

Detección de Patrones para la Prevención de Daños y/o Averías en la Industria Automotriz

H. Flores¹, R. Garcia-Martinez^{2,3}, E. Fernandez³, H. Merlino³, D. Rodriguez², P. Britos⁴

¹ Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Bs.As.

². Área Ingeniería del Software. Licenciatura en Sistemas. Departamento Desarrollo Productivo y Tecnológico. UNLa

³ Laboratorio de Sistemas Inteligentes – Facultad de Ingeniería - Universidad de Bs.As.

⁴ Universidad Nacional de Río Negro. Sede Andina (El Bolson).
rgarciamar@fi.uba.ar, paobritos@gmail.com

Resumen. La problemática planteada en este artículo es en referencia a los daños y/o averías que se producen en automóviles 0 KM desde que salen de producción hasta que llegan a su destino final, ya que ocasionan una pérdida de dinero importante para la compañía quien debe hacerse cargo del arreglo de las averías ocurridas. Detectar e identificar determinados patrones de comportamiento es de importancia para la estimación de costos y presupuestos tanto para el cambio de la parte o reparación de la parte dañada o averiada según corresponda. Además, disponer de este tipo de información también permite tomar las medidas necesarias para evitar siniestros o preparar las instalaciones por donde transitan o se estacionan las unidades para reducir el porcentaje de los mismos.

Palabras claves: Minería de datos. Prevención de averías. Aplicación de minería de datos en la industria automotriz.

1 Introducción

El gran desarrollo tecnológico de los últimos años ha potenciado el almacenamiento de grandes volúmenes de información. No solo desde el punto de vista del “computador personal” sino también desde el punto de vista de la computación como un conjunto de dispositivos electrónicamente interconectados capaces de soportar el transporte de grandes cantidades de información en una dirección determinada con el propósito de ser almacenada centralizada o descentralizadamente, o bien desde el punto de vista de redes electrónicas donde desde cada nodo se permite la posibilidad de cargar información en una o más bases de datos.

Al mayor poder de procesamiento y transporte de información se suman los avances tecnológicos en materia de base de datos que soportan “grandes” volúmenes de información de diferentes orígenes y fuentes pudiendo incluir texto, números, imágenes, video, etc. Estos avances en materia de gran capacidad de almacenamiento

de información han dado lugar a la creación de nuevas tecnologías como la Minería de Datos.

Conceptualmente la Minería de Datos o Explotación de Datos, como también será llamada en el presente trabajo, se puede definir como un conjunto de técnicas y herramientas aplicadas al proceso no trivial de extraer y presentar conocimiento implícito, previamente desconocido, potencialmente útil y humanamente comprensible, a partir de grandes conjuntos de datos con motivo de predecir de forma automatizada tendencias y comportamientos y/o descubrir de forma automatizada modelos previamente desconocidos [1].

Desde un punto de vista empresarial la minería de datos puede ser definida como un conjunto de áreas que tiene como propósito la identificación de un conocimiento obtenido a partir de las bases de datos que aporten un sesgo hacia la toma de decisiones [2].

Hoy en día realizando las consultas (simplemente navegando los datos) convencionales a grandes bases de datos no es suficiente para resolver problemas de negocios ya que es necesario obtener más información de la situación de negocio, por lo cual se hace necesario seguir una metodología y aplicar los procesos adecuados a la situación de negocio [3] para así obtener conocimiento y resultados que permitan a las compañías obtener un beneficio.

En la industria automotriz uno de los temas relevantes en la producción y distribución de unidades es la detección e identificación de daños y/o averías producidas a lo largo del circuito que recorren los autos desde que salen de planta de producción hasta que llegan a su destino final.

Con el crecimiento de la globalización las fábricas de autos han desarrollado complejas redes de distribución en todo el mundo. Para el aprovechamiento de la especialización en la producción de los automóviles los fabricantes producen determinados modelos en determinadas regiones / países. Esta estrategia contribuye a la optimización de costos de producción pero incrementa la necesidad de mayores controles en el intercambio de unidades entre las regiones. Todo esto ha generado un importante aumento en el transporte de vehículos de lugar a lugar, de país a país o de continente a continente. Durante estos trayectos los vehículos se ven sometidos a daños, en grado variable, en toda la cadena de suministro.

El objetivo del presente trabajo es la aplicación de la metodología CRISP-DM [4] para detectar patrones de comportamiento en la producción de daños y/o averías en la cadena de distribución de automóviles utilizando los procesos planteados en [3]

2 Problema a resolver

En todo el circuito de distribución de automóviles existe la posibilidad y el riesgo de provocar daños a los automóviles. Entre los puntos a tener en consideración está el de la responsabilidad de los siniestros lo cual es factible detectar a partir de la información disponible.

A lo largo de la cadena logística de este circuito se pasa por diversos puntos donde circulan los autos desde que salen de producción hasta que llegan a su destino.

La información vinculada a los temas de siniestralidad de vehículos en la actualidad se encuentra almacenada en forma distribuida entre las diferentes empresas responsables en cada punto de control de cada cadena logística. Actualmente cada empresa que se dedica a la distribución de automóviles realiza en forma privada y por separado los estudios referidos a los daños y/o averías de cada unidad automotriz en el punto donde les corresponde su responsabilidad, ya que estos suceden con mucha frecuencia y ocasionan un gasto importante a la organización. En resumen se puede decir que los problemas a resolver son los siguientes:

- Identificar daños y/o averías de automóviles en: Ingreso y despacho de puerto, Ingreso y despacho de playa, Bajada y subida de buque, Salida de planta.
- Determinar responsabilidad de siniestralidad.
- Imputar siniestros.
- Determinar tipos de averías y daños.
- Determinar partes averiadas y dañadas

El movimiento de unidades es organizado y supervisado logísticamente por la/s empresa/s encargadas de tomar el auto desde que sale de planta hasta que llega a su destino final. Los destinos finales pueden ser el mismo país o países distintos.

Las empresas u operadores logísticos responsables directos sobre los autos se encargan de administrar todo el proceso de traslado y distribución de las unidades, ya que los fabricantes de automóviles normalmente no son responsables por su distribución. Una marca puede tener uno o más operadores logísticos en todo el mundo y este inclusive pueden variar de país en país. El proceso incluye carga y descarga de vehículos de buques (barcos con capacidad para transportar 3000/4000 unidades), entrada y salida de unidades de puertos (con capacidades de almacenamiento desde cientos a varios miles de unidades), carga y descarga de unidades en bateas (camiones con capacidad de 7, 9 y 11 unidades), entrada y salida de unidades de patios y playas intermedias (con capacidades de almacenamiento desde cientos a varios miles de unidades), o inclusive en la salida de los autos de la planta de producción.

En cada uno de estos puntos: plantas, puertos, playas, patios, etc. para la realización de las operaciones mencionadas; carga o descarga, ingreso o salida intervienen diferentes empresas. Es de considerable importancia para los operadores logísticos saber y controlar que es lo que sucede con los autos en el cambio de responsabilidad cuando se traspasa una unidad de una empresa a otra (el cambio de responsabilidad no solo involucra a las empresas que entregan y reciben, sino también hay empresas de seguros y empresas contratadas por los operadores logísticos que pueden ser una o varias) debido a que los daños y/o averías que sufren los mismos deben ser imputados (asignados) a la/s empresa/s que lo/s produjeron. Es frecuente la tercerización en el desarrollo de las inspecciones o peritajes que es realizado normalmente en los lugares donde se produce el intercambio de responsabilidad de una empresa a otra.

Los datos en cada uno de los puntos de control son tomados por personal especializado. Cabe aclarar que siempre se hace referencia a daños y/o averías no mecánicas puesto que todo lo referente al funcionamiento mecánico solo es controlado en fábrica antes de su salida de línea de montaje y la unidad no es verificada mecánicamente hasta que llega al destino final.

Los procedimientos de inspección y captura de datos son llevados a cabo según estándares mundiales creados por las marcas y los operadores logísticos. Todos los estándares de verificación y control de autos están certificados según políticas internas de cada compañía que participa en la distribución de las unidades o según la demanda por contrato de la marca correspondiente.

La información tomada en cada punto de control es codificada (usualmente el código está compuesto por: Área o parte de un auto – Avería – Gravedad) según los procedimientos y demandas de cada operador logístico. Esta información es compartida con cada una de las partes que intervienen en el traslado de las unidades debido a que las mismas deben ser aceptadas por cada responsable. Cada observación imputada a cada unidad debe ser certificada y aceptada por ambas partes en cada punto; tanto la parte que recibe como la parte que entrega.

Otro dato importante referido a la condición del auto es la descripción de una observación realizada por el personal de inspección, por ejemplo controles a la bajada o subida de buque, dentro de los buques, a la entrada o salida de un puerto, dentro de los puertos (estiba), a la salida de una planta de producción, a la entrada o salida de un patio / playa (stock) comercial o por reparación, controles a la subida o bajada de bateas (camiones), entre otros. Los circuitos mencionados se pueden visualizar en las fig. 1 y 2:

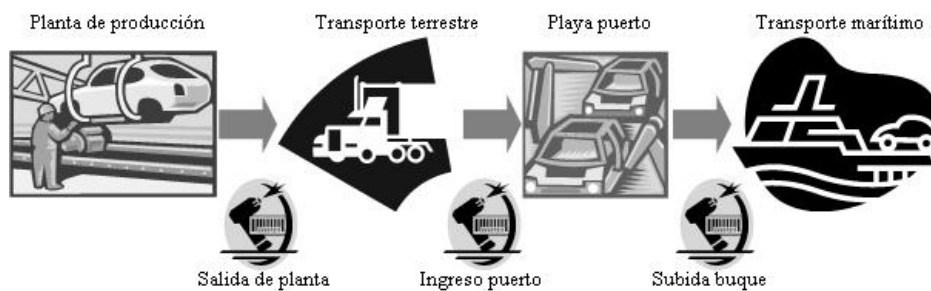


Fig 1. Circuito exportación

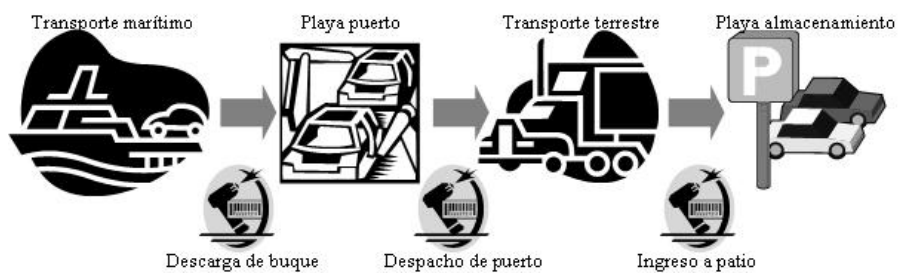


Fig 2. Circuito importación

3 Solución propuesta

Para llevar adelante este proyecto se utilizó como metodología CRISP-DM y el proceso de descubrimiento de reglas de comportamiento en grupos propuesto en [Britos, 2008] para la detección de patrones de comportamiento y reglas de negocio, la cual se orienta a la resolución de problemas empresariales motivo por el cual fue seleccionada para este desarrollo. La metodología CRISP-DM es implementada en forma progresiva por lo cual resulta conveniente para la aplicación en este trabajo, debido principalmente a la cantidad de datos disponibles y la estructura de los mismos. Además su característica inductiva o de búsqueda de patrones puede ayudar a restringir la cantidad de información útil sobre la que se realiza el análisis de resultados. La exploración de datos se realiza sobre información disponible desde el año 2003 al 2008, para un correcto análisis se definen muestras uniformes distribuidas por semestre. Los atributos específicos necesarios para la minería de datos son:

- Identificador de auto,
- Fecha de operación en la que se detecta el daño,
- Modelo de cada unidad,
- Lugar donde se produce la falla,
- Parte del auto donde se produce la avería,
- Tipo de avería producida en cada unidad,
- Severidad o gravedad de avería producida, y
- Observaciones por cada unidad

Una vez aplicada inducción a los diversos tipos de averías se puede observar que le 96,04 % corresponde a faltantes, pintura saltada, rayado o rozado y abollado, a través de la figura 3 se puede observar la distribución a lo largo de los diversos periodos:

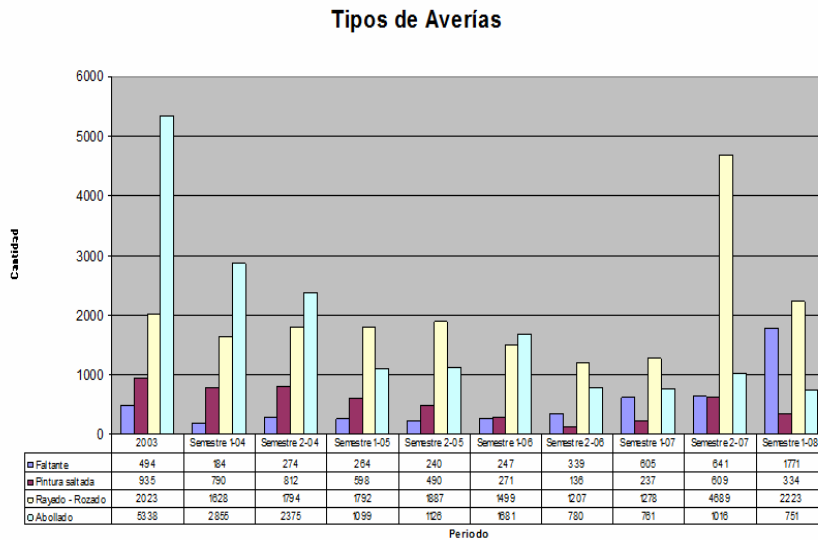


Fig. 3. Cantidades por tipo de avería

A través de dicho análisis se pudo observar los distintos lugares en lo que se producen con mayor frecuencia las averías (fig. 4), siendo la “Subida a Buque en Puerto de Origen” como el de mayor producción de daños (45%), lugar que pertenece a dos cambios de responsabilidad, esto es, las averías detectadas en la subida a un buque son imputables tanto al transporte terrestre como a playa de puerto. Es difícil estimar un porcentaje representativo de lo que sucedió en la realidad en el punto de control en cuestión pero esto permite deducir que como línea futura de investigación se puede trabajar con los datos agrupados en función de los lugares de control y no por periodos de tiempo como es el estudio actual.

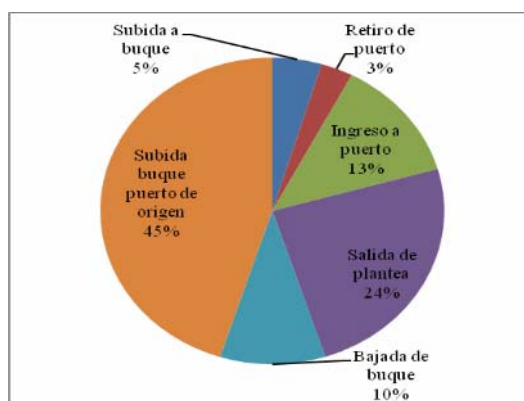


Fig. 4. Lugar de avería

Al realizar el proceso de descubrimiento de reglas de pertenencia a los grupos detectados se obtuvo los siguientes resultados (tabla 1):

Tabla 1. Especificación de cada grupo por periodo.

| Periodo | Grupo | Lugar | Parte | Avería | Cant |
|--------------------------|-------|---|---|--------------------|------|
| Segundo Semestre 2003 | 1 | Bajada de Buque | Tapizado interno puerta delantera izquierda | Rayado - Rozado | 596 |
| | 2 | Retiro de Puerto | Cristales de parante delantero | Abollado | 1007 |
| | 3 | Subida Buque Puerto de Origen | Sistema de navegación | Proyección | 15 |
| | 4 | Ingreso a Puerto | Moldura protectora lateral derecha | Rayado - Rozado | 488 |
| | 5 | Subida Buque Puerto de Origen | Cable de carga | Faltante | 582 |
| | 6 | Transferencia ubicación y línea de carga | Insignia | Faltante | 99 |
| | 7 | Subida Buque Puerto de Origen | Llave | Abollado | 2120 |
| | 8 | Subida Buque Puerto de Origen | Guardabarro delantero izquierdo | Rayado - Rozado | 14 |
| | 9 | Subida Buque Puerto | Guardabarro delantero | Rayado - | 79 |

| Periodo | Grupo | Lugar | Parte | Avería | Cant |
|-----------------------|-------|--|---|-----------------------------|------|
| | | de Origen | izquierdo | Rozado | |
| Primer semestre 2004 | 1 | Bajada de Buque | Cristales de parante delantero | Faltante | 259 |
| | 2 | Retiro de Puerto | Guardabarro trasero derecho | Faltante | 627 |
| | 3 | Bajada de Buque | Panel lateral izquierdo | Faltante | 1961 |
| | 4 | Ingreso a Puerto | Tapa posterior de techo | Pintura saltada | 82 |
| | 5 | Bajada de Buque | Llanta delantera derecha | Abollado | 1642 |
| | 6 | Transferencia ubicación y línea de carga | Parrilla delantera | Abollado | 15 |
| | 7 | Bajada de Buque | Llanta delantera derecha | Faltante | 405 |
| | 8 | Retiro de Puerto | Techo (inclusive convertible) | Proyección | 9 |
| Segundo semestre 2004 | 1 | Subida a Buque | Spoiler delantero | Rayado - Rozado | 3 |
| | 2 | Ingreso a Puerto | Parante delantero | Rayado - Rozado | 15 |
| | 3 | Ingreso a Puerto | Alfombra suplementarias | Proyección | 48 |
| | 4 | Ingreso a Puerto | Luz de neblina trasera | Faltante | 54 |
| | 5 | Subida Buque Puerto de Origen | Giro Delantero (derecho / izquierdo) | Faltante | 448 |
| | 6 | Ingreso a Puerto | Retrovisor externo derecho | Proyección | 548 |
| | 7 | Transferencia ubicación y línea de carga | Moldura protectora lateral izquierda | Pintura saltada | 1 |
| | 8 | Subida Buque Puerto de Origen | Otros | Faltante | 3883 |
| Primer semestre 2005 | 1 | Subida a Buque | Zócalo interno puerta delantera izquierda | Rayado - Rozado | 3 |
| | 2 | Subida a Buque | Paragolpe trasero / Spoiler trasero | Rayado - Rozado | 10 |
| | 3 | Ingreso a Puerto | Capot | Rayado - Rozado | 64 |
| | 4 | Ingreso a Puerto | Parabrisa | Faltante | 43 |
| | 5 | Ingreso a Puerto | Luz de neblina trasera | Proyección | 165 |
| | 6 | Ingreso a Puerto | Cubierta delantera derecha | Faltante | 436 |
| | 7 | Bajada de Buque | Zócalo derecho | Faltante | 2342 |
| | 8 | Subida Buque Puerto de Origen | Escape | Faltante | 855 |
| | 9 | Subida Buque Puerto de Origen | Luneta trasera / Cristal puerta trasera | Arrancado - Roto - Fisurado | 1 |
| Segundo semestre | 1 | Ingreso a Puerto | Techo (inclusive convertible) | Pintura saltada | 67 |
| | 2 | Ingreso a Puerto | Otros | Abollado | 177 |

| Periodo | Grupo | Lugar | Parte | Avería | Cant |
|-----------------------|-------|--|---|-----------------|------|
| | 3 | Ingreso a Puerto | Techo (inclusive convertible) | Rayado - Rozado | 142 |
| | 4 | Subida a Buque | Bolsa de herramientas | Proyección | 12 |
| | 5 | Ingreso a Puerto | Llanta delantera izquierda | Proyección | 111 |
| | 6 | Subida Buque Puerto de Origen | Guardabarro delantero derecho | Faltante | 2955 |
| | 7 | Bajada de Buque | Zócalo derecho | Faltante | 168 |
| | 8 | Ingreso a Puerto | Llanta delantera derecha | Proyección | 249 |
| Primer semestre 2006 | 1 | Bajada de Buque | Spoiler delantero | Rayado - Rozado | 7 |
| | 2 | Retiro de Puerto | Paragolpe delantero / Protector delantero | Rayado - Rozado | 1 |
| | 3 | Bajada de Buque | Spoiler delantero | Rayado - Rozado | 9 |
| | 4 | Ingreso a Puerto | Tapa posterior de techo | Rayado - Rozado | 35 |
| | 5 | Bajada de Buque | Moldura protectora lateral derecha | Faltante | 103 |
| | 6 | Transferencia ubicación y línea de carga | Puerta trasera izquierda | Abollado | 33 |
| | 7 | Bajada de Buque | Tapa acceso gancho remolque | Abollado | 274 |
| | 8 | Bajada de Buque | Zócalo derecho | Faltante | 3301 |
| Segundo semestre 2006 | 1 | Bajada de Buque | Spoiler delantero | Rayado - Rozado | 1 |
| | 2 | Bajada de Buque | Paragolpe delantero / Protector delantero | Rayado - Rozado | 3 |
| | 3 | Retiro de Puerto | Paragolpe delantero / Protector delantero | Rayado - Rozado | 1 |
| | 4 | Bajada de Buque | Panel trasero bajo baúl | Rayado - Rozado | 14 |
| | 5 | Bajada de Buque | Alfombra suplementarias | Proyección | 21 |
| | 6 | Bajada de Buque | Parrilla delantera | Abollado | 67 |
| | 7 | Ingreso a Puerto | Guardabarro delantero derecho | Faltante | 250 |
| | 8 | Transferencia ubicación y línea de carga | Guardabarro delantero derecho | Faltante | 2271 |
| Primer semestre 2007 | 1 | Ingreso a Puerto | Paragolpe delantero / Protector delantero | Pintura saltada | 2 |
| | 2 | Transferencia ubicación y línea de carga | Faldillas para barro | Pintura saltada | 6 |
| | 3 | Ingreso a Puerto | Zócalo izquierdo | Abollado | 57 |
| | 4 | Transferencia ubicación y línea de carga | Puerta trasera izquierda | Rayado - Rozado | 68 |
| | 5 | Transferencia ubicación y línea de carga | Tapizado interno puerta delantera izquierda | Rayado - Rozado | 160 |

| Periodo | Grupo | Lugar | Parte | Avería | Cant |
|-----------------------|-------|--|---|-----------------------------|------|
| | 6 | Bajada de Buque | Capot | Rayado - Rozado | 10 |
| | 7 | Subida Buque Puerto de Origen | Panel lateral derecho | Abollado | 349 |
| | 8 | Transferencia ubicación y línea de carga | Zócalo derecho | Faltante | 2377 |
| Segundo semestre 2007 | 1 | Bajada de Buque | Zócalo izquierdo | Rayado - Rozado | 11 |
| | 2 | Transferencia ubicación y línea de carga | Llanta trasera izquierda | Rayado - Rozado | 72 |
| | 3 | Ingreso a Puerto | Tapizado interno puerta delantera izquierda | Proyección | 239 |
| | 4 | Transferencia ubicación y línea de carga | Tapa tanque combustible | Rayado - Rozado | 233 |
| | 5 | Ingreso a Puerto | Escape | Rayado - Rozado | 51 |
| | 6 | Transferencia ubicación y línea de carga | Zócalo derecho | Rayado - Rozado | 100 |
| | 7 | Subida Buque Puerto de Origen | Puerta delantera izquierda | Abollado | 62 |
| | 8 | Subida Buque Puerto de Origen | Limpiador y lavador de parabrisas | Abollado | 266 |
| | 9 | Transferencia ubicación y línea de carga | Limpiador y lavador de parabrisas | Proyección | 3966 |
| Primer semestre 2008 | 1 | Transferencia ubicación y línea de carga | Paragolpe delantero / Protector delantero | Arrancado - Roto - Fisurado | 1 |
| | 2 | Subida a Buque | Paragolpe delantero / Protector delantero | Arrancado - Roto - Fisurado | 3 |
| | 3 | Subida a Buque | Bolsa de herramientas | Arrancado - Roto - Fisurado | 12 |
| | 4 | Ingreso a Puerto | Giro Delantero (derecho / izquierdo) | Pintura saltada | 44 |
| | 5 | Ingreso a Puerto | Paragolpe trasero / Spoiler trasero | Rayado - Rozado | 255 |
| | 6 | Bajada de Buque | Moldura protectora lateral derecha | Abollado | 116 |
| | 7 | Transferencia ubicación y línea de carga | Llanta delantera izquierda | Rayado - Rozado | 402 |
| | 8 | Ingreso a Puerto | Encendedor | Manchado | 235 |
| | 9 | Transferencia ubicación y línea de carga | Retrovisor externo derecho | Faltante | 3932 |
| Segundo semestre 2008 | 1 | Transferencia ubicación y línea de carga | Paragolpe delantero / Protector delantero | Arrancado - Roto - Fisurado | 1 |
| | 2 | Subida a Buque | Paragolpe delantero / Protector delantero | Arrancado - Roto - Fisurado | 3 |
| | 3 | Subida a Buque | Bolsa de herramientas | Arrancado - Roto - Fisurado | 12 |
| | 4 | Ingreso a Puerto | Giro Delantero | Pintura saltada | 44 |

| Periodo | Grupo | Lugar | Parte (derecho / izquierdo) | Avería | Cant |
|---------|-------|--|-------------------------------------|-----------------|------|
| | 5 | Ingreso a Puerto | Paragolpe trasero / Spoiler trasero | Rayado - Rozado | 255 |
| | 6 | Bajada de Buque | Moldura protectora lateral derecha | Abollado | 116 |
| | 7 | Transferencia ubicación y línea de carga | Llanta delantera izquierda | Rayado - Rozado | 402 |
| | 8 | Transferencia ubicación y línea de carga | Llanta delantera izquierda | Rayado - Rozado | 402 |
| | 9 | Ingreso a Puerto | Encendedor | Manchado | 235 |

El comportamiento demostró un alto grado de concordancia entre los lugares en que se produce la avería y la parte afectada a lo largo de los distintos periodos. De acuerdo a la información vertida por el experto los casos presentados pueden ser evitados o realizar acciones para su minimización, logrando así una disminución en los costos de reparación.

4 Conclusiones

Podemos observar que la metodología CRISP-DM es apropiada para la explotación de datos en esta industria.

En cuanto a los resultados obtenidos desde el punto de vista práctico permiten establecer como patrones de comportamiento los tipos de averías y los modelos afectados en este nicho de mercado específico (considerando el estándar de inspección para la toma de datos y los modelos de autos que intervienen en el proyecto).

La aplicación del proceso de descubrimiento de reglas a grupo es óptima en este proyecto ya que permite ver el comportamiento de los grupos a lo largo de los periodos estableciéndose situaciones comunes a todos lo que permitirá definir procesos que minimicen la ocurrencia de averías.

Referencias

- [1] Piatetski-Shapiro, G., Frawley, W.J., Matheus, C.J. 1991. Knowledge discovery in databases: an overview. AAAI-MIT Press, Menlo Park, California.
- [2] Moss, L., Atre, S. 2003. *Business Intelligence Roadmap: The Complete Project Lifecycle for Decision-Support Applications*. Addison-Wesley Information Technology Series.
- [3] Britos, P. 2008. *Procesos de Explotación de Información Basados en Sistemas Inteligentes*. Tesis de Doctorado en Ciencias Informática. Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata.
- [4] Chapman, P., Clinton, J., Keber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., Wirth, R. 1999. *CRISP-DM 1.0 Step by step BGuide*. Edited by SPSS. <http://www.crispdm.org/CRISPWP-0800.pdf>. Ultimo acceso Junio 2008.