



Universidad Simón Bolívar

<b>DIVISIÓN</b>	FÍSICA Y MATEMÁTICAS		
<b>DEPARTAMENTO:</b>	CÓMPUTO CIENTÍFICO Y ESTADÍSTICA		
<b>ASIGNATURA:</b>	CO4311 Estadística para la Calidad y la Productividad		
<b>HORAS / SEMANA:</b>	TEORÍA 4	LABORATORIO 0	PRÁCTICA 0
<b>VIGENCIA:</b>	Septiembre– Diciembre 2006		
<b>REQUISITOS:</b>	CO 3321		

Profesor: Angel Francisco Arvelo L.

04166357636 ; [afarvelo@cantv.net](mailto:afarvelo@cantv.net)

**Texto:** Control Estadístico de la Calidad  
Douglas Montgomery  
Editorial Limusa Wiley, 3ª Edición

### **Ejercicios de Diseño de Experimentos**

1º) Cuatro operarios distintos 1,2,3 y 4, en cuatro máquinas I, II, III y IV reciben cuatro marcas diferentes A, B, C y D de una materia prima, y se registra en cada caso el tiempo que tardan en elaborar una cierta pieza.

El experimento se diseña con un arreglo en forma de cuadrado latino, y los resultados obtenidos fueron:

	Operario 1	Operario 2	Operario 3	Operario 4
Máquina I	A : 7	B : 4	C : 5	D : 3
Máquina II	D : 6	A : 9	B : 4	C : 2
Máquina III	C : 5	D : 1	A : 6	B : 1
Máquina IV	B : 6	C : 3	D : 4	A : 10

A un nivel de significación del 5%, obtenga conclusiones del experimento. ¿Cuál es la mejor marca de materia de materia prima?

Solución:

Fuente	SS	DF	MS	F	Sig of F
MAQUINA	14.00	3	4.67	1.47	.313
MATERIAL	56.50	3	18.83	5.95	.031
OPERARIO	9.50	3	3.17	1.00	.455
ERROR	19.00	6	3.17		
Total	99.00	15	6.60		

2º) Se ha tomado una muestra al azar de tres tipos de alambres de acero de alta tensión, y se ha medido su resistencia a la tracción en cientos de libras, encontrándose los siguientes resultados:

Acero 1	Acero 2	Acero 3
29	36	24
36	17	18
37	19	20
36	21	24
36	26	25
35	29	28
39	27	31
38	21	34
40	32	30
23	33	22
	37	21
		16

A un nivel de significación del 5%, analice si existe una diferencia significativa entre los tres tipos de alambres. ¿Cuál es el mejor tipo de alambre?.

Solución:

**One Way ANOVA 3 Groups**

Analysis of Variance Table

Source	DF:	Sum Squares:	Mean Square:	F-test:
Between groups	2	631.517	315.758	9.033
Wihin groups	30	1048.726	34.958	.0001 < p .005
Total	32	1680.242		

3º) Cuatro tipos de cables  $T_1, T_2, T_3$  y  $T_4$  ,se fabrican usando cuatro materiales diferentes  $M_1, M_2, M_3$  y  $M_4$ . Cuatro operarios( A,B,C y D), usando cuatro máquinas distintas ( $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ) miden las tensiones a la ruptura de esos cables, obteniendo los valores que indica el cuadrado greco latino de la tabla a continuación:

	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$
$T_1$	A $\beta$ 164	B $\gamma$ 181	C $\alpha$ 193	D $\delta$ 160
$T_2$	C $\delta$ 171	D $\alpha$ 162	A $\gamma$ 183	B $\beta$ 145
$T_3$	D $\gamma$ 198	C $\beta$ 212	B $\delta$ 207	A $\alpha$ 188
$T_4$	B $\alpha$ 157	A $\delta$ 172	D $\beta$ 166	C $\gamma$ 136

a) Obtenga las conclusiones del experimento.

b) Obtenga un intervalo del 95 % de confianza para la diferencia entre las resistencias medias dadas por los materiales  $M_1$  y  $M_3$  .

SOLUCION:

Analysis of Variance for Resistencia

Source	DF	SS	MS	F	P
Material	3	2066.19	688.73	6.89	0.074
Cable	3	4326.19	1442.06	14.44	0.027
Operador	3	120.69	40.23	0.40	0.763
Maquina	3	66.69	22.23	0.22	0.876
Error	3	299.69	99.90		
Total	15	6879.44			

4º) Se examinan tres marcas de automóviles para averiguar su consumo de gasolina. Cada marca de automóvil es conducida por tres tipos diferentes de conductor, y se registra en cada caso el número de millas por galón obtenidas. Los resultados se presentan a continuación:

	Conductor 1	Conductor 2	Conductor 3
Automóvil 1	19	18	17
Automóvil 2	21	22	20
Automóvil 3	18	16	17

a) ¿Existe diferencia significativa en el consumo de gasolina, obtenido por los tres tipos de vehículos? .

b) ¿Existe diferencia significativa en el consumo de gasolina, obtenido por los tres tipos de conductores? .

Use un nivel de significación del 5% en ambos casos.

Solución:

**Two Way Anova-Block Design A: 3 Groups B: Automóvil 3**

Source	DF:	Sum Squares:	Mean Square:	F-test:
A	2	2.667	1.333	1.6
B	2	26	13	15.6
Error	4	3.333	.833	
Total	8	32		

A probability:  $p > .25$

B probability:  $.01 < p < .025$

5°) En un cierto proceso , se quiere analizar la influencia de la presión y el tiempo, en la densidad del producto obtenido.

Se diseñó un experimento con dos niveles, bajo y alto para cada factor , y se hicieron tres mediciones de densidad ( $g/cm^3$ ) para cada combinación entre niveles.

		<u>Presión</u>	
		<u>100 p.s.i</u>	<u>200 p.s.i</u>
<u>Tiempo</u>	10 min.	3.6 ; 3.5 ; 3.3	3.8 ; 3.9 ; 3.8
	20 min.	3.4 ; 3.7 ; 3.7	4.1 ; 3.9 ; 4.2

- Hacer un “Análisis de Varianza” para este experimento , y comentar sus conclusiones a un nivel de significación del 5% .
- Obtenga un intervalo del 95 % de confianza para la diferencia entre las medias de densidad , al pasar de un tiempo de 10 min. a 20 min.

Solución:

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig of F
Main Effects	.622	2	.311	15.542	.002
PRESION	.521	1	.521	26.042	.001
TIEMPO	.101	1	.101	5.042	.055
2-Way Interactions	.007	1	.007	.375	.557
PRESION TIEMPO	.007	1	.007	.375	.557
Explained	.629	3	.210	10.486	.004
Residual	.160	8	.020		
Total	.789	11	.072		

6°) Para investigar la influencia de algunos factores en la resistencia a la compresión de las mezclas de cemento y tierra, se diseño un experimento que consiste en preparar mezclas considerando los siguientes factores:

Factor A: Tiempo de secado de la mezcla

Factor B: Proporción de tierra en la mezcla

Factor C: Temperatura.

Se fijaron dos niveles para cada factor, y se hicieron dos réplicas para cada combinación de niveles de los tres factores, resultado los siguientes datos, que expresan la resistencia a la compresión de la mezcla obtenida en p.s.i :

Con Tiempo de secado bajo

	“B” Bajo	“B” Alto
“C” Bajo	471 ; 413	385 ; 434
“C” Alto	485 ; 552	530 ; 593

Con Tiempo de secado alto

	“B” Bajo	“B” Alto
“C” Bajo	712 ; 637	770 ; 705
“C” Alto	712 ; 789	741 ; 806

- Obtenga las conclusiones del experimento.

b) Obtenga un intervalo del 95% de confianza, para la diferencia en la resistencia media entre los dos tiempos de secado.

Solución:

a	712	637	1349	A	2009.00
b	385	434	819	B	193.00
c	485	552	1037	C	681.00
ab	770	705	1475	AB	151.00
ac	712	789	1501	AC	-233.00
bc	530	593	1123	BC	71.00
abc	741	806	1547	ABC	-231.00

ANOVA

Fuentes	Suma de C	D.F	C. Medio	Valor F	Valor P
A	252255.06	1	252255.06	117.92	0.0000
B	2328.06	1	2328.06	1.09	0.3273
C	28985.06	1	28985.06	13.55	0.0062
AB	1425.06	1	1425.06	0.67	0.4380
AC	3393.06	1	3393.06	1.59	0.2434
BC	315.06	1	315.06	0.15	0.7111
ABC	3335.06	1	3335.06	1.56	0.2471
Residual	17113.50	8	2139.19		
Total	309149.94	15			