

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA  
UNAN-LEON  
FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUIMICAS**



**RESTAURACION NUMERICA DE BASTIDORES BORRADOS EN  
SUPERFICIE METALICA**

**TRABAJO INVESTIGATIVO PARA OPTAR A LA LICENCIATURA DE  
QUIMICA**

**Presentado Por: Br. Abelardo Sebastián Alvarado Martínez**

**Tutor: Dr. Gustavo Delgado Paniagua.**

**Tabla de contenido**

**León, Nicaragua 27 de Mayo del 2005.  
Número de página**

<b>DEDICATORIA</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>II</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>III</b>
<b>I.-INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>II.- JUSTIFICACION</b>	<b>2</b>
<b>II.- OBJETIVO</b>	<b>3</b>
<b>IV.- DESARROLLO DEL TEMA</b>	<b>4</b>
<b>4.1.-Los números de serie y el trabajo policial</b>	<b>5</b>
<b>4.2.- Deformación del metal y sus efectos</b>	<b>6</b>
<b>4.3.- Clasificación de posibles falsificaciones o alteraciones</b>	<b>8</b>
<b>4.4.- Aspecto que indican alteración en el número de motor en vehículos automotores</b>	<b>9</b>
<b>4.5.- Aspecto que indican alteración en el número de chasis en vehículos automotores</b>	<b>9</b>
<b>4.6.- Bases teóricas sobre la restauración de números borrados en metales</b>	<b>12</b>
<b>4.6.1.- Restauración de números de series</b>	
<b>4.6.2.- Etapas en el proceso de restauración</b>	
<b>4.6.3.- Tipos de restauración</b>	
<b>4.6.4.- Formas de realizar anotaciones en el proceso de restauración</b>	
<b>4.7.- Métodos de restauración</b>	<b>13</b>
<b>4.7.1.- Pasos a seguir en la restauración química</b>	
<b>V.- HIPOTESIS</b>	<b>14</b>
<b>VI.- METODOLOGIA</b>	<b>15</b>
<b>6.1.- Diseño metodológico</b>	<b>15</b>
<b>6.1.1.- Características de la investigación</b>	
<b>6.1.2.- Tipo de investigación</b>	
<b>6.1.3.- Método de muestreo</b>	
<b>6.1.4.- Técnica para el análisis</b>	

6.1.4.1.- Análisis in situ procedimiento para la examinacion del motor y chasis del vehiculo	
6.1.4.2.-Materiales y reactivos	18
6.1.4.3.-Sugerencias prácticas	19
6.1.4.4.-Procedimiento químico recomendados para la restauración numérica de bastidores borrados en superficie metálica ferrosa	20
<b>VII.- RESULTADOS</b>	<b>23</b>
<b>VIII.- CONCLUSIONES</b>	<b>24</b>
<b>IX.- RECOMENDACIONES</b>	<b>25</b>
<b>X.-* BIBLIOGRAFIA</b>	<b>26</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>27</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>28</b>
Anexo No 1	29
Anexo No 2	30
Anexo No 3	31

## **DEDICATORIA**

**Dedico este trabajo en primer lugar a DIOS por haberme brindado fuerza, salud y vida para poder realizar esta investigación. En segundo lugar a todas aquellas personas que de una u otra forma brindaron ayuda a seguir adelante en la investigación realizada.**

## **AGRADECIMIENTO**

**Deseo expresarme mi agradecimiento a mi tutor Dr. GUSTAVO DELGADO PANIAGUA, catedrático de la Universidad Nacional Autónoma de León, por su valiosa tutoría, para realizar este trabajo, y además al LIC. JOSÉ ESTEBAN SEQUEIRA, director de la escuela de Química de la misma Universidad de León, por su apoyo de una manera desinteresada.**

## RESUMEN

El documento titulado Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica, trata de los aspectos generales de como se dan las alteraciones sufridas en dichas superficies metálicas con el propósito de traficar vehículos y otros artículos electrodomésticos.

Una de las tareas frecuentes del investigador del Laboratorio de Criminalística, es restaurar los números u otras marcas borradas, implementando métodos químicos específicos y eficaces para recobrar él o los números del espécimen a investigar.

Debido a los distintos tipos de alteraciones sufridas en los bastidores se pueden restaurar los números borrados en los bastidores de los motores y chasis que son las series de identificación de cada automotor. Estos metales tienen átomos que presentan una ordenación muy rígida y le permite tener una estructura sólida y difícil de modificar.

Cuando se aplican un esfuerzo a un metal sus estructuras se deforman. Esto se da cuando dicho esfuerzo rebasa los límites elásticos del metal existiendo fuerzas especiales que se oponen a que recobre su forma inicial.

Estas alteraciones son producidas por limaduras, punzonamientos, las que indican alteraciones en los números de serie en chasis y motor. En las alteraciones antes descritas se pueden restaurar y determinar la autenticidad del número de serie determinado, además se puede aplicar el reactivo químico específico para la restauración ya que pueden ser parciales, totales o nulas.

Existen diferentes tipos de métodos para las restauraciones como: el Electromagnético, Térmico, Químico, Electroquímico y de Cavitación, pero debido a los tipos de espécimen a investigar y tiempo disponible se debe seleccionar un método específico como el químico debido a su reacción rápida. El tipo de método a utilizar en este estudio será el químico con el reactivo de Fry y otros reactivos como el Cloruro de Hierro (II) y sulfato de Cobre, pero aplicando ácidos a diferentes concentraciones.

Pero antes de efectuar el procedimiento químico hay que acondicionar la superficie a investigar, limpiando el área en donde se aplicara el reactivo químico seleccionado, dependiendo del metal a investigar, seguidamente hay que anotar tan pronto aparezca dicho dígito revelado. Una vez terminado la aplicación del reactivo se procede a neutralizar para evitar que la superficie metálica se corra.

Estamos seguros de que esta investigación será de mucho beneficio con el objetivo de brindarles información de cómo se pueden restaurar los números borrados y de apoyar la legislación vigente y futura para evitar el tráfico ilícito de automóviles y artículos electrodomésticos desarrollando técnicas que proporcionan resultados confiables.

## **I. INTRODUCCION**

El presente documento titulado “ **Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica**” trata de los aspectos generales de cómo poder reactivar los distintos tipos de números en los diferentes automotores u otros, para tal efecto se plantea algunos conocimientos básicos sobre la autenticidad de los números en los distintos tipos de bastidores.

Cabe señalar que la restauración de números en serie y otras marcas grabadas en metales que han sido borradas ha pasado a ser una importante tarea del laboratorio moderno de investigación criminológica. Tan solo la División de Criminología del Departamento de Managua realiza cada año más de 500 restauraciones de números de serie en los diferentes tipos de bastidores.

Hoy en día, la mayoría de motores, electrodomésticos, chasis, etc., susceptibles de ser comercializados, presentan además de sus referencias de marca y modelo, un número de serie que identifica cualquier tipo de actuación que pretenda hacer pasar el objeto por el que no es, el cual conlleva el proceder a la alteración o manipulación de dicho objeto.

Por todo lo dicho con anterioridad, en la petición del servicio debe constar en el oficio a parte de los datos policiales propiamente dichos (diligencias, fecha autoridad judicial que entiende en el asunto, marca y modelo del vehículo y la situación exacta donde se quiere recuperar el número), disponiéndose lo necesario para poder acceder al lugar exacto. En este sentido, siempre que sea factible, es más indicado trasladar al laboratorio el espécimen a investigar para poder determinar el o los números alterados.

Con dicha investigación se pretende facilitar documentación básica de cómo poder prevenir el tráfico ilícito de vehículos y artículos y de como proceder a la restauración o recuperación del número que identifica a dicho vehículo y artículo para poder concluir con éxito la investigación.

En esta investigación se aplicó una metodología descriptiva aplicando un método cualitativo con el fin de identificar la autenticidad y veracidad de los métodos empleados en la restauración de números en bastidores borrados en la superficie metálica en los diferentes tipos espécimen investigados.

Es menester señalar que en Nicaragua como país en vía de desarrollo no está exenta al tráfico ilícito de vehículos y algunos electrodomésticos, ya que últimamente se ha visto involucrado en los distintos tipos de tráficos.

## **II. JUSTIFICACIÓN**

El presente tema “ ***Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica***” surge como una necesidad de investigación, para poder analizar y organizar un compendio de información básica de los procesos químicos que conducen a la restauración de números.

Sin embargo el Laboratorio Central de Criminalística de la Policía Nacional tiene algunos conocimientos relacionadas a la reactivación de números de bastidores borrados en superficie metálica, con el objetivo de apoyar la legislación vigente en nuestro país, el cual está obligado a desarrollar técnicas y proporcionar resultados confiables.

Estamos seguro de que esta investigación será de mucho beneficio al Laboratorio Central de Criminalística de la Policía Nacional y departamentales con el propósito de brindarles información sobre como poder Restaurar los números borrados en bastidores aplicando las técnicas necesarias para su restauración.

### **III. OBJETIVO**

#### **Objetivos Generales**

- Dar a conocer los conocimientos básicos para poder determinar la autenticidad en los números de bastidores en chasis y motor de automotores.
- Dar a conocer como restaurar números de bastidores borrados en las superficies metálicas de chasis y motor en automotores mediante la implementación de un método de restauración.

#### **Objetivos específicos**

- Cualla importancia para la detección y restauración de los números en la superficie metálica de los vehículos automotores.
- Clasificar las posibles falsificaciones o alteraciones en los números de serie de motores y chasis.
- Identificar cuáles con los aspectos que indica las alteraciones en los números de motores y chasis.
- Definir cuáles son los acondicionamientos básicos para la elección del reactivo a utilizar.

## IV. DESARROLLO DEL TEMA

La falsificación de números de vehículos (cuyo número de artículos del vehículo, número de chasis u otras marcas de identificación que han sido borrados y seguidamente restaurados o pintados con números falsos) es una corrección común en todos los países del mundo. Si un vehículo robado es involucrado en un crimen (asesinato, ataque sexual, robo, hurto etc.) allí se vuelve necesario para restaurar el número original para demostrar la identidad del motor del vehículo.

En 1940, G. W. Pirk, metalurgista del Buró de la Policía Utica, New York, sugirió que una solución química mordiente conocida entre los metalógrafos como el reactivo de FRY podría usarse para recuperar números de serie<sup>1</sup>. Desde entonces, otros investigadores han recomendado muchos otros *mordientes* o *agentes grabadores químicos*. Particularmente dignos de nota entre los informes del método químico son los trabajos de Mathews y Nicholls<sup>2, 3</sup>.

En 1950 el Buró Federal de Investigación (FBI) informó de un método de restauración no destructivo, basado en el comportamiento de *partícula magnética* sobre la superficie del espécimen mientras está magnetizado<sup>4</sup>. Más o menos al mismo tiempo se ideó una variación del método químico en la que utiliza una serie de corrientes eléctricas para facilitar el proceso de grabado. De este método electrolítico informaron **TURNER**, Arai y Mathews<sup>5, 6, 7</sup>. El FBI ha perfeccionado también una técnica basada en el *calentamiento* del espécimen con un soplete<sup>8</sup>. Más reciente Young, del Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, ha demostrado un novedoso método de grabado utilizando agua destilada por un vibrador a un estado de *cavitación ultrasónica* para producir el grabado<sup>9</sup>.

---

<sup>1</sup> Young, S.G., "The Restoration of Obliterated Stamped Serial Number by Ultrasonic Induced Cavitation in Water", Journal of Forensic Science vol. 19, num. 4, p. 820 (1974).

<sup>2</sup> Metal Handbook, 8a edición, vol 8, American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1973, Págs. 70 – 142.

<sup>3</sup> Anuario de Normas de ASTM, Parte 11 Metalografía, Prueba no destructivas, Comité E-4 y E-7, American Society for Testing and Materials, Filadelfia, 1975, Págs. 41-48, 413-419.

<sup>4</sup> Metal Progress, vol 108, no 1, Pág. 174 - 177 mediados de Junio de 1975.

<sup>5</sup> Metal Handbook, 8a edición, vol 8, American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1973, Págs. 70 – 142.

<sup>6</sup> Heindl, R., "Ein neues Verfahren um ausgefeilte Stanzmarken zu rekonstruieren", Archiv fur Kriminologie, vol 96, Pág. 241 (1935).

<sup>7</sup> Walensky, W., "Die Rekonstruktion ausgefeilter Fabriknummern und sonstiger Pragezeichen". Archiv fur Kriminologie, vol 100, Pág. 289 (1937).

<sup>8</sup> Pirk, Gustav W., "Metallurgical Examinations in Criminal Cases", American Journal of Police Science, vol 30, Pág. 900 (1940).

<sup>9</sup> Bassemans, A. y Haemers, H., "Procède commode et rapide pur la revelation a froid des marques d'estampage sur metal effaces mecaniquement", Revue de Droit Penal et de Criminologie, Pág 934 (julio de 1947).

## *Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica*

Cuando nos encontramos con un vehículo que procede de tráfico ilícito, en él pueden encontrarse diversos números de serie, que pueden corresponder al motor, chasis, carrocería etc., pudiendo estar alterado unos u otros. Cuando son aplicados los reactivos químicos satisfactoriamente para tal borrado, es evidente la alteración de la estructura cristalina volviéndola visible temporalmente la solución del grabado es así que dichas solución químicas son posibles para revelar números que han sido lijados completamente.

Otro aspecto importante a tener en cuenta es la ubicación del número de la serie, así podemos encontrarnos con números que asientan sobre: la chapita indicadora (que en la mayoría de los casos hacen desaparecer), sobre la chapa de la carrocería en el interior del compartimento del motor; sobre la chapa en el interior del coche (bajo los asientos), en varios lugares del vehículo, por lo que es necesario realizar gestiones oportunas en las casas comerciales para descubrir todos aquellos números, algunos de los cuales pueden pasar desapercibidos para el delincuente y no estar alterado.

### **4.1. LOS NUMEROS DE SERIE Y EL TRABAJO POLICIAL**

Un estudio comprensivo del papel de los números de serie en el trabajo policial rebasa los límites de este trabajo. Sin embargo damos una breve explicación, por cuanto tiene que ver con el asunto de la restauración de los números de serie.

Los gobiernos locales promulgan leyes semejantes en relación con artículos diferentes a los automóviles por ejemplo una ordenanza declara delito el que una persona quite, altere, desfigure, destruya o falsifique el número de identificación del fabricante de un vehículo o el número del motor de un vehículo o cualquier parte del mecanismo que tenga un número de identificación. Con respecto a bicicletas será ilícito destruir, quitar, alterar, cubrir o desfigurar el número de serie del fabricante de cualquier bicicleta. Será ilícito para cualquier persona ser propietario o poseedor de una bicicleta cuyo número de serie original del fabricante haya sido destruido, removido, alterado, cubierto o desfigurado.

La probabilidad de que la propiedad de que un vehículo se puede rastrear mediante su número de serie depende de los reglamentos que gobiernan el registro y el mantenimiento de las listas de números de serie dependen de cada estado el cual reúnen la información sobre los vehículos robados. Otras posibles fuentes de información son fabricantes, vendedores, dueños de casas de empeño, talleres de reparación y compañías de seguros<sup>10</sup>.

Los automóviles y bicicletas tienen números de identificación en el bastidor como en el motor y a menudo en otros sitio. Su identificación típico consta de trece dígitos o letras ordenadas para dar información sobre el fabricante, el tipo de carrocería y motor, la planta de ensamblaje, el año del modelo y el número sucesivo de producción. El Buró Nacional de Robo de Automóviles publica el Manual de Identificación de Automóviles, que contiene información sobre la ubicación e interpretación de estos números.

---

<sup>10</sup> Nickolls, L.C., *The Scientific Investigation of Crime*, Butterworth & Co., Londres, 1 págs 1 – 1.

## Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

Los autos de fabricación reciente tienen un número **VIN** estampado en una placa metálica visible por el parabrisas. Se informa que partes como la transmisión y el carácter del cigüeñal tienen a veces su propio número de serie único y que las listas de los fabricantes dan la referencia recíproca entre éste y el número del vehículo<sup>11</sup>.

El examen de las tareas de restauración de números de serie encargadas a un departamento de policía representativo da buena idea de los aspectos prácticos del problema<sup>12</sup>. En el departamento policial de la capital se consideran exitosas la restauración si el número del armazón se recobra por completo o se hace lo suficiente legible para determinar que es el mismo que un número oculto encontrado.

Todos los números de serie restaurados por la División de Criminología se cotejan con las listas del Centro Nacional de Información Delictiva (**NCIC**). Claramente, la contribución que hace la labor de restauración de números de serie al trabajo policial mejoraría muchísimo con leyes de registro más comprehensivas. Los delincuentes usan una variedad de técnicas para borrar ilegalmente números de serie y, a veces, ocultar el hecho que se han borrado<sup>13,14,15</sup>.

### **4.2. DEFORMACION DEL METAL Y SUS EFECTOS**

Es gracias a las alteraciones que ocurren en la estructura cristalina de un metal cuando se estampa un número de serie que se puede restaurar los números borrados. A continuación se hace una breve descripción de la teoría de la deformación del metal.

El examen microscópico revela que los metales poseen estructura policristalina. Están formados de cristales de forma irregular, o granos, que se forman cuando el metal fundido se enfría hasta el punto de solidificación. Entre los granos, hay regiones entrelazadas conocidas como límites intergranulares. Los átomos en los metales, presentan una ordenación muy rígida que les permite tener una estructura permanente y difícil de modificar.

---

<sup>11</sup> Chisum, W. Jerry, "A Catalytic Process for Restoration of Serial Number on Aluminium", Journal of Forensic Science, vol 6, num 2, Pág 86, California Association of Criminalist, mayo de 1963.

<sup>12</sup> Kehl, George, L., "Principles of Metallographic Laboratory Practice, 3a edition, Mc Graw Hill Book Co., New York, 14 págs. 433 - 435, 441 - 448.

<sup>13</sup> Kehl, George, L., The Principles of Metallographic Laboratory Practice, 3a edition, McGraw Hill Book Co., New York, 14, págs, 433 - 435, 441 - 448.

<sup>14</sup> Nickolls, L.C., The Scientific Investigation of Crime, Butterworth & Co., Londres, 1 págs, 1 - 1.

<sup>15</sup> Chsum, W. Jerry, "A Catalytic Process for Restoration of Serial Numbers on Aluminium", Journal of Forensic Science, vol. 6, num. 2, Pág. 86, California Association of Criminalists, mayo de 1963.

## Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

Los átomos del metal en los granos cristalinos se disponen en cierto orden tridimensional, o retículos espaciales. La disposición atómica dentro de los límites intergranulares es menos regular que la de los cristales individuales, y se cree que esta sea la razón de la mayor resistencia que se observa en los límites intergranulares. Regulando la velocidad de enfriamiento durante la solidificación, se puede controlar el tamaño de los granos y la densidad de los límites intergranulares. Las propiedades mecánicas se ven afectadas por ello; en general, los granos pequeños resultan en mayor solidez y dureza, mientras que los granos grandes promueven mayor plasticidad.

Cuando se aplica un esfuerzo (tensión, compresión o torsión) a un metal, sus granos se deforman. Si el esfuerzo rebasa el límite elástico del metal, la estructura no vuelve a su condición original cuando cesa el esfuerzo. El resultado es la deformación permanente, también llamada deformación plástica. Como los metales presentan esta propiedad, se les puede dar forma con procesos tales como laminado, revenido, doblado, extrusión y forja.

La deformación plástica produce dos clases de movimientos de átomos dentro del cristal, conocidas como deslizamientos y maclaje. El deslizamiento involucra que un bloque de átomos se corre sobre el resto del reticulado por algún múltiplo de la distancia intraatómica. Semejante deformación ocurre a lo largo de direcciones cristalográficas específicas, llamadas planos de deslizamientos. El maclaje se produce cuando planos paralelos de átomos se deslizan consecutivamente uno sobre otro por una fracción de la distancia intraatómica. A lo largo de los planos de maclaje, se genera una nueva orientación de la estructura reticular. La deformación dobla cualquier plano cristalino que ocurre los planos de maclaje. De manera tal que la región situada entre los planos se puede observar metalográficamente y se conoce como banda de maclaje.

En un metal policristalino, el esfuerzo aplicado se transmite a través del material de un grano a otro, causando deformación plástica en cada parte. Como resultado, aparecen líneas de deslizamiento y bandas de maclaje, al tiempo que disminuye el tamaño del grano.

Cuando se estampa o imprime un número de serie en un metal, el esfuerzo creado es mayor en el punto de aplicación del dado. Mas allá de esta región localizada, las fuerzas de compresión están demasiadas disipadas para causar deformación plástica, pero si hay una región mas profunda de deformación elástica.

Es sabido que un trozo de alambre doblado es difícil de enderezar. En particular, la porción doblada tiene una fuerza especial que se opone a que vuelva a la forma original. La industria aprovecha tales efectos para modificar las propiedades de los metales en la forma deseada. Todos los procesos de fabricación tales como el laminado en frío, la forja, el revenido, el estampado, el prensado y el doblado, producen deformación plástica. Los trabajadores metalistas acostumbran las expresiones endurecimiento por trabajo, endurecimiento mecánico ó endurecimiento en frío para describir los resultados de estos procesos. Aún el proceso de maquinar o bruñir un metal puede tener efecto de endurecerlo.

Los efectos del endurecimiento mecánico se eliminan si el metal es recocido. Es este proceso, el metal se calienta a un punto en que desaparece la estructura deformada. Todos los procedimientos de restauración de números de serie se basan en el principio de que el metal deformado o endurecido mecánicamente que se halla inmediatamente abajo del estampado tiene propiedades diferentes que el que la rodea.

## Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

Mediante la acción mecánica se realiza el troquelado de números, se produce una modificación de la ordenación de los átomos, haciendo entonces que en esta zona se alteren sus propiedades físicas, siendo utilizados dichos fenómenos para poder realizar la restauración, ya que dicha zona es más susceptible (por la modificación) de ser atacada por distintos reactivos.

Si en este momento se produce el limado de los números, y el mismo no llega a sobrepasar la profundidad del troquel, es factible el proceder a la restauración de los mismos. Si por el contrario el limado o desgaste es más profundo, o bien se realiza un punzonamiento que produce una deformación mayor que la del troquel, la restauración será infructuosa. En general, todas las propiedades de un metal se ven afectadas por el endurecimiento mecánico. Las propiedades cuyas magnitudes se sabe que aumentan son:

- **Dureza:** Resistencia eléctrica.
- **Fragilidad:** Velocidad de elusión por químicos.
- **Resistencia a la Tensión:** Retentividad magnética

Como podría esperarse por los efectos arriba mencionados, el endurecimiento mecánico disminuye estas propiedades:

- **Ductibilidad:** Resistencia al ataque químico.
- **Resistencia al Choque:** Permeabilidad magnética.
- **Densidad:** Plasticidad

### **4.3. CLASIFICACIONES DE POSIBLES FALSIFICACIONES O ALTERACIONES**

Independientemente de lo necesario, sobre si hay cambios de piezas, chapas soldadas, las alteraciones de los distintos números de serie, podemos clasificarlas en:

- **Números limados:** es el sistema generalmente usado por los delincuentes para borrar el número de serie.
- **Números punzados:** son aquellos casos en los que el punzón se realiza marcas profundas sobre los números originales deformándolos. Son los peores tipos de alteraciones y normalmente den un resultado negativo por las razones que vemos a continuación:
  - a) Números originales que han sido empastados o tapados y sobre ello vueltos a troquelar. La restauración suele quedar terminada quitando el empaste que lo recubre, apareciendo el número original.
  - b) Números troquelados directamente sobre los originales, o bien intercalados entre los mismo. Suelen dar los problemas de averiguar cuales son los que forman el número original.

## Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

- c) Números que han sido alterados sólo parcialmente, en uno o en más guarismos, o añadida alguna cifras más. En todos los casos la actuación suele ser la misma.

### **4.4. ASPECTOS QUE INDICAN ALTERACIÓN EN EL NÚMERO DE MOTOR EN VEHÍCULOS AUTOMOTORES**

- Que presenten morfología diferente.
- Ausencia de linealidad y homogeneidad en la fuerza de impresión.
- Diferencia de distancia entre guarismo y guarismos.
- Eliminación o alteración de las líneas de seguridad de la superficie metálica, observándose lisa, con rayones o desbastada.
- Que presenten diferencia numérica, dependiendo de la marca.
- Alteración parcial del número de serie.
- Modificación de guarismos.

### **4.5. ASPECTOS QUE INDICAN ALTERACIÓN EN EL NÚMERO DE CHASIS EN VEHÍCULOS AUTOMOTORES**

- Que presenten morfología diferente.
- Ausencia de linealidad y homogeneidad en la fuerza de impresión.
- Diferencia de distancia entre guarismo y guarismos.
- Presencia de masilla cubriendo la superficie metálica.
- Presencia de bordes metálicos por efecto de soldadura.
- Que la superficie donde se localiza (dependiendo de la marca del vehículo), se encuentre lisa y cubierta de pintura.
- Que presenten diferencia numérica: 11 ó 17 dependiendo de la marca del vehículo.
- Alteración parcial del número de serie por ejemplo: RN48 ~ 234853.
- Modificación de guarismos: 1 → 4 ó 3 → 8.
- Superficie metálica rayada o desbastada.

## Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

Ejemplos donde se ubica el número de chasis en diferentes marcas de vehículos:

- **Pic-Up Nissan** Mexicano: Número de chasis impreso en el área superior del riel delantero derecho.
- **Pic-Up Nissan** Americano: Número de chasis impreso en el área superior del riel delantero derecho.
- **Nissan Pathfinder** Japonés: Número de chasis impreso en el área superior del riel delantero derecho.
- **Nissan Centra**: Número de chasis impreso en la pared de fuego.
- **Toyota Corolla**: Número de chasis en la pared de fuego.
- **Pic-Up Toyota**: Número de chasis impreso en el área externa del riel delantero derecho.
- **Microbus Toyota**: Número de chasis unido mediante soldadura.
- **Toyota Hilux**: Número de Chasis impreso en el área externa del riel delantero derecho.
- **Isuzu Trooper**: Número de chasis impreso en el área externa del riel trasero derecho.
- **Daihatsu tipo Rocky**: Número de chasis impreso en el área externa del riel delantero derecho.
- **Vehículo BMW**: Número de chasis impreso en el área externa del riel delantero derecho.
- **Suzuki Samurai**: Número de chasis impreso en el área externa del riel delantero derecho.
- **Daewood**: Número de chasis impreso en la parte inferior del asiento lateral derecho.
- **KIA**: Número de chasis impreso en la pared de fuego.
- **Mitsubishi Montero**: Número de chasis impreso en el área externa del riel trasero derecho.
- **Hyundai**: Número de chasis impreso en la pared de fuego.



## **4.6. BASES TEORICAS SOBRE LA RESTAURACION DE NUMEROS BORRADOS EN METALES**

### **4.6.1. Restauración de Números de series**

**Definición:** Proceso mediante el cual se visualiza guarismos u otras marcas que han sido borrados o alterados de una superficie metálica. El proceso de grabado deforma la estructura cristalina del metal, es decir que debajo de la muesca, generalmente, la deformación permanece después de que se ha borrado o alterado el número o marcas grabadas.

### **4.6.2. Etapas en el Proceso de Restauración**

- Determinar autenticidad del número de serie, si no lo es, determinar si ha sido borrado o parcialmente alterado.
- Determinar el método de restauración.
- Se escoge el reactivo químico para realizar la restauración.

### **4.6.3. Tipos de Restauración**

- **Total:** Cuando se obtiene todos los elementos que forman el número de serie.
- **Parcial:** Cuando sólo parte de los elementos se obtienen.
- **Nula:** Cuando no se obtiene ningún elemento.

Los resultados dependen del método de borrado o alterado utilizado.

### **4.6.4. Formas de Realizar Anotaciones en el Proceso de Restauración**

- Establecer el número de guarismo que forman la serie, marcar el número de espacios en el papel \_ \_ \_ \_ \_.
- Reportar los números o partes de ellos al aparecer \_ 4 0 \_ \_ \_.
- Continuar el proceso hasta que ya no se pueda restaurar \_ 4 6 \_ 0 5.
- Debajo de cada espacio, reportar las interpretaciones posibles de lo que da cada fragmento podría ser \_ 4 6 \_ 0 5  
6    ?  
5    ?  
8    ?

#### 4.7. MÉTODOS DE RESTAURACIONES

- **Electromagnético:** Método no destructivo que utiliza partículas magnéticas.
- **Térmico:** Superficie calentada con flama de acetileno.
- **Químico:** La superficie metálica es pulida y tratada con el reactivo químico específico.
- **Cavitación:** Produce gravado utilizando agua destilada por un vibrador a un estado de cavitación ultrasónica.
- **Electroquímico:** Una fuente de poder es usada en la aplicación de solución química sobre el metal. La superficie metálica es conectada a la terminal positiva (+) y la terminal negativa (-) al hisopo por medio de una pinza metálica (**ver anexo 1, características de los métodos de restauración**).

##### 4.7.1. Pasos a seguir en la Restauración Química

1. Si la superficie se encuentra pintada, utilizar removedor de pintura.
2. Limpiar la superficie con papel toalla.
3. Tomar fotografías o utilizar el método de levantamiento con papel carbón y cinta adhesiva.
4. Pulimentar la superficie con papel lija hasta que tenga brillo de espejo.
5. Dependiendo del tipo de metal, se hace la selección del reactivo químico, el cual debe ser aplicado con unos hisopos en una sola dirección. Observar la superficie con lámpara.
6. Realizar anotaciones, de lo que es restaurado o visualizado pues suelen desaparecer rápido.
7. Tomar fotografía.
8. Una vez que ha terminado, limpie y lave la superficie con una solución de bicarbonato de sodio y agua.
9. Secar la superficie y aplicar Vaselina o grasa.

## **V. HIPOTESIS**

¿SE PODRA RESTAURAR LOS NUMEROS DE BASTIDORES BORRADOS EN LA SUPERFICIE METALICA DE CHASIS Y MOTOR EN VEHICULOS A TRAVES UN METODO QUIMICO ESPECIFICO?

## **VI. METODOLOGIA**

### **6.1. DISEÑO METODOLOGICO**

#### **6.1.1. Características de la Investigación**

En este estudio se pretende caracterizar y determinar ideas concretas en cada uno de los objetivos específicos planteados, utilizando la información básica y empleando el procedimiento adecuado para el análisis de restauración de bastidores borrados en superficie metálica.

#### **6.1.2. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación que se pretende implementar es cualitativa con procedimientos descriptivos, con el que se pretende recolectar toda la información necesaria para este estudio en la restauración de bastidores borrados en superficie metálica. De acuerdo a las características que presenta dicho bastidor se empleará la técnica más adecuada para la restauración.

#### **6.1.3. Método de muestreo**

##### **a) Acondicionamiento de la Superficie a Investigar**

En primer lugar hay que desengrasar y limpiar perfectamente la superficie donde se quiere aplicar el reactivo, y dado que hay ocasiones incluso que puede haber sido pintada dicha superficie lo primero que debe efectuarse es la retirada de la pintura. Tener la precaución de no utilizar objetos punzantes o que rayen la superficie objeto de estudio.

Una vez retirada la capa de pintura se limpia perfectamente la superficie a estudiar con acetona u otro disolvente orgánico similar. Pulir o aislar la superficie a estudiar con el fin de que no existan salientes, pero con mucha precaución con el fin de no alterar la superficie objeto de investigación.

##### **b) Elección del Reactivo**

Ahora, según sea la naturaleza del metal a investigar, se aplica un reactivo u otro directamente sobre la superficie del metal:

- Si se trata de hierro o acero se depositan unas gotas del reactivo de Fry y se deja que actúe brevemente, limpiar con un bastoncillo de algodón. Volver a depositar nuevamente el reactivo y frotar. Después se va alterando la aplicación del reactivo de Fry con el ácido Nítrico  $\text{HNO}_3$ , hasta que se visualicen los guarismos buscados, que unas veces tardarán más y otros menos en aparecer, según la naturaleza del material, y fundamentalmente dependerá de cómo hayan sido borrados.

## Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

- Si se trata de material de aluminio u otro de aleación ligera. La limpieza se efectúa igual que en el caso anterior, y el reactivo a emplear es el de metales de aleación ligera y aluminio. El cuál se aplica y se procede con el caso anterior y también se va alterando con el ácido nítrico  $\text{HNO}_3$ , hasta conseguir visualizar el número buscado.

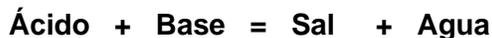
### c) **Anotaciones**

Tan pronto aparece un número se anota tal cuál si estamos completamente seguros, y en caso se anota con interrogación. Esto se hace así, porque al continuar con el procedimiento es posible que el número que veíamos perfectamente en un momento dado, ya no lo volvamos a ver con nitidez después, y sí otros.

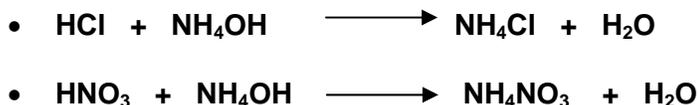
### d) **Neutralización**

Una vez visualizado el número buscado ó bien haber dado como infructuosa la investigación del mismo, hay que proceder a neutralizar la acción de los reactivos utilizados, ya que de lo contrario estos seguirán actuando sobre la superficie metálica objeto de estudio y podría llegar a deteriorarla.

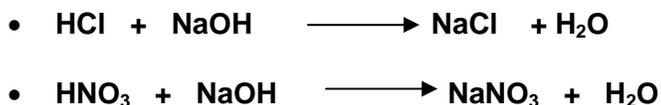
El fundamento de esta neutralización, es la conocida reacción química:



En nuestro caso concreto si utilizamos el amoníaco para neutralizar:



Si por el contrario, lo que utilizamos es la sosa, las reacciones que se producen son:



Una vez neutralizados por el procedimiento descrito, se procede a lavar la superficie de actuación con agua, secar y después se limpia bien con un disolvente orgánico cualquiera y por último se engrasa. De esta manera evitaremos una progresión superior en el deterioro de la superficie metálica tratada.

### e) **Precauciones**

Los reactivos usados son ácidos y bases fuertes y por consiguiente se trata de sustancias muy cáusticas que hay que manejar con cuidado, ya que son capaces de originar lesiones muy importantes cuando actúan sobre el cuerpo del individuo; y en caso de caer sobre la ropa la deterioran.

## *Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica*

En el supuesto de que por cualquier causa, uno de los reactivos descritos es lavar con agua abundante, al chorro, la zona donde se ha vertido el reactivo con agua corriente. Este tratamiento es el más importante y de la rapidez con que se actúe dependerá en gran medida, que se ocasionen lesiones o no. El tratamiento posterior puede requerir la acción del médico, según cuál sea la zona afectada y el grado de afectación.

### **6.1.4. Técnica para el análisis**

#### **6.1.4.1. Análisis in situ: procedimiento para la examinación del motor y chasis del vehículo**

1. Antes, remover la suciedad y el aceite de la superficie del metal.
2. Usando papel esmeril frote hacia abajo hasta que quede razonablemente liso. Cualquier dígito aparecerá en este escenario siendo reconocido.
3. La superficie fue limpiada con acetona para remover todas trazas de aceite, grasa o pintura. La superficie no fue alcanzada porque debido a las huellas digitales depositadas habrán afectado el proceso de restauración.
4. La superficie ya limpiada con un trapo de algodón ó lana cerca de 2 minutos; se aplica el reactivo FRY (90 gr de cristales de cloruro de cobre  $\text{CuCl}_2$ , 120 ml de ácido clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado y 100 ml de agua  $\text{H}_2\text{O}$ ) y ácido nítrico  $\text{HNO}_3$  con un tiempo aproximado de 10 minutos hasta que el número se vuelva visible.
5. Antes de que el número fuera restaurado, el área fue lavada con  $\text{H}_2\text{O}$  y secado con algodón o toalla. Una capa de jalea de petróleo fue aplicada sobre esta superficie. Nosotros encontramos que este tratamiento tiene la intención de proteger la marca de la corrosión facilitando la restauración del número por aparición distinta cuando son examinados y fotografiados este es aplicable así cuando el área grabada es reexaminada un día después del proceso del examinado va estar completo<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> The Official Publication of the International Association Identification. Journal of Forensic Identification, Vol. 54. No.1. January/ February 2004

## *Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica*

### **6.1.4.2. Materiales y reactivos**

Para efectuar la restauración numérica en bastidores metálicos se requiere los siguientes materiales y reactivos:

- Cloruro de cobre II  $\text{CuCl}_2$
- Ácido Nítrico  $\text{HNO}_3$
- Acetona
- Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$
- Cloruro Férrico  $\text{FeCl}_3$
- Agua destilada  $\text{H}_2\text{O}$
- Sulfato de Cobre  $\text{CuSO}_4$
- Una bolsa de Hisopos de algodón
- Probetas de 100 ml
- Beakeres de 50 ml
- Goteros de plástico
- Guantes
- Pizetas
- Pliegos de Lijas número 120
- Bolsa de algodón de 1 libra
- Frascos ámbar de vidrio de 6 onza
- Linterna
- Mascarilla para gases
- Gafas
- Gabacha de laboratorio

### **6.1.4.3. Sugerencias prácticas**

#### **a) Identificación de aleaciones metálicas**

Escoger el mejor método para realizar una restauración demanda conocer el metal particular del que está hecho el espécimen. El análisis completo de un metal puede establecer su identidad detallada exige un gran esfuerzo de laboratorio.

#### **b) Estilos de numerales usados en los bastidores**

Aún con las mejores técnicas, un intento de restauración puede recobrar solamente una porción de un número borrado. Para obtener el máximo de información de una recuperación parcial, el investigador debe tener conocimientos de los estilos de numerales usados en la numeración en serie.

#### **c) Anotación de resultados**

Las posibilidades de restaurar con buen éxito un número de serie aumentan si el investigador tiene cuidado de anotar todas las observaciones que haga durante el intento de restauración. La anotación apropiada de los resultados es de particular importancia si las conclusiones a que se llegue han de ofrecerse como pruebas judiciales.

Conforme procede el intento de restauración, es posible que aparezca una porción del número y que luego desaparezca con la continuación del tratamiento. Así que todas las observaciones se deben anotar sin demora. Se debe seguir el procedimiento siguiente:

**Paso 1.** Determine el número de dígitos que se creen borrados. Marque ese número de espacios en un papel.

**Paso 2.** Anote los números o partes de números apenas se hagan visibles.

**Paso 3.** Continúe el tratamiento hasta que ya no sea posible recobrar más.

**Paso 4.** Debajo de cada espacio, anote todas las interpretaciones posibles de cual es el número. Tenga cuidado de mostrar el estilo de los números recuperado.

Después de completar el trabajo de restauración, un motivo de preocupación puede ser la conservación de la superficie del espécimen. Una superficie que ha sido pulida está sujeta a corrosión, sobre todo si se ha tratado con químicos mordientes. Para evitar la corrosión, se debe enjuagar completamente el espécimen con agua, seguida de acetona. Es aconsejable aplicarle una capa de aceite o laca transparente.

#### **d) Restauración desde el reverso del espécimen**

Si un espécimen está hecho de material metálico delgado, la deformación resultante del estampado puede extenderse por completo a través de la pieza y llegar al reverso. Aún si la deformación no está profunda como para permitir la lectura directa del número, tal vez la restauración sea posible aplicando algunos de los procedimientos de restauración comunes al reverso del espécimen. Semejante manera de proceder resulta ventajosa si el reverso está más o menos liso y exige menos pulido que el anverso borrado en forma tosca.

**6.1.4.4. Procedimientos químicos recomendados para la restauración numérica de bastidores borrados en superficie metálica ferrosas**

**a) Técnicas para metales específicos**

Las secciones que siguen enumeran reactivos específicos que se recomiendan para el método químico, y presentan métodos alternativos que compiten con el grabado químico para cada tipo de metal.

- **Acero:** Las muchas variedades de acero, desde el bajo en carbón hasta el inoxidable, difieren considerablemente en su reactividad química. Algunos mordientes, como el ácido nítrico  $\text{HNO}_3$  al 25%, solo son eficaces con ciertos aceros. El reactivo de FRY es eficaz con todas las variaciones:

**Reactivos de Fry modificado:**

- 16 ml de Ácido clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado
- 2.6 gr de Cloruro cúprico  $\text{CuCl}_2$
- 10 ml de Etanol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  de  $96^\circ\text{C}$
- 12 ml de Agua destilada

**Reactivo Fry en aceros fundidos y enrollados:**

- 90 gr de Cloruro de cobre  $\text{CuCl}_2$
- 120 ml de Ácido clorhídrico  $\text{HCl}$
- 100 ml de agua destilada

El único método que ha resultado típicamente más eficaz que el reactivo de FRY es el método electrolítico con el reactivo de **TURNER:**

- 2.5 gr de Cloruro de cobre  $\text{CuCl}_2$
- 40 ml de Ácido clorhídrico  $\text{HCl}$
- 24 ml de etanol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- 30 ml de agua destilada

En el método electrolítico, el espécimen se limpia y se pule como se dijo antes, y el agente grabador se aplica a una pila común de 6 voltios que es una fuente conveniente de potencia.

- **Hierro fundido:** El reactivo de FRY y el reactivo electrolítico de TURNER también dan buenos resultados como el hierro fundido. Sin embargo, el método de calor indirecto es superior a cualquiera de estos mordientes. El espécimen se limpia, pule y después se calienta poco a poco con un soplete aplicado a corta distancia de la borradura. El número aparece como una imagen levantada inmediatamente antes de que la superficie se ponga al rojo vivo.

## Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

➤ **Aleaciones de aluminio:** No se ha encontrado un solo método que sea eficaz con todas las aleaciones de aluminio. Si el investigador no tiene experiencia previa con el espécimen en cuestión, el primer intento de restauración debe hacerse con el mordiente químico cloruro férrico ácido:

- **Reactivos para aleaciones de aluminio Ligeras:**

- 40 ml de agua destilada
- 30 ml de ácido nítrico concentrado  $\text{HNO}_3$
- 30 ml de ácido clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado

- **Reactivo para aluminio:**

- 10 gr de hidróxido de sodio  $\text{NaOH}$
- 90 ml de agua destilada

- **Reactivo para aluminio y aleaciones:**

- 25 gr de cloruro de hierro  $\text{FeCl}_3$
- 25 ml de ácido clorhídrico  $\text{HCl}$
- 100 ml de agua destilada

- **Reactivo Hume – Rotherry:**

- 200 gramos de cloruro de cobre  $\text{CuCl}_2$
- 5 ml de ácido clorhídrico  $\text{HCl}$
- 100 ml de agua destilada

- 25 ml de ácido nítrico  $\text{HNO}_3$
- 75 ml de  $\text{H}_2\text{O}$

Los cuatro han resultado eficaces con la aleación de aluminio extruída y con la aleación fundida de aluminio/silicio. Si los tratamientos arriba mencionados no dan resultados, se debe intentar el método que ha sido más eficaz con la aleación forjada de aluminio/cobre.

En este método de calentamiento indirecto se debe tener cuidado de no calentar excesivamente el espécimen, al grado de que se ablande o deforme. Para propósitos fotográficos, la claridad de la restauración por el método de calentamiento indirecto se puede mejorar con la aplicación subsiguiente de ácido fluorhídrico en mordiente ácido mezclado:

- 2 ml de ácido Fluorhídrico  $\text{HF}$
- 24 ml de ácido clorhídrico  $\text{HCl}$
- 12 ml de ácido nítrico  $\text{HNO}_3$
- 2 ml de agua destilada

Este reactivo demanda manejo especial, dado que las soluciones de ácido Fluorhídrico pican el vidrio y pueden crear presiones en recipientes cerrados. Se recomienda una botella ventilada de plástico resistente al ácido, en la que se guarda por unos cuantos días.

## Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

➤ **Latón:** Por eficacia y sencillez, se recomienda dos mordientes químicos para el latón. Son el cloruro férrico ácido:

- 25gr de cloruro férrico  $\text{FeCl}_3$
- 25ml de ácido clorhídrico  $\text{HCl}$
- 100ml de agua destilada
  
- 25ml de ácido nítrico  $\text{HNO}_3$
- 75ml de agua destilada

Los dos mordientes químicos son estables almacenados. El cloruro férrico ácido necesita menos tiempo para grabar. El método de cavitación ultrasónica con pulido es igualmente eficaz con el latón.

➤ **Aleaciones de cinc:** El método que ha resultado en el grabado de solución ácida crómico:

- 75ml de agua
- 20gr de óxido de cromo  $\text{CrO}_3$
- 1.5gr de sulfato de sodio  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- 100 ml de agua destilada.

(ver anexo 2: Mordientes químicos para metales no ferrosos; ver anexo 3: Métodos utilizados por otros países para la restauración de bastidores borrados en superficie metálicas).

## VII. RESULTADOS

### Resultados del método de restauración química en hierro y acero

<b>MORDIENTES QUÍMICOS</b>	<b>PORCENTAJE DE REACTIVO Y TIEMPO REQUERIDO EN LA RECUPERACION DE ESPECIMEN MERAMENTE BORRADO</b>		
	<b>Acero aleado</b>	<b>Hierro fundido</b>	<b>Acero inoxidable</b>
1. Cloruro de cobre ácido $\text{CuCl}_2$ ➤ 90 gramos de cloruro de cobre $\text{CuCl}_2$ ➤ 120 ml de ácido clorhídrico HCl ➤ 100 ml de agua destilada	70 % (7 minutos)	0 % (0 minutos)	100 % (0.7 minutos)
2. Cloruro de hierro ácido $\text{FeCl}_3$ ➤ 25 gramos de Cloruro de hierro $\text{FeCl}_3$ ➤ 25 ml de ácido clorhídrico HCl saturado ➤ 100 ml de agua destilada	100 % (1 minutos)	100 % (60 minutos)	100 % (30 minutos)
3. Cloruro férrico $\text{FeCl}_3$ ➤ 25 gramos de cloruro férrico $\text{FeCl}_3$ ➤ 25 ml de ácido clorhídrico HCl ➤ 100 ml de agua destilada	100 % (1 minutos)	20 % (0.6 minutos)	0 % (0 minutos)
4. Acido nítrico $\text{HNO}_3$ al 25% ➤ 25 ml de ácido nítrico $\text{HNO}_3$ ➤ 75 ml de agua destilada	100 % (1 minutos)	100 % (3 minutos)	0 % (60 minutos)
5. Acido nítrico $\text{HNO}_3$ al 1% ➤ 1 ml de ácido nítrico $\text{HNO}_3$ ➤ 99 ml de agua destilada	100 % (1 minutos)	100 % (60 minutos)	0 % (60 minutos)
6. Sulfato de cobre ácido $\text{CuSO}_4$ ➤ 20 gramos de sulfato de cobre $\text{CuSO}_4$ ➤ 60 ml de ácido clorhídrico HCl ➤ 60 ml de agua destilada	100 % (1 minutos)	100 % (20 minutos)	100 % (1 minutos)
7. Acido nítrico $\text{HNO}_3$ al 10% ➤ 10 ml de ácido nítrico $\text{HNO}_3$ ➤ 90 ml de agua destilada	95 % (1 minutos)	100 % (30 minutos)	0 % (60 minutos)

## **VIII. CONCLUSIONES**

1. Del análisis del presente documento se puede reconocer la importancia de la restauración numérica de bastidores borrados en superficie metálica para prevenir el tráfico ilícito de vehículos y artículos electrodomésticos.
2. La deformación del metal y sus efectos son los principales constituyentes en la restauración numérica de bastidores borrados en la superficie metálica.
3. Las clasificaciones de los posibles alteraciones como los número limados y números troquelados son de gran importancia ya que nos indican si estas han alteradas en los bastidores del chasis y motor.
4. Es de vital importancia restaurar los números de series borrados para determinar la autenticidad de estas series ya que dichas restauraciones pueden ser totales, parciales o nulas de acuerdo al espécimen a investigar.
5. De los procedimientos químicos recomendados para la restauración numérica de bastidores borrados en la superficie metálica ferrosas el reactivo de **FRY** (cloruro de cobre con ácido clorhídrico y agua) es el más recomendado para la investigación debido a que variando las concentraciones de los distintos ácidos el tiempo de restauración es muy rápida, seguido del mordiente químico cloruro de hierro y por último el sulfato de cobre.
6. Se debe seguir las sugerencias prácticas para la restauración del metal y determinar el reactivo químico para la investigación.

## **IX. RECOMENDACIONES**

1. Establecer un procedimiento normalizado de trabajo, el cual permita identificar estos procedimientos y evitar errores sistemáticos en la elaboración de los reactivos y recolección de datos ya que pueden ser utilizados como herramientas de entrenamiento para el personal y una retroalimentación del equipo de trabajo así como de corregir estos procedimientos antes descritos.
2. Realizar una serie de restauraciones numéricas en distintos tipos de bastidores como en armas, electrodomésticos y bicicletas, para proceder a cotejar estos resultados con los antes descritos en esta investigación.
3. Capacitar al personal en la técnica de restauración numérica con el objetivo de mejorar la efectividad de estos métodos mediante la aplicación de los otros métodos antes señalados en este documento.
4. Se debería utilizar el método electrolítico con fines de investigación e implementación de otra técnica debido a que es un método muy sencillo y de rapidez relativa por que éste nos indica los grabado de números cuando la superficie metálica es difícil de identificar. Se requieren los mismo reactivos utilizados en el método de FRY, con la salvedad de que el método electrolítico utiliza una fuente de energía eléctrica.

## **X. BIBLIOGRAFIA**

- Anuario de Normas de ASTM, Parte 11 Metalografía, Prueba no destructivas, Comité E-4 y E-7, American Society for Testing and Materials, Filadelfia, 1975, Págs. 41-48, 413-419.
- Bassemans, A. y Haemers, H., "Procède commode et rapide pur la revelation a froid des marques d'estampage sur metal effaces mecaniquement", Revue de Droit Penal et de Criminologie, Pág 934 (julio de 1947).
- Chisum, W, Jerry, "A Catalytic Process for Restoration of Serial Number on Aluminium", Journal of Forensic Science, vol 6, núm 2, Pág 86, California Association of Criminalist, mayo de 1963.
- Heindl, R., "Ein neues Verfahren um ausgefeilte Stanzmarken zu rekonstruiren", Archiv fur Kriminologie, vol 96, Pág. 241 (1935).
- Kehl, George, L., The Principles of Metallographic Laboratory Practice, 3a edition, McGraw Hill Book Co., New York, 14, págs, 433 - 435, 441 – 448.
- Metal Handbook, 8a edición, vol 8, American Society for Metals, Metals Park, Ohio, 1973, Págs. 70 – 142.
- Metal Progress, vol 108, no 1, Pág. 174 - 177 mediados de Junio de 1975.
- Nicolls, L.C., The Scientific Investigation of Crime, butterworth & Co., Londres, 1 págs 1 – 1.
- Pirk, Gustav W., "Metallurgical Examinations in Criminal Cases", American Journal of Police Science, vol 30, Pág. 900 (1940).
- The Official Publication of the International Association Identification. Journal of Forensic Identification, Vol. 54. No.1. Junary/ February 2004.
- Walensky, W., "Die Rekonstruktion ausgefeilter Fabriknummern und sonstiger Pragezeichen". Archiv fur Kriminologie, vol 100, Pág. 289 (1937).
- Young, S. G., "The Restoration of Obliterated Stamped Serial Number by Ultrasonic Induced Cavitation in Water", Journal of Forensic Sciencie vol. 19, num. 4, p. 820 (1974).

## GLOSARIO

- **BASTIDORES:** Armazón metálico que soporta los distintos elementos de una máquina ó armazón metálico indeformable que sirve como soporte a la carrocería, motor, etc., de un vehículo u automóvil, locomotora, vagón de ferrocarril u otro mecanismo.
- **CAVITACION:** Formación de cavidades llenas de vapor o de gas en el seno de un líquido en movimiento ó cuando la presión en un punto del líquido resulta inferior a la tensión de vapor.
- **ESBOZA:** Bosquejo.
- **GUARISMOS:** Signo o cifra arábigo que expresan una cantidad.
- **HOMOGENEIDAD:** Cualidad de homogéneo (mezcla de manera uniforme en un líquido).
- **MORDIENTE:** Sustancia que en cierta arte sirve para fijar el color. Producto químico utilizado en proceso de estampación. Ácido u otro agente corrosivo empleado para atacar superficialmente los metales.
- **MUESCA:** Hueco que se hace en una cosa para encajar otra. Incisión o corte hecho como señal.
- **TROQUELADOS:** Matíz o molde metálico empleado en las operaciones de acuñación o de estampado.

# **ANEXOS**

## Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

### **Anexo No 1: Características de los métodos de restauración**

<b>Método</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Químico</b>	Grabado con solución química	Sencillez, bajo costo y facilidad de transporte	Requiere reactivos químicos para cada metal, a veces peligrosos
<b>Electrolítico</b>	Grabado por proceso electrolítico	Sencillez y rapidez relativas	Requiere reactivos químicos (como el anterior) y una fuente de energía eléctrica
<b>Cavitación Ultrasónica</b>	Grabado por adición del agua en estado de cavitación.	Un solo procedimiento aplicable a todos los metales	Elevado costo inicial y limitada facilidad de transporte
<b>Partículas magnéticas</b>	Aplicación de partículas magnéticas al espécimen magnetizado	No destructivo del espécimen; se puede intentar antes de otros métodos	Aplicable solamente a metales magnético
<b>Calentamiento</b>	Calentamiento gradual de la superficie con un soplete	Un solo procedimiento aplicable a todos los metales	Destruye la evidencia de deformación del metal, lo que imposibilita intentos subsecuentes de restauración

Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

**Anexo No 2: Mordientes químicos para metales no ferrosos**

<b>a) Aluminio y sus aleaciones</b>	<b>Reactivos a utilizar</b>
1. Solución de Hume - Rothery	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 200 gr de Cloruro de Cobre <math>CuCl_2</math></li> <li>• 5 ml de ácido clorhídrico HCL</li> <li>• 100 ml de agua destilada</li> </ul>
2. Ácido Nítrico al 25%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 ml de ácido nítrico <math>HNO_3</math></li> <li>• 75 ml de agua destilada</li> </ul>
3. Ácido Nítrico y Fosfórico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 ml de ácido nítrico <math>HNO_3</math></li> <li>• 94 ml de ácido fosfórico <math>H_3PO_4</math></li> </ul>
4. Solución de Villella	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 partes de ácido fluorhídrico HF</li> <li>• 1 parte de ácido nítrico <math>HNO_3</math></li> <li>• 3-4 partes de glicerol</li> </ul>
5. Cloruro férrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3% de cloruro de hierro (III) <math>FeCl_3</math> en agua destilada</li> </ul>
6. Ácido fosfórico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 ó 20% de ácido fosfórico <math>H_3PO_4</math> en agua destilada</li> </ul>
7. Ácidos mezclados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 ml de ácido fluorhídrico HF</li> <li>• 1.5 ml de ácido clorhídrico HCL</li> <li>• 2.5 ml de ácido nítrico <math>HNO_3</math></li> <li>• 95 ml de agua destilada</li> </ul>
8. Tratamiento alternos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10% de hidróxido de sodio NaOH y 10 % de ácido nítrico <math>HNO_3</math></li> <li>• Solución de NaOH al 1%</li> </ul>
<b>b) Latón y cobre</b>	<b>Reactivos a utilizar</b>
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 gr de Cloruro de Cobre <math>CuCl_2</math></li> <li>• 180 ml de ácido clorhídrico HCL</li> <li>• 100 ml de agua destilada</li> </ul>
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 gr de Cloruro de Cobre <math>CuCl_2</math></li> <li>• 8 gr de cloruro de hierro (III) <math>FeCl_3</math></li> <li>• 12 ml de ácido clorhídrico HCL</li> <li>• 100 ml de alcohol metílico <math>CH_3OH</math></li> </ul>
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido Nítrico <math>HNO_3</math> variada</li> </ul>
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.5 gr de Cloruro de Cobre <math>CuCl_2</math></li> <li>• 30 ml de ácido clorhídrico HCL</li> <li>• 30 ml de alcohol etílico <math>C_2H_5OH</math></li> <li>• 95 ml de agua destilada</li> </ul>
5.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 19 gr de cloruro de hierro (III) <math>FeCl_3</math></li> <li>• 6 ml de ácido clorhídrico HCL</li> <li>• 100 ml de agua destilada</li> </ul>
<b>c) Cromo y Níquel</b>	<b>Reactivos a utilizar</b>
1. Ácidos mezclados en glicerina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 parte de ácido nítrico <math>HNO_3</math></li> <li>• 2 parte de glicerol</li> </ul>
<b>d) Plomo</b>	<b>Reactivos a utilizar</b>
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ácido nítrico <math>HNO_3</math> concentrado</li> </ul>
2. Peróxido de hidrógeno en ácido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 parte de peróxido de hidrógeno <math>H_2O_2</math> al 10%</li> <li>• 3 parte de ácido acético <math>CH_3COOH</math></li> </ul>
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nitrato de plata <math>AgNO_3</math> al 5%</li> </ul>

### Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

<b>e) Magnesio y sus aleaciones</b>	<b>Reactivos a utilizar</b>
	<ul style="list-style-type: none"><li>Ácido málico <math>\text{COOHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}</math> al 10%</li></ul>
<b>f) Metales preciosos</b>	<b>Reactivos a utilizar</b>
1. Para Oro y Platino	<ul style="list-style-type: none"><li>Agua de bromo</li></ul>
2. Ácidos mezclados	<ul style="list-style-type: none"><li>1 parte de ácido nítrico <math>\text{HNO}_3</math></li><li>1 parte de ácido clorhídrico <math>\text{HCl}</math></li><li>6 partes de agua estilada</li></ul>
3. Para oro y Platino	<ul style="list-style-type: none"><li>5 ml de ácido clorhídrico <math>\text{HCl}</math></li><li>25 ml de ácido nítrico <math>\text{HNO}_3</math></li></ul>
<b>g) Estaño</b>	<b>Reactivos a utilizar</b>
1. Peróxido de hidrógeno en ácido	<ul style="list-style-type: none"><li>1 gota de peróxido de hidrógeno <math>\text{H}_2\text{O}_2</math></li><li>50 ml de ácido acético <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math></li><li>50 ml de agua destilada</li></ul>
<b>h) Zinc y sus aleaciones</b>	<b>Reactivos a utilizar</b>
1.	<ul style="list-style-type: none"><li>Ácido clorhídrico <math>\text{HCl}</math> diluido según se necesite</li></ul>
2. Tratamientos alternos	<ul style="list-style-type: none"><li>50% de ácido clorhídrico <math>\text{HCl}</math> y 50% de ácido nítrico <math>\text{HNO}_3</math></li></ul>

#### **Anexo No 3. Métodos utilizados por otros países para la restauración de Bastidores borrados en superficie metálicas**

1. **La policía de Portugal** utiliza el reactivo de Fry con la siguiente fórmula:

- a) 90 gramos de Cloruro Cúprico  $\text{CuCl}_2$   
120 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$   
100 ml de agua destilada
- b) 10 gramos de Cloruro Férrico  $\text{FeCl}_3$   
90 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado

2. La Policía de otros países usa la técnica **MAGNAFLUX** que consiste en utilizar la potencia de un imán y un pulverizador magnético, consiguiendo con este procedimiento la visualización del número.

3. **La Policía de Venezuela** utiliza el siguiente reactivo para recuperar números en superficie de hierro:

- a) 90 gramos de Cloruro Cúprico  $\text{CuCl}_2$   
120 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado  
100 ml de agua destilada

## Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

4. **En el Estado de California** utilizan los procesos térmicos y el electrolítico. La solución electrolítica utilizada puede ser:

- a) 2.5 gramos de Cloruro Cúprico  $\text{CuCl}_2$
- 120 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado
- 2.5 gramos de Cloruro Amónico  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- 100 ml de agua destilada

La reacción electrolítica se mantiene hasta que tanto en cuanto aparece el número buscado. Otras soluciones electrolíticas empleadas son:

- 10 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado
- 10 ml de Ácido Nítrico  $\text{HNO}_3$  Concentrado

Para motores **VMW y Porsche** utilizan:

- 25 ml de Ácido Nítrico  $\text{HNO}_3$  concentrado
- 75 ml de Agua destilada

5. **En Inglaterra utilizan** para las superficies de hierro un método prácticamente igual que el que utilizamos en nuestro laboratorio tan solo varía ligeramente la composición cuantitativa del reactivo de Fry modificado, lo que indica que probablemente, no es determinante la medida exacta de los componentes de la fórmula del mismo. En concreto utilizan:

- a) 52 gramos de Cloruro Cúprico  $\text{CuCl}_2$
- 320 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado
- 240 ml de agua destilada
- 200 ml de Etanol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  al 96°

También lo alternan en la aplicación con ácido nítrico, pero algo más concentrado que el que utilizan en **España**, pues ellos utilizan el ácido nítrico  $\text{HNO}_3$ . Para superficies de Aluminio y de aleación utilizan alternativamente:

- a) 78 ml de agua destilada
- 22 ml de Ácido Nítrico  $\text{HNO}_3$  concentrado
  
- b) 90 ml de agua destilada
- 10 gramos de Hidróxido Sódico  $\text{NaOH}$

6. **La Policía de la República Federal de Alemania** para superficies de hierro y acero utilizan:

- a) 5 gramos de Cloruro Cúprico  $\text{CuCl}_2$
- 40 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado
- 30 ml de agua destilada
- 25 ml de Etanol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  al 96°

## Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

- b) 6 gramos de Cloruro Férrico  $\text{FeCl}_3$   
10 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado  
6 gramos de Cloruro Cúprico  $\text{CuCl}_2$   
100 ml de Etanol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- c) 3 gramos de Cloruro Cúprico – Amónico  $\text{NH}_4\text{CuCl}_2$   
100 ml de agua destilada
- d) 1 ml de Ácido Nítrico  $\text{HNO}_3$  concentrado  
100 ml de Etanol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  al 96°
- e) 15 gramos de Cloruro Férrico  $\text{FeCl}_3$   
50 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado
- f) 30 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado  
30 gramos de Cloruro Cúprico  $\text{CuCl}_2$   
30 ml de agua destilada
- g) 120 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado  
100 ml de agua destilada  
30 ml de Ácido Nítrico  $\text{HNO}_3$  concentrado  
50 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado  
30 ml de agua destilada

Para conseguir un mayor contraste utilizan el reactivo de **WASSAUA**

- a) 50 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado  
11 gramos de Cloruro Cúprico  $\text{CuCl}_2$   
22 ml de agua destilada

➤ **Cuando la superficie a investigar es de Hierro y Acero muy duro utilizan:**

- a) 50 ml de Ácido Nítrico  $\text{HNO}_3$  concentrado  
50 ml de Ácido Clorhídrico  $\text{HCl}$  concentrado

➤ **Para metales de aleación ligera utilizan:**

Reactivo de **PORTEVIN** y **BASTIEN**:

- a) 10 gramos de Hidróxido Sódico  $\text{NaOH}$   
100 ml de agua destilada
- b) 15 ml de Ácido Nítrico  $\text{HNO}_3$  concentrado  
85 ml de agua destilada

## Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

➤ **Reactivos que como siempre se aplican alternativamente:**

a) Reactivo de **TUCKER**:

45 ml de Ácido Clorhídrico HCl concentrado  
15 ml de Ácido Fluorhídrico HF concentrado  
15 ml de Ácido Nítrico HNO<sub>3</sub> concentrado  
25 ml de agua destilada

b) Reactivo de **KELLER**:

5 ml de Ácido Clorhídrico HCl concentrado  
5 ml de Ácido Fluorhídrico HF  
25 ml de Ácido Nítrico HNO<sub>3</sub> concentrado  
955 ml de agua destilada

➤ **También utilizan para metales ligeros:**

a) 0.2 ml de Ácido Fluorhídrico HF  
100 ml de agua destilada

b) 33 ml de Ácido Clorhídrico HCl concentrado  
66 ml de Ácido Fluorhídrico HF

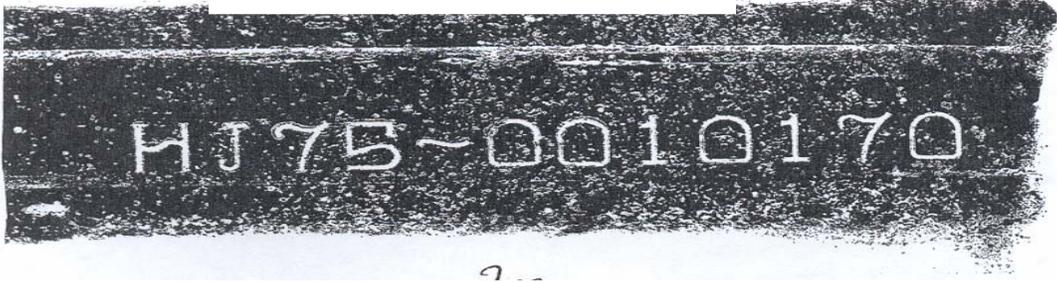
➤ **Para aleaciones en cuya composición entra el magnesio, la recuperación de los números borrados efectúa con el siguiente reactivo:**

a) 20 gramos de Ácido Málico  
80 ml de agua destilada

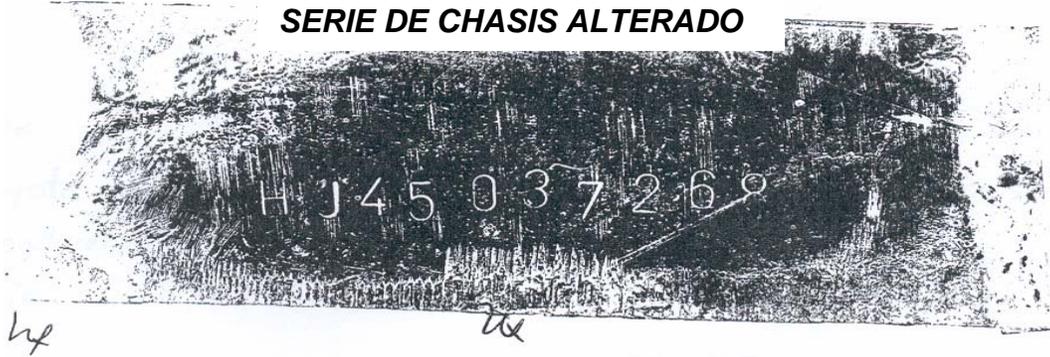
Como puede comprobarse, por la composición cualitativa y cuantitativa, todos los reactivos utilizados en los diferentes países son prácticamente iguales, y el procedimiento es el mismo. No obstante, y como es lógico, cada cuál dice que obtiene mejores resultados con el que utiliza personalmente, pero si tenemos en cuenta las fórmulas y el fundamento en que se basa la recuperación de números.

Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

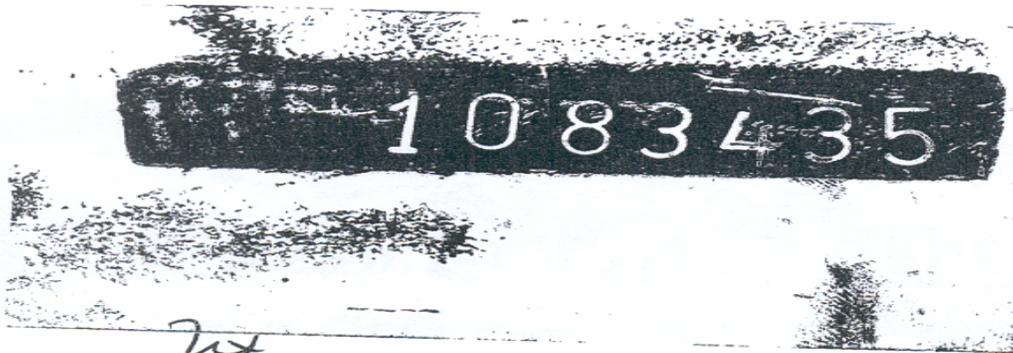
**TOYOTA LAND CRUSIER  
SERIE DE CHASIS ORIGINAL**



**TOYOTA LAND CRUSIER  
SERIE DE CHASIS ALTERADO**



**TOYOTA LAND CRUSIER  
SERIE DE MOTOR ALTERADO**



Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

**NISSAN**  
**SERIE DE CHASIS ORIGINAL**



2x

2x

**NISSAN**  
**SERIE DE MOTOR ALTERADO**



Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

**HYUNDAI**  
**SERIE DE CHASIS ORIGINAL**



**HYUNDAI**  
**SERIE DE CHASIS FALSO**



Restauración Numérica de Bastidores Borrados en Superficie Metálica

**mitsubishi montero**  
**NUMERO DE SERIE ORIGINAL**



**DAEWOO**  
**SERIE DE CHASIS ORIGINAL**

