

Anexo 2. Correlograma de los residuos

Date: 06/13/18 Time: 12:20
Sample: 1 130
Included observations: 130
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob...
		1 -0.01...	-0.01...	0.0466	
		2 -0.00...	-0.00...	0.0520	0.820
		3 -0.05...	-0.05...	0.5036	0.777
		4 -0.01...	-0.01...	0.5180	0.915
		5 -0.03...	-0.03...	0.6673	0.955
		6 -0.15...	-0.15...	3.8575	0.570
		7 0.072	0.064	4.5727	0.600
		8 0.009	0.005	4.5847	0.711
		9 0.040	0.022	4.8095	0.778
		1... -0.11...	-0.10...	6.5345	0.685
		1... -0.05...	-0.06...	6.9078	0.734
		1... -0.13...	-0.15...	9.3632	0.588
		1... 0.036	0.040	9.5568	0.655
		1... -0.12...	-0.15...	11.947	0.532
		1... 0.100	0.087	13.442	0.492
		1... 0.106	0.061	15.128	0.442
		1... -0.05...	-0.08...	15.575	0.483
		1... 0.018	-0.01...	15.627	0.550
		1... -0.04...	-0.00...	15.937	0.597
		2... 0.124	0.073	18.321	0.501
		2... -0.01...	0.034	18.371	0.563
		2... -0.02...	-0.05...	18.467	0.619
		2... 0.141	0.133	21.638	0.482
		2... 0.060	0.031	22.227	0.507
		2... -0.03...	-0.03...	22.453	0.552
		2... -0.10...	-0.06...	24.253	0.505
		2... -0.01...	0.022	24.269	0.561
		2... -0.05...	-0.07...	24.725	0.590
		2... -0.05...	-0.03...	25.317	0.611
		3... 0.006	0.031	25.323	0.661
		3... 0.052	0.006	25.800	0.685
		3... -0.01...	-0.02...	25.855	0.728
		3... 0.053	0.083	26.350	0.748
		3... -0.05...	-0.04...	26.898	0.764
		3... -0.09...	-0.07...	28.516	0.733
		3... -0.03...	-0.07...	28.687	0.766

REVISIÓN CIENTÍFICA

Costo de vidrios defectuosos en la producción industrial
Cost of defective glasses in industrial production

Juana Rosa Llanos Vargas

Unidad de Postgrado
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología UAGRM
Ingeniería Industrial

RESUMEN

En este documento se presenta los factores que influyen en las variaciones del costo de los vidrios defectuosos producidos por una fábrica especializada en esta rama industrial. A partir de una muestra de 3555 multiregistros diarios observados en el corriente de los años 2015 y 2016, se identifica el impacto de cada una de las variables relacionadas con la época del año y con el tipo de vidrio fabricado sobre el costo de producción. Se llega a estos resultados utilizando 2 modelos estadísticos que se complementan muy bien en la puesta de manifiesto de las conclusiones, a saber, las tablas de contingencia y el análisis de regresión. Adicionalmente, se construye distribuciones de frecuencia ofreciendo al lector una visión de las características de cada variable analizada.

Palabras clave: autopartes, costos de producción, modelos de regresión, Santa Cruz de la Sierra, tablas de contingencia, vidrios defectuosos.

ABSTRACT

This document presents the factors that influence the variations in the cost of defective glasses produced by a factory specialized in this industrial branch. From a sample of 3555 daily multiregistrations observed over the years 2015 and 2016, the impact of each of the variables related to the time of year and the type of glass manufactured on the cost of production is identified. We reach these results using 2 statistical models that complement each other very well in the presentation of the conclusions, namely, the contingency tables and the regression analysis. Additionally, frequency distributions are constructed offering the reader a vision of the characteristics of each variable analyzed.

Keywords: auto parts, production costs, regression models, Santa Cruz de la Sierra, contingency tables, defective glasses.

1. INTRODUCCIÓN

La historia del origen del vidrio es similar a la del descubrimiento de las vetas de plata en el cerro de Potosí. Habiendo encendido una fogata para soportar el frío de la noche en un caso, o para cocer los alimentos, el fuego puso de manifiesto tanto los hilos de plata como el vidrio. Esta es la historia que relata Plinio el Viejo en el primer siglo cuando unos mercaderes que se dirigían a Egipto se detuvieron a orillas del río Belus, en Fenicia.

En la realidad de los hechos, el hombre fabrica el vidrio mucho tiempo antes en forma de esmaltes vitrificados, la fayenza. Dan testimonio de esta afirmación los restos de cerámica encontrados en tumbas del periodo predinástico de Egipto, 3500 años a. C.

En la Europa cristiana el arte de la fundición del vidrio alcanza grados de perfección admirables cuando los constructores de catedrales introducen en la solidez de las iglesias románicas, los vitrales de colores. La luz se convierte así en un protagonista de marca en el fenómeno religioso siendo famosas las rosetas o los vitrales donde se relata hechos de los evangelios.

No se puede hablar de la historia del cristal, incluso en términos sucintos, sin mencionar al menos el cristal veneciano de la isla de Murano. En efecto, Venecia domina el mercado europeo hasta el año 1700, y aun hoy ofrecer un vaso o cualquier otro objeto de este cristal es la mejor manera de poner de manifiesto un sentimiento de amistad.

El vidrio es un tipo de material cerámico amorfo que se obtiene a unos 1500 °C a partir de arena de sílice (SiO₂), carbonato de sodio (Na₂CO₃) y caliza (CaCO₃). Los vidrios o cris-tales de

un automóvil tienen características especiales y son diferentes a los que se encuentran en el hogar, en mobiliarios y otras aplicaciones. El proceso utilizado en la fundición de vidrios para automóviles es diferente con respecto al utilizado en vidrios comunes. Se utilizan dos técnicas denominadas en el medio, templados y laminados cuando de parabrisas se trata. De esta manera, el vidrio templado, en caso de quebrarse por la razón que sea, se transforma en pequeños pedazos que generalmente resultan inofensivos para los ocupantes del vehículo.

Vidrios Glasshop S.R.L. es una empresa con una trayectoria de más de tres décadas, dedicada a la fabricación y comercialización de vidrios de seguridad para el mercado automotriz. Desde su fundación procura desarrollar su trabajo de manera personalizada para cada cliente, entendiendo que su seguridad y la de aquellos que la acompañan en su vehículo es primordial.

Pone al alcance de sus clientes toda una gama de productos y servicio para satisfacer sus necesidades en sus dos divisiones automotrices y arquitectura, ofreciendo la mejor tecnología de fabricación y calidad certificada a nivel internacional.

El objeto de este estudio es entonces, el uso industrial de las técnicas de transformación de la arena en vidrios para automóviles. Se propone así, de manera general, identificar los factores condicionantes de la productividad de la empresa; mientras que en lo específico se construye en primer lugar, una tipología de los factores condicionantes, en segundo, se define un indicador de productividad, para finalmente, diseñar y aplicar una metodología de evaluación de impacto de estos factores sobre la performance de la empresa.

2. BASE DE DATOS

Los datos conciernen 2 líneas de producción de vidrios laminados y templados. Los laminados son los vidrios parabrisas de seguridad; mientras que la línea de templados son los vidrios laterales fijos y corredizos, corta vientos, parabrisas trasero, y techo solar de los vehículos como vagonetas, autos, camiones, buses, tractores y grúas.

La base de datos es gentilmente proporcionada por la empresa mencionada correspondiente a los años 2015 y 2016. Se trata de 3555 registros de los eventos acaecidos durante el proceso productivo, relativos a fallas de producción. El registro de cada evento acaecido permite situar en primer lugar, una referencia temporal con el año, mes y día de la semana. Ya en la especificidad del evento, se considera su sitio de colocación en la movilidad, el tipo de vidrio según las clases laminado y templado, el color resuelto en tres modalidades a saber verde, fumé, incoloro; y finalmente, la cantidad comprometida en el evento y su costo.

3. DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA

En esta sección se presenta la distribución de frecuencias de cada una de las variables mencionadas, comenzando por el año del evento.

En la **Tabla 3.1** se muestra la distribución de los eventos registrados correspondientes a los años 2015 y 2016. Se observa que, de los 3555 eventos registrados, en el año 2015 se tiene 1303 correspondiente a un 37%; mientras que, en el año 2016, existe 2252 eventos, muchos más que el año anterior, puesto que se alcanza un 63%.

Este cambio que llama la atención del lector

tiene que ver con problemas de control del ciclo de producción. Con la mejora de los registros, aparece entonces, un incremento de los eventos que en la realidad de los hechos puede que no sea tan importante como puesto de manifiesto por las cifras.

Tabla 3.1. Año del evento

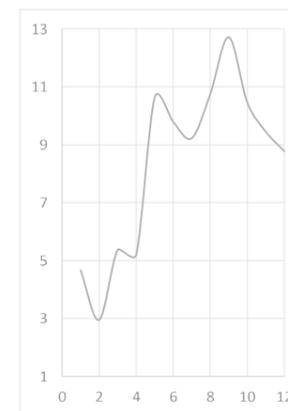
Año	Frecuencia	Porcentaje
2015	1303	37
2016	2252	63
Total	3555	100



En la **Tabla 3.2** se muestra las observaciones de productos defectuosos en el corriente de los 12 meses del año. El valor mínimo se observa en el mes de enero con una frecuencia de 166 observaciones y un porcentaje de 5%, mientras que en el mes de septiembre se observa una frecuencia de 452 productos defectuosos y un porcentaje de 13%.

Tabla 3.2. Mes del evento

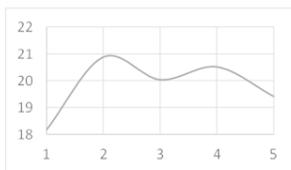
Mes	Frecuencia	%
Enero	166	5
Febrero	105	3
Marzo	191	5
Abril	185	5
Mayo	378	11
Junio	348	10
Julio	328	9
Agosto	382	11
Septiembre	452	13
Octubre	372	10
Noviembre	336	9
Diciembre	312	9
Total	3555	100



En cuanto a los días de la semana se muestra en la **Tabla 3.3** que el día lunes presenta un valor mínimo, con 466 eventos y un porcentaje de 18 %, mientras que los martes y jueves superan el 21 %. Los días sábado y domingo son los días que se trabajan como horas extras y así, no se toma en cuenta estos datos.

Tabla 3.3 días del evento

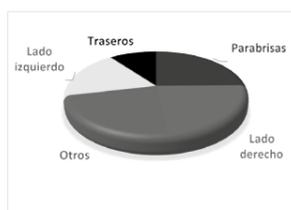
Días	Frecuencia	Porcentaje
Lunes	646	18
Martes	742	21
Miércoles	712	20
Jueves	729	21
Viernes	690	19



En la **Tabla 3.4** se muestra la frecuencia con que ocurren los productos defectuosos según el sitio de ubicación del producto en el vehículo. El vidrio trasero muestra un valor mínimo, con una frecuencia de 361 y un porcentaje de 10 %. El valor máximo tiene una frecuencia de 880 con un porcentaje de 25 % eventos correspondientes al parabrisas del móvil.

Tabla 3.4. Sitio de ubicación según el evento

	Frecuencia	Porcentaje
Parabrisas	880	25
Lado derecho	767	22
Otros	825	23
Lado izquierdo	722	20
Traseros	361	10
Total	3555	100



En la **Tabla 3.5** se tiene las líneas observadas; la primera la línea laminado, tiene una frecuencia de 1082 productos defectuosos y un porcentaje de 30 %; mientras que la línea templado tiene una frecuencia de 2473 y un porcentaje de 70 % de productos.

Tabla 3.5. Línea observada

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Laminado	1082	30
Templado	2473	70
Total	3555	100

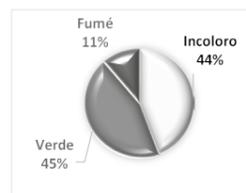


En la **Tabla 3.6** se presenta los eventos de productos defectuosos según el color de vidrio afectado donde el incoloro ocurre con una frecuencia de 1573 y un porcentaje de 44 %. Le sigue el verde con 1580 casos y un porcentaje

de 44%. Por último, el color fumé muestra una frecuencia menor de 402 y un porcentaje de 11%.

Tabla 3.6. Color del vidrio

Color	Frecuencia	Porcentaje
Incoloro	1573	44
Verde	1580	44
Fumé	402	11
Total	3555	100

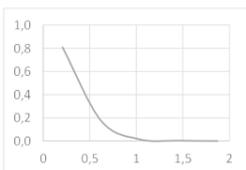


En la **Tabla 3.7** se tiene la cantidad de productos comprometidos en cada evento de falla en los años 2015 y 2016, en todos los procesos productivos de ambas líneas, laminado y templado.

Se clasifica las observaciones en 5 clases de equivalencia y se observa una frecuencia de 2869 y un porcentaje de 81%, es decir que se tiene más productos dañados de a 1 pieza de vidrio por cada falla o evento.

Tabla 3.7 Cantidad de productos por evento

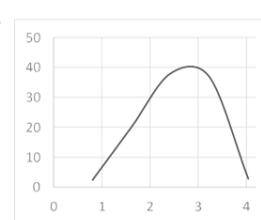
	Frecuencia	Porcentaje
1	1,5	2869
1,5	2,3	616
2,3	3,5	52
3,5	5,3	14
5,3	8,0	4
Total	3555	100



En la **Tabla 3.8** se muestra el costo de cada producto defectuoso identificado. Se clasifica los datos igualmente, en 5 clases de equivalencia. Se observa que la clase modal tiene una frecuencia de 1349 con un porcentaje de 38%, con límites que oscilan entre 7.5 y 17 dólares.

Tabla 3.8 Costo del evento

Frecuencia	Porcentaje
1,5	3,4
3,4	7,5
7,5	16,9
16,9	38,1
38,1	85,6
Total	3555



En la **Tabla 3.9** se presenta los eventos producidos en cada uno de los procesos de fabricación. Se observa la mayor frecuencia, 1029 fallas, con un porcentaje de 29%, en la Máquina 3 templado. Se debe a la complejidad del equipo que dificulta al operario la realización de su tarea.

Tabla 3.9. Fallas en los procesos

Frecuencia	Porcentaje
Pulido laminado	199
Curvado	624
Prepegado	142
Autoclave	103
Pulido templado	232
Máquina 1 templado	584
Máquina 2 templado	603
Máquina 3 templado	1029
Otros	39
Total	3555



4. TABLA DE CONTINGENCIAS

En esta sección se presenta las distribuciones conjuntas de frecuencias del costo de los defectos observados en la cadena de producción de vidrios de automotores. Se trata de 6 tablas referidas al mes, sitio de ubicación del producto en el vehículo, tipo de vidrio comprometido, color del producto, número de productos defectuosos en cada uno de los eventos observados y proceso el cual es fabricado el vidrio.

En la **Tabla 4.1** se tiene la distribución conjunta de frecuencias del costo del producto dañado según el cuatrimestre del año que ocurre el evento. El valor del estadístico de la prueba

igual a 29, autoriza el rechazo de la hipótesis nula que dice que las variables no están correlacionadas. Por lo tanto, el valor del costo depende del cuatrimestre en el que se realizó la observación.

Una observación más detallada del cuadro muestra en que se funda esta conclusión aun cuando el resultado no es tan neto como quisiera esperarse. Lo que se observa en esta tabla es la dominancia de la diagonal secundaria de la matriz de la distribución conjunta de variables donde en el extremo superior derecho de la matriz se encuentra el 40 % de los valores observados siendo que si la distribución fuera constante a lo largo de las 3 casillas, se debiera tener 33%. Igualmente, en el segundo cuatrimestre, la casilla central representa 35 % de las observaciones. Finalmente, en la última línea de la parte inferior izquierda se tiene 33% de los valores observados. Las frecuencias mayores pertenecen así, al primer cuatrimestre del año.

Tabla 4.1. Costo del producto dañado según cuatrimestre (en \$us/unidad)

		Costo			Total
		Hasta 2,20	De 2,21 a 2,97	Más de 2,97	
Cuatrimestre	1°	192	193	262	647
	2°	512	510	414	1436
	3°	483	481	508	1472
Total		1187	1184	1184	3555
		Chi²	29	0	

En la **Tabla 4.2** se muestra el costo del producto dañado según el sitio en el vehículo en que se registra el evento ocurrido. Lo primero a señalar en esta tabla es que el costo es la función del sitio al cual pertenece el vidrio fallado que está en proceso de producción. Tal es así que el valor estadístico es lo suficientemente elevado como para rechazar la hipótesis nula de ausencia de correlación.

Examinando los valores de la distribución

conjunta de frecuencia se tiene una dominancia de la diagonal secundaria de la matriz de distribuciones conjuntas. En efecto se observa el valor del extremo derecho de la matriz representa 61 % de los casos observados, mientras que la casilla central representa 35 % de las observaciones. Finalmente, en la última línea de la parte inferior izquierda se tiene 57 % de los valores observados.

En conclusión, la frecuencia dominante es la de costos bajos en los vidrios laterales y costo predominantemente elevado, en los parabrisas.

Tabla 4.2. Costo del producto dañado según el sitio (en \$us/unidad)

Sitio		Costo			Total
		Hasta 2,20	De 2,21 a 2,97	Más de 2,97	
	Parabrisas	100	381	760	1241
	Otros vidrios	243	285	297	825
	Laterales	844	518	127	1489
Total		1187	1184	1184	3555
Chi ²		1055	0		

En la **Tabla 4.3** se tiene la distribución conjunta de frecuencias del costo del producto dañado según el tipo de vidrio. El valor del estadístico es lo suficientemente elevado como para rechazar la hipótesis nula, y así, establecer la independencia estadística de las variables.

En efecto, observando la estructura de la matriz, se tiene en la casilla superior derecha, 74% de los casos observados; mientras que en la casilla inferior izquierda están 46% de los casos.

En conclusión, el costo de los errores en los vidrios laminados es mucho más alto que el costo de los errores en los vidrios templados.

Tabla 4.3. Costo del producto dañado según el tipo (en \$us/unidad)

Tipo		Costo			Total
		Hasta 2,20	De 2,21 a 2,97	Más de 2,97	
	Laminado	47	232	803	1082
	Templado	1140	952	381	2473
Total		1187	1184	1184	3555
Chi ²		1240	0		

En la **Tabla 4.4** se tiene la distribución conjunta de frecuencias del costo del producto dañado según el color del vidrio. El valor del estadístico es lo suficientemente elevado como para rechazar la hipótesis nula, y así, establecer la independencia estadística de las variables. Se observa el valor del extremo superior derecho de la matriz que representa 52 % de los casos observados, mientras que la casilla central representa 36 % de las observaciones. Finalmente, en la última línea de la parte inferior izquierda se tiene 11 % de los valores observados.

En conclusión, el costo de los errores en los vidrios color verde es mucho más elevado que el costo de los errores en los vidrios color fumé e incoloro.

Tabla 4.4. Costo del producto dañado según el color (en \$us/unidad)

Color		Costo			Total
		hasta 2,20	De 2,21 a 2,97	Más de 2,97	
	Verde	359	403	818	1580
	Incoloro	782	562	229	1573
	Fumé	46	219	137	402
Total		1187	1184	1184	3555
Chi ²		651	0		

En la **Tabla 4.5** se muestra el costo del producto dañado según el número de productos defectuosos en cada uno de los eventos observados. El valor del estadístico de prueba es lo suficientemente alto para rechaza la hipótesis nula, en efecto, las variables son estadísticamente independientes. Esta conclusión es corroborada examinando los valores en cada una de las casillas de la tabla de

contingencias. En la casilla superior izquierda se tiene 41 % de las observaciones de la línea, mientras que en la casilla inferior derecha se tiene 81 % de los casos observados.

Los exámenes de estos valores nos permiten llegar a la conclusión que cuando hay más de 3 productos defectuosos, los costos se elevan a más de 2,97 dólares, mientras que cuando aparece 1 producto defectuoso, la frecuencia dominante está por encima de 2,20 dólares.

Tabla 4.5. Costo del producto dañado según la cantidad (en \$us/unidad)

Cantidad defectuoso		Costo			Total
		Hasta 2,20	De 2,21 a 2,97	Más de 2,97	
1	1	1165	929	775	2869
	2	20	224	271	515
	Más de 3	2	31	138	171
Total		1187	1184	1184	3555
Chi ²		468	0		

En la **Tabla 4.6** se tiene la distribución conjunta de frecuencias del costo del producto dañado según el proceso de producción. El valor del estadístico es lo suficientemente elevado como para rechazar la hipótesis nula. En consecuencia, estas distribuciones de variables son estadísticamente independientes.

Se observa en la parte superior derecha de la matriz, 74 % de los casos observados, mientras que, en la última línea de la parte inferior izquierda, 46 % de los casos observados. A modo de conclusión, el costo de los errores de los vidrios en el proceso laminado es mucho más alto que el costo de los errores de los vidrios en el proceso templado.

Tabla 4.6. Costo del producto dañado según el proceso (en \$us/unidad)

Proceso		Costo			Total
		Desde 2,20	De 2,21 a 2,97	Más de 2,97	
	Laminado	46	231	803	1080
	Templado	1141	953	381	2475
Total		1187	1184	1184	3555
Chi ²		1245	0		

5. MODELO DE REGRESIÓN

Con el fin de explicar las variaciones de los costos de producción, se propone el modelo lineal de corte aleatorio que sigue.

$$p10_t = a_1 + a_2 p2_{-1,t} + a_3 p3_{-5,t} + a_4 p3_{-6,t} + a_5 p3_{-7,t} + a_6 p3_{-8,t} + a_7 p3_{-9,t} + a_8 p3_{-10,t} + a_9 p3_{-11,t} + a_{10} p5_{-11,t} + a_{11} p5_{-12,t} + a_{12} p5_{-13,t} + a_{13} p5_{-14,t} + a_{14} p7_{-1,t} + a_{15} p7_{-2,t} + a_{16} p9_t + a_{17} p11_{-11,t} + \mu_t$$

donde:

$$\mu_t = \rho \mu_{t-1} + \epsilon_t;$$

estando definidas las variables que aparecen en la ecuación como sigue:

$p10_t$: costo de productos defectuosos;

$p9_t$: cantidad de productos defectuosos;

mientras que las siguientes son variables binarias tales que:

$p2_{-1,t}$: 1 si el año de registro de datos es el 2016, 0 si es el 2015;

lo propio para las siguientes variables $p3_{-5,t}$, $p3_{-6,t}$, ..., $p3_{-11,t}$, donde en la secuencia 1 corresponde a mayo, junio, ..., noviembre.

lo mismo para las siguientes variables $p5_{-11,t}$, $p5_{-12,t}$, ..., $p5_{-14,t}$, donde en la secuencia 1 corresponde a otros vidrios, parabrisas, lateral derecho y lateral izquierdo.

de igual manera para $p7_{-1,t}$ y $p7_{-2,t}$ donde 1 es vidrio incoloro o verde, según la variable;

finalmente, es binaria la variable $p11_{-11,t}$ igual a 1 si el proceso es laminado y 0 si templado.

Tratándose de un registro secuencial de eventos puede ser de interés evaluar la estacionariedad de la serie correspondiente al costo del producto defectuoso. El estadístico de Dickey-Fuller siendo igual a -33 y su probabilidad 0, se rechaza la hipótesis nula, siendo la serie estacionaria.

En la **Tabla 5.1** se presenta la estimación de los coeficientes del modelo. En cuanto a su interpretación se tiene que en el año 2016 cae el costo en 1,3 dólares con respecto al año 2015; en el mes de mayo cae 2,6 dólares con respecto a otros meses, seguido del mes de junio cuando el costo cae 2,8 dólares, a julio con una caída de 3,4 dólares, agosto con 3 dólares, septiembre 2,6 dólares, octubre 2,4 dólares y noviembre con 1,6 dólares.

De acuerdo al color se tiene que en el caso del vidrio incoloro el costo cae en 7,8 dólares, mientras que el costo del vidrio verde cae en 8,2 dólares. En el caso de otros vidrios la caída es de 3 dólares.

En lo referido al sitio del vidrio en el vehículo, en el parabrisas el costo cae 3,8 dólares, mientras que en los vidrios lateral derecho cae en 7,4 dólares con respecto a los vidrios de otros sitios. De la misma manera, el costo para los vidrios lateral izquierdo cae en 7,4 dólares.

En cuanto a la cantidad de vidrios defectuosos, por cada producto defectuoso adicional el costo sube en 7,1 dólares. También se evidencia que si el vidrio viene del proceso laminado el costo sube en 11,2 dólares.

Tabla 5.1. Resultados de regresión

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	18,4	0,5	35,3	0
P2_1	-1,3	0,3	-4,2	0
P3_5	-2,6	0,5	-5,4	0
P3_6	-2,8	0,5	-5,2	0
P3_7	-3,4	0,6	-6,1	0
P3_8	-3,0	0,4	-6,7	0
P3_9	-2,6	0,5	-5,5	0
P3_10	-2,4	0,5	-4,6	0
P3_11	-1,6	0,5	-3,4	0,0008
P5_11	-3,0	0,4	-7,8	0
P5_12	-3,8	0,6	-6,6	0
P5_13	-7,4	0,5	-14,5	0
P5_14	-7,4	0,5	-13,6	0
P7_1	-7,8	0,3	-22,4	0
P7_2	-8,2	0,4	-18,9	0
P9	7,1	0,1	74,6	0
P11_11	11,2	0,5	22,6	0
AR(1)	0,1	0,0	8,5	0

Con relación a la bondad del ajuste cuyos indicadores aparecen en la **Tabla 5.2**, se tiene un coeficiente de determinación cercano al 60%, indicando que mucho menos de la mitad de las variaciones de los costos son el hecho de variables no identificadas en el modelo.

Tabla 5.2. Bondad del ajuste

R-squared	0,57	Mean dependent var	16,27
Adjusted R-squared	0,57	S.D. dependent var	10,37
S.E. of regression	6,84		

Finalmente, en la **Figura 1**, se tiene la representación de la relación de los valores observados y los valores estimados con un ajuste que se puede juzgar satisfactorio.

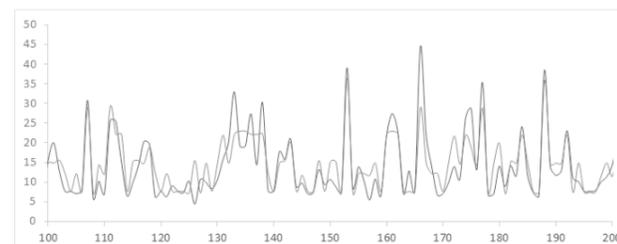


Figura 1. Costos observados y estimados

6. CONCLUSIONES

El costo del producto dañado depende del cuatrimestre del año en que ocurre el evento, siendo el tercero cuando se presentan las mayores frecuencias.

La frecuencia dominante es la de costos bajos en los vidrios laterales y costo más bien elevado, en los parabrisas.

El costo de los errores en los vidrios laminados es mucho más alto que en los vidrios templados.

En cuanto al costo de los errores en los vidrios color verde es mucho más elevado que en los vidrios color fumé e incoloro.

Cuando hay más de 3 productos defectuosos, los costos se elevan a más de 2,97 dólares; mientras que cuando aparece 1 producto defectuoso, la frecuencia dominante está por encima de 2,20 dólares.

El costo de los errores en el proceso laminado es mucho más alto que en el proceso templado.

◇

En el año 2016, el costo cae en 1,3 dólares con respecto al año 2015; en el mes de mayo cae 2,6 dólares con respecto a otros meses, seguido del mes de junio cuando el costo cae 2,8 dólares, a julio con una caída de 3,4 dólares, agosto con 3 dólares, septiembre 2,6 dólares, octubre 2,4 dólares y noviembre con 1,6 dólares.

De acuerdo al color se tiene que, en el caso del vidrio incoloro, el costo cae en 7,8 dólares, mientras que el costo del vidrio verde cae en 8,2 dólares. En el caso de otros vidrios la caída es de 3 dólares.

En lo referido al sitio del vidrio en el vehículo, en el parabrisas el costo cae 3,8 dólares, mientras que en los vidrios lateral derecho cae en 7,4 dólares con respecto a los vidrios de otros sitios. De la misma manera, el costo para los vidrios lateral izquierdo cae en 7,4 dólares.

En cuanto a la cantidad de vidrios defectuosos, por cada producto defectuoso adicional el costo sube en 7,1 dólares. También se evidencia que si el vidrio viene del proceso laminado el costo sube en 11,2 dólares.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Pearson, C., 2000; Manual del vidrio plano; Argentina.
 ABNT NBR; 2011; Vidrios de seguridad para vehículos de carretera. Rio de Janeiro Brasil.
 Loza, H., 2007; Estadística para la toma de decisiones; Santa Cruz de la Sierra.

ANEXOS 1. CORRELOGRAMA DE RESULTADOS

Date: 04/02/18 Time: 21:28
Sample: 1 3555
Included observations: 3555
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob...
1 -0.00...	-0.00...	0.0009			
2 0.003 0.003	0.0291	0.865			
3 0.007 0.007	0.2104	0.900			
4 0.016 0.016	1.1043	0.776			
5 0.005 0.005	1.1891	0.880			
6 0.010 0.009	1.5184	0.911			
7 -0.00... -0.00...	1.5748	0.954			
8 -0.03... -0.03...	4.7863	0.686			
9 0.011 0.010	5.1942	0.737			
1... 0.007 0.007	5.3834	0.800			
1... -0.00... 0.000	5.3835	0.864			
1... -0.01... -0.00...	5.7056	0.892			
1... 0.008 0.008	5.9584	0.918			
1... 0.022 0.022	7.7078	0.862			
1... 0.007 0.006	7.8678	0.896			
1... -0.01... -0.01...	8.5828	0.898			
1... -0.00... -0.00...	8.6952	0.925			
1... 0.005 0.005	8.7967	0.946			
1... -0.00... -0.00...	8.8019	0.964			
2... 0.015 0.014	9.5934	0.962			
2... 0.009 0.010	9.9047	0.970			
2... 0.023 0.025	11.861	0.943			
2... -0.02... -0.02...	13.744	0.910			
2... 0.010 0.008	14.129	0.923			
2... -0.00... -0.00...	14.131	0.944			
2... 0.008 0.008	14.357	0.955			
2... -0.02... -0.02...	16.334	0.928			
2... 0.019 0.018	17.574	0.916			
2... 0.002 0.003	17.589	0.936			
3... 0.019 0.020	18.862	0.925			
3... -0.00... -0.00...	19.011	0.940			
3... 0.009 0.009	19.301	0.950			
3... -0.01... -0.01...	19.687	0.956			
3... 0.008 0.007	19.918	0.965			
3... 0.014 0.011	20.633	0.965			
3... -0.02... -0.01...	22.095	0.956			
3... -0.00... -0.00...	22.346	0.964			
3... -0.00... 0.000	22.350	0.973			
3... -0.01... -0.01...	22.694	0.977			
4... 0.012 0.013	23.240	0.979			
4... -0.00... -0.00...	23.538	0.982			
4... 0.037 0.038	28.568	0.929			
4... 0.034 0.034	32.625	0.850			
4... 0.005 0.002	32.723	0.872			
4... 0.010 0.010	33.059	0.886			
4... 0.033 0.031	36.996	0.796			
4... 0.002 0.002	37.016	0.825			
4... 0.005 0.003	37.117	0.849			
4... 0.008 0.007	37.362	0.866			
5... -0.01... -0.01...	37.717	0.879			
5... -0.00... -0.00...	37.755	0.899			
5... -0.00... -0.00...	37.757	0.916			
5... 0.005 0.006	37.834	0.930			
5... 0.013 0.014	38.481	0.933			
5... -0.02... -0.02...	40.171	0.919			
5... 0.022 0.019	41.866	0.904			
5... 0.019 0.019	43.159	0.896			
5... 0.022 0.022	44.846	0.878			
5... -0.01... -0.01...	46.125	0.870			
6... -0.01... -0.02...	47.131	0.867			
6... -0.00... 0.001	47.131	0.887			
6... 0.008 0.007	47.359	0.900			
6... 0.006 0.003	47.474	0.913			
6... 0.022 0.021	49.196	0.898			
6... 0.036 0.040	54.018	0.809			
6... -0.00... -0.00...	54.221	0.827			
6... 0.023 0.019	56.175	0.800			
6... 0.005 0.001	56.277	0.822			
6... 0.055 0.058	67.204	0.504			
7... -0.00... -0.00...	67.341	0.534			
7... -0.01... -0.01...	67.765	0.553			
7... 0.020 0.019	69.278	0.536			

INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

Innovación tecnológica en supervisión de obras

Ing. Luis Alberto Soliz Franco.

Ingeniería Civil, Docente Titular C e Investigador de la Carrera Ingeniería Civil de la Facultad de ciencias Exactas y Tecnología de la U.A.G.R.M.

RESUMEN

Se explica las variaciones del tiempo en exceso Las estadísticas de diferentes entidades e instituciones dan cuenta de un crecimiento sostenido en inversiones inmobiliarias en el país que no solamente son inversiones locales sino también inversiones extranjeras, en hoteles, condóminos, grandes centros comerciales, oficinas y otros. Existe mucha competencia en las inversiones en estos rubros y en muchos casos los inversionistas introducen como parte de su marketing que las construcciones que ofrecen son de alta calidad y serán respaldadas con certificaciones como ISO, LEED u otras. Por tal razón desde los diseños de la arquitectura y las especialidades de las ingenierías se tienen en cuentan las especificaciones técnicas que cumplan las exigencias de las futuras certificaciones para la construcción. El rol fundamental de la supervisión está en el control y seguimiento de la obra para que la construcción cumpla con la calidad exigida en

las especificaciones técnicas, el cumplimiento de los plazos de construcción y cumplimiento de los costos previstos. Por otra parte, cada vez más en la construcción se introducen nuevas tecnologías tanto en materiales como en metodologías constructivas. Un efecto importante de la aplicación de nuevas tecnologías es la reducción de los plazos de la construcción y los costos de la construcción. En la elaboración de los diseños de estas construcciones participan cada vez más especialidades como ser el proyecto de arquitectura, el proyecto estructural, el proyecto hidrosanitario, el proyecto de combate incendio, el proyecto de Corrientes débiles, el proyecto de climatización, el proyecto de fachadas y cerramientos, el proyecto eléctrico, el proyecto de paisajismos, etc. Las nuevas tecnologías en la construcción a su vez exigen una actualización tecnológica permanente de los profesionales que forman parte del equipo de Supervisión de obra. Este equipo de supervisión debe tener también los especialistas de supervisión en cada una de