}$	$\frac{MS_P}{MS_{AP}}$	$\tau^2 + r\gamma^2 + kr\omega^2$
Operador por pieza	(n-1)(k-1)	SS_{AP}	$MS_{AP} = \frac{SS_{AP}}{(n-1)(k-1)}$	$\frac{MS_{AP}}{MS_E}$	$\tau^2 + r\gamma^2$
Equipo	nk(r-1)	SS_E	$MS_E = \frac{SS_E}{nk(r-1)}$		τ^2
Total	nkr-1	TSS			

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	2	3,94E-05	1,97E-05	5,859659 *
Piezas	9	0,020586	0,002287	679,7958 *
Operador por pieza	18	6,06E-05	3,36E-06	1,922751
Equipo	30	5,25E-05	1,75E-06	
Total	59	0,020739		

* significativa con $\alpha=0,05$

Si la fuente del Operador por pieza no es significativa debemos quitarla del modelo.

Esto requiere recalcular la tabla con las siguientes modificaciones:

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	k-1	SS_A	$MS_A = \frac{SS_A}{(k-1)}$	$\frac{MS_A}{MS_{E'}}$
Piezas	n-1	SS_P	$MS_P = \frac{SS_P}{(n-1)}$	$\frac{MS_P}{MS_{E'}}$
Equipo	$DF_{E'} = DF_E + DF_{AP}$	$SS_{E'} = SS_E + SS_{AP}$	$MS_{E'} = \frac{SS_{E'}}{DF_{E'}}$	

Fuente	DF	SS	MS	F
Operador	2	3,94E-05	1,97E-05	8,370283 *
Piezas	9	0,020586	0,002287	971,0605 *
Equipo	48	0,000113	2,36E-06	
Total	59	0,020739		

* significativa con $\alpha=0,05$

Si la fuente del Operador por pieza es significativa resultarán los mismos datos que en la tabla anterior

R & R variables ANOVA (MSA 4) (C866C903-AAD9-43FC-80A41CA8C63E8738)

Pág. 2 de 3

Resultados del Análisis de Varianzas (ANOVA)						
Estimación de varianza	Desviación Estándar	(σ)	$6(\sigma)$	% Variación total	% contribución	
$\tau^2 (equipo) =$	0,0000024	0,0015348	EV=	0,0092087	15,35	0,39
$\omega^2 (operador) =$	0,0000009	0,0009317	AV=	0,0055902	9,32	0,14
$\gamma^2 (interacción) =$	0,0000000	0,0000000	INT=	0,0000000	0,00	0,00
$\tau^2 + \gamma^2 + \omega^2 (RR) =$	0,0000032	0,0017954	R&R=	0,0107727	17,95	0,54
$\sigma^2 (pieza) =$	0,0003808	0,0195151	PV=	0,1170905	195,15	63,47
Variación total	0,0003841	0,0195975	TV=	0,1175850	195,98	

$$Ndc = 1,41(PV/GRR) = 15$$

Para información sobre la teoría y las constantes utilizadas en el estudio véase Manual de referencia de MSA, Cuarta Edición

Resultado del estudio

Criterios para aceptar el estudio:

R&R < 10%	-----	APTO
10% ≤ R&R ≤ 30%	-----	APTO CON RESERVAS
R&R > 30%	-----	NO APTO

Estudio válido sólo si Ndc ≥ 5

Vistos los resultados obtenidos, el instrumento es:

APTO CON RESERVAS

Observaciones
y/o actuaciones:

Estudio realizado por	Firma	Fecha del estudio
ADMIN		10/06/2020