

# **CONSERVACIÓN EN OBRAS SOTERRADAS EN MATANZAS**

**Ing. Idaelsys López Arias <sup>1</sup>, Ig. Asael González Betancourt <sup>1</sup>, Dr. C. Carlos A. Echeverría Lage <sup>1</sup>, Dr. C. Ornán Méndez González <sup>1</sup>, Ing. Carlos A. Echeverría Boán <sup>1</sup>**

*1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos” Autopista a Varadero Km 31/2*

## **Resumen.**

El almacenamiento del armamento y la técnica militar en obras soterradas trae aparejado el surgimiento de nuevos retos para el desarrollo de la labor de conservación. Es de sumo interés lograr plazos de conservación breve y prolongada, cuyo tiempo reglamentado como mínimo es de seis meses. Esto no ha sido logrado hasta el momento con los productos importados que se emplean en las obras, que no superan los tres meses de exposición.

En este trabajo se exponen los resultados de la evaluación de campo de una grasa (DISTIN 314S) de producción nacional, según el método del porcentaje de área afectada y las observaciones al microscopio estereoscópico. Tomando como base estos resultados y los obtenidos de la caracterización de dos variantes de grasas, cuya base es la 314S estudiada, se fundamenta desde el punto de vista técnico-económico, que estas ofrecen amplias posibilidades para su utilización en las obras. A partir de ellas y otros productos de conservación de producción nacional, se proponen soluciones al problema de la conservación en las obras soterradas.

**Palabras claves:** conservación, protección anticorrosivo, conservación en almacenes interiores, conservación de la técnica militar.

**Índice.**

**Pág.**

**Resumen**

**1**

**1. Introducción**

**3**

<b>2. Desarrollo</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Tecnologías y productos para la conservación de la técnica de transporte en obras soterradas</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Procedimiento para la conservación del transporte en explotación (DUCAR)</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Conservación del armamento en las obras soterradas</b>	<b>8</b>
<b>2.4 Materiales y Métodos</b>	<b>9</b>
<b>2.5 Análisis y discusión de resultados</b>	<b>9</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>20</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>21</b>
<b>Anexos</b>	<b>24</b>

## **1. Introducción.**

Para hacer una correcta caracterización de la atmósfera en los ambientes soterrados se debe determinar ambos contaminantes en un mismo captador, hacer uso de la relación cloruro/sulfato y otras técnicas, para esclarecer la presencia e influencia del aerosol marino en el ambiente de las obras soterradas, ya que si está presente en la intemperie, puede penetrar en los ambientes soterrados e influir en la corrosión, aunque su concentración sea menor.

Se plantea que en obras soterradas, la permanencia de la capa de humedad sobre la superficie metálica provoca que el desarrollo de la corrosión sea continuo en estos ambientes, sin que se pongan de manifiesto ciclos de humedecimiento y secado (Torrens, 1999; Rodríguez et al., 2001; Corvo et al., 2001; Corvo y Veleza, 2003), pero no se ha demostrado cómo es el crecimiento con el tiempo, influenciado por la presencia del aerosol marino, lo que puede causar graves daños a la técnica y el armamento no protegido. La bibliografía refiere que cuanto mayor es el nivel de agresividad corrosiva en exterior, mayor es la diferencia de proporcionalidad entre los niveles de agresividad corrosiva en el interior con respecto al exterior (Corvo et al., 2001). Pero esa diferencia de proporcionalidad debe ir disminuyendo a medida que transcurre el tiempo, por el hecho de que en las obras soterradas no se detiene la corrosión, mientras que en la intemperie cuando está creada la capa de productos de corrosión o cuando ocurre el secado de la superficie el proceso corrosivo tiende a disminuir o a detenerse. O sea, que la magnitud del aumento de

velocidad de corrosión con respecto al tiempo en obras soterradas debe ser mayor que en la intemperie y mientras no exista una capa de productos de corrosión u otra protección que actúe como barrera, el crecimiento debe ser exponencial.

Tomando como base la caracterización atmosférica de las obras soterradas, se pueden proponer medidas que contribuyan al mejoramiento de las actuales técnicas de conservación anticorrosiva. En ellas es común el empleo de técnicas de aislamiento por hermetización, almacenamiento en fundas de polietileno de baja densidad, (Dirección de armamento del MINFAR, 1996; Dirección de tanques y Transporte del MINFAR, 2005) aunque también se emplean recubrimientos temporales como aceites y grasas de conservación, productos que han estado presentando dificultades en los últimos años en estos ambientes, (Rodríguez et al., 2001; Acosta, 2005; Bugnes, 2005; Torrens et al., 2005) por lo que se buscan alternativas de productos de conservación temporal para el armamento y la técnica militar.

Muchos productos, resultado de las investigaciones realizadas por científicos de instituciones cubanas, en la búsqueda de soluciones al problema de la conservación, se han visto limitados en su producción, fundamentalmente, por la falta de financiamiento para fabricarlos en instalaciones nacionales que han existido o se han creado como resultado de tales investigaciones.

En los últimos años, como recubrimientos temporales se han estado usando productos foráneos que provee la empresa comercializadora CUBALUB. Sin embargo, los resultados obtenidos después de meses de aplicación, no han sido los esperados, pues varios de ellos sufren biodeterioro por la presencia de microorganismos en los ambientes soterrados y no garantizan la conservación que se requiere en las obras. (Galán, 2001; Rodríguez, et al., 2001; Bugnes, 2005). Como alternativa, se han afectado con biocidas para mejorar los resultados (Torrens et al., 2005) pero esto implica limitaciones y encarecimiento del producto. (Acosta, 2005; Bugnes, 2005).

En cambio, el Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensioactivos (CEAT) de la Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", desde hace más de 15 años, desarrolla productos y procedimientos de conservación temporal contra la corrosión de los metales, especialmente el acero de bajo contenido de carbono. Los productos, agrupados bajo la marca comercial DISTIN, han sido evaluados con excelentes resultados en piezas y equipos almacenados por períodos prolongados, en ambientes contaminados con aerosol marino. Sus características físico- químicas responden a las condiciones de alta agresividad corrosiva, humedad y temperatura, propias de nuestro clima. Se ha comprobado que dichos productos son muy estables al paso del tiempo y manifiestan una alta resistencia a especies microbiológicas presentes en determinados ambientes donde han sido estudiados. Las materias primas que los componen, son nacionales y se ofertan a precios ventajosos y atractivos con respecto a similares de importación. Su uso en la técnica, el armamento y los medios militares, no se ha generalizado por la falta de investigaciones al respecto.

## **2. Desarrollo.**

El almacenamiento y conservación en obras soterradas responde a la necesidad de proteger, fundamentalmente, el material de reserva para tiempo de guerra. En sentido general, se definen los conceptos de conservación en los siguientes términos (Dirección de Armamento del MINFAR, 1996; Moya et al., 2004):

**Conservabilidad:** Propiedad de un artículo (medio técnico) de mantener ininterrumpidamente su condición de buen estado o su estado de capacidad de trabajo durante y después del almacenamiento y transportación en condiciones dadas.

**Conservación breve:** Es la conservación por un plazo máximo de hasta un año para la técnica militar y hasta dos años para el armamento. Se aplica en aquellos medios que no van a ser utilizados en un plazo que exceda los 30 días.

**Conservación prolongada:** Es la conservación por un plazo mayor de un año para la técnica militar y mayor de dos años para el armamento. Se aplica al resto de los medios que no se encuentren en explotación, ubicados en parqueos techados, túneles, silos y cuevas.

Para lograr tanto uno como el otro tipo de conservación, se requiere de productos y tecnologías eficaces y adecuadas a las condiciones de almacenamiento de la técnica que no dejan de estar sujetas a las afectaciones e influencia de las condiciones de la atmósfera, incluidos los microorganismos, en los almacenes de las obras de alta protección.

Actualmente se ponen en práctica tecnologías de conservación que de acuerdo al grado de aislamiento de los principales agregados, sistemas y mecanismos se clasifican en:

**Conservación sin hermetización del armamento o del cuerpo del carro:** Se emplea en la conservación breve hasta seis meses para el transporte y hasta un año para el armamento. En el caso del transporte, se hermetiza solo el motor y los principales agregados, sistemas y mecanismos del carro para que no penetre en su interior el aire atmosférico. El cuerpo como tal no se hermetiza. Las superficies se protegen con recubrimientos de protección temporal (aceites o grasas) o con pintura.

**Conservación con hermetización del armamento o del cuerpo del carro:** Se aplica para la conservación breve por más de seis meses en la técnica militar o entre 1 y dos años en el armamento y para la conservación prolongada tanto del armamento como de la técnica militar. Los métodos de hermetización tienen sus especificaciones para cada caso, ya sea el armamento o la técnica militar.

## **2.1 Tecnologías y productos para la conservación de la técnica de transporte en obras soterradas.** (Rodríguez et al., 2001; Dirección de Tanques y Transporte del MINFAR, 2005).

Los métodos de hermetización de los carros en obras soterradas se estudiaron paralelamente a los estudios de agresividad ambiental. Consisten en variantes de conservación concebidas con el fin de

garantizar que se cumplan los plazos deseados en correspondencia con el volumen de trabajos preparatorios. Actualmente se establecen tres métodos con hermetización del cuerpo (Enmasillamiento, Semifunda, Hermetización Propia) y dos métodos en volúmenes hermetizados (Conservación en fundas de polietileno y Conservación en otros volúmenes hermetizados).

**Conservación con enmasillamiento:** Contempla el sellaje (hermetización) de todas las ranuras, orificios y escotillas con tela hermetizante, cola y masilla. Garantiza plazos de conservación de dos años como mínimo. Es aplicable a todos los tipos de carro.

**Conservación con Semifunda:** Consiste en aislar la parte superior del carro (casco y torreta) mediante una semifunda de polietileno que se fija (pega) al cuerpo del carro mediante tela hermetizante y cola. Del mismo modo se hermetizan las ranuras y orificios del resto del cuerpo. Es aplicable a los carros blindados de cuerpo cerrado.

**Conservación con hermetización propia:** Constituye un caso particular del método de conservación con hermetización del cuerpo, con la excepción de que el período o plazo previsto es de hasta seis meses. En este caso se aprovechan los elementos permanentes de hermetización orgánica que tienen el sistema antiatómico y el sistema para la conducción acuática y subacuática de los carros blindados de cuerpo cerrado. Los orificios de salida de los distintos cables se hermetizan con masilla.

**Conservación con volumen hermetizado:** Consiste en la protección de los carros en volumen (fundas, gavetas de los túneles, silos, contenedores, diferentes locales o recintos) existentes o especialmente contruidos, que se hermetizan utilizando polietileno, tela hermetizante u otros materiales adecuados. Su esencia estriba en que no se hermetiza directamente el carro almacenado, sino el lugar o volumen que lo contiene. El aire del volumen se seca con el empleo de materiales sorbentes o con deshumidificadores de líquido refrigerante. En el volumen hermetizado se puede crear una atmósfera inerte, por ejemplo, de nitrógeno, que limita o impide el desarrollo de algunos microorganismos.

**Conservación en fundas de polietileno de baja densidad:** Consiste en la introducción de los carros en el interior de una funda de polietileno de baja densidad (PEBD), contruidas especialmente en correspondencia con las dimensiones y cantidad de los mismos, así como las características del espacio disponible en el lugar de almacenamiento. Las fundas se hermetizan adecuadamente, creándose en su interior un microclima adecuado (nivel de humedad relativa requerido) para la conservación de los carros almacenados. La conservación puede realizarse en fundas individuales o colectivas. Constituye un método de eficiencia comprobada, que permite minimizar los efectos de los procesos corrosivos, biodeterioro y envejecimiento, permite además, una rápida desconservación y preparación para el combate de los carros.

Los métodos de conservación descritos anteriormente, no contemplan la conservación de la estructura metálica (carrocería) de los vehículos o medios especiales, en ninguno de los casos. Las superficies desprotegidas, ya sea en el interior o exterior del elemento estructural del transporte, están expuestas a sufrir las afectaciones por corrosión, ya sea en ambientes interiores de las obras, como en las naves techadas, talleres, parqueos, etc. Las pérdidas globales son considerables y los costos por chapistería y reparaciones, son mucho más elevados que aquellos en que se incurre para poner en práctica medidas de conservación para minimizar las pérdidas.

Se pueden elaborar tecnologías para la conservación del componente estructural del transporte militar, a partir del procedimiento DUCAR, desarrollado en el Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos de la Universidad de Matanzas. Estas nuevas tecnologías se pueden insertar en el sistema de conservación actual del transporte militar, para perfeccionarlo y lograr una mayor protección.

## **2.2 Procedimiento para la conservación del transporte en explotación (DUCAR) (Patente 4-2003).**

Es un procedimiento de conservación anticorrosiva de carrocerías de vehículos que incluye como primera etapa un estudio de los problemas de diseño anticorrosivo que presenta cada tipo y línea de vehículo, así como los problemas de protección anticorrosiva y con ello se elabora el procedimiento específico (tecnología).

La tecnología que se elabora incluye hasta el momento el empleo de cinco productos, especialmente formulados para este servicio, todos producidos en la Planta Piloto de la Universidad de Matanzas.

### **Diseño anticorrosivo.**

La importancia del estudio de los problemas de diseño anticorrosivo del componente estructural de las carrocerías, se pone de manifiesto en algunos ejemplos tomados de la práctica.

**Accesibilidad:** Los criterios de accesibilidad establecen para aberturas entre dos superficies una separación no menor de 50mm y una profundidad no mayor de 100mm para poder efectuar los trabajos de preparación de superficie y protección correspondientes. Las áreas con problemas de accesibilidad, no son por lo general tratadas ni protegidas superficialmente y se crean las condiciones para que actúe la corrosión atmosférica. Como vía de solución se le practican accesos y drenajes para la introducción de los productos.

**Tratamiento de orificios:** Orificios estrechos, hendiduras ciegas y uniones solapadas son lugares potenciales para ser atacados por la corrosión debido a la retención de humedad y suciedad, incluyendo cualquier abrasivo utilizado durante la preparación de la superficie. Se aplica sellado en los orificios y hendiduras.

**Refuerzos:** El diseño de refuerzos no debería permitir la retención de depósitos, ni agua y debe permitir el acceso para la preparación de la superficie y la aplicación de un sistema de pintura protector.

**Acumulación de depósitos y agua:** Deben evitarse configuraciones superficiales en las que el agua pueda quedar retenida, de este modo, en presencia de materias extrañas, incrementar el potencial de los agentes corrosivos. Para conseguir estos objetivos se sugieren los diseños con superficies inclinadas o biseladas; la eliminación de secciones abiertas en la parte superior o su colocación en posición inclinada; la supresión de cavidades y huecos en los que puede quedar retenida el agua y la suciedad; el drenaje de agua y líquidos corrosivos lejos de la estructura. En aquellos casos donde tenga lugar la acumulación de agua, hay que practicar orificios de drenaje de no existir algunas de las alternativas anteriores.

**Áreas cerradas y componentes huecos:** Dado que las áreas cerradas (interior accesible) y los componentes huecos (interior inaccesible) minimizan la superficie expuesta a la corrosión atmosférica, constituyen una sección especialmente bien adaptada a la protección frente a la corrosión. Aquellos casos expuestos a la humedad superficial, deben estar provistos de aberturas de drenaje, además de estar protegidos de un modo efectivo contra la corrosión. Sus bordes deben sellarse por medio de soldaduras continuas, y cualquier abertura debe estar provista de cubiertas selladas garantizando que sean impermeables al aire y la humedad. Durante el ensamblaje de sus componentes, no debe quedar agua atrapada.

#### **Productos de conservación (anticorrosivos).**

**Grasa Líquida Tipo Solvente Formadora de Película Blanda (DISTIN 314L):** Para la conservación interior de componentes huecos y áreas cerradas de difícil acceso. Forma una película impermeable al agua, resistente al chorreado a la temperatura del ambiente y protectora de la corrosión y el deterioro de los recubrimientos. Penetra a fondo en las hendiduras, solapes, grietas, etc.

**Grasa Líquida Tipo Solvente Formadora de Película Dura (DISTIN 403 L):** Es un mástique asfáltico líquido tipo solvente, formador de película dura con goma que actúa como recubrimiento antigravilla para proteger la parte inferior de los equipos de transporte.

**Disolución de Fosfatado de acción rápida. (DISTIN 504):** Para la preparación de superficies metálicas oxidadas. Proporciona una limpieza a fondo de la superficie, penetra en los intersticios, convierte el óxido y forma una capa protectora, resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera. Aplicada sobre superficies pintadas elimina las manchas de óxido y lo convierte sin afectar el recubrimiento de pintura.

**Cera Abrillantadora e Impermeabilizante (DISTIN 602):** Desarrollada para la impermeabilización de los recubrimientos de pintura en contacto con agua y sales, proporciona brillo, penetra en los poros e impide la penetración del agua y el oxígeno y mejora la resistencia del recubrimiento contra los rayos ultravioletas causantes de su deterioro.

**Mástique Asfáltico (DISTIN 403):** Se aplica en las partes inferiores del carro, fundamentalmente el piso, uniones solapadas susceptibles de la acumulación de depósitos y agua. Elimina el ruido, es impermeable al agua y los contaminantes; por lo que protege las superficies metálicas de la corrosión.

Servicios similares se ofertan por la firma canadiense RUSTCHECK ([www.rustcheck.com](http://www.rustcheck.com)), RUSTBLOCK, también canadiense ([www.rustblock.com](http://www.rustblock.com)). RUSTSTOP, sistema patentado en EE.UU., ([www.ukmd.co.uk](http://www.ukmd.co.uk); [www.ruststop.com](http://www.ruststop.com)), pero en ninguno de los casos la protección se realiza de manera integral.

El servicio del Centro de Estudios de Anticorrosivos y Tensoactivos (CEAT) de la Universidad de Matanzas, para el caso de la técnica militar, da la posibilidad de resolver un volumen elevado de problemas de corrosión en el transporte y disminuir costos por concepto de conservación.

### **2.3 Conservación del armamento en las obras soterradas.**

Los métodos de hermetización del armamento para la conservación breve (entre uno y dos años) y prolongada en las obras son: Enmasillamiento, Funda (Semifunda), Volúmenes hermetizados y Combinados. (Dirección de Armamento, 1996).

**Enmasillamiento:** Consiste en la hermetización del medio mediante el sellado de todas las ranuras, orificios y escotillas con tela hermetizante, cola y masilla, evitando la penetración del vapor de agua atmosférico al interior del medio. Como adsorbente de la humedad se utilizará la zeolita o silicagel en forma granulada o de lámina. Se puede aplicar el secado dinámico en técnica o volúmenes enmasillados.

**Funda (Semifunda):** Consiste en introducir uno o varios medios (Funda) o su parte superior (semifunda) en polietileno. Con la variante de semifunda el resto del cuerpo se enmasilla. Puede usarse el secado estático con adsorbente. En la variante de funda puede usarse el gas inerte en su interior y el adsorbente para eliminar la humedad residual (Secado estático).

**Volúmenes hermetizados:** Consiste en la hermetización de un local (gaveta), mediante la construcción o mejoramiento de puertas y el cierre de cualquier orificio o hendidura en el local con polietileno o telas

hermetizantes. Se utilizan, además, variantes de secado estático, secado dinámico, gas inerte, vacío, climatización y sublimación (utilizando inhibidores que pasan del estado sólido sin pasar por el estado líquido mediante el calentamiento).

**Combinados:** Consiste en utilizar más de un método en un mismo medio.

Además de estos métodos, se aplican recubrimientos temporales sobre las superficies de acero de los fusiles. Los productos tradicionales, de usos específicos, provenientes de la desaparecida URSS, han sido sustituidos por los que oferta CUBALUB o por mezclas y variantes modificadas de los mismos. En ningún caso se han obtenido los resultados deseados. En las tablas 1.5 y 1.6 anexo1 (Dirección de Armamento, 2001) se exponen los ejemplos más representativos.

Para la conservación de los tubos de artillería se emplea la mezcla de ANTICOR Motor-2 al 75 % y ANTICOR Peel-M al 25 %.

En la conservación del armamento de infantería se dan como posibles mezclas de aceite Multi B clase 50 al 98 % con ANTICOR Motor 2 al 2 %; Multi A clase 40 al 98 % con ANTICOR Motor 2 al 2 %; Multi A clase 40 al 90 % con ANTICOR Motor 2 al 10 %; Multi B clase 50 al 90 % con ANTICOR Motor 2 al 10 %.

Todo lo anterior es una muestra de los cambios generados a partir de la carencia de productos tradicionales. Los nuevos productos y sus mezclas se afectan microbiológicamente y existen casos en que aparecen puntos de corrosión, apenas a los dos o tres meses de aplicados los mismos (Acosta, 2005; Bugnes, 2005; Bugnes et al., 2004; Galán et al., 2001; Rodríguez et al., 2001).

Las tecnologías desarrolladas para la conservación del armamento, sugieren la limpieza de las superficies oxidadas con cepillo de alambre (Reglamento para el Mantenimiento y Almacenamiento del Armamento, Equipos y Municiones, 1983). Este método es efectivo para eliminar las partes gruesas y el óxido de las capas superiores, pero en una limpieza a fondo como se requiere para garantizar la calidad y durabilidad de la conservación, puede causar ralladuras a la superficie del metal aumentando su rugosidad, lo cual es propicio para el surgimiento y aceleración de la corrosión. Por otra parte, con este método, no siempre se garantiza la total limpieza de la superficie y es muy engorroso. Se sugieren otros métodos, entre los que se encuentra el uso de soluciones limpiadoras que son más efectivas y humanizan el trabajo.

Entre las causas principales de afectaciones a la calidad de la conservación del armamento, sobre todo para períodos prolongados se encuentran los problemas para lograr una adecuada limpieza superficial y la carencia de productos resistentes a las condiciones ambientales de los almacenes y de nuestro país en general. Por tanto, es necesario el mejoramiento de los procedimientos y tecnologías de conservación del armamento.

Los productos DISTIN, entre los que se cuentan grasas de conservación, disoluciones de fosfato limpiadoras de óxido, mástiques asfálticos y ceras abrillantadoras, han sido evaluados sobre superficies metálicas por períodos prolongados con muy buenos resultados. En algunos casos de grasas se ha estudiado su resistencia a las condiciones de las obras y se ha comprobado que resisten la contaminación microbiológica y garantizan la protección de las superficies metálicas de acero al carbono, por períodos prolongados (González, 2006). Las disoluciones de fosfato, superan en muchos casos los usos para los

cuales han sido sugeridas que se resumen a la limpieza de la superficie metálica, aún así este sigue siendo su principal uso. De igual forma, el resto de los productos son adecuados a nuestras condiciones climáticas (Tápanes, 2006).

## **2.4 Materiales y Métodos.**

En este trabajo, para proponer soluciones a los problemas que causa la corrosión en las obras soterradas, se desarrollan los pasos siguientes:

1. Análisis de la protección anticorrosiva del armamento y la técnica militar en las obras soterradas.
2. Propuesta de medidas para el mejoramiento de la protección anticorrosiva del armamento y la técnica militar en las obras soterradas.
3. Valoración técnico-económica de las medidas propuestas.

Se realizó el ensayo natural de enfrentamiento de la grasa de conservación DISTIN314 a la corrosión atmosférica y a la contaminación microbiológica en dos obras seleccionadas. Se analizaron los reportes de la bibliografía acerca de las características físico-químicas de otros productos anticorrosivos de la marca DISTIN, que son propuestos para eliminar las deficiencias en la tecnología de conservación del armamento de infantería (fusiles) y en la elaboración de las tecnologías para la conservación anticorrosiva del cuerpo de los camiones Zil131 y Kraz11, tomando como base el procedimiento DUCAR (Patente 4-2003). Se realiza el análisis de factibilidad económica de las nuevas propuestas.

## **2.5 Análisis y discusión de resultados.**

### **2.5.1 Análisis de la protección anticorrosiva del armamento y la técnica militar en las obras soterradas.**

Como bien se señala en la bibliografía (Rodríguez et al., 2001; Moya, et al., 2004; Torrens et al., 2006), la conservación del armamento y la técnica en obras soterradas responde a la necesidad de elevar la seguridad de la reserva de armamento y técnica militar con las que se garantiza la defensa del país. Esta medida también minimiza los efectos del aerosol marino sobre los materiales metálicos que componen el armamento y la técnica, pero no impide que con el paso del tiempo sus efectos se patenten. Por esta razón se conservan los materiales dentro de las obras usando los métodos con y sin hermetización y el uso de recubrimientos temporales. (Dirección de Armamento, 1996; Rodríguez et al., 2001, Dirección de Tanques y Transporte, 2005).

Como recubrimientos temporales, hasta el momento se emplean productos importados, entre ellos Anticor SB y Anticor Peel-M. Las propiedades físico-químicas de estos productos, se muestran en la tabla 3.43 (Anexo 5). Se observa que los valores de penetrabilidad sin trabajar del Anticor SB y el Anticor Peel-M son muy bajos lo que indica que son productos sólidos. En la práctica se ha comprobado que necesitan ser mezclados con otros productos antes de ser aplicados lo que encarece los costos de conservación. Las temperaturas de goteo están en 62 °C el Anticor SB y 69 °C el Anticor Peel-M apropiada para los ambientes de las obras donde la temperatura no es elevada. El Anticor SB provoca ataques corrosivos por el alto contenido de ácidos orgánicos libres, lo que está en correspondencia con las evaluaciones reportadas en la bibliografía (Acosta, 2005; Bugnes, 2005; Bugnes et al., 2004; Galán et al., 2001; Rodríguez et al., 2001). El Anticor Peel-M presenta bajo contenido de ácidos orgánicos libres, causa por

la cual no se reportan ataques corrosivos en las evaluaciones realizadas. No obstante, no se reportan buenos resultados de la resistencia microbiológica de este producto después de los tres meses de exposición. Son afectados por microorganismos del género *Penicillium*, *Aspergillus* y *Cladosporium* (Acosta, 2005; Bugnes, 2005; Torrens, 2006) principalmente y no garantizan la conservación del armamento y la técnica ni de forma breve ni prolongada. Solo adicionándoles biocidas es posible mejorar sus resultados, según reportan varios estudios (Galán et al. 2001; Rodríguez et al., 2001; Acosta, 2005; Bugnes, 2005; Bugnes et al. 2004; Torrens et al., 2005). No obstante, el uso de biocidas tiene limitaciones y encarece el producto. (Acosta, 2005; Bugnes, 2005).

Para la conservación breve y prolongada los métodos de conservación con y sin hermetización no deben ser empleados sin la conservación de las superficies metálicas con recubrimientos temporales. Tanto en la intemperie, como en locales y obras soterradas, el aerosol marino está presente y causa el deterioro de las superficies metálicas que no son protegidas adecuadamente. Si bien es cierto que la corrosión disminuye ampliamente en condiciones soterradas, no se detiene y durante un período prolongado de almacenamiento la corrosión puede afectar la funcionalidad y el estado técnico de los equipos y materiales. (Rodríguez et al., 2001; Leygraf, 2002). Es necesario proponer alternativas de productos y tecnologías nacionales, adecuados a nuestras condiciones climáticas, para mejorar la conservación dentro de las obras soterradas y contribuir a mantener el estado técnico y la disposición combativa del armamento y la técnica.

### **2.5.2 Propuestas de medidas para el mejoramiento de la protección anticorrosiva del armamento y la técnica militar en las obras soterradas 1 y 2 de Matanzas.**

Las grasas de conservación **DISTIN** de producción nacional, garantizan una excelente protección anticorrosiva sobre superficies metálicas en diferentes ambientes por períodos prolongados, aún en presencia de microorganismos (Aldazábal et al., 2002; González et al., 1998) y dentro de obras soterradas (Sánchez, 1990). Las propiedades físico-químicas de las grasas y otros productos de conservación de la marca y registro comercial **DISTIN** fueron estudiados por Tápanes (2006).

**Distin 314:** La temperatura de goteo es de  $103^{\circ}\text{C}$ . Si se tiene en cuenta que en las condiciones de nuestro clima, pueden alcanzarse en el acero temperaturas de superficie de hasta  $70^{\circ}\text{C}$ , podemos afirmar que esta grasa puede proporcionar una protección adecuada al metal sin correr riesgos de chorreado por las altas temperaturas y el consiguiente daño a la capa protectora sobre el metal. Su penetración de 317,7mm, demuestra que es una grasa semisólida formadora de película blanda. Este tipo de grasa proporciona una capa resistente a la alta humedad ambiental sin cuartearse. La presencia de álcalis libres se considera nula, por lo que su composición no provoca ataques corrosivos. No requiere de empapelado y la desconservación se realiza con solvente. No garantiza la conservación en lugares de difícil acceso y componentes huecos.

**Distin 314L:** Es una grasa tixotrópica. Su uso más significativo ha sido en la conservación de lugares de difícil acceso en estructuras de automóviles y otros equipos. Una vez aplicada forma una película consistente sobre el metal. Su particularidad está en el hecho de que permite conservar las zonas donde con otra grasa sería muy difícil lograr una protección adecuada. Esta también presenta contenido de álcalis nulo, por lo que igualmente no provoca ataques corrosivos.

De acuerdo con las propiedades físico-químicas de estas grasas y el conocimiento que se tiene de sus variados usos en la conservación de materiales metálicos con buenos resultados, podemos plantear que se pueden emplear en la conservación del armamento y la técnica militar.

El Anticor SB y el Anticor Peel-M se ofertan totalmente en divisas para empresas nacionales, excepto para las FAR que los adquiere totalmente en moneda nacional, pero el estado subsidia este gasto. Aún así, el valor de la tonelada en moneda nacional de los productos de CUBALUB, supera ampliamente el valor de las grasas DISTIN.

Por otra parte, la mayor parte del armamento y de la técnica militar se encuentra almacenada en obras soterradas, donde requieren plazos de conservación breve (6 meses hasta un año) o prolongada (más de cinco años). Si se tiene en cuenta que los productos de CUBALUB no han reportado buenos resultados en la conservación y resistencia microbiológica por más de tres meses, esto implica pérdidas por concepto de gastos para la conservación, al emplear productos inefectivos.

Las grasas DISTIN pueden reducir los gastos de conservación a más de la mitad si se tiene en cuenta el precio de los productos. Desde el punto de vista técnico- económico estas grasas de producción nacional, son más adecuadas para el uso en nuestras condiciones climáticas, de ahí que se proponga su evaluación sobre el armamento y la técnica militar en las obras, a partir de las tecnologías elaboradas en este trabajo.

Tápanes (2006), reporta que las grasas DISTIN 314 (semisólida) y 314L (líquida) se obtienen con características similares a la DISTIN314S (sólida). La diferencia entre ellas está en la consistencia que se alcanza variando la cantidad de algunos de sus componentes. Los resultados de la evaluación de la grasa DISTIN314S sobre probetas de acero dentro de las obras soterradas 1 y 2 por más de tres años, avalan lo acertado de la propuesta de evaluación de las grasas DISTIN314L y DISTIN314LA sobre el armamento y la técnica militar.

#### **2.5.2.1 Evaluación de la grasa de conservación DISTIN314S en ambientes naturales de las obras soterradas 1y 2 de Matanzas.**

Se montaron tres réplicas de probetas de acero de bajo carbono SAE AISI 1019 con grasa DISTIN 314S. La grasa fue aplicada a las probetas por inmersión en caliente. En la estación 1, se aplicaron tres capas y en la estación 2 dos capas. El montaje se realizó en Noviembre/2000 y se desmontó en Marzo/2003, o sea, el plazo de exposición fue de tres años y cuatro meses. Las probetas fueron colocadas en un soporte en forma de portaplatos. Al realizar esta operación, las zanjas de los soportes, en ambas estaciones, a los cuales se ajustan las probetas, destruyeron la capa de grasa en esa área en todos los casos, quedando esa parte de las probetas sin protección. Es por ello que en las probetas se observa una franja del mismo tamaño y forma de la zanja del portaplatos que presenta productos de corrosión, de coloración pardo-rojizo, tal como se muestra en la figura 1.



**Fig. 1** Probeta con grasa **DISTIN 314S** retirada después de tres años de exposición en obra soterrada.

Se puede apreciar que al levantar la capa de grasa la superficie de acero conserva su brillo y no se detecta presencia de óxido, excepto en la zona donde se ajusta la probeta al portaplatos, donde la capa de grasa fue destruida como puede observarse en la figura 2.



**Fig. 2** Eliminación mediante raspado de la grasa **DISTIN 314S** aplicada sobre una probeta de acero, después de tres años de exposición en obra soterrada.

Se determina el porcentaje de área afectada siguiendo la metodología descrita en el capítulo 2. Al superponer la plantilla cuadrículada sobre las probetas en todos los casos, el número de cuadrantes con el 50% o más de su superficie corroída no sobrepasó los cinco cuadrantes en ninguno de los casos. El número total de cuadrantes en la plantilla es 600, por lo que al aplicar la ecuación 2.5, el valor del porcentaje de área afectada, en el caso de mayor deterioro (cinco cuadrantes afectados), se obtiene lo siguiente:

$$\%A_d = (C_c / C_t) * 100 \quad (2.5.1)$$

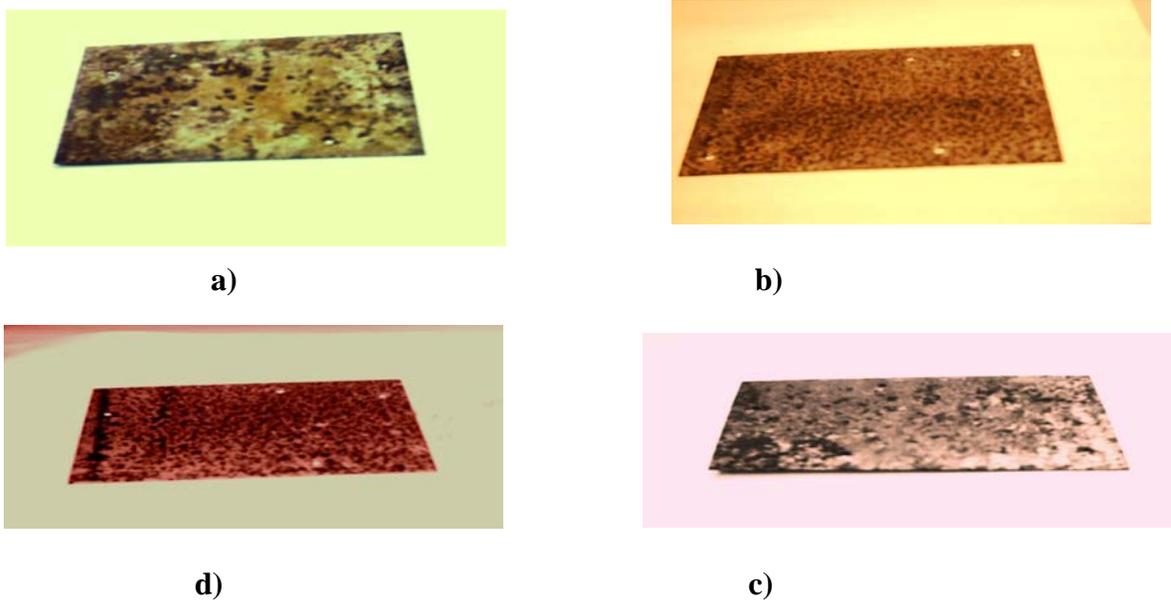
$$\%A_d = (5 / 600) * 100$$

$$\%A_d = 0,83 \%$$

O sea, que el porcentaje de área afectada es menor que el 1%. Pero todos los cuadrantes afectados corresponden al área donde fue destruida la capa de grasa, quedando el material sin protección durante el tiempo de exposición. Teniendo en cuenta este elemento, el área afectada no es representativa de la

efectividad protectora de la grasa y debe despreciarse. Por tanto, el grado de protección logrado con la grasa DISTIN 314S, durante los tres años de exposición en las obras soterradas 1 y 2, fue excelente.

En la figura 3 se puede observar el estado de deterioro de probetas sin protección después de ser expuestas en condiciones soterradas de las estaciones 1 y 2.



**Fig. 3 Probetas expuestas sin protección en estaciones soterradas durante: a) 6 meses; b) 12 meses; c) 24 meses; d) 36 meses.**

Es apreciable que en todos los casos, la superficie está afectada por la corrosión y cubierta por el óxido en su totalidad. El porcentaje de área afectada en estas probetas es 100%.

Si se tiene en cuenta este resultado en las probetas sin protección, además de que en las probetas protegidas el área afectada corresponde en su totalidad a la zanja del portaplatos donde fue destruida la capa de grasa, quedando el material sin protección en esa área durante el tiempo de exposición, y que el área donde la capa de grasa no fue dañada no sufrió afectaciones por corrosión, se puede plantear que el factor de protección de la grasa es muy elevado.

Estos resultados avalan las propiedades protectoras de la grasa DISTIN 314 S, si bien se aconseja que para las condiciones de humedad relativa alta que predominan en las obras soterradas es mucho más factible el empleo de las variantes semisólida y líquida.

Si se tiene en cuenta que el área afectada corresponde en su totalidad a la zanja del portaplatos donde fue destruida la capa de grasa y el material quedó sin protección, y que el área donde la capa de grasa no fue dañada no sufrió afectaciones por corrosión, se puede plantear que la grasa es altamente protectora del acero en las condiciones soterradas de las estaciones 1 y 2.

### **2.5.2.1.1 Observación y evaluación de afectaciones causadas por la flora microbiana en la capa protectora de grasa sobre el metal, en los ambientes de las obras soterradas de las estaciones 1 y 2.**

En la búsqueda bibliográfica se refiere que estudios realizados por otros investigadores, en obras de alta protección, reportan la presencia de hongos (*Aspergillus*, *Penicillium* y *Cladospodium*). (Acosta, 2005; Bugnes, 2005; Bugnes et al., 2004; Galán et al., 2001; Rodríguez et al., 2001; Torrens et al., 2006). Entre las condiciones óptimas para el crecimiento de este tipo de microorganismo, según reporta la bibliografía, se encuentran poca iluminación, ventilación escasa, valores de humedad relativa predominante muy alta y de temperaturas medias. Si observamos los valores de estos últimos parámetros en las obras estudiadas (tablas 3.37 y 3.38 anexo 3) podemos comprobar que ambos se encuentran en un rango favorable al crecimiento de estos microorganismos. Por otra parte, el personal técnico que labora en la conservación de la técnica y el armamento en estas obras, refiere que los productos de conservación usados hasta el momento para la formación de recubrimientos protectores, sufren cambios y se afecta su calidad presumiblemente por la acción de microorganismos. Este hecho lo corroboran estudios de enfrentamiento de productos a microorganismos en ensayos de campo y acelerado, donde se comprueba que los mencionados productos usados para llevar a cabo la conservación en las obras de alta protección, no resisten la contaminación microbiológica. (Acosta, 2005; Bugnes, 2005; Bugnes et al., 2004; Galán et al., 2001, Torrens et al., 2006).

La grasa de conservación Distin 314S, fue expuesta por más de tres años sobre superficies de probetas de acero en las obras de las estaciones 1 y 2. La observación visual periódica de la grasa durante la exposición, demuestra que el aspecto superficial de la misma sufre cambios de coloración del pardo al pardo verdoso. Este cambio es producido solo en la superficie de la grasa, como se pudo comprobar, posteriormente, en observaciones al microscopio estereoscópico. El cambio de coloración superficial de la grasa, ocurre bajo cualquier ambiente en que esta sea expuesta por tiempo prolongado, debido que la grasa tiene componentes de la industria azucarera y normalmente los pigmentos toman color carmelita por la acción del ambiente (polvo, agentes corrosivos, la radiación solar o la luz en interiores, etc.) con los elementos en la capa superficial de la grasa. No obstante, al cabo de tres años y cuatro meses, cuando se realizó la observación al microscopio, se pudo comprobar que durante la exposición en las condiciones de las obras de alta protección 1 y 2, la grasa Distin 314S, no fue afectada por microorganismos. Un corte transversal a la capa de grasa en las probetas, permitió observar que en las capas más internas esta no sufre cambios de coloración. Este resultado, supera los reportados por la bibliografía de estudios recientes de grasas en las obras.

Los productos de CUBALUB, estudiados en obras soterradas no superan los tres meses de exposición sin ser afectadas por microorganismos. Otros productos de conservación han sido evaluados en obras soterradas y se plantea que solo un aceite (Aceite Ceiba) y una grasa de conservación (Grasa CPT-1) no mostraron cambios visuales durante los cinco años de exposición, pero para ello debieron ser alterados con la adición de biocida. Este nuevo elemento requiere de la certificación para el uso debido a que son sustancias que pueden ser tóxicas para otras especies, que deben ser estudiados para comprobar que no afecten al hombre o puedan causar otro tipo de problemas (Hernández et al., 1995, Ramos, 1996; Rosales, 2003). Hasta el momento no se tienen estos resultados.

Al levantar la capa de grasa DISTIN 314 S en las probetas estudiadas, se observa que debajo de esta, el metal permanece sin afectaciones por corrosión, en toda la superficie cubierta por la grasa. No ocurre así, en la porción de la probeta que quedó al descubierto (zona de apoyo en el portaplatos) donde sí se observa una capa de productos de corrosión en forma de banda horizontal similar a la zanja del portaplatos. Esta

grasa, por ser de consistencia dura, frente a la alta humedad relativa, al cabo de un tiempo presenta cuarteaduras en la capa protectora, aunque no se observan productos de corrosión en las zonas de las grietas. Las piezas conservadas con este tipo de grasa podrán ser manipuladas sin que se desprenda la capa una vez aplicada, pero requieren de empapelado posterior. La desconservación se realiza mediante raspado de la grasa y aplicando solvente.

Esta grasa sólida no puede ser empleada para la conservación de componentes huecos y lugares de difícil acceso. Las variantes DISTIN314 semisólida, DISTIN314L líquida y DISTIN314LA líquida pueden resistir mejor las condiciones de alta humedad relativa, proporcionar un mayor tiempo de exposición y no requieren del empapelado. No obstante, para el empleo de cada tipo de grasa deben tenerse en cuenta las características de diseño de la pieza o equipo.

### **2.5.3 Propuesta de nuevos productos y modificaciones a los procedimientos de conservación anticorrosiva en los medios de armamento infantería.**

En la metodología empleada para la conservación del armamento de infantería (fusiles) como se citó en el Capítulo 1 (Cartas de Lubricación del Armamento de Artillería Terrestre y Tanques, 2001), el cepillo de alambre es empleado para la limpieza y eliminación de óxidos. Mediante este procedimiento, no se logra la limpieza óptima de la superficie que es parámetro indispensable para lograr una larga durabilidad de la conservación posterior. La suciedad atrapada bajo las capas de recubrimiento protector, permiten la manifestación de la corrosión en la interfase acero- recubrimiento.

Por otra parte, las cerdas del cepillo arañan la superficie metálica y dañan el pavonado, creando rugosidad que acelera la velocidad de corrosión.

Se propone para la limpieza y eliminación de óxidos, la Disolución de Fosfatado DISTIN 504. Este producto de acción rápida contribuye no solo a la limpieza más efectiva sino que propicia un mejor cuidado del material del armamento de infantería (fusil) evitando el deterioro y desgaste de la superficie metálica en zonas donde se perdió el pavonado, pues convierte el óxido y forma una capa protectora, resistente a deformaciones y a la acción agresiva de la atmósfera. La capa protectora está formada por sales insolubles que garantizan una superficie ideal para la aplicación posterior de grasas, aceites u otros recubrimientos. Presenta un pH ácido que la hace actuar efectivamente sobre la superficie oxidada, donde precipita una fina película cristalina compuesta por fosfatos metálicos que quedan perfectamente adheridos al metal base y posee un elevado poder protector, además de actuar solamente en lugares donde hay presencia de óxido sin dañar el resto del pavonado. El uso de este producto humaniza la etapa de limpieza superficial en la actividad de conservación y contribuye al ahorro de tiempo, elemento importante por los grandes lotes de armamento que es necesario conservar anualmente. El cepillo de alambre se emplearía solo en el caso de eliminar capas gruesas de óxido.

Los productos empleados para aplicar el recubrimiento protector, son importados por CUBALUB. Los mismos, de acuerdo con estudios realizados y citados anteriormente, no proporcionan la protección requerida. Se plantea que a los tres meses aparecen puntos de corrosión sobre las superficies conservadas.

Hay que señalar que para la aplicación a los fusiles, estos productos deben ser diluidos en nafta o mezclados con otros aceites, lo que introduce cambios en sus propiedades, que hasta el momento no se estudian y no ofrecen buenos resultados.

De acuerdo con las propiedades físico-químicas, los productos de CUBALUB empleados en la conservación de fusiles no son los más adecuados. Para la conservación de fusiles se necesitan grasas líquidas que lleguen hasta todos los intersticios de la estructura metálica de este tipo de armamento, lubricando y creando una capa anticorrosiva protectora, por lo que estos productos sólidos, para su empleo deben ser diluidos o mezclados. Las mezclas de Anticor SB no garantizan desde ningún punto de vista la conservación. El Anticor Peel- M, es una masilla que por sí sola no presenta problemas los primeros meses de exposición, pero para su uso en los fusiles debe ser mezclada con Aceite Anticor Motor-2 que no reporta buenos resultados en la conservación, pues aparecen puntos de corrosión en las superficies conservadas con este producto desde el primer mes de exposición. Bugnes (2005) y Torrens et al. (2006) reportan que solo con la adición de biocidas mejoran los resultados de estas grasas pero solo en la conservación breve hasta un año, no hay resultados que demuestren si las mezclas de estos dos productos pueden garantizar la conservación prolongada del armamento de infantería en las obras.

En comparación con estos productos se estudiaron las propiedades físicas y químicas de la grasa líquida base aceite DISTIN 314 LA. Esta grasa de consistencia líquida no necesita ser mezclada con otros productos. De acuerdo con sus propiedades cumple con los parámetros establecidos para la grasa VO Rusa, tradicionalmente empleada en la conservación de fusiles y que, según estudios realizados, resistió la contaminación microbiológica en las obras soterradas durante tres meses de exposición. La grasa VO, está en déficit desde hace varios años, por lo que la DISTIN 314 LA, puede sustituirla. A partir de este resultado, también puede ser propuesta su evaluación en la técnica expuesta en las obras soterradas.

Finalmente, las modificaciones a la tecnología de conservación del armamento de infantería son la introducción de la disolución de fosfatado DISTIN 504 para la eliminación de capas de óxido finas, utilizando el cepillo de alambre solo para eliminar capas gruesas de óxido y el empleo de la grasa de conservación DISTIN 314 LA para proporcionar el recubrimiento protector a la superficie metálica, en lugar del Anticor SB y Anticor Peel-M con Anticor Motor-2.

### **2.5.3.1 Fundamentación técnico-económica de la introducción de nuevos productos y cambios en los procedimientos de conservación de los medios de armamento infantería (fusiles).**

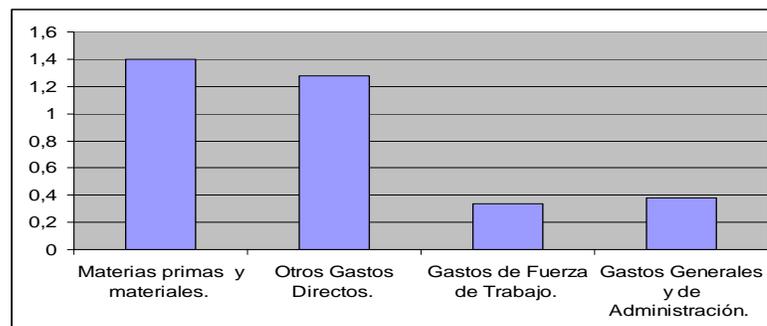
Para la conservación de un fusil se emplean el Anticor SB diluido en Nafta y el Anticor Peel-M mezclado con el aceite Anticor Motor-2. Estos productos adicionales elevan los ya altos costos de estos productos y varían sus propiedades.

En el caso de la DISTIN 314 LA es una grasa líquida base aceite que no necesita ser diluida. Esto representa facilidades a la hora de aplicar el producto y disminución de los costos. Su uso en sustitución del Anticor SB representa un ahorro anual de 10933.38 \$/año y en el caso del Anticor Peel-M se ahorran 11540.79 \$/año. Esto es sin tener en cuenta el costo de los solventes o aceites que se les adicionan para modificar su consistencia y poder emplearlas en la conservación del armamento, en los cuales se ahorra \$ 5740.00 anualmente en Nafta y 14 662.63 \$/año en aceite Anticor Motor-2, tomando como referencia que se conservan 15725 fusiles al año.

Se conoce además, que el rendimiento por unidad de superficie del producto DISTIN 314 LA es mayor. De acuerdo con sus propiedades físicas y químicas, garantiza la protección por más tiempo y con mayor calidad. Por tanto, el plazo para la reconservación aumenta y es un elemento más para disminuir los costos y elevar la disposición combativa de los fusiles. Desde el punto de vista técnico-económico, estas

propiedades, hacen de la grasa DISTIN 314 LA, un producto más ventajoso que las Anticor SB y Anticor Peel-M.

Tomando como base la Resolución Conjunta No.1, del Ministerio de Finanzas y Precios, se elabora la Ficha de Costo para la conservación de un fusil (Anexo 1). En el gráfico de Estructura de Costo (fig.4), influye más el de Materias Primas y Materiales y dentro de este la Disolución de Fosfatado porque la mayor parte de la materia prima se adquiere en CUC. No obstante, las ventajas que ofrece para la conservación por su efecto protector sobre la superficie metálica, el ahorro de tiempo y humanización de esta actividad avalan su uso, teniendo en cuenta que sumando los 12580 \$/año de su costo total por garantizar la óptima limpieza de la superficie a conservar, a los 9 630.95 \$/año de la grasa que se usa para el recubrimiento protector se alcanza un costo total de 21 880.95 \$/año en la conservación de 15 725 fusiles. Este valor está por debajo de los 26 203,42 \$/año del Anticor Peel-M +Aceite Anticor Motor-2, solo para recubrimiento protector del mismo lote de fusiles, sin garantía de limpieza superficial del material. Aunque supera los 16 673.38 \$/año del Anticor SB + Nafta, la calidad de la DISTIN 314 LA es mucho mayor y protege mejor al material. Ella por sí sola es menos costosa pues no necesita disolvente. La disolución de fosfatado es independiente; constituye una protección más, adicional a la limpieza que proporciona. De acuerdo con las circunstancias su uso puede ser opcional. Por ello, sigue siendo la variante propuesta, la más económica y ventajosa. No obstante, la combinación limpieza con DISTIN 504 + recubrimiento con DISTIN 314 LA, es la que ofrece mayor calidad y durabilidad de la conservación.



**Fig. 4 Gráfico de Estructura de Costo para la conservación de un fusil.**

#### **2.5.4 Elaboración y propuesta de aplicación de las tecnologías de conservación anticorrosiva del cuerpo del KRAZ 11 y el ZIL 131.**

Las tecnologías empleadas en la conservación de la técnica de transporte militar, citadas en la bibliografía (Moya et al., 2004; Manual de Tanques y Transporte, 2005), en ninguno de los casos sugieren la conservación de la superficie del componente estructural de los vehículos con recubrimientos temporales. Con ellas se pretende aislar la técnica de la atmósfera agresiva que las rodea, creando una barrera y modificando la atmósfera en el área de ubicación de la técnica. Estos métodos requieren de gastos materiales, utilización de equipamiento adicional, como deshumidificadores y crean dificultades para el desarrollo de tareas y actividades de control relacionadas con la conservación. Como no se conserva la superficie del componente estructural de los vehículos con recubrimientos temporales, es necesario realizar los controles frecuentemente. Con una adecuada protección superficial del componente

estructural, los períodos de control pueden aplazarse y disminuir el trasiego de personal al interior de los volúmenes hermetizados.

A partir del procedimiento DUCAR, se elaboran tecnologías para la conservación de dos tipos de vehículos de cuerpo abierto (Kraz 11 y Zil 131). Siguiendo los pasos que sugiere el procedimiento, se realizó el diagnóstico de los problemas de corrosión en ellos. Se detectaron problemas de diseño anticorrosivo en ambos casos.

Se observó, además, que no se eliminó el óxido responsablemente en áreas de superficies recién pintadas. Esto trae consigo el deterioro posterior y prematuro de la capa de pintura, cuando los contaminantes en la interfase acero-pintura, llevan a cabo el proceso de corrosión. La limpieza superficial la realizan con cepillo y lija, implementos que crean irregularidades sobre la superficie y con el paso del tiempo aparecen puntos de corrosión que conducen a la corrosión picadura que es ocasionada por depósitos de productos o capas de corrosión que originan celdas de concentración, agujeros de pequeño diámetro y cierta profundidad en el material metálico. (Domínguez et al., 1987).

En el procedimiento de conservación del componente estructural de estos camiones (DUCAR) se propone aplicar cuatro productos nacionales de usos variados que tienen propiedades físicas y químicas excelentes, según análisis en el Laboratorio de Lubricantes del Ejército y aportan lo siguiente:

**Grasa líquida tipo solvente formadora de película blanda DISTIN 314L**, presenta una alta viscosidad de 12-14 m<sup>2</sup>/seg, proporcionándole resistencia al escurrimiento. No tiene presencia de ácidos libres lo que evita que pueda provocar corrosión.

Tiene amplias posibilidades para resistir los microorganismos presentes en las obras, basado en el resultado del estudio realizado a la variante 314S, de composición similar, durante los más de tres años de exposición en las obras soterradas de las estaciones 1 y 2 de Matanzas. (López et al., 2004).

Además este producto forma una película blanda que facilita la aplicación en la parte inferior de los camiones porque en algunos casos se produce la corrosión fatiga producto de la vibración o movimiento que experimentan los materiales metálicos cuando están sometidos a la presencia simultánea de un esfuerzo tensil (Domínguez et al., 1987) lo que ocasiona la aparición de grietas y esta grasa al ser formadora de película blanda penetra en las mismas impidiendo la penetración de agentes agresivos.

**Disolución de Fosfatado Decapante DISTIN 504**, para la limpieza superficial de los metales. Es el mismo producto propuesto para la limpieza en la conservación del armamento de infantería, cuyas propiedades fueron comentadas anteriormente. Su uso previo al pintado de superficies metálicas, crea una capa que protege al material y proporciona buena adherencia de la capa de pintura, aumentando su durabilidad.

**Mástique Asfáltico DISTIN 403**, presenta una temperatura de ablandamiento de 120<sup>0</sup>C que lo hacen resistir las altas temperaturas que alcanzan las superficies donde se aplica evitando el chorreado. Es

resistente a los impactos por lo que se aplica a las partes inferiores de los vehículos para evitar su deterioro. Estudios recientes demuestran que proporciona buena resistencia a la corrosión sobre superficies metálicas. Además la goma que es uno de sus compuestos presenta buena adherencia a la superficie y los asfaltos oxidados que son otros de sus componentes inhiben el desarrollo de microorganismos (Domínguez et al., 1987).

**Cera abrillantadora e impermeabilizante**, presenta alta viscosidad ( $42 \times 10^{-3}$  Pa. seg) por lo que es resistente al chorreado y tiene un punto de ablandamiento de  $64^{\circ}\text{C}$  que resiste altas temperaturas. Se aplica sobre las superficies pintadas, fundamentalmente en la parte exterior del componente estructural de los vehículos.

Con la aplicación de las tecnologías propuestas se garantiza la resistencia de la superficie metálica del componente estructural al ataque corrosivo de la atmósfera contaminada por el aerosol marino. Su aplicación no impide el buen funcionamiento del vehículo, por lo que pueden conservarse tanto los que se encuentran en explotación como aquellos que están almacenados de reserva.

Esto nos permite sugerir el estudio de las tecnologías propuestas aplicadas al transporte de este tipo, almacenado en las obras soterradas, para comprobar su efectividad en estas condiciones. El mismo puede llevarse a cabo, combinando variantes diferentes con los métodos de enmasillamiento, funda, gaveta hermetizada y también en ausencia de ellos.

#### **2.5.4.1 Fundamentación técnico-económica de las nuevas propuestas de tecnologías de conservación a partir del procedimiento DUCAR, para la conservación del transporte militar.**

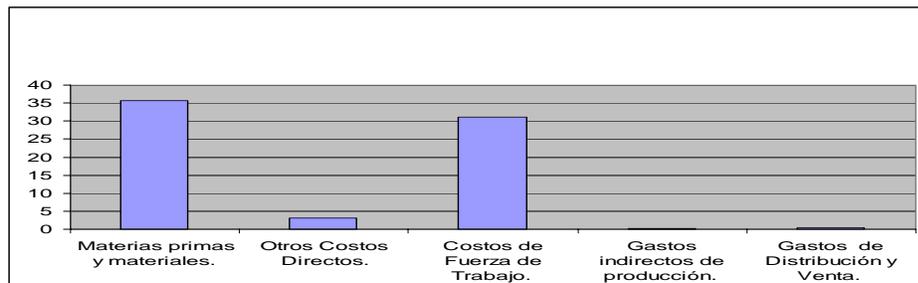
El estado técnico de los vehículos almacenados por períodos prolongados en las obras corre riesgos de afectación por la corrosión que provoca el aerosol marino dentro de las mismas, ya que los métodos de conservación actuales no conservan la superficie del componente estructural de los vehículos. Se ha comprobado que dentro de los volúmenes hermetizados también ocurre la corrosión, aunque es mucho menor que en el exterior de las fundas y que en la intemperie. (Torrens, 1999; Corvo et al., 2001). No obstante, el efecto de la corrosión es acumulativo y durante el almacenamiento prolongado, los daños pueden ser considerables. Por tanto, es necesario conservar las superficies del componente estructural de los vehículos para contribuir a mantener el buen estado técnico y la disposición combativa de la técnica de transporte.

Desde el punto de vista económico se señala que la chapistería de estos camiones se realiza cada 4 años, debido al deterioro que causa en ellos la corrosión atmosférica. El costo de la misma se estima en 350.00 \$/camión. El acero necesario para realizar las reparaciones en la chapistería, en el mercado se oferta en CUC. Este costo es subsidiado por el estado.

Con la introducción del servicio DUCAR, estos vehículos se mantienen conservados de 6 a 9 años sin la necesidad de aplicar chapistería, realizando anualmente revisión de los problemas de corrosión de los mismos y aplicando algunos productos, de ser necesario, en las zonas afectadas. El costo de aplicación de la tecnología de conservación al vehículo KRAZ 11, que es el de mayor consumo de materiales y por tanto, el de mayor costo, es de 94.03 \$/camión. Esto representa un ahorro de \$ 25 597.00 en el primer

año, si se realiza la conservación de 100 camiones anualmente. Pero además a pesar de que el servicio DUCAR se aplica anualmente alargamos el tiempo de chapistería. Si se tuviera que chapistear cada 4 años, se incurriría en más gastos económicos que si se aplicara el procedimiento DUCAR anualmente durante cinco años. Con ello se contribuye al ahorro de 22 985 .00 \$/año.

En el análisis económico del Procedimiento DUCAR aplicado al camión KRAZ 11 mediante la elaboración de la Ficha de Costo (anexo 2), el costo que más influyó fue el de Materias Primas (Fig.5) y dentro de estas la Disolución de Fosfatado y la Cera Abrillantadora, porque la mayor parte de la materia prima de estos productos se adquiere en CUC.



**Fig.5 Gráfico de Estructura de Costo Procedimiento DUCAR camión KRAZ 11.**

### Conclusiones.

Las características de las obras constructivas influyen en la penetración del aerosol marino desde la intemperie hacia el interior de las obras soterradas. La ubicación de las vías de acceso (puertas, ventanas, orificios de ventilación, etc.), la altura o profundidad de la obra, el uso de filtros de aire, entre otros, son elementos que pueden ser usados en función de minimizar el efecto del aerosol marino y de su carácter estacional en los ambientes soterrados.

Se evalúa con buenos resultados, en condiciones soterradas, sin sufrir afectaciones por microorganismos por más de tres años, una grasa de conservación de producción nacional, cuya composición es similar a la de otras de diferente consistencia y variados usos, evaluadas en ambientes de alta agresividad corrosiva.

Se proponen medidas para minimizar los efectos de la corrosión atmosférica y mantener el buen estado técnico y la disposición combativa del armamento y la técnica militar, tales como: mejoras a la tecnología de conservación del armamento de infantería y nuevas tecnologías para la conservación del componente estructural de vehículos de transporte militar, basadas en el empleo de productos nacionales, resistentes al biodeterioro y procedimientos adecuados a las condiciones climáticas de Cuba y de las obras soterradas.

## **Bibliografía.**

- 1- ACOSTA, S. 2005. Contaminantes microbianos en ambientes interiores y materiales conservados en almacenes soterrados. Universidad de La Habana: Facultad de Biología. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Microbiología.
- 2- AFONSO, J. 2001 Estudio de la corrosión atmosférica en dos estaciones de la provincia Matanzas. Matanzas: Universidad de Matanzas. Trabajo de Diploma.
- 3- AGUILA, G. (1994) Obtención de grasas de conservación temporal con materias primas nacionales. Forum Científico Nacional de Estudiantes de Ciencias Técnicas. Grupo Científico. Holguín.
- 4- ALDAZABAL, J.L., ECHEVERRIA, C.A., FALCON, E., LOPEZ, I., SANCHEZ, M.C., GONZALEZ, A. 2002. Evaluación de productos en la técnica conservada en zonas de alta y muy alta agresividad corrosiva. Resultados de más de cinco años de exposición. Memorias del Evento Internacional (ANTICORROSION'2001). ISBN 959 –16 – 0190 – 5. T 17.
- 5- ALONSO, A, *et al.* 2001. Memorias de la Conservación y la Diagnósis. Ciudad de la Habana: Centro de Investigación y Desarrollo de Tanques y Transporte. p.32-34
- 6- AMBLER, A. A. and BAIN, A.A.J. 1995. Corrosion of metals in tropics. *Journal of Applied Chemistry*, no. 9, p. 437-467.
- 7- BRIZUELA, E. 1987. Aspectos fundamentales del diseño de plantas industriales. La Habana: Editorial ISPJAE. Tomo I, p.56 - 145.
- 8- BUGNES, G. 2005. Biodeterioro del acero CT- 3 en ambientes interiores. La Habana: Centro Nacional de Investigaciones Científicas. Tesis presentada en opción al título de Máster en Corrosión. Opción: Métodos de protección.
- 9- BUGNES, G. I, BALMAYOR, M, TORRENS, A. D, GARCIA, R. M, LAZA, M. 2004. Biodegradación de dos grasas protectoras utilizadas en materiales metálicos almacenados en ambiente interior. Cuba: La Habana. Centro de Investigaciones del petróleo.

- 10- CORVO, F., TORRENS, A. D., MENDOZA, A. R. 2001. Performance of metallic materials in tropical climate. Influence of exposure conditions. *Corrosion Science*, vol., no., p.. Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com), [www.corrosionsource.com/discuss2/ubb/Forum40/HTML/000016.html](http://www.corrosionsource.com/discuss2/ubb/Forum40/HTML/000016.html).
- 11- CORVO, F., ROCHA, J. A. 2003. Proyecto TROPICORR. Metodología. En: ANDRADE, J.R. *Productos Electro - Electrónicos en Ambientes Tropicales*. Sao Paulo: Campinas, p. 223-260
- 12- CORVO, F., VELEVA, L., L. 2003. Corrosión Atmosférica. En: ANDRADE da SILVA, J.R.(Ed) *Productos Electro - Electrónicos en Ambientes Tropicales*. Sao Paulo: Campinas, p.137-170.
- 13- CORVO, F., TORRENS, A. D., BETANCOURT, N., PEREZ, J, GONZALEZ, E. 2006. Indoor atmospheric corrosion in Cuba. A report about indoor localized corrosion. *Corrosion Science*, vol. 48, no.6, p. 615-620. Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- 14- DIRECCION DE ARMAMENTO. 2001. Cartas de Lubricación del Armamento de Artillería Terrestre y Tanques. La Habana: Ministerio de las FAR.
- 15- DOMINGUEZ, J. 1987. Introducción a la corrosión y protección de metales. La Habana: Editorial EMPES, p. 25-29, p. 426-431, p. 325-368.
- 16- ECHEVERRIA, C. 1991. La corrosión atmosférica del acero y la protección temporal de los centrales azucareros en la provincia de Matanzas. Matanzas: Instituto Superior Agroindustrial “Camilo Cienfuegos”. Tesis de opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas.
- 17- ECHEVERRIA, C., CORTIJO, O., SARRAFF, M. 2000. Influencia de la corrosión atmosférica en la industria azucarera cubana. *Revista Centro Azúcar*, vol. 3, ISSN- 0253 – 5777-p. 83-86.
- 18- GALAN, I., RICARDO, R., RODRIGUEZ, O. 2001a. Tecnología de conservación de los carros de transporte con productos anticorrosivos y antifúngicos. La Habana: (eds) Alonso, A. Resumen en “Memorias de la Conservación y la Diagnosis. Centro de Investigación y Desarrollo de Tanques y Transporte.
- 19- GALAN, I., RICARDO, R., RODRIGUEZ, O. 2001b. Determinación del plazo de duración de los materiales de conservación y de las medidas para incrementar su durabilidad en las obras soterradas. La Habana: (eds) Alonso, A. Resumen en “Memorias de la Conservación y la Diagnosis. Centro de Investigación y Desarrollo de Tanques y Transporte
- 20- GALAN, I., RICARDO, R., RODRIGUEZ, O., TEIJELO, M. 2001c. Pintura resistente al biodeterioro para la protección a los carros militares conservados en obras soterradas. La Habana: (eds) Alonso, A. Resumen en Memorias de la Conservación y la Diagnosis. Centro de Investigación y Desarrollo de Tanques y Transporte.
- 21- GONZALEZ, B.C. 1995. Estudio y control del deterioro en el Museo Provincial “Palacio de Junco”, Matanzas: Universidad de Matanzas. Trabajo de Diploma.
- 22- GONZALEZ, L. 2006. Resistencia de los productos DISTIN a las afectaciones de la microflora en las obras de alta protección. Matanzas: Universidad de Matanzas. Trabajo de Diploma.

- 23- GONZALEZ, N. J. 2003. Evaluation of commercial Biocides efficacy on biofilm during shock treatment. Memorias del 5<sup>to</sup> Congreso de corrosión de la NACE Región Latinoamérica y del 8<sup>vo</sup> Congreso Iberoamericano de Corrosión y protección, p. 894 – 899.
- 24- ISO 8407: 1991(E). Corrosion of metals and alloys – Removal of corrosion products from corrosion test specimens.
- 25- ISO 8503 – 3: 1998(E). Preparation of steel substrate before application of paints and related products – surface roughness characteristic of blast – cleaned steel substrate- part 3: Method for calibration of ISO surface profile comparators and for the determination of surface profile comparators and for the determination of surface profile – Focusing microscope procedure.
- 26- ISO 8565: 1992(E). Metales y aleaciones. Ensayos de corrosión atmosférica. Requisitos generales para los ensayos in situ.
- 27- ISO 9223:1992(F). Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Classification.
- 28- ISO 9225:1992(E). Corrosion of metals and alloys - Corrosivity of atmospheres - Measurement of pollution.
- 29- ISO 9226:1992(E). Corrosion of metals and alloys – Corrosivity of atmospheres – Determination of corrosion rate of standard specimens for evaluation of corrosivity.
- 30- ISO/TC 156/WH: 1995. Classification of Corrosivity of indoor atmospheres. Second working draft.
- 31- ISO/CD11844:2000(F) Corrosion of metals and alloys – Clasification of corrosivity of indoor atmospheres – Determination and estimation of indoor corrosivity.
- 32- ISO 12944-3:1998. Protección mediante sistemas de pintura y recubrimientos. Comité Técnico AEN/CTN 45 Pinturas y Barnices. Norma española.
- 33- KOCH, G, H. 2001. Corrosion cost and preventive strategies in the United States. Report No. FHWA-RD-01-XXX.
- 34- LEYGRAF, K. 2002. Indoor Atmospheric Corrosion. Corrosion Science no.7, p.678-682 Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com).
- 35- LOPEZ, I., ECHEVERRIA, C., AFONSO, J. 2001a. Influencia del aerosol marino en dos estaciones de ensayo en la provincia de Matanzas. Memorias del Evento Internacional ANTICORROSION'2001. ISBN 959–16–0190–5, T 28.
- 36- LOPEZ, I., ECHEVERRIA, C., AFONSO, J. 2001b. Comparación entre los métodos de captación de cloruro para estudios de la corrosión atmosférica. Fundamentación del empleo del método de la filtracita. Memorias del Evento Internacional ANTICORROSION'2001 ISBN 959–16–0190–5, T 27.

- 37- LOPEZ, I. 2004. Evaluación de grasas anticorrosivas para la conservación de materiales en zonas protegidas de la intemperie. XI Exposición “Forjadores del Futuro”. Matanzas.
- 38- LOPEZ, I., ECHEVERRIA, C. 2005a. Corrosión atmosférica en obras de alta protección en Matanzas. Matanzas: Universidad de Matanzas. Disponible en: <http://monografias.umcc.cu>. ISBN 954 – 16 – 0295 – 8.
- 39- LOPEZ, I., ECHEVERRIA, C., AFONSO, J. 2005b. La captación de cloruros en estudios de corrosión atmosférica. Fundamento del uso del método de la filtracita. *Ingeniería Química*, vol. 37, no 429, p. 133.
- 40- LOPEZ, I., ECHEVERRIA, C., AFONSO, J. 2006. Influencia del aerosol marino en la corrosión atmosférica. Estudio de la velocidad de corrosión en zonas alejadas de la costa. *Ingeniería Química*, vol. 38, no. 435, p. 171.
- 41- Manual de Productos Lubricantes. 2003. Colectivo de autores. La Habana: CUBALUB. p.57-66.
- 42- Manual de Tanques y Transporte.2005. Dirección de Tanques y Transporte del MINFAR.
- 43- MOYA, R., CRUZ, M., APORTELA, P., SÁNCHEZ, E., GALÁN, I., CARO, J., GUILLÉN, C., TORRENS, A. D. 2004. Glosario de Términos relacionados con la Conservación. La Habana: Centro de Investigación y Desarrollo de Diagnóstico, Conservación y Modernización del Transporte.
- 44- OTERO, M. A. 2001. Manual de Aseguramiento Técnico de los Medios del Armamento Ingeniero de las FAR. MINFAR: Centro de Información para la Defensa p. 92 - 107.
- 45- Reglamento para el Mantenimiento y Almacenamiento del armamento, equipos y municiones. 1983. Editora Militar. p.53-54. “s.l.”
- 46- RODRIGUEZ, J., ECHEVERRIA, C. A., GONZALEZ, A., LOPEZ, I., RODRIGUEZ, J. E. 2002. Conservación contra el deterioro de la Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”. ANTICORROSION’2001. ISBN 959–16–0190–5, T 14.
- 47- RODRIGUEZ, O. 2001. Compendio de tecnologías sobre el estudio para el perfeccionamiento de las tecnologías de conservación del material de guerra en obras soterradas. La Habana: Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias. Centro de Investigaciones y Desarrollo de Tanques y Transporte.
- 48- SALEM, M. 2000. Estudio para la conservación contra el deterioro de la técnica militar en las condiciones climáticas de Cuba. Matanzas: Universidad de Matanzas. Trabajo de Diploma.
- 49- SUVEAUT, O. 2006. Corrosión atmosférica en obras de alta protección en Matanzas. Influencia de los factores climáticos y la contaminación por iones cloruro y sulfatos. Matanzas: Universidad de Matanzas. Trabajo de Diploma.
- 50- TAPANES, Y. 2006. Nuevas propuestas para la conservación de la técnica militar. Conservación anticorrosiva. Matanzas: Universidad de Matanzas. Trabajo de Diploma.

- 51- TOMASHOV, N.D. 1979. Theory of corrosion and protection of metals. La Habana. Ed. Revolucionaria. 672 p.
- 52- TORRENS, A. D. 1999. Corrosión Atmosférica en Interiores en el clima tropical. La Habana: Centro Nacional de Investigaciones científicas. CNIC.
- 53- TORRENS, A. D., MARTÍNEZ, L., RODRÍGUEZ, O., CARO, J., SÁNCHEZ, E. 2005. Compendio de materiales para la conservación de la técnica de uso militar. Centro de Investigación y Desarrollo de Diagnóstico, Conservación y Modernización del Transporte. Unión de Industria Militar. MINFAR.

**Anexo 1 Costos de conservación del armamento de infantería (fusiles).**

**Tabla 1.1 Ficha de Costo para la Conservación de un Fusil.**

<b>Ficha de Costo Conservación del Fusil.</b>								
<b>Concepto.</b>		<b>UM</b>	<b>INS</b>	<b>P/MN</b>	<b>P/CUC</b>	<b>C/MN</b>	<b>C/CUC</b>	<b>CT</b>
DISTIN 314LA.		L/fusil.	250 ml	1,57	0,87	0,39	0,21	0,60
DISTIN 504 Disolución de Fosfatado.		L/fusil.	250 ml	2,4	0,80	0,60	0,20	0,80
<b>Materias Primas y Materiales.</b>	<b>1</b>	\$/fusil.				\$0,99	\$0,41	1,40
<b>Sub total (Gastos de elaboración).</b>	<b>2</b>	\$/fusil.				\$2,00		2,00
<b>Otros Gastos directos.</b>	<b>3</b>	\$/fusil.				\$1,28		1,28
Depreciación.	3.1	\$/fusil.				\$1,07		1,07
Ropa y calzado (trabajadores directos) y Aseo.	3.2	\$/fusil.				0,21		0,21
<b>Gasto de fuerza de trabajo.</b>	<b>4</b>	\$/fusil.				\$0,34		0,34
Salario.	4.1	\$/fusil.				0,27		0,27
Vacaciones.	4.2	\$/fusil.				0,02		0,02
Contribución a la Seguridad Social.	4.3	\$/fusil.				0,04		0,04
<b>Gastos Generales y de Administración.</b>	<b>5</b>	\$/fusil.				\$0,38		0,38
Salario.	5.1	\$/fusil.				0,31		0,31
Vacaciones.	5.2	\$/fusil.				0,03		0,03
Contribución a la Seguridad Social.	5.3	\$/fusil.				0,04		0,04
<b>Gastos Totales o Costo de producción.</b>	<b>6</b>	\$/fusil.				\$2,99		2,99
<b>Precio del Servicio.</b>	<b>7</b>	\$/fusil.				\$2,99	\$0,41	3,40

Anexo 2. Datos económicos.

Tabla 13.2 Ficha de Costo Procedimiento DUCAR para el camión KRAZ 11.

FICHA DE COSTO SERVICIO DUCAR CAMIÓN KRAZ 11.								
Concepto.		UM	INS	P/MN	P/CUC	C/MN	C/USD	CT
DISTIN 403 L General.		L/Auto	10,00	1,30	0,70	13,00	7,00	20,00
DISTIN 403 Mástique.		Kg/Auto	5,00	1,40	0,30	7,00	1,50	8,50
DISTIN 504 Disolución de Fosfatado.		L/Auto	3,00	2,4	0,80	7,20	2,40	9,60
DISTIN 603 Cera.		L/Auto	3,00	2,70	1,20	8,10	3,60	11,70
Nafta.		L/Auto	4,00	0,00	0,28	0,00	1,12	1,12
Diesel.		L/Auto	2,00	0,00	0,29	0,00	0,58	0,58
<b>Materias Primas.</b>		\$/auto				<b>35,30</b>	<b>16,20</b>	<b>51,50</b>
<b>Materias Primas y Materiales.</b>	<b>1</b>	\$/auto				\$35,68	\$16,20	51,88
Materias Primas y Materiales fundamentales.	1.1	\$/auto				\$35,30	\$16,20	51,50
Energía eléctrica.	1.2	\$/auto.				\$0,38	\$0,00	0,38
<b>Sub total (Gastos de elaboración).</b>	<b>2</b>	\$/auto				\$41,53	\$0,61	42,15
<b>Otros Gastos directos.</b>	<b>3</b>	\$/auto				\$3,11	\$0,12	3,23
Depreciación.	3.1	\$/auto				\$0,57	\$0,00	0,57
Ropa y calzado (trabajadores directos) y Aseo.	3.2	\$/auto				\$2,54	\$0,12	2,67
<b>Gasto de fuerza de trabajo.</b>	<b>4</b>	\$/auto				\$38,31	\$0,00	38,31
Salario.	4.1	\$/auto				\$31,00	\$0,00	31,00
Vacaciones.						\$2,82	\$0,00	6,09
Contribución a la Seguridad Social.						\$4,50	\$0,00	9,72
<b>Gastos indirectos de producción.</b>	<b>5</b>	\$/auto				\$0,11	\$0,00	0,11
Mantenimiento y Reparación.	5.1	\$/auto				\$0,11	\$0,00	0,11
<b>Gastos de Distribución y Venta</b>	<b>7</b>	\$/auto				\$0,00	\$0,49	0,49
Marketing.	7.1	\$/auto				\$0,00	\$0,49	0,49
<b>Gastos Totales o Costo de producción.</b>	<b>8</b>	\$/auto				\$77,21	\$16,81	94,03
<b>Precio según lo establecido por el MF.</b>	<b>9</b>	\$/auto				\$77,21	\$16,81	94,03

<b>Componente total en pesos convertibles.</b>	<b>10</b>	\$/auto				\$0,00	\$16,81	16,81
<b>Precio del Servicio.</b>						77,2	16,8	94,03