



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**MODIFICACION A LA PRUEBA DE WALKER APLICANDO
RODIZONATO DE SODIO**

T E S I S

Para Obtener el Título de:
Químico Farmacéutico Biólogo

P r e s e n t a:

Gabriel Bucio Alvarado



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

	Pág.
Introducción	1
Objetivos	2
I.- Antecedentes	4
II.- Métodos y Procedimientos	33
1.- Prueba de J.T Walker	34
2.- Prueba del Ión Nitrito	40
3.- Modificación a la Prueba de	45
J.T. Walker Aplicando - Rodionato de Sodio .	
III.- Resultados	66
IV.- Conclusiones	98
V.- Bibliografía	103

INTRODUCCION

Durante la investigación de homicidios , ---- suicidios o aparentes suicidios causados por armas de fuego , es frecuente que los funcionarios responsables de impartir las leyes y el agente investigador , deseen saber a que distancia se efectuó el disparo que causó la muerte de una persona . Este dato se considera de - gran valor y es indispensable conocerlo , porque en -- determinado momento puede ayudar a esclarecer el hecho delictivo que se investiga .

Actualmente para la determinación de la --- distancia a la cual fué hecho un disparo se emplea la prueba de J.T.Walker ; ésta prueba tiene por objeto la identificación de los nitritos depositados alrededor - del orificio de entrada del proyectil provenientes del disparo de una arma de fuego , y que se encuentran -- maculando la ropa de la víctima .

OBJETIVOS

Tomando como base la técnica de Walker , se realizaron diferentes pruebas buscando un procedimiento que ayude a los Peritos Químicos , Investigadores y -- diferentes Profesionales que trabajan dentro del área de la Química Legal o bien en disciplinas relacionadas a ella , un procedimiento que llene los siguientes --- objetivos :

Especificidad .- Cuando se realiza la ----- deflagración de un cartucho en una arma de fuego , se producen gases que salen a gran velocidad por la boca del cañón del arma , y son depositados alrededor del - orificio de entrada del proyectil en la ropa de la --- víctima u objeto de impacto , siempre y cuando estos - se encuentren a corta distancia . Acompañando a los -- gases de salida se encuentran residuos de : nitratos , nitritos , plomo , bario y residuos de pólvora sin -- quemar o parcialmente quemada . La realización de este trabajo lleva como uno de los principales objetivos el de identificar elementos más específicos como es el -- Plomo y el Bario que se encuentran en el fulminante de los cartuchos . Para la identificación de estos ----- elementos se utilizará un reactivo específico como es el Rodizonato de Sodio que forma compuestos coloridos : rojo escarlata con el Plomo y anaranjado con el Bario .

Confiabilidad .- En los casos en los cuales - los residuos de pólvora se encuentran en telas oscuras , o de colores en que no se observe el tatuaje con -- claridad , es necesario desarrollar una técnica para - transferir dichos residuos a una superficie en la cual queden dichos residuos tal y como se encontraban en las ropas , y para tal fin se emplea una resina termoplástica , obteniendo con esto , fijar los residuos ---- provenientes de la combustión del cartucho .

Rapidez .- Esta característica debe existir - en este tipo de técnicas , ya que en la mayoría de los casos , en los que haya de por medio una muerte por -- arma de fuego , es indispensable conocer a la mayor -- brevedad posible los resultados , que van a esclarecer si se trata de un homicidio o de un suicidio , y con -- ello el agente investigador tendrá un dato más para -- normar su criterio .

Sencillez .- Es necesario contar con una --- técnica que no involucre el uso de aparatos sofisticados o de alto precio y que pueda realizarse sin ningún problema en un momento dado , en cualquier laboratorio que cuente con el material y reactivos requeridos .

ANTECEDENTES

Es indispensable analizar algunos aspectos importantes , respecto a los factores que intervienen en la determinación de la distancia a la cual se hizo un disparo con arma de fuego , sobre todo , cuando éste ha causado la muerte de alguna persona . Aparte de -- realizar una observación macroscópica del lugar de los hechos , la cual va a comprender entre otros : ---- localización de manchas de sangre , posición , orientación y observación del tipo de heridas que presente el cadáver , residuos que hayan quedado en las manos del occiso , búsqueda de proyectiles y casquillos , es --- importante tener en consideración los siguientes ---- aspectos que tienen relación más estrecha con los --- objetivos del trabajo que se realizó :

1.- Examen macro y microscópico de las ropas - de la víctima .

Los primeros estudios que debe efectuar el -- Perito Químico es el de observar macroscópicamente la vestimenta del occiso , con el fin de buscar residuos (manchas de sangre , tierra , cal , productos químicos etc.) , que puedan encontrarse alrededor o en zonas - adyacentes al orificio de entrada del proyectil y que en un momento dado puedan interferir en forma positiva o negativa sobre los reactivos que se utilizan en la

prueba que se está realizando .

El estudio microscópico debe realizarse por medio de un microscopio estereoscópico , especialmente alrededor del orificio de entrada causado por el proyectil , con el fin de indagar la presencia o ausencia de residuos de pólvora sin quemar o parcialmente combusta , así como partículas de metal que puedan provenir del proyectil o cartucho , o bien partículas de otros materiales ; todo esto proporciona datos al Químico para normar su criterio acerca de la distancia a la cual pudo realizarse el disparo homicida.

Dentro de los estudios anteriores puede existir la presencia de otros indicios que ayuden a dar una idea más precisa de como se efectuaron los hechos , a saber : si los zapatos o ropas presentan huellas de arrastramiento , en este caso se encontrarán impregnados de ciertas substancias : polvo , grasa , u otros materiales (pelos , fibras , fragmentos de piel en uñas , etc.) que puedan indicar la profesión , oficio , u ocupación , lo que puede indicar el sitio donde había estado el occiso , por ejemplo : cal , arena y cemento en personas que trabajan en la construcción ; polvos metálicos en caso de torneros y fresadores ; manchas de aceite y grasa en el caso de mecánicos .

2.- Residuos encontrados alrededor de un --
orificio de entrada causado por proyectil
de una arma de fuego en las ropas y piel
de un cadáver .

Cuando se ha realizado un disparo a corta --
 distancia con fines homicidas a un individuo que vestía
 ropas oscuras , y el fin que se persigue se logra ; -
 es en este caso cuando el Químico Legal puede ayudar en
 la investigación , realizando una observación de las -
 ropas y piel del cadáver , principalmente en la zona
 del orificio de entrada del proyectil , en la cual se
 acumulan los productos provenientes de la deflagración
 de la pólvora , apreciándose en algunos casos, zonas -
 de ahumamiento y tatuaje , que quedan después de dicha
 deflagración , la cual contiene principalmente residuos
 de nitratos , provenientes de la nitrocelulosa ; ----
 nitritos , provenientes de la descomposición de los -
 nitratos y del nitrito de plomo ; así también dos --
 metales identificables muy importantes como el Plomo y
 el Bario , provenientes del nitrito de plomo , Azida
 de Plomo y del Nitrato de Bario respectivamente , ----
 pudiéndose encontrar también pequeños granos de pólvora
 parcialmente combusta o sin quemar .

La observación de zonas de ahumamiento y ---
 tatuaje en ropas o en piel , es muy importante porque

en un momento dado pueden indicar si se trata de un accidente , suicidio o asesinato , especialmente cuando no existe ningún testigo presencial .

Son bastante comunes las muertes por arma de fuego atribuidas a accidentes , presentándose ----- principalmente cuando se está puliendo , aceitando o limpiando un arma , cuando en broma se apunta a otra persona , o cuando por descuido se deja al alcance de un menor y éste se pone a jugar con ella ; de todos los hechos anteriores puede resultar un accidente fatal .De aquí , que sea muy interesante observar lo que con anterioridad se ha mencionado , la presencia de ahumamiento y tatuaje .

Es a menudo difícil probar que una muerte fué por suicidio , ya que ésta puede aparecer accidental con el fin de cometer fraude a una compañía de seguros; o bien que un asesinato dé la apariencia de un suicidio, en estos casos , es necesario tener en cuenta :

1.- Localización de la herida .- El lugar de la herida observada en un cadáver es de gran importancia , pues existen áreas que son relativamente inaccesibles para indicar que se trata de un suicidio ; en cambio , en los suicidios existen áreas selectas tales como la del temporal derecho o izquierdo , bóveda palatina , el centro de la frente , y debajo de la barbilla .

En los suicidios generalmente se usan pistolas de diferentes calibres , los cuales se colocan haciendo contacto con la piel , y una vez realizado el disparo - queda marcada la boca del cañón del arma en la piel .

2.- Ahumamiento .- Como ya se ha mencionado en párrafos anteriores , el humo y el hollín que provienen de la deflagración de la pólvora al producirse un disparo , dejan una mancha oscura alrededor del orificio de --- entrada del proyectil , cuyo diámetro dependerá del tipo de arma usada , tipo de pólvora y de la distancia a la - cual se hizo el disparo .

3.- Tatuaje .- Esta zona está formada ----- principalmente por los granos de pólvora , que inclusive algunos de ellos quedan enteros , pueden ir también --- fragmentos de metal procedentes de la bala , los cuales al chocar con la piel se incrustan a mayor o menor --- profundidad en ella . El diámetro de ésta área varía - como la anterior de acuerdo al calibre del arma , clase de pólvora y la distancia .

Por último se puede concluir que no se trata de un suicidio cuando la herida está localizada en alguna parte del cuerpo diferente a las áreas mencionadas en -- párrafos anteriores , así como la ausencia total de ---- zonas de ahumamiento y tatuaje .

3 .- Tipo de Pólvora .

Cuando se solicite la actuación del Laboratorio Químico para determinar a pregunta del agente investigador, si un orificio de entrada hecho por proyectil de arma de fuego se realizó a corta distancia , el químico en primer término realiza el estudio de los residuos que puedan encontrarse alrededor del orificio de entrada . Entre estos , uno de los más importantes es la presencia de residuos de pólvora , los cuales pueden hallarse en forma combusta o semi combusta adheridos a la piel o ropas de la víctima ; la identificación de ellos puede redundar en el esclarecimiento de una muerte por suicidio , asesinato o accidente . Actualmente existen dos tipos de pólvora que entran en la carga de los cartuchos , estos son : 1) la pólvora negra y 2) pólvora sin humo .

La primera de ellas es utilizada principalmente por grupos de personas que viven en el campo y las emplean en las escopetas llamadas de chimenea para la cacería de pequeñas piezas . Además presentan otras características que a continuación se mencionan :

a) Las características microscópicas de este tipo de pólvoras son bastante notables y diferentes al de la pólvora sin humo . Estos residuos pueden observarse al microscópio en forma de gránulos de tamaño variable y de un color negro , untuoso al tacto , esto es refiriéndose

3 .- Tipo de Pólvora .

Cuando se solicite la actuación del Laboratorio Químico para determinar a pregunta del agente investigador, si un orificio de entrada hecho por proyectil de arma de fuego se realizó a corta distancia , el químico en primer término realiza el estudio de los residuos que puedan encontrarse alrededor del orificio de entrada . Entre estos , uno de los más importantes es la presencia de residuos de pólvora , los cuales pueden hallarse en forma combusta o semi combusta adheridos a la piel o ropas de la víctima ; la identificación de ellos puede redundar en el esclarecimiento de una muerte por suicidio , asesinato o accidente . Actualmente existen dos tipos de pólvora que entran en la carga de los cartuchos , estos son : 1) la pólvora negra y 2) pólvora sin humo .

La primera de ellas es utilizada principalmente por grupos de personas que viven en el campo y las emplean en las escopetas llamadas de chimenea para la cacería de pequeñas piezas . Además presentan otras características que a continuación se mencionan :

a) Las características microscópicas de este tipo de pólvoras son bastante notables y diferentes al de la pólvora sin humo . Estos residuos pueden observarse al microscópio en forma de gránulos de tamaño variable y de un color negro , untuoso al tacto , esto es refiriéndose

a aquellos gránulos de pólvora sin quemar o semi quemados y que quedan adheridos a la piel o ropa del cadáver . La presencia de estos residuos está en relación directa a la distancia a la cual se hizo el disparo homicida .

b) Desde el punto de vista químico existe también una gran diferencia , la pólvora negra está compuesta por sustancias tales como : nitrato de potasio , azufre y carbón vegetal , cuyas proporciones varían dentro de los siguientes límites :

60-78 % de Nitrato de Potasio

10-18 % de Azufre

12-21 % de Carbón Vegetal .

c) Otra característica es la relacionada con las dimensiones del área de ahumamiento y tatuaje , la primera de ella se observa de mayores dimensiones , y la zona de tatuaje está formada por un gran número de gránulos de pólvora sin quemar o semiquemados de color obscuro o azulados , los cuales se encuentran incrustados en la piel del cadáver ; lo mencionado anteriormente es producto de la deficiente combustión de este tipo de pólvoras , la cual es consecuencia de la composición química de la misma .

2) Pólvoras sin humo .- Las características - que se observan en el grupo de las pólvoras sin humo -- sobre las ropas o piel cuando se ha efectuado un disparo a corta distancia son las siguientes :

a) Características microscópicas .- Se ha --- podido observar que los residuos de las pólvoras sin -- humo observados al microscopio en las ropas o en la piel tienen una forma lenticular de color gris metálico , esto es refiriéndose a los gránulos de pólvora sin quemar , y los semi combustos se observan amorfos , dando la impresión de carcomidos , conservando el color gris metálico . Es - indispensable señalar , que las pólvoras sin humo de --- fabricación nacional presentan residuos lenticulares de mayor tamaño y color diferente que las de fabricación - extranjera .

b) Desde el punto de vista químico .- Este -- grupo de pólvora se puede dividir en dos tipos :

A.- Las que contienen nitroglicerina gelatini- zada con nitrocelulosa se conocen también como pólvoras de doble base , y comprenden dos variedades que se ---- diferencian por la nitrocelulosa empleada :

a') Sin disolvente volátil .- La nitrocelulosa empleada se disuelve directamente en la nitroglicerina y de su resultado se obtienen las balistitas , selenitas , de fabricación alemana .

b') Con disolvente volátil .- La nitrocelulosa pura (de alta nitración) , se solubiliza en la nitroglicerina por medio de un disolvente volátil como la acetona, obteniéndose las corditas de fabricación inglesa .

B.- En el segundo grupo se encuentran las pólvoras de nitrocelulosa pura , que también reciben el nombre de pólvoras de una base , incluye a todas aquellas que contienen como principal componente a la nitrocelulosa en estado coloidal . Entre éstas pólvoras de nitrocelulosa pura , se distinguen algunas variedades según sea el disolvente empleado :

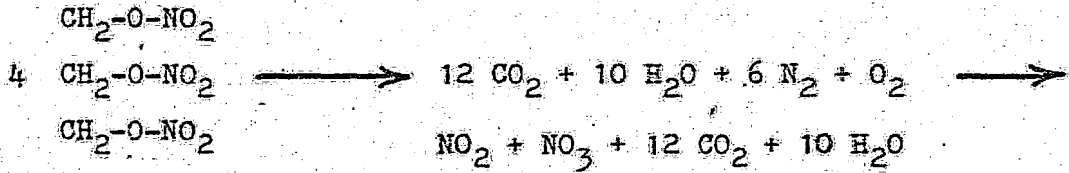
a'') Disolvente completo .- Estas pólvoras -- gelatinizadas se componen de algodón de alta nitración disuelto en éter acético , acetato de amilo o acetona . Siendo de fabricación americana o rusa .

b'') Disolvente incompleto .- Las pólvoras -- francesas están formadas por una mezcla de dos algodones emulsionados y gelatinizados por medio de éter algodón .

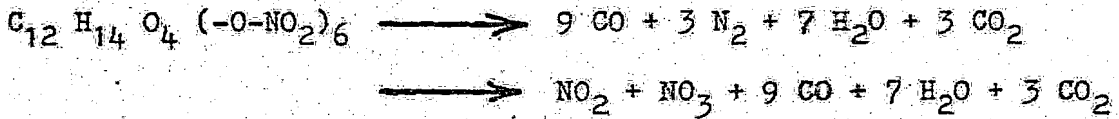
Si se comparan las dos categorías , se tiene - que las pólvoras de nitroglicerina son más potentes , su precio de fabricación es menos elevado y su estabilidad balística muy superior , en cambio tienen un inconveniente, que es la de desgastar mucho los cañones de las armas, produciendo erosiones tanto por su acción química como - mecánica .

Las reacciones químicas de la combustión de la nitroglicerina y de la nitrocelulosa en un espacio abierto son :

Nitroglicerina :



Nitrocelulosa :



4.- Composición Química de los Cartuchos.

Es conveniente mencionar los diferentes tipos y marcas de cartuchos porque en ellos se encuentran -- principalmente los metales identificables específicamente y por ésta razón comprenden la parte esencial del -- trabajo que se desarrolla .

Los cartuchos desde el punto de vista químico, están constituidos principalmente :

a.- Substancias iniciadoras .

Este grupo está formado por materiales explosivos que detonan fácilmente por acciones caloríficas o mecánicas y que a su vez pueden provocar la detonación -- de otras substancias explosivas .

Entre las materias iniciadoras conocidas --- también como fulminantes de acción mecánica o de los -- destinados a transmitir la detonación tenemos entre los más conocidos al fulminato de mercurio y la azida de -- plomo , aparte existen otros como el trinitrorresorcinato de plomo y tetraceno . Con el fin de aumentar la -- acción de la llama se añaden (cuando existe una mezcla de substancias iniciadoras) sales químicas como el --- nitrato de bario y sulfuro de antimonio . A continuación de una manera concreta se mencionan algunas características físicas y químicas de las siguientes substancias -- iniciadoras :

Fulminato de Mercurio .

Sinónimos : Mercurio Fulminante , Fulminato de Mercurio .

Fórmula Química : $\text{Hg} (\text{CNO})_2$

Peso Molecular : 284.65

Este material iniciador hasta nuestros días - continúa siendo el componente más importante de las --- mezclas iniciadoras y cápsulas fulminantes debido a su - gran estabilidad .

Azida de Plomo .

Sinónimos : Nitruro de Plomo .

Fórmula Química ; $\text{Pb} (\text{N}_3)_2$

Peso Molecular : 291.26

Junto con el fulminato de mercurio , la azida de plomo ha logrado una importancia creciente como --- explosivo para cápsulas detonantes con fines militares , pero se prefiere la azida de plomo , porque es menos - sensible que el fulminato de mercurio y por tal motivo - está menos expuesto a sufrir detonaciones prematuras o accidentales . Además posee una característica muy importante que consiste en utilizar una menor cantidad de -- substancia para hacer detonar una determinada carga (aproximadamente 1/10 a 1/5 del peso del fulminato de - mercurio) .

A estas sustancias iniciadoras se les debe exigir para su empleo una gran estabilidad de almacenaje, además para una mayor eficacia, deben tener una mejor producción en forma de dardo.

b.- Materiales de Oxidación.

En la composición de los cartuchos se emplean nitrato de bario y nitrito de plomo para favorecer la producción de la llama, aunque se pueden utilizar otros oxidantes.

c.- Materiales Combustibles.

Recientemente se están utilizando polvos de zirconio, magnesio y titanio, los cuales hasta el momento no han podido desplazar al sulfuro de antimonio y silicato de calcio.

d.- Pólvora sin Humo.

Se menciona en el capítulo relacionado al tipo de pólvora.

e.- proyectil.

El proyectil puede estar constituido en su totalidad por plomo o bien, recubierto con cobre, níquel u otro material.

5.- Factores que afectan a los residuos provenientes de la combustión de la pólvora, presentes en la ropa de la víctima.

En este punto es necesario tener en consideración algunos factores que pueden llegar a alterar los resultados, referente a la distancia a la cual se realizó un disparo con arma de fuego.

Entre los principales se pueden mencionar los siguientes:

1.- Manejo de las ropas.

En este párrafo se deben considerar tres pasos muy importantes:

a.- Al retirar del cadáver la ropa que presenta el orificio de entrada. Esta operación debe realizarse con sumo cuidado evitando jalonamientos bruscos, -- procurar que el operador maneje la ropa en zonas alejadas al orificio de entrada; si el quitar la ropa del cadáver comprende un manipuleo muy complicado, se --- deberá optar por cortar la prenda donde se localiza el orificio de entrada, procurando que el corte se realice a unos 30 cm. aproximadamente del orificio.

b.- En este paso se deberá tener sumo cuidado al doblar la prenda de vestir, de tal manera que el orificio de entrada quede hacia arriba, evitando rozar dicha zona con cualquier otro objeto para evitar ----

desprendimiento del material proveniente de la deflagración de la pólvora . En este mismo paso se deberá tener en cuenta la introducción de la prenda de vestir en el espacio apropiado que puede ser dentro de una caja de cartón o en un portafolio ó bien en un veliz , etc , --- procurando que quede la parte del orificio de entrada libre , evitando roces , talladuras y fricciones con la tapa de cierre .

c.- El transporte deberá efectuarse sin movimientos bruscos , con el fin de que , en un momento dado haya desprendimientos del material que se va a estudiar en el Laboratorio Químico .

2.- Observación de las prendas de vestir.

Los orificios de entrada deberán ser observados meticulosamente , para conocer de la presencia de alguna otra substancia de tipo químico , que pudiera darnos en un momento dado resultados falsos positivos o negativos , o bien enmascararlos , por ejemplo : la sangre que en determinado momento pueda llegar a ocultar los residuos que se tratan de identificar , así también puede llegar a suceder que el cadáver haya sido arrastrado estando en contacto el orificio de entrada con la superficie sobre la que se efectúa el arrastre , ésta puede ser una alfombra , mosaico , o tierra , en todos los casos , habrá desprendimiento y contaminación de los

residuos que se tratan de localizar en el Laboratorio Químico .

6.- Pruebas Físicas y Químicas para detectar
residuos de pólvora en las manos del pre-
sunto autor de un disparo .

En los siguientes párrafos se procurará mostrar de una manera concreta los diferentes procedimientos -- físicos y químicos , que hasta estos momentos se aplican para determinar la presencia de los derivados nitrados - (nitritos y nitratos) , residuos de metales (plomo , bario y antimonio) , todos ellos provenientes de la -- combustión de la pólvora cuando se ha realizado un dis- paro con una arma de fuego . Esto se hace con el fin de dar una idea más amplia de los diferentes estudios que -- se realizan , o que se deben realizar cuando se está -- investigando un homicidio .

Entre los principales procedimientos químicos que actualmente se realiza son dos a saber :

1.- La Prueba Parafinoscópica , que esencial- mente consiste en realizar un guantelete con parafina - fundida en las manos de la persona sospechosa . La para- fina debe aplicarse lo más caliente que el individuo -- pueda soportarla , con el fin de extraer los residuos - que se encuentran dentro de los poros de la piel debido a la velocidad y presión con que son expulsados en com- paña de los gases provenientes de la deflagración de la pólvora .

Una vez realizados los guanteletes en ambas - manos , estos se retiran , y se aplica sobre la superfi_ cie que estuvo en contacto con la piel , el reactivo de Lunge , (solución sulfúrica de difenilamina) . Los -- resultados se podrán observar en un tiempo comprendido - entre uno y dos minutos , revelándose los residuos nitra_ dos en forma de comillas de color azul , que tardan en - desaparecer de cuatro a cinco minutos en el mismo lugar donde se revelaron .

2.- La Prueba de Harrison - Gilroy . Esta --- prueba esencialmente consiste en retirar de la mano --- maculada por los gases provenientes del disparo de una - arma de fuego los residuos metálicos que son : Plomo , Bario y Antimonio , por medio de una tela blanca de --- algodón humedecida con ácido clorhídrico diluido y una - solución de tartratos , sobre la cual se aplica la solu_ ción de Rodizonato de Sodio (Reactivo Específico para Plomo y Bario) , en caso de identificar al Antimonio , se hará por medio del Yoduro de Trifenil metil arsonio .

Actualmente en el Laboratorio Químico Legal de la Dirección General de Policía y Transito del D.F. se está realizando la combinación de las técnicas de la -- difenilamina y del Rodizonato de Sodio (Harrison - Gil_ roy) . Esta consiste en aprovechar los guanteletes que se realizan para la prueba parafinoscópica , que una vez

revelados con el reactivo de Lunge , se lavan con agua destilada dejando secar ligeramente , enseguida se colocan pedazos de tela de algodón blanca de 4 cm^2 sobre la superficie que estuvo en contacto con la piel , las telas se humedecen con ácido clorhídrico diluido , luego se le adiciona unas gotas de solución buffer de tartratos , y por último el reactivo revelador que es una solución de Rodizonato de Sodio , se retiran las telas y se observan en el microscópio estereoscópico para identificar los residuos de Plomo que toman una coloración rojo escarlata , y anaranjado con el Bario .

Existen otros procedimientos que se consideran dentro del rango de la física tales como :

Prueba por Activación de Neutrones .

Espectrofotometría de Absorción Atómica .

Fotoluminiscencia .

Microscopía Electrónica .

Dispersión de Rayos X.

Todas ellas muy útiles , pero en su mayoría - difíciles de aplicar a nuestro medio ; ya que son métodos algunos de ellos sofisticados y requieren de equipo de muy alto costo , con excepción relativa de la espectrofotometría de absorción atómica , que se puede considerar dentro de las posibilidades económicas de nuestro medio .

7.- Características Macro y Microscópicas para determinar la distancia a la cual se ha efectuado un disparo .

Para poder llegar a determinar con la mayor exactitud posible , la distancia a la cual se realizó un disparo con arma de fuego , es necesario realizar varias observaciones , estudios y apreciaciones de las heridas, que presenta un cadáver las cuales consisten principalmente de un orificio de entrada y uno de salida . Todo esto se realizará tanto a nivel de piel como de las ropas que vestía el occiso .

En primer término el Químico deberá de observar las zonas adyacentes al orificio de entrada del proyectil con el fin de determinar la zona de ahumamiento y tatuaje que pudiera haber quedado a causa del disparo que se realizó , en primer lugar , se analizará la zona de :

Ahumamiento .- Cuando se realiza un disparo a una distancia que varía entre 0-20 cm. , el humo y el hollín producto de la deflagración de la pólvora se depositará en la ropa o en la piel . Se recomienda que el fotógrafo imprima una placa de esta zona colocando una regla graduada fuera de ella , para tener una idea del diámetro del área de ahumamiento , la cual estará en relación directa a la distancia a que se hizo el disparo, así como al calibre del arma empleada .

Cuando el disparo se ha hecho a una distancia mayor de 45 cm., a lo sumo 60 cm., las huellas de ahumamiento e incrustaciones aparecen rara vez .

Tatuaje .- Enseguida la observación se dirigirá hacia la zona de tatuaje , la cual estará determinada por los granos de pólvora y fragmentos de metal procedentes de la bala , que al chocar contra la ropa o piel se incrustarán a mayor o menor profundidad , dependiendo de la dureza del material que encuentran en su trayectoria. El área de la zona de tatuaje variará según sea el calibre del arma y de la distancia a la que se realizó el disparo . Es indispensable mencionar que la zona de tatuaje es permanente y no desaparece como la de ahumamiento . Esta permanencia se debe a los granos de pólvora sin quemar o semi combustos y a los fragmentos de metal que se desprenden del proyectil o bala que se introducen a una determinada profundidad , por lo cual no son fácilmente removidos o extraídos cuando se encuentran en la piel . Como en caso anterior , cuando el disparo se ha hecho a una distancia mayor de 45 a 60 cm., las huellas de tatuaje e incrustaciones aparecen rara vez .

Otros parámetros que influyen para obtener una mayor apreciación en la determinación de la distancia a la cual se realizó un disparo , son las de tomar en --

cuenta las características de las heridas causadas por proyectiles de arma de fuego .

En primer término , se debe de tener en consideración que un proyectil cuando es disparado lleva un movimiento de rotación asociado al movimiento de translación del que va animado , por lo que al hacer contacto con las ropas o con la piel tanto el orificio de entrada como el de salida ofrecen características muy especiales a saber :

Orificio de entrada .- Cuando una bala choca contra la piel produce inicialmente una contusión ; el proyectil que viene animado de un doble movimiento de rotación y de translación deprime los tejidos y aún cuando momentáneamente disminuye su velocidad acaba por perforarlos atravesando los tejidos del cuerpo . El proyectil entra forzado y arrastra la piel circundante del orificio de entrada , dejando un depósito de humo y hollín que venían adheridos a sus paredes . Este depósito aparece después como un anillo de color gris .

Cuando la bala hace contacto con la piel , ésta sufre una distensión mientras es atravesada , esto trae como consecuencia que los tejidos al volver a su posición normal aparecen con dimensiones inferiores al del proyectil .

Orificio de salida .- Cuando el proyectil hace su recorrido a través del cuerpo , lo realiza con una -- velocidad progresivamente disminuída por los tejidos - entre los que se va abriendo paso hasta salir . Como con-- secuencia las heridas que señalan el orificio de salida son de mayores dimensiones que las de la bala ; encon-- trándose los tejidos desgarrados , lacerados y con extra-- vasación de sangre en mayores proporciones que en el -- orificio de entrada .

Heridas a quema ropa .- Este tipo de heridas - son causadas por el disparo de arma de fuego , cuando el orificio de salida del cañón del arma queda en contacto con la piel en el momento de hacer el disparo . Al rea-- lizar el examen de ésta herida , ofrece una área de --- ahumamiento de dimensiones un poco mayores que los que - tiene la bala , sus bordes se encuentran lacerados y -- desgarrados , a esto hay que añadir los resultados de la acción del calor producto del flamazo debido a la defla-- gración de la pólvora . Este aspecto es particularmente notable en los casos en que el arma se apoya en alguna - de las regiones craneanas ; porque el hueso subyacente - al cuero cabelludo dificulta la expansión de los gases - y los daños que experimenta la piel en forma de lacera-- ciones , desgarrros y quemaduras , conceden al orificio - de entrada mayores dimensiones , que el orificio de ---

salida . Esta circunstancia puede influir para que en determinados casos , se cometan errores de apreciación , los cuales ocasionan que se confunda un suicidio con un homicidio .

Cuando este tipo de disparos se realice de tal manera que la boca del cañón del arma quede en contacto sobre las ropas , se observan también características muy importantes como son :

En el caso de fibras naturales , el orificio de entrada presenta zonas de chamuscamiento ; y cuando se trata de tejidos fabricados a base de materiales sintéticos , el orificio de entrada presenta una zona clara de carbonización , debido a que este tipo de material es combustible .

Es conveniente señalar algunos tipos de heridas sobre todo aquellas que se localizan en el tórax y región abdominal , las cuales presentan un orificio de entrada con una zona de ahumamiento y tatuaje menos perceptible que las anteriormente descritas , este tipo de heridas puede ser causadas por el hecho de apoyar el arma fuertemente contra los tejidos . La verificación de este tipo de heridas se realiza en el curso de la autopsia , la cual permite observar los destrozos de los tejidos o de los órganos que a la vez presentan ennegrecimiento y chamuscamiento .

Ahora bien , los orificios de entrada y de salida ofrecen otras características que pueden variar de acuerdo a :

1.- Tipo de proyectil .

Actualmente las diferentes fábricas de cartuchos los producen con proyectiles que están hechos con diferentes materiales y formas de acuerdo al poder de destrucción y penetración que se les quiera dar . Para esto los proyectiles se pueden dividir en dos grupos :

a). Proyectiles de punta blanda .- En este grupo se encuentran aquellos que están constituidos en su totalidad de plomo , los cuales al hacer impacto en algún hueso se pueden fragmentar diseminándose en los tejidos y por ende causando grandes destrozos en el organismo .

b). Proyectiles de punta dura .- En este tipo de proyectiles se encuentran aquellos , cuyo núcleo puede estar constituido de plomo recubierto con una camisa de un metal más duro , como puede ser el cobre , níquel u otro material . Estos proyectiles no se fraccionan fácilmente , debido a ésta característica , los fabricantes recurrieron a la manufactura de balas conocidas como expansivas , las cuales tienen la particularidad de fragmentarse al chocar con un hueso o una superficie que posea determinada dureza , causando mayores destrozos -

dentro del organismo . También , buscando que el proyectil tenga un mayor poder de penetración se fabrican proyectiles en su totalidad de acero .

2.- Heridas causadas por proyectiles que han rebotado .

Al examinar la herida de un cadáver , el Químico debe verificar con acuciosidad todas las características que se han venido mencionando en este capítulo con el fin de verificar en muchas ocasiones la versión de uno o varios detenidos . Porque pudiera ser , que el proyectil al ser disparado antes de penetrar en el cuerpo humano hiciera impacto en una superficie dura - como puede ser el piso , la pared , o alguna estructura metálica - con lo cual este proyectil al ser extraído (extracción que debe hacerse con mucho cuidado por el Médico Forense) pudiera conservar en alguna zona de sus deformaciones el material característico de la región - donde chocó previamente , esto puede ser verificado por la observación microscópica que se realice del proyectil y con ello corroborar en algunos casos la versión del detenido , así como reconstruir la escena de como se realizó un homicidio .

8.- Procedimientos Físico-Químicos que se utilizan en la determinación de la distancia a la cual se hizo un disparo .

De una manera concreta se dan a conocer los procedimientos Físicos y Químicos que actualmente se aplican en la determinación de la distancia a la cual se realizó un disparo con arma de fuego . Entre los principales se encuentran la fotografía infrarroja y rayos X .

En el primero de ellos se utiliza una película infrarroja y un filtro Wratten 87 , revelándose los residuos con bastante resolución y contraste .

En el segundo procedimiento se utiliza un aparato de rayos X , con el cual se toma una radiografía del orificio de entrada , observándose en la placa los residuos de plomo o partículas pequeñas que se encuentren maculando la ropa en estudio .

En el campo de los procedimientos Químicos tenemos :

- 1.- Prueba de Walker .
- 2.- Prueba del Ión Nitrito .

1.- Prueba de Walker .- Esta fué propuesta por J.T.Walker , la cual tiene por objeto identificar la presencia de nitritos en la ropa y alrededor del orificio de entrada causado por un proyectil proveniente del disparo de una arma de fuego . Esta prueba como se ha

mencionado anteriormente lleva el fin de determinar la distancia a la cual se realizó el disparo , siempre y cuando la distancia no exceda de 45 cm.

En la realización de esta prueba se emplean como elementos básicos , papel fotográfico desensibilizado con hiposulfito de sodio , el cual se trata posteriormente con ácido "C" (2-naftilamino 4,8 disulfónico), que es el que va a reaccionar con los nitritos provenientes de la deflagración de la pólvora , manifestándose los residuos como puntos de color rojo anaranjados .

2.- Prueba del Ión Nitrito .- Esta se basa en determinar la presencia de nitritos provenientes de la pólvora combusta , y como en el caso anterior se localizan alrededor del orificio de entrada .

También se emplean para realizar esta prueba - papel fotográfico desensibilizado de la misma manera y con el mismo reactivo que en el caso anterior . La diferencia con la Prueba de Walker , es que , en este caso se emplea ácido sulfanílico que en combinación con la alfa naftilamina en metanol van a reaccionar en un medio ácido con los nitritos revelándose estos residuos en forma de puntos de color rojo anaranjados .

La modificación a la prueba de Walker y motivo del presente trabajo , tiene algunas ventajas sobre los

dos métodos anteriores , pudiéndose anticipar que se trata de un método (El cual se detallará en el capítulo correspondiente) con mayor especificidad , sensibilidad y rapidez .

CAPITULO II

MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

Se buscó un método que identifique otros elementos de mayor especificidad , que los métodos acostumbrados han revelado de una forma general , es decir sustancias químicas que fácilmente puedan localizarse o encontrarse como contaminantes en el medio ambiente , de ahí que se tome como base la prueba tradicional de Walker que utilizan los profesionistas que se han dedicado a esta especialidad .

El propósito de este trabajo como anteriormente se mencionó , es el de proporcionar a los especialistas de ésta materia un procedimiento sencillo , rápido , sensible y con ciertas características de economía , para lo cual se utilizaron reactivos , equipo y material que comúnmente se encuentra en los laboratorios dedicados a realizar estudios de esta índole .

En algunos Laboratorios de Química Legal se aplica una prueba conocida como del Ión Nitrito que es muy semejante a la Prueba de Walker , por lo que se considera conveniente señalarla y detallarla con el fin de poseer el mayor número de pruebas que en un momento dado puedan aplicarse de acuerdo a las necesidades y material con que cuente el laboratorio donde se trabaje.

De esta manera se explicará con detenimiento los siguientes procedimientos :

1.- Prueba de Walker .

Esta prueba fué propuesta por J.T.Walker , y tiene por objeto , identificar la presencia de nitritos en la ropa , cuando se desea conocer la distancia a la cual se efectuó un disparo con una arma de fuego . Esta determinación se considera básica , porque de ella ---emanan otras con pequeñas diferencias generalmente a -- nivel de reactivos .

Material

Plancha eléctrica .

Charolas de polipropileno .

Papel fotográfico Azo ó Kodabromide grado 2 ó 3.

Fela de toalla .

Reactivos .

Hiposulfito de Sodio al 5 % en agua destilada.

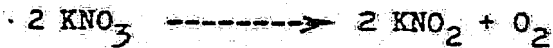
Acido "C" (2-naftilamino 4,8 disulfónico) al 8 % en agua destilada .

Acido acético al 25 % en agua destilada .

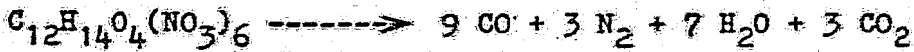
Fundamento Químico .

Al realizar un disparo con una pistola u otro tipo de arma , se desprenden como resultado de la deflagración de la pólvora derivados de nitrógeno que provienen del nitrito de plomo , nitrato de potasio , de la --

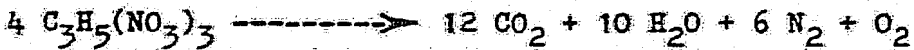
nitrocelulosa y de la nitroglicerina . Estas sustancias nitradas de acuerdo a la reacción química que se efectúa darán como productos :



Nitrocelulosa :



Nitroglicerina :



Estas reacciones representan una descomposición teórica , la cual difiere de lo que realmente ocurre cuando la explosión se lleva a cabo en un espacio cerrado tal como sucede en una arma de fuego .

Procedimiento .

Esta técnica se efectúa en tres etapas :

- a.- Preparación del papel fotográfico .
- b.- Aplicación del papel fotográfico a las --
prendas en estudio .
- c.- Revelado .

a.- Preparación del papel fotográfico .

El papel fotográfico Azo ó Kodabromide grado - 2 ó 3 se desensibiliza en una solución de hiposulfito de sodio al 5 % durante 15 minutos para disolver las sales

de plata , posteriormente se lava el papel fotográfico con agua corriente de la llave durante una hora y se --
deja secar . A continuación se sumerge en una solución acuosa de ácido 2 naftilamino 4,8 disulfónico al 8 % --
durante 10 minutos , finalmente es secado .

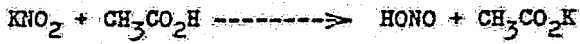
b.- Aplicación del papel fotográfico a las --
prendas en estudio .

Se extiende sobre la mesa una porción de tela de algodón o una toalla y sobre ella se coloca el papel fotográfico ya desensibilizado con la cara brillante ---
hacia arriba ; la porción debe ser de tamaño suficiente como para que abarque la totalidad del área en donde se aprecien signos de la deflagración de pólvora . Encima del papel fotográfico se extiende la prenda de vestir --
que presente el orificio de entrada del proyectil , con la cara externa hacia abajo .

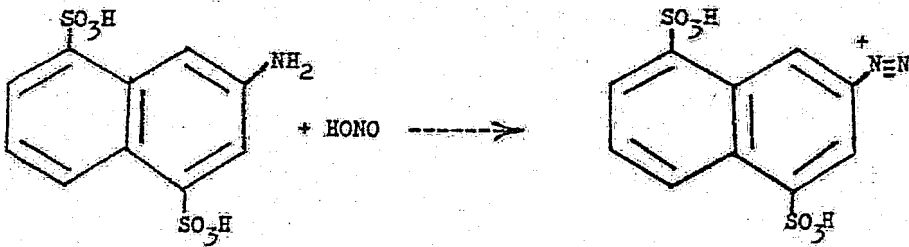
c.- Revelado .

A continuación se coloca una porción de tela ligeramente humedecida con una solución de ácido acético al 25 % , cubierta a su vez por otra porción de tela --
seca . A todo el conjunto se le aplica calor con una --
plancha eléctrica cuya temperatura sea de 60°C más o me--
nos por un lapso de 5 minutos . Finalmente se retiran --
con cuidado todos y cada uno de los objetos que se colo--
caron y se deja secar el papel fotográfico . En las ----

pruebas positivas aparecen unos puntos de color rojo - anaranjados , producto de la reacción de un compuesto químico que en su estructura contenga una amina aromática que reacciona en presencia de nitrito de potasio o de sodio en un medio de pH ácido débil , para formar una sal de diazonio , ésta a su vez reacciona con los grupos amino libres para formar un azocompuesto :

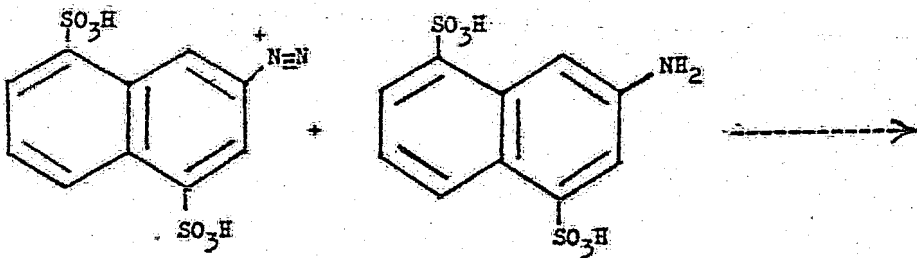


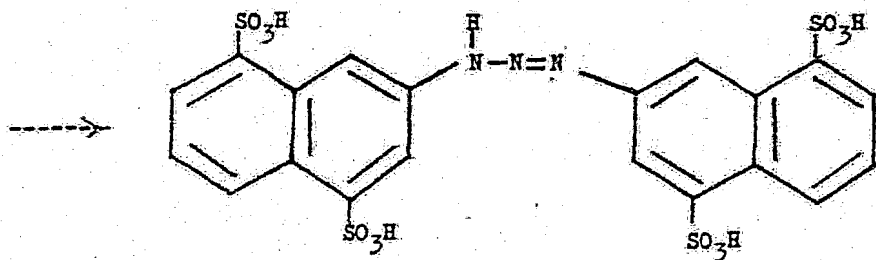
Reacción de Diazoación :



2 naftilamino 4,8 disulfónico.

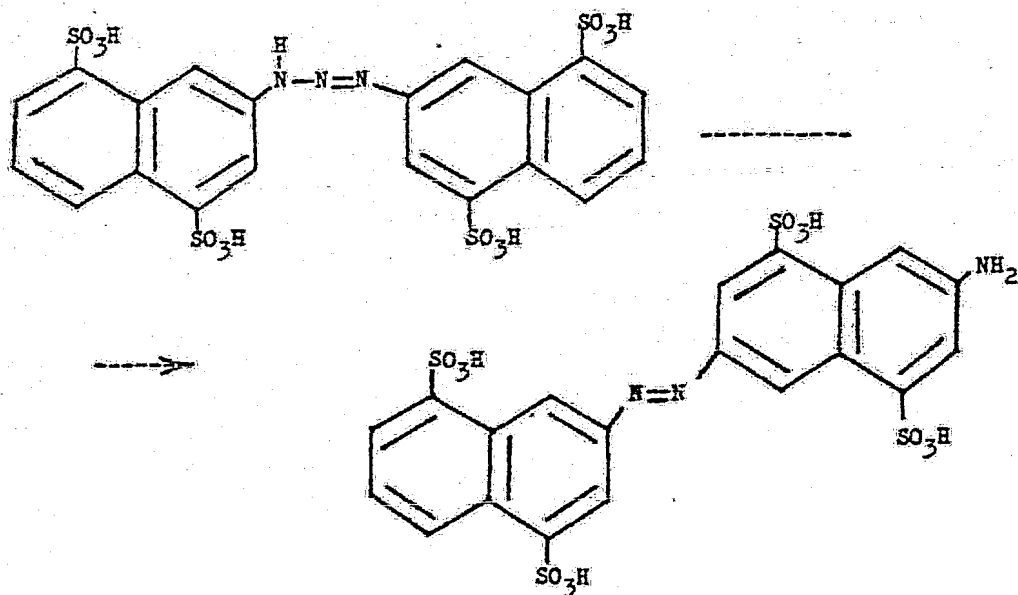
Azo compuesto





Diazoamino compuesto .

Reacción de Copulación (acoplamiento)



Azo compuesto de color rojo anaranjado .

Interpretación de resultados de la Prueba de Walker .

Para llevar a efecto la determinación de la distancia a la cual se hizo un disparo por medio de la Prueba de Walker , se preparan una serie de patrones realizando disparos a diferentes distancias y con pistolas de diferente calibre , estas distancias deberán ser medidas con relativa exactitud , y los patrones obtenidos deberán ser revelados por medio del método que utilizó J.T.Walker .

El problema una vez revelado se compara directamente con los patrones que se encuentran en el Laboratorio teniendo en consideración :

- a) Densidad en cuanto al número y coloración de los residuos revelados .
- b) Distribución de los puntos revelados en relación al orificio de entrada .
- c) Tamaño de las partículas reveladas .

2.- Prueba del Ión Nitrito .

Este método se basa en determinar la presencia de nitritos provenientes de la combustión de la pólvora , por medio de reacciones químicas que se realizan entre los nitritos y los reactivos utilizados , dando lugar a la formación de un compuesto colorido , el cual es fácilmente identificable .

Material :

Plancha eléctrica .

Charolas de polipropileno .

Papel fotográfico Azo ó Kodabromide grado 2 ó 3.

Tela .

Reactivos :

Hiposulfito de Sodio al 5 % en agua destilada.

Acido Sulfanílico al 0.5 % en agua destilada .

Acido alfa naftilamina al 0.5 % en metanol .

Acido acético al 25 % en agua destilada .

Fundamento Químico .

El ácido sulfanílico es diazoado por el ácido nitroso que se forma cuando reacciona un nitrito en medio ácido , en este caso ácido acético . Este diazo compuesto se va a copular con la alfa naftilamina para formar un compuesto colorido (azocolorante) rojo anaranjado . Esta reacción solo se realizará cuando estén --

presentes los nitritos .

Procedimiento .

Esta prueba se realiza en dos etapas :

- a) Preparación del papel fotográfico .
- b) Aplicación del papel fotográfico a las ropas en estudio .

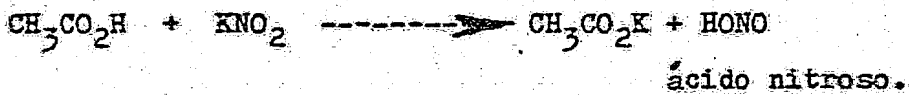
a) Preparación del papel fotográfico .

El papel fotográfico Azo ó Kodabromide se desensibiliza sumergiéndolo en una solución de hiposulfito de sodio al 5 % durante 15 minutos , de manera que se disuelvan las sales de plata . El papel fotográfico después de este tratamiento se lava con agua corriente de la llave durante una hora y se deja secar , después se trata el papel fotográfico con una solución de ácido sulfanílico al 0.5 % y se deja secar . Por último , el papel se trata con una solución al 0.5 % de alfa naftilamina en metanol y se deja secar .

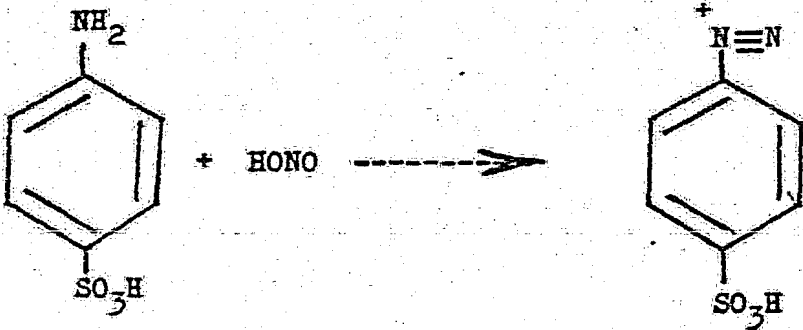
b) Aplicación del papel fotográfico a las ropas en estudio y revelado .

El orificio de entrada que se localiza en las ropas que se van a examinar , se coloca hacia arriba , de tal manera que el papel desensibilizado por su cara brillante quede en contacto directo con este orificio , a continuación se coloca un lienzo de tela humedecida en ácido acético al 25 % , después otro lienzo de tela seca

encima de la anterior y por último se hace presión con una plancha caliente, aproximadamente a una temperatura de 70 °C. Si los nitritos se encuentran presentes en la ropa, habrán sido transferidos al papel fotográfico los cuales se revelan como puntos de color rojo anaranjados en base a la siguiente reacción química:

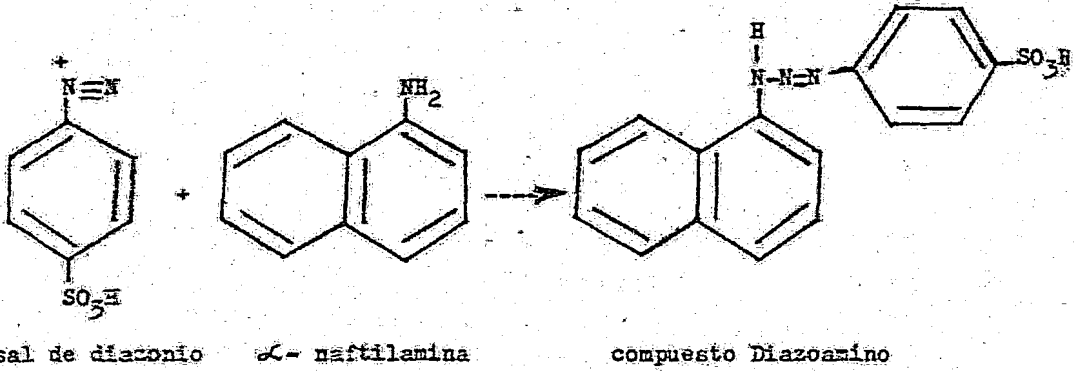


Reacción de diazoación:

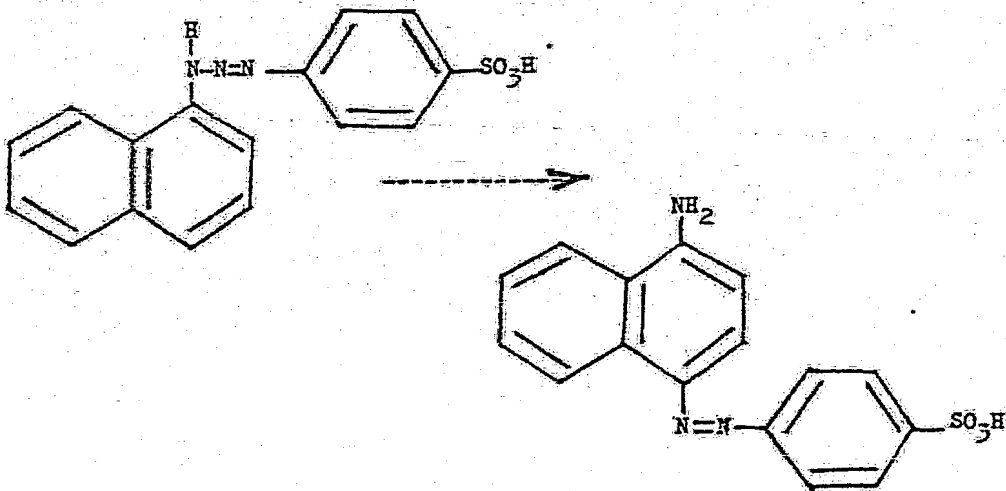


Ac. Sulfanílico

sal de diazonio



Reacción de Copulación (acoplamiento).



Interpretación de resultados .

Como en la prueba de J.T.Walker , la prueba -
del Ión Nitrito se interpreta siguiendo los mismos ---
lineamientos que se señalan en el método anterior .

3.- MODIFICACION A LA PRUEBA DE WALKER APLICANDO RODIZONATO DE SODIO .

La maculación que se localiza alrededor del --
orificio de entrada causado por un proyectil , provenien-
te del disparo de una arma de fuego , se detectó en este
caso aplicando una modificación a la prueba de Walker, --
que consistió principalmente en la aplicación de reacti-
vos con especificidad para determinados elementos que se
encuentran entre los compuestos provenientes de la defla-
gración de un cartucho , en este caso Plomo y Bario . -
Además se substituyó el papel fotográfico por cartulina
de determinadas dimensiones , la cual previamente se --
trató con resina Wallpol , con el fin de que todos los -
residuos que se localizaran alrededor del orificio de -
entrada se adhirieran a la cartulina .

El reactivo elegido en la modificación de la -
prueba de Walker y motivo de éste trabajo fué Rodizonato
de Sodio , substancia química que llena los requisitos -
de especificidad y sensibilidad para el Plomo y Bario ,
además se utilizaron otros reactivos para proporcionar -
el pH adecuado , para observar la coloración caracterís-
tica entre el Rodizonato de Sodio y los metales anterior-
mente mencionados . Estos reactivos se detallarán más -
adelante .

Material empleado .

- 1.- Pistola calibre .22
- 2.- Pistola calibre .38 SPL .
- 3.- Pistola calibre 9 mm .
- 4.- Telas oscuras de 45 x 35 cm.
- 5.- Cartulinas de 45 x 35 cm .
- 6.- Brocha de 6 cm de ancho
- 7.- Plancha eléctrica .
- 8.- Tres frascos con atomizador de aspersión fina .
- 9.- Cámara de disparo .

Reactivos .

- 1.- Solución de HCl al 1 %
- 2.- Solución buffer de tartratos pH = 3.34
- 3.- Solución de Rodizonato de Sodio al 0.2 %
- 4.- Resina (Wallpol) de Reichhold Química - de México al 97 % .

Preparación de los reactivos .

a. Solución de ácido clorhídrico al 1 % (V/V):

A 1 ml. de ácido clorhídrico concentrado se le agrega 99 ml. de agua destilada .

b. Solución buffer de tartratos pH = 3.34

En un matraz aforado de 100 ml. se disuelven 1.5 gramos de ácido tartárico y 1.9 gramos de bitartrato de sodio en agua destilada y se afora a 100 ml .

c. Solución de Rodizonato de Sodio al 0.2 % :

Se disuelven 20 mg. de Rodizonato de Sodio Grado Reactivo en 10 ml. de agua destilada, este reactivo se prepara antes de revelar - por ser muy poco estable en solución .

Características de la resina (Wallpol) utilizada :

Fabricante : Reichhold Química de México S.A.

Nombre Comercial : Wallpol .

Tipo : Emulsión copolímera de acetato de polivinilo .

pH : 4 - 5.5

La resina utilizada es conocida comercialmente como Wallpol y lo fabrica Reichhold Química de México - S.A. Químicamente se trata de una emulsión copolímera de

acetato de polivinilo . Esta resina de preferencia debe diluirse añadiendo 3 ml. de agua destilada a 97 ml. de resina , con lo cual queda con la densidad apropiada -- para ser distribuída sobre la superficie de la cartulina, dejando sobre ella una película más homogénea , lo que -- redundará en una mejor observación de los residuos --- anteriormente mencionados .

Procedimiento .

El procedimiento que se siguió en la Modifica-- ción de la Prueba de Walker aplicando Rodizonato de --- Sodio , se puede dividir en tres etapas , a saber :

- A. Preparación de la superficie (cartulina) , a donde van a ser transferidos los residuos de pólvora , que se encuentran maculando -- las ropas o telas empleadas .
- B. Obtención de las telas patrón de color - obscuro sobre las cuales se realizaron --- disparos a diferentes distancias y utilizan-- do armas de fuego de diferentes calibres , así como de las prendas de vestir problema.
- C. Revelado de los residuos de pólvora en las telas patrones de color obscuro , así como en las ropas problema .

A. Preparación de la superficie (cartulina)
a donde van a ser transferidos los residuos
de pólvora que se encuentran maculando las
ropas o telas empleadas :

Se cortaron pedazos de cartulina blanca de 45 x 35 cm. aproximadamente y se les aplicó la resina que comúnmente se conoce como Wallpol por medio de una brocha de 6 cm. de ancho , procurando que la aplicación fuese uniforme , es decir , dejando una película de 0.5 mm. de espesor aproximadamente , la cual tarda en secar de 10 a 15 minutos quedando lista para usarse .

Mecanismo físico de la resina .- Una vez aplicada la resina sobre la cartulina , la formación de la película se inicia cuando la fase acuosa se evapora , quedando las partículas sólidas de la resina unidas entre sí , debido a sus fuerza internas , esto proporciona una superficie apropiada para retener cualquier residuo (de metal , pólvora combusta o semi combusta , derivados nitrados y partículas extrañas que puedan ser importantes para el investigador) , conservando en estas condiciones su tamaño original , distancia entre cada uno de ellos , distancia fija con relación al orificio de entrada , y conservación del color característico al ser reveladas con el reactivo correspondiente , gracias a que se

trata de una resina completamente inerte desde el punto de vista químico para este tipo de reacción .

B. Obtención de las telas patrones oscuras a las cuales se les realizaron disparos a -- diferentes distancias y utilizando armas de fuego de diferentes calibres , así como de las prendas de vestir problemas .

La maculación de las telas de color oscuro y de un tamaño de 45 x 35 cm. , se llevó a cabo en la cámara de disparos , colocando las telas al frente de dicha cámara , fijándolas con tachuelas , procurando que la tela no quedara muy restirada , con el fin de realizar estos disparos patrones lo más apegados a los hechos reales.

Se utilizaron tres pistolas de diferentes -- calibres , a saber : .22 L , .38 SPL y 9 mm .

El procedimiento que se empleó al realizar los disparos con las pistolas de diferentes calibres es el siguiente :

- a. El disparo a quema ropa se efectuó colocando el cañón de las armas de fuego sobre la tela fijada previamente en la cámara de -- disparo , esto se hizo sin presión alguna -- sobre la tela .
- b. El siguiente disparo fué realizado a un --

centímetro de distancia , fijando la pistola sobre una superficie sólida para evitar el acercamiento o alejamiento natural de la mano de la persona que realiza dichos disparos .

- c. El siguiente disparo se efectuó a dos centímetros de distancia , observándose las mismas condiciones que para el de un centímetro , y así sucesivamente se realizaron los subsiguientes disparos , 3 cm, 4 cm, hasta llegar a 10 cm., a partir de esta distancia los disparos se realizan a 12.5 cm, 15 cm, 17.5 cm, 20 cm, 22.5 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm, 40 cm .

Se me proporcionaron prendas de vestir problemas , es decir , que sobre ellas se efectuaron disparos a diferentes distancias , sin llegar a ser de mi conocimiento para que aplicando el método en cuestión se determinara la distancia a la que dichos disparos se habían realizado , los datos proporcionados fueron exclusivamente la forma en que efectuaron dichos disparos :

En el campo de tiro de la Dirección General de Policía y Transito existen maniqués , a los cuales se les colocaron prendas de vestir de color obscuro princi-

palmente camisas y sacos , de esta manera se obtuvieron las ropas maculadas y consideradas como problemas , que me fueron entregadas en número total de veintisiete , a la vez que se me indicó que habían sido maculadas con - disparos de los tres diferentes calibres de pistola .

De esta manera quedan las muestras de telas - patrones y prendas de vestir maculadas para ser procesa - das por el método motivo del presente trabajo .

C. Revelado de los residuos de pólvora en las telas patrones de color oscuro , así como en las ropas problema .

El procedimiento que se siguió para revelar los residuos provenientes de la deflagración de la pólvora y que se encuentran maculando las telas patrones y prendas de vestir problema para ser revelados por el método moti - vo del presente trabajo , se realizó de acuerdo a los -- siguientes pasos :

1. La cartulina previamente tratada con la -- resina se coloca sobre una mesa , procuran - do que la superficie donde se aplicó la re - sina quede hacia arriba , y sobre esta su - perficie y a una distancia aproximada de - 60 cm. se aplica el HCl al 1 % por medio de un atomizador , procurando que la capa de -

rocío sea muy fina y uniforme , y evitando la formación de gotas ; la anterior se recomienda que se observe al pie de la letra , ya que un exceso de HCl puede ocasionar que los residuos en lugar de adherirse a la resina , queden disueltos en la ropa que se está estudiando .

2. Una vez con la resina tratada como se explicó anteriormente , sobre ésta se coloca la tela o prenda de vestir , procurando que el orificio de entrada que se encuentra en la tela o ropa , quede en el centro de la cartulina para facilitar una mejor observación del revelado , marcando con un lápiz los contornos que presente dicho orificio de entrada .
3. Sobre la prenda de vestir se colocará un pedazo de tela , de dimensiones aproximadas a la de la cartulina , y enseguida se aplicará calor uniforme por medio de una plancha eléctrica la cual ha sido calentada previamente a una temperatura de 50 °C a 60 °C, y debe observarse que el calor aplicado abarque una superficie equivalente a la cartulina .

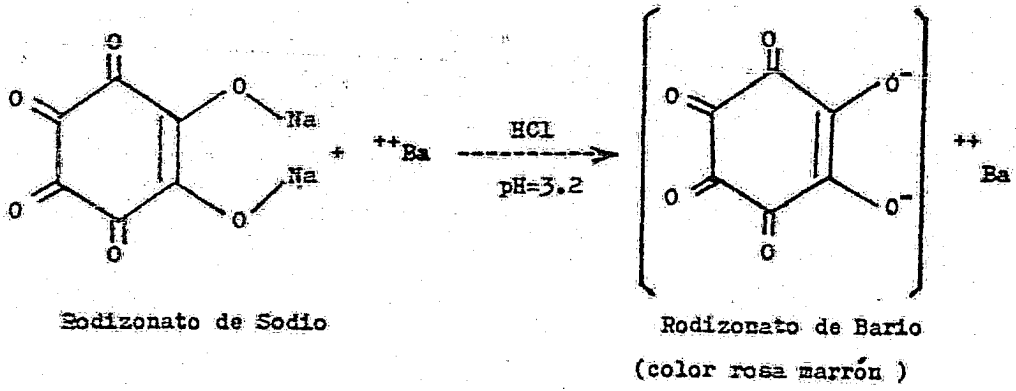
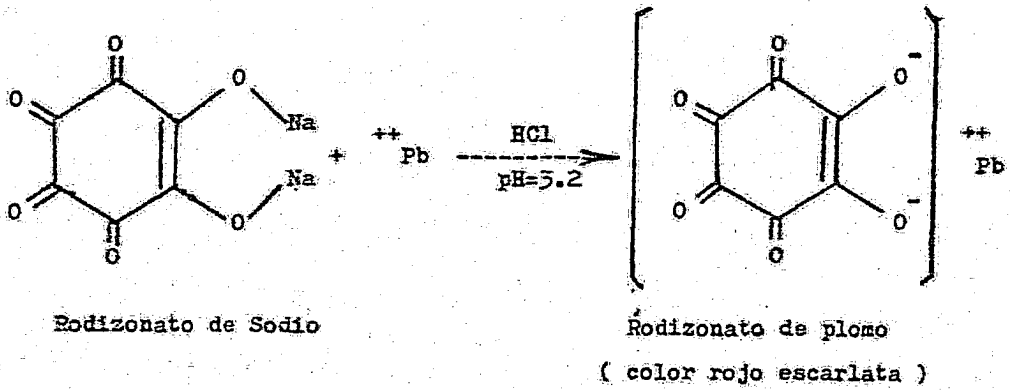
4. Se retiran las telas o prendas de vestir , y con la cartulina se procede a realizar el siguiente paso .
5. Con un atomizador de aspersion fina y a una distancia aproximada de 60 cm. se aplica la solución buffer de tartratos , procurando como en el caso de HCl , dejar una capa fina y homogénea por toda la superficie de la cartulina tratada evitando la formación de gotas . Se deja secar a temperatura ambiente .
6. La solución de Rodizonato de Sodio al 0.2 % se prepara mientras se realiza el secado de la solución buffer . Una vez preparado el Rodizonato de Sodio , por medio de otro atomizador se realiza una aspersion fina sobre toda la superficie de la cartulina , revelándose inmediatamente la zona maculada y manifestándose los residuos de Plomo en color rojo escarlata y el Bario en color anaranjado . Se recomienda preparar volúmenes menores de ésta solución reactivo (20 mg en 10 ml. de agua destilada) a menos que el número de pruebas a revelar sea muy grande .

7. Se deja secar la cartulina revelada a temperatura ambiente .
8. Si la cartulina revelada llega a quedar manchada por el Rodizonato de Sodio de un color café amarillento , éste se eliminará fácilmente colocando la cartulina bajo el chorro de agua corriente por espacio de tres minutos . Se deja secar a temperatura ambiente .

Fundamento Químico .

Es una prueba colorimétrica , la cual se basa en identificar Plomo y Bario empleando Rodizonato de Sodio.

El Rodizonato de Sodio en presencia de Plomo y Bario desarrolla una coloración rojo escarlata debida al Rodizonato de Plomo y una coloración rosa marrón debida al Rodizonato de Bario .



PRUEBAS DE CONTROL

En esta sección se indican las pruebas de control realizadas con el fin de comprobar la especificidad y factores que puedan interferir en los resultados del presente trabajo .

1.-Reacción de la resina Wallpol y el Rodizonato de Sodio :

A cinco cartulinas previamente tratadas con la resina Wallpol se le aplicó HCl al 1 % y la solución --buffer de tartratos como se ha indicado anteriormente , a continuación se le adicionó Rodizonato de Sodio al ---0.2 % recientemente preparado , obteniéndose resultados negativos en todas ellas para la identificación de Plomo ó Bario en la superficie de las cartulinas .

2.- Identificación de Plomo y Bario en el ---fulminate de los cartuchos calibre .22 , .38 S&W y 9 mm.

A cartuchos de calibre .22 se les quitó la --parte conocida como proyectil y se eliminó la pólvora , posteriormente el casquillo se colocó en el arma respectiva perfectamente limpia , a continuación se realizó --la detonación sobre una prenda de vestir colocada a 5 cm. de distancia del cañón del arma . Posteriormente se procedió a transferir los residuos del fulminate a una ---

cartulina previamente tratada con la resina Wallpol , -
enseguida se utilizó Rodizonato de Sodio , identificán-
dose solo residuos de Plomo .

Este mismo procedimiento se siguió con los --
cartuchos calibre .38 SPL y 9 mm. , revelándose en ambos
casos residuos de Plomo y Bario .

3.- Identificación de residuos de Plomo ó Bario en ropas que no habían sido maculadas por - disparos de arma de fuego .

A diferentes tipos de ropas que no habían sido
maculadas por disparos de armas de fuego , se les sometió
a la técnica desarrollada para la identificación de Plomo
ó Bario , en ningún caso se observó coloración alguna -
para tales elementos en la superficie de la cartulina .

4.- Influencia del pH de los diferentes reac- tivos que intervienen en la Modificación - de la prueba de Walker aplicando Rodizonato de Sodio .

a) A una prenda de vestir se le hizo un dispa-
ro a 5 cm. de distancia , y los residuos producto de la
deflarración fueron transferidos a una cartulina previa-
mente tratada con la resina Wallpol y revelando exclusi-
vamente con Rodizonato de Sodio , se obtuvieron resulta-
dos negativos para la identificación de Plomo ó Bario .

b) Esta prueba de control consistió en extraer de una prenda de vestir los residuos provenientes de un disparo , por medio de una cartulina tratada con resina Wallpol , a la cual exclusivamente para el revelado se aplicó HCl al 1 % , enseguida la solución de Rodizonato de Sodio al 0.2 % en agua destilada , en este caso se obtuvo como resultado que el Plomo se reveló con una coloración azul violeta , el cual enmascaró en su totalidad al Bario , comprobándose lo anterior cuando se revelaron en forma separada ambos metales . Es conveniente mencionar que en ésta reacción , la coloración de ambos metales va desapareciendo paulatinamente .

c) Como prueba final se realizó en otra prenda de vestir la extracción de los residuos provenientes de la deflagración de un disparo , y aplicando los reactivos que se emplean en la Modificación de la Prueba de Walker utilizando Rodizonato de Sodio , se observaron las coloraciones específicas para Plomo y Bario mencionadas con anterioridad , lo cual demuestra la función tan importante del pH en el desarrollo de ésta técnica .

5.- Aplicación del papel fotográfico Azo o Kodabromide Grado 2 utilizando Rodizonato de Sodio .

Se probó otro medio de soporte para los residuos provenientes de la combustión de la pólvora cuando

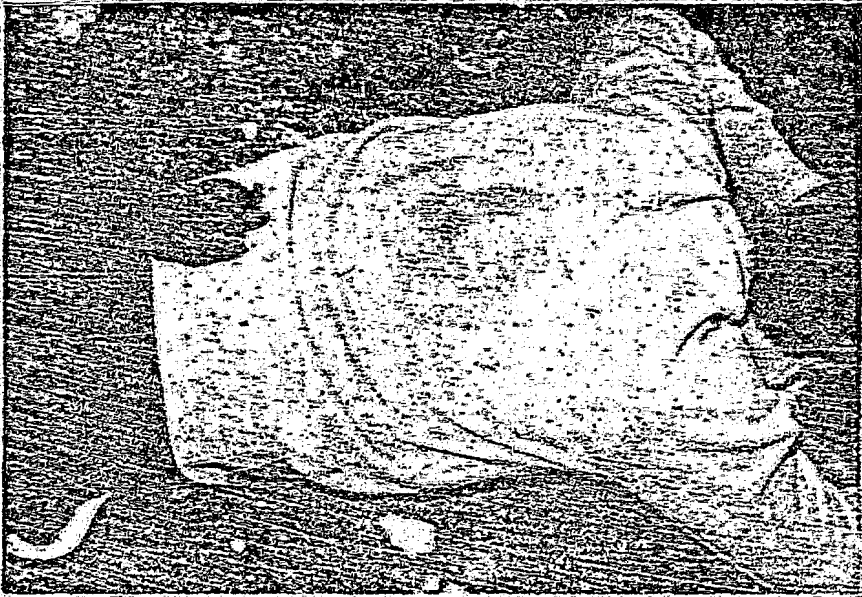
se efectúa un disparo , en este caso correspondió al -
papel fotográfico azo ó kodabromide grado 2 , en lugar -
de la cartulina tratada con la resina Wallpol . Para -
efectuar la prueba fué necesario desensibilizar el papel
fotográfico en una solución de hiposulfito de sodio al -
5 % en agua destilada , y posteriormente se lavó al --
chorro de agua durante 45 minutos , secando a temperatu-
ra ambiente . Posteriormente se efectuó la prueba por el
procedimiento tantas veces mencionado , colocando la --
preña de vestir sobre el papel fotográfico , y realizan-
do por último la aplicación de los reactivos correspon-
dientes para obtener un resultado en el cual se observa
la coloración del Plomo en rojo escarlata sumamente --
fuerte que en muchas zonas se extiende , lo cual puede -
ocasionar que el Bario quede oculto impidiendo en esta -
forma la identificación del mismo . Ahora bien , en un -
caso de emergencia bien podría ser empleado este papel -
para la prueba motivo del presente trabajo , siempre y -
cuando se observen todas las características que se han
venido mencionando para la identificación del Plomo y el
Bario .

Debe mencionarse que cuando se utiliza papel -
fotográfico , el exceso de Rodizonato de Sodio no se --
elimina como en el caso de la cartulina tratada con resi-
na Wallpol. Otro aspecto que se debe analizar cuando se

use papel fotográfico es el relacionado con los residuos de pólvora combusta ó semi combusta que no llegan a --- adherirse a dicho papel , por tal motivo es más difícil la interpretación de los resultados por personas que no tengan la experiencia apropiada .

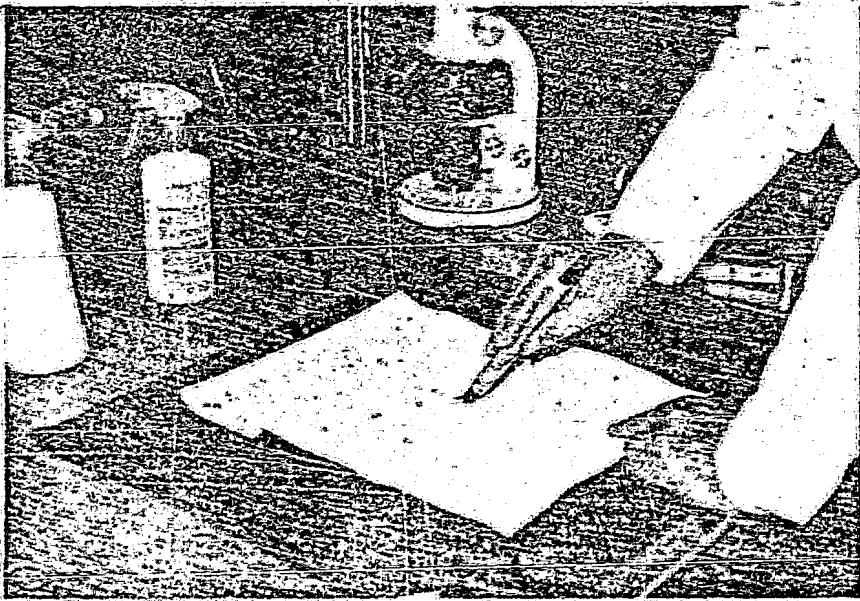
6.- Observación de los residuos que deja un -
cartucho de los llamados de salva .

Cartuchos de los denominados de salva se dis_ pararon sobre prendas de vestir a 5 cm. de distancia , y posteriormente se procedió a transferirlos a una cartu_ lina tratada con la resina Wallipol para ser revelados - utilizando la técnica desarrollada en este trabajo , ob_ servándose en la superficie de la cartulina dos zonas - fáciles de identificar : una central de color obscuro - correspondiendo a carbón componente de la pólvora , y otra zona que se encuentra alrededor de la anterior , - con el color característico del Plomo y de Bario con una área de maculación definida .



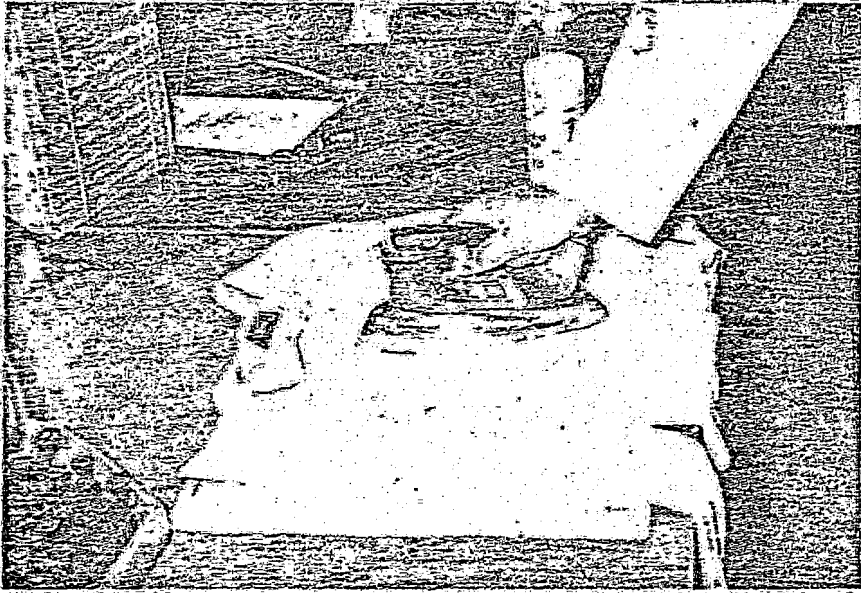
Fotografía No 1

Se observa el orificio de entrada de un proyectil y la zona de ahumamiento en las ropas de un cadáver .



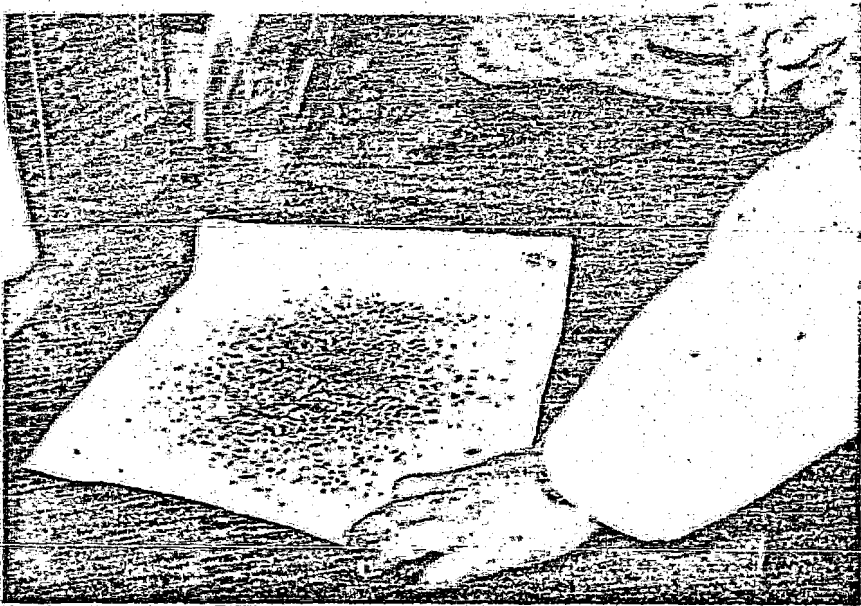
Fotografía No 2

Aplicación de la Resina Wallpol sobre la cartulina donde se van a transferir los residuos de pólvora que se encuentran adheridos en la ropa .



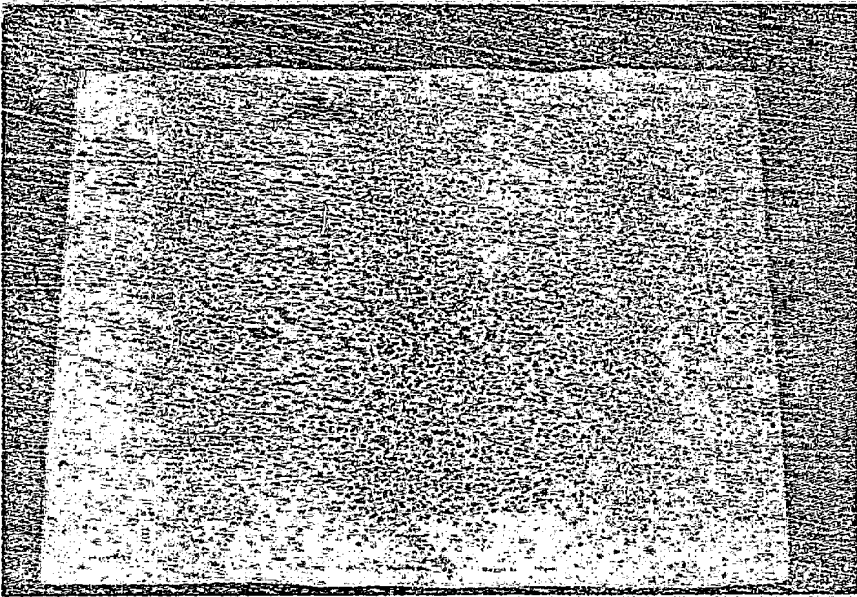
Fotografía No 3

Aplicación de calor 60° a 70°C sobre la ropa ,
para transferir los residuos de pólvora a la cartulina
previamente tratada con la Resina Wallpol .



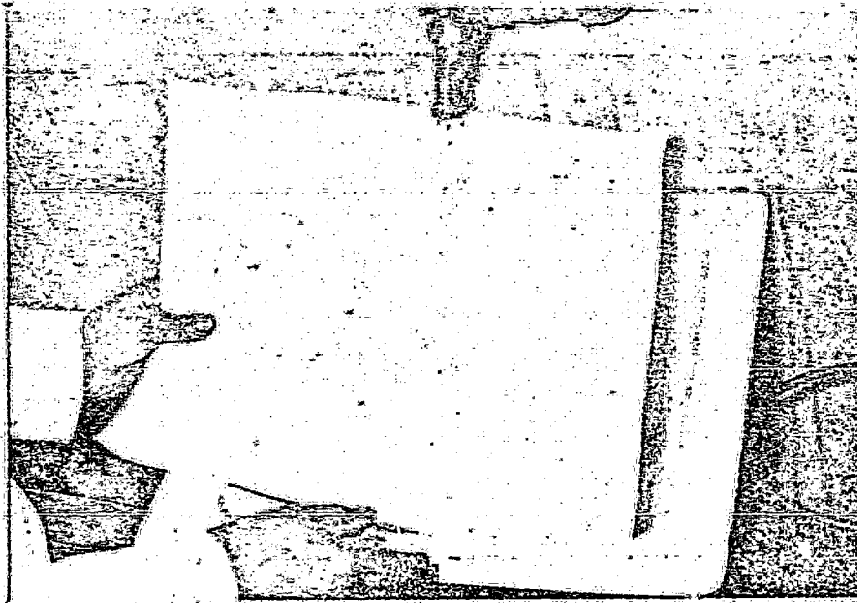
Fotografía No 4

Aplicación del Rodizonato de Sodio y revelado
de los residuos que se encontraban en la ropa , que fueron
transferidos a la cartulina previamente tratada con la -
Resina .



Fotografía No. 5

Después de aplicar el Rodizonato de Sodio se observa la zona revelada con una coloración rojo escarlata del Rodizonato de Plomo .



Fotografía No. 6

Lavado del exceso de Rodizonato de Sodio con agua corriente de la llave .

RESULTADOS

En el revelado de la zona que se encuentra maculada por el disparo de una arma de fuego , los residuos se manifiestan con la coloración correspondiente : rojo escarlata en el caso del Plomo , y anaranjado en el caso de Bario . También se pueden encontrar residuos de material incombusto o semi combusto especialmente de pólvora , los cuales se identifican como pequeños granulos de color negro de diferente tamaño y forma .

La presencia de Plomo es más característica y se determina en todos los casos revelados por éste método , en cambio la presencia de Bario se determina en menor número de casos . Los residuos correspondientes a pólvora se observan en casi todas las pruebas realizadas por éste método , con algunas excepciones , estos resultados pueden ser mejor apreciados en las tablas 1, 2 y 3.

Es conveniente mencionar algunas características que puedan proporcionar una mejor apreciación física de los residuos y diferentes tonalidades de las coloraciones, esto puede hacerse con mayor claridad al realizar la observación microscópica estereoscópica , en donde los puntos de Plomo una vez revelados se observan en primer término de diferente tamaño , esta diferencia puede deberse a que provenga de la carga del cartucho , en este caso serán pequeños , sin brillo metálico y debido a esta

disminución es que en varias muestras se han disuelto totalmente , observándose pequeñas manchas de color rojo escarlata característico . Obien , estos residuos de Plomo puedan provenir del proyectil , en este caso se observarán pequeños fragmentos de metal con su brillo característico , los que al reaccionar con el HCl formarán la sal correspondiente de una manera superficial , que al ponerse en contacto con el Rodizonato de Sodio producirá la coloración rojo escarlata , estos residuos al ser observados al microscopio siempre presentarán su parte central con brillo metálico , y a su alrededor la coloración antes mencionada .

Respecto a los residuos de Bario , estos se localizan de una manera escasa y diseminados en el área de maculación , una característica de estos residuos es que se manifiestan en forma de manchas de color anaranjados , y no en forma de fragmentos metálicos , lo que indica que estos residuos provienen de una sal soluble como es el Nitrato de Bario , substancia que se encuentra en el fulminante del cartucho .

Respecto a las partículas que provienen de la carga de pólvora del cartucho , se pueden observar dos tipos : Las que pertenecen a pólvora incombusta presentan una forma lenticular , pequeñas de color negro con brillo en su superficie , y las que provienen de pólvora

semi combusta son amorfas , pequeñas y de color negro -
brillante .

Es conveniente mencionar que sobre la cartulina
tratada con la Resina Mallpol pueden quedar adherida a
ella galleta o pequeñas fibras provenientes de la prenda
de vestir en estudio , las cuales podrían confundir ,
particularmente cuando la persona que realiza el estudio
no tiene la experiencia necesaria para diferenciar los
residuos y partículas químicas antes mencionadas .

Interpretación del revelado en las telas patrón maculadas con disparos realizados con pistolas de diferente calibre y a diferentes distancias.

Tabla # 1

Los resultados vaciados en la tabla # 1 corresponden a los disparos realizados con una pistola escuadra calibre .22 . Para macular las telas patrón , se realizaron disparos a distancias comprendidas de 0 a 40 cm. En todos los disparos realizados a las distancias antes señaladas , la presencia de Plomo fué positiva de una manera abundante , esto se observa hasta una distancia de 10 cm , de ahí en adelante la positividad para Plomo disminuye a ++ .

En cuanto a la detección de Bario es muy significativa , ya que en este tipo de disparos la presencia del mismo fué negativa en todos los casos , la causa de esta negatividad es posible se deba a que el fulminante del cartucho calibre .22 contiene una cantidad muy pequeña de sales de Bario , o bien este ausente .

Para determinar el área externa de maculación se tuvo en consideración como delimitante la zona de mayor densidad de coloración rojo escarlata que es la más abundante . Esta área se pudo determinar con una exactitud relativa , hasta 9 cm. de distancia , de los 10 hasta los 40 cm. ésta área ya no es posible delimitar

la , porque la coloración ya no presenta una densidad -
apropiada para ello .

Respecto a la relación que existe entre el --
área externa de maculación y la distancia a que se hizo
el disparo , podemos mencionar lo siguiente : el caso -
que corresponde al disparo realizado a 0 cm. de distan-
cia , el cuadrado que se obtiene presenta 1 cm. de largo
por lado , obteniéndose una área externa de maculación -
igual a 1 cm^2 . En el siguiente caso el cuadrado presenta
5 cm. de longitud por lado dando una área externa de --
maculación de 9 cm^2 . que es equivalente a un disparo --
hecho a 1 cm. de distancia , como se puede observar hay
una diferencia de 2 cm., entre este caso y el caso ante-
rior . De este caso al siguiente y subsiguiente se obser-
va que el cuadrado obtenido incrementa su longitud por -
lado en un centímetro , para presentarse en el quinto -
caso una diferencia de 4 cm , ya que en éste la longitud
de uno de sus lados del cuadrado es de 9 cm , y el del -
anterior es de 5 cm., correspondiendo al de 9 cm. una -
área externa de 81 cm^2 equivalente a un disparo realizado
a 4 cm. de distancia . En los subsiguientes casos ya no
hay diferencias notorias , porque el cuadrado va aumen-
tando en la longitud de sus lados de centímetro en --
centímetro hasta llegar a 14 cm. por lado que es de 196
 cm^2 , ésta área equivale a un disparo hecho a 9 cm. de

distancia . De esta distancia en adelante no se determinó el área externa de maculación porque no se observa una área de coloración definida .

En el caso de los disparos realizados con armas de fuego calibre .22 , los residuos de pólvora que se observan pueden ser detectados a diferentes distancias , a saber :

a) En los disparos de 0 cm. a 1 cm., la ausencia de estos residuos puede deberse a la presión y velocidad que llevan al momento del disparo , debido a esto es que atraviesan las telas de las ropas y no quedan adheridas de una manera superficial .

b) De una distancia de 2 a 4 cm., la positividad de estos residuos es equivalente a + .

c) De 5 cm. a 15 cm. la presencia de estos residuos de pólvora se valora con ++ .

d) De 20 cm. a 40 cm., los residuos de pólvora se valoran con + , presentándose más esparcidos en la superficie de la cartulina que se utilizó para hacer la extracción correspondiente .

Tabla # 2 .

En esta tabla se localizan los resultados obtenidos después de revelar las telas patrón maculadas con un revólver calibre .38 SPL. a diferentes distancias.

Tocante al Plomo la positividad es de +++ desde una distancia de 0 a 9 cm , de 10 cm. a 35 cm., éste disminuye en ++ , y a los 40 cm. los residuos de Plomo pueden valorarse con + . Estos resultados son los mismos que los obtenidos para la pistola escuadra calibre .22 ; en ambos casos es explicable , porque a medida que la distancia va siendo mayor , la maculación va disminuyendo debido a que el cono de disparo se va abriendo .

En cuanto a la presencia de Bario , es muy significativo que en todas las distancias a las que se realizaron los disparos , la presencia de este elemento puede valorarse con + . Esto puede deberse al hecho de que la presencia de Bario en el fulminante es pequeña , de ahí que la maculación es muy escasa .

Referente a la relación que existe entre el área de maculación y la distancia a que se hizo el disparo se puede mencionar que presenta una semejanza con las áreas obtenidas de los disparos realizados con la pistola escuadra calibre .22 , observándose en los disparos efectuados con la pistola revólver calibre .38 SPL. diferencias principalmente entre los disparos del 1 al 5 en el área de maculación , diferencias que son atribuibles a las depresiones que se forman dentro del cono normal de cada disparo ocasionado por el movimiento de rotación y translación de que va animado el proyectil ,

y como en el caso de los disparos hechos con la pistola calibre .22 éstas depresiones son producto de las zonas de vacío ocasionadas por los movimientos antes mencionados . Del disparo número 6 que corresponde a una distancia de 5 cm., hasta el número 10 cuya distancia es de 9 cm., el área de maculación ya no presenta variaciones significativas , lo cual indica que en estos disparos los gases de salida adquieren su forma cónica normal . Del disparo número 11 al 19 como se indica en el cuadro correspondiente ya no se puede definir el área de maculación por no observarse ésta , con una densidad de coloración definida .

La presencia de los residuos de pólvora se puso de manifiesto hasta el disparo que se realizó a 3 cm. de distancia , valorándose ésta con + hasta 5 cm. de distancia ; de 6 a 17.5 cm. de distancia , los residuos de pólvora se valoran con ++ , y de 20 a 40 cm. de distancia , estos vuelven a ser valorados con + , por los datos anteriores se puede comprender que la potencia es mayor en este tipo de arma y calibre que para la pistola calibre .22 , confirmando lo anterior porque a una distancia de 0 a 2 cm. es negativa la presencia de residuos de pólvora .

Tabla # 3

En los resultados de la tabla # 3 , obtenidos después de macular las ropas con disparos realizados con una arma tipo Luger calibre 9 mm., se observa que la presencia de Plomo es abundante de 0 a 9 cm., de distancia valorándose con +++, desde el disparo número 11 realizado a 10 cm. de distancia , hasta el número 18 que corresponde a una distancia de 35 cm., la positividad para Plomo se valoró con ++ . Por último , el disparo número 19 efectuado a 40 cm. de distancia la presencia de Plomo se marcó con + ; como en los casos anteriores el Plomo es determinante para la medición del área de maculación por presentar una mayor densidad de coloración .

En el caso del Bario , con este tipo de arma se observa lo siguiente : a 0 cm. de distancia a la que se realizó el disparo es negativa la presencia de Bario, de 1 cm. a 3 cm. de distancia presenta una positividad igual a + , a 4 cm vuelve a ser negativa , de 5 cm. en adelante la presencia de Bario fué valorada con + . En los cinco primeros disparos como se mencionó dos fueron negativos , explicándose ésta negatividad por el hecho de que el Plomo es más abundante en estos casos , y bien pudiera enmascarar al Bario .

En cuanto a la relación que existe entre el área externa de maculación y la distancia a que se hizo

el disparo , se observa que existen diferencias notables en el área externa de maculación entre los disparos 1 al 5 , similares a los realizados con el revólver calibre .38 SPL, dichas diferencias se deben a las depresiones que se forman dentro del cono normal de cada disparo debido al movimiento de rotación y translación de que viene animado el proyectil , y como ya se ha mencionado dichas depresiones son atribuibles a zonas de vacío formadas por los movimientos mencionados . Del disparo número 5 al 9 , correspondiendo éste último a una distancia de 8 cm., no hay diferencias significativas hasta llegar al disparo número 10 que corresponde a una distancia de 9 cm., se encuentra una variación significativa de 3.1 cm. por cada lado del cuadrado trazado con respecto al disparo a 8 cm. ; ésta alteración se debe a que a estas distancias el proyectil realiza una nueva depresión sobre el cono de salida del mismo , causada por la carga del cartucho , el cual es de un calibre superior a los mencionados anteriormente , la que proporciona una mayor potencia a los disparos correspondientes a este tipo de calibre . Del disparo número 11 al 19 como se indica en la tabla correspondiente , el área externa de maculación ya no se determinó por no observarse una área de coloración definida .

Las observaciones realizadas con los residuos

de pólvora que dejan los disparos en las ropas tanto en el caso de la pistola calibre .38 SPL y 9 mm. se consideran similares como pueden observarse en las tablas respectivas .

Cálculo de la distancia por medio de gráficas.

Para determinar la distancia a la cual fueron realizados los disparos producidos con pistolas de tipos y calibres diferentes , fué necesario e indispensable - elaborar gráficas en las que se señalan las curvas correspondientes para cada pistola utilizada en el estudio . - Los valores obtenidos para las ropas patrón , consideradas como la distancia real en centímetros se colocaron en las abscisas , y el área externa de maculación calculada en cm^2 y determinada para cada disparo se anotaron en las ordenadas . Con los valores encontrados se trazó la gráfica correspondiente para cada tipo de arma y calibre , correspondiendo la gráfica # 1 a los disparos - realizados con una arma tipo escuadra calibre .22 Largo; la gráfica # 2 a la pistola tipo revólver calibre .38 SPL, y por último la gráfica # 3 al arma de fuego tipo Luger calibre 9 mm.

Como ya se mencionó , la distancia máxima a la cual se determinaron los disparos fué de 9 cm., y no se determinaron distancias mayores porque no es posible - observar con precisión por medio de éste método el área de maculación , ya que ésta se va extendiendo demasiado y la coloración se va dispersando conforme aumenta la - distancia .

El área externa de maculación obtenida para -

los problemas se interpolaron en sus respectivas gráficas obteniendo de esta manera la distancia para cada uno de ellos .

Tabla # 1.

79

Resultados obtenidos después de revelar las telas
patrón, maculadas por pistola escuadra calibre .22 L.

Disparo numero.	Distancia en cm.	Presencia de Plomo.	Presencia de Bario.	Area externa de maculacion en cm ² .	Residuos de polvora.
--------------------	---------------------	------------------------	------------------------	---	-------------------------

1	0	++	-	1x1 = 1 cm ²	-
2	1	+++	-	3x3 = 9 cm ²	-
3	2	+++	-	4x4 = 16 cm ²	+
4	3	+++	-	5x5 = 25 cm ²	+
5	4	+++	-	8x9 = 81 cm ²	+
6	5	+++	-	10x10=100cm ²	++
7	6	+++	-	11x11=121cm ²	++
8	7	+++	-	12x12=144cm ²	++
9	8	+++	-	13x13=169cm ²	++
10	9	+++	-	14x14=196cm ²	++
11	10	+++	-	No se determinó por no observarse una zona de colo- racion definida.	++
12	12.5	++	-		++
13	15	++	-		++
14	17.5	++	-	"	+
15	20	++	-	"	+
16	25	++	-	"	+
17	30	+	-	"	+
18	35	+	-	"	+
19	40	+	-	"	+

Abundante = +++

Regular = ++

Escaso = +

Negativo = -

Resultados obtenidos después de revelar las telas
patrón , maculadas con un revólver calibre .58 SPL.

Disparo número	Distancia en cm.	Presencia de Plomo	Presencia de Bario	Area externa de maculacion en cm ² .	Residuos de polvora .
1	0	+++	+	1.4x1.4=1.96cm ²	-
2	1	+++	+	5x5 = 25 cm ²	-
3	2	+++	+	7.5x7.5=56.25cm ²	-
4	3	+++	+	9x9 =81 cm ²	+
5	4	+++	+	11x11 =121 cm ²	+
6	5	+++	+	12x12 =144 cm ²	+
7	6	+++	+	13x13 =169 cm ²	++
8	7	+++	+	14x14 =196 cm ²	++
9	8	+++	+	15x15 =225 cm ²	++
10	9	+++	+	16x16 =256 cm ²	++
11	12	+++	+	No se determinó por no observarse una zona de coloracion definida .	++
12	12.5	++	-		++
13	15	++	+		++
14	17.5	++	+	"	++
15	20	++	+	"	+
16	25	++	+	"	+
17	30	++	+	"	+
18	35	++	+	"	+
19	40	+	+	"	+

Abundante = +++

Regular = ++

Escaso = +

Negativo = -

Resultados obtenidos después de revelar las telas patrón , maculadas con una arma calibre 9 mm .

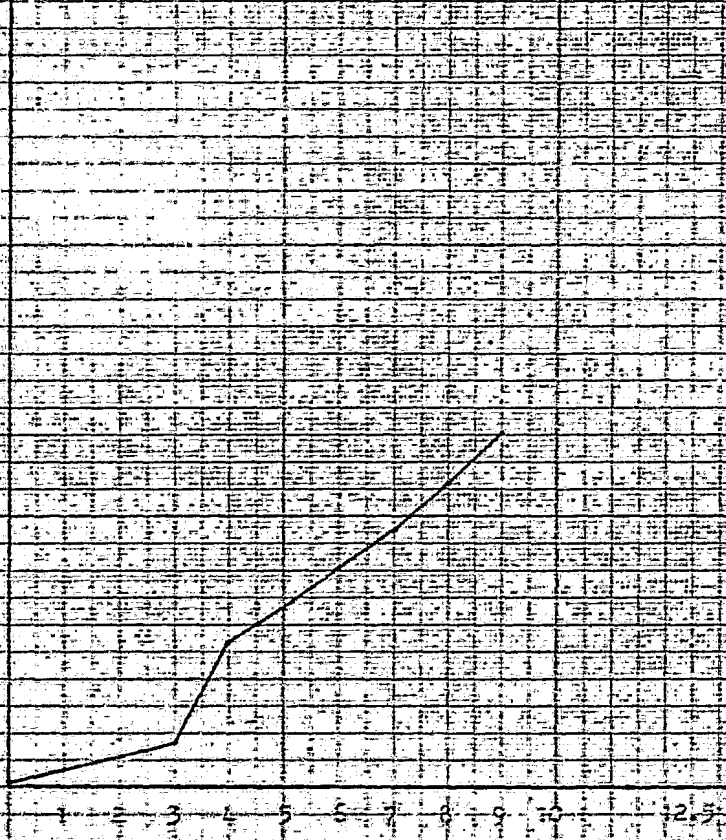
Disparo número	Distancia en cm.	Presencia de Plomo.	Presencia de Bario.	Area externa de maculación en cm ² .	Residuos de pólvora .
1	0	+++	-	1.7x1.7=2.89cm ²	-
2	1	+++	+	6.5x6.5=39.69cm ²	-
3	2	+++	+	7.9x7.9=62.41cm ²	-
4	3	+++	+	9.8x9.8=96.04cm ²	+
5	4	+++	-	11x11= 121 cm ²	+
6	5	+++	+	12.5x12.5=151.29	+
7	6	+++	+	15x13=169 cm ²	++
8	7	+++	+	14x14 =196 cm ²	++
9	8	+++	+	16x16 =256 cm ²	++
10	9	+++	+	19x19 =361 cm ²	++
11	10	++	-	No se determinó por no observarse una zona de coloración indefinida .	++
12	12.5	++	+		++
13	15	++	+		++
14	17.5	++	+	"	++
15	20	++	+	"	+
16	25	++	+	"	+
17	30	++	+	"	+
18	35	++	+	"	+
19	40	+	+	"	+

Abundante = +++
 Regular = ++
 Escaso = +
 Negativo = -

GRAFICA

Resultados obtenidos después de remover las telas
patron, marcadas por muestra escuadra calibre 22

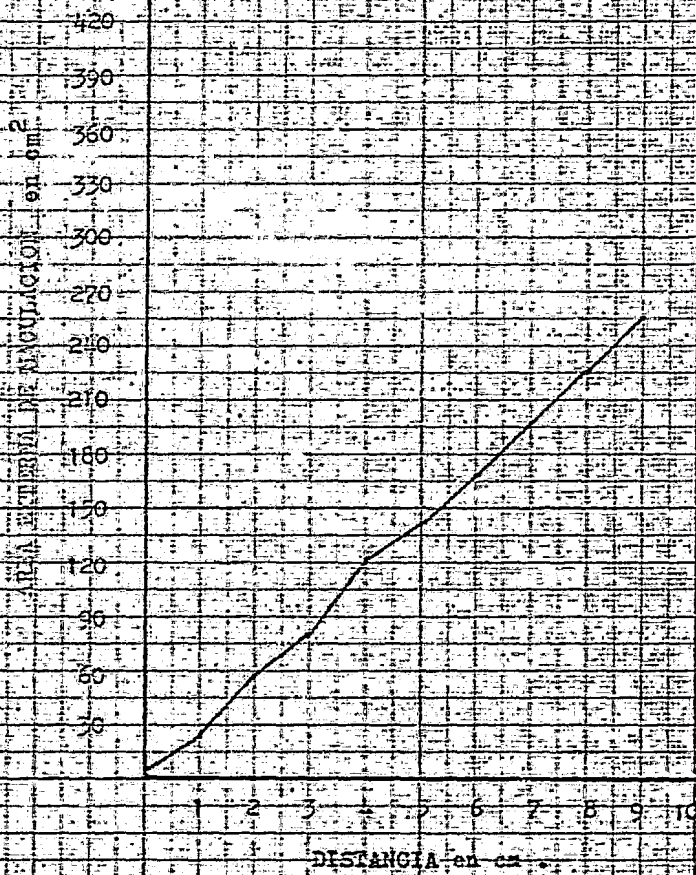
UNIDAD DE MEDIDA EN CM



DISTANCIA en cm

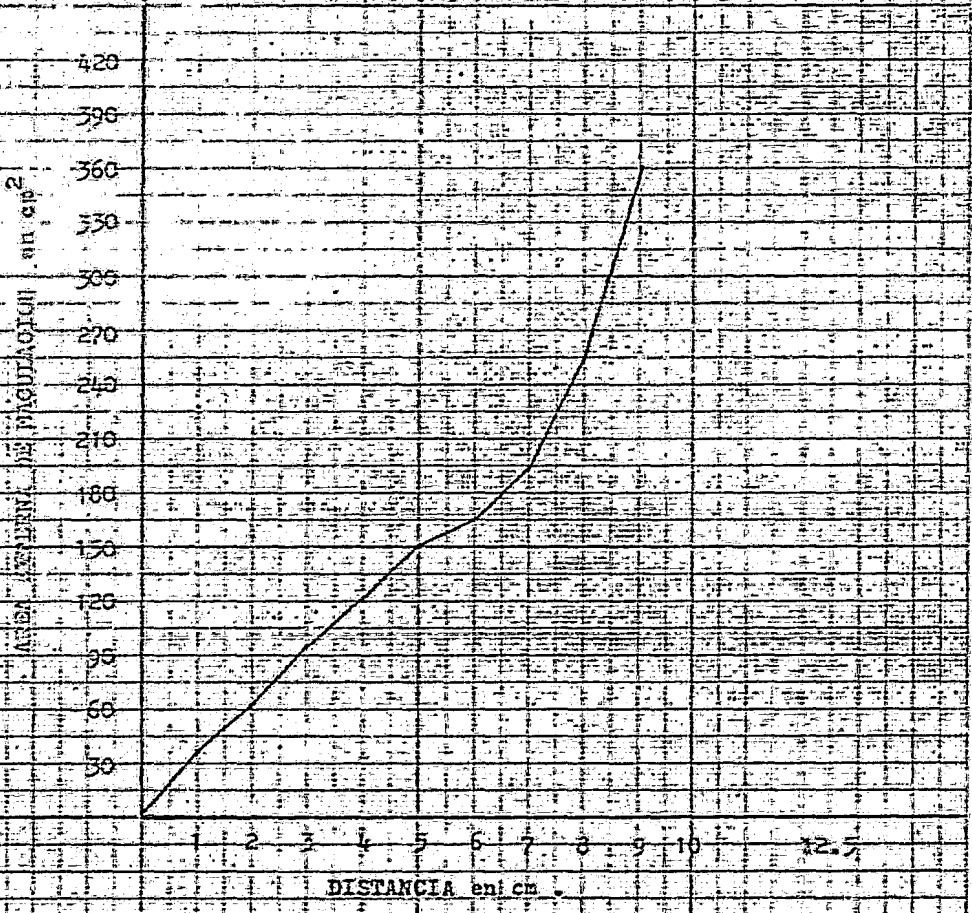
GRAFICA # 2

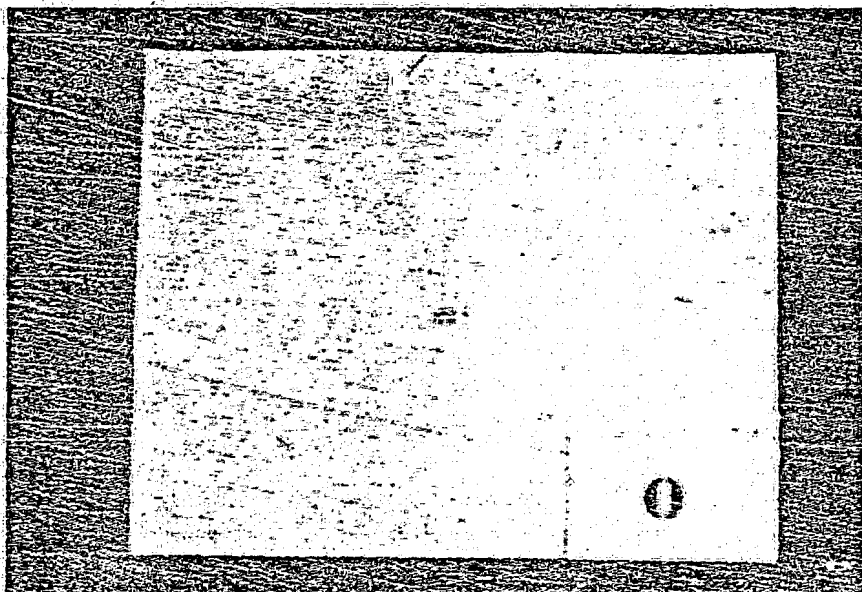
Resultados obtenidos despues de revelar las telas
 patron maculadas con un revolver calibre .38 S&W.



GRAFICA # 3

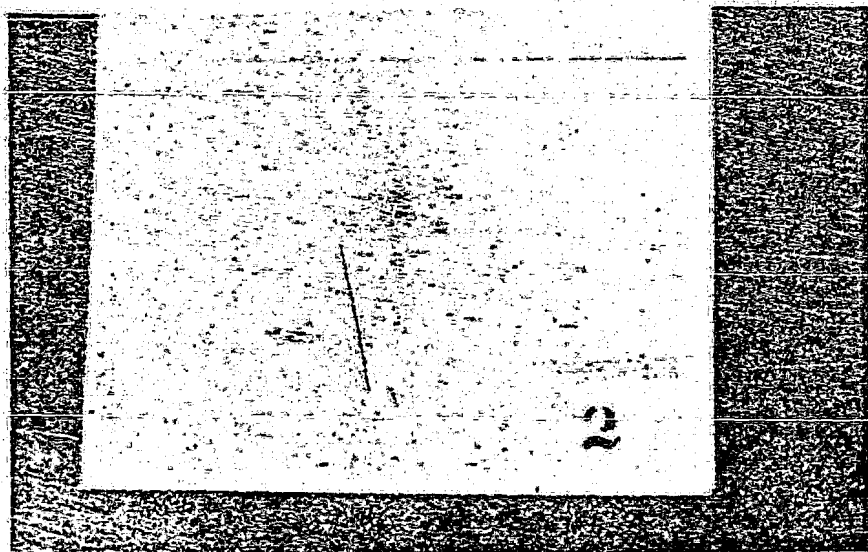
Resultados obtenidos despues de revelar las fotos
patron , maculadas con una arma calibre 9 mm.





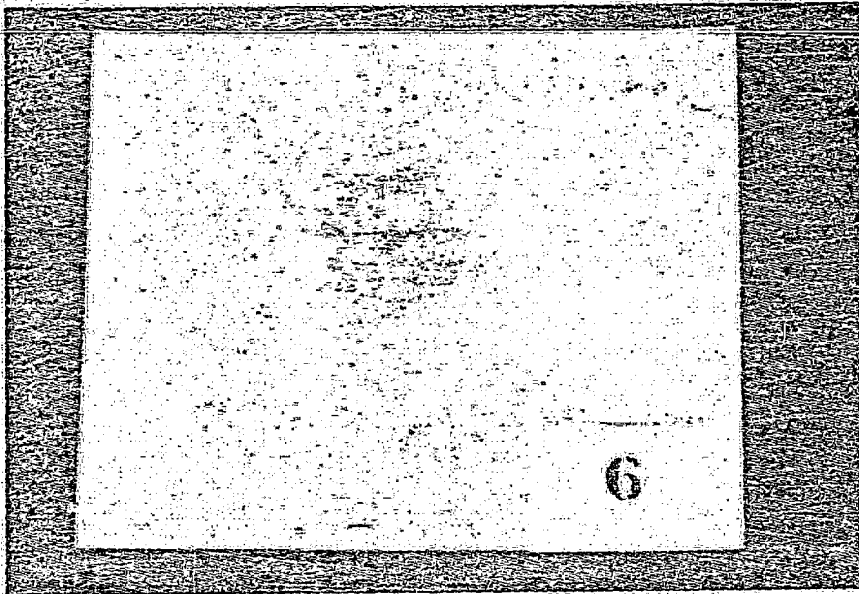
Fotografía No 7

Disparo realizado a 0 cm de distancia sobre una tela oscura y cuyos residuos fueron transferidos a una cartulina tratada con la Resina Walipol y revelada con la técnica "Modificación a la Prueba de Walker Aplicando Rodizonato de Sodio".



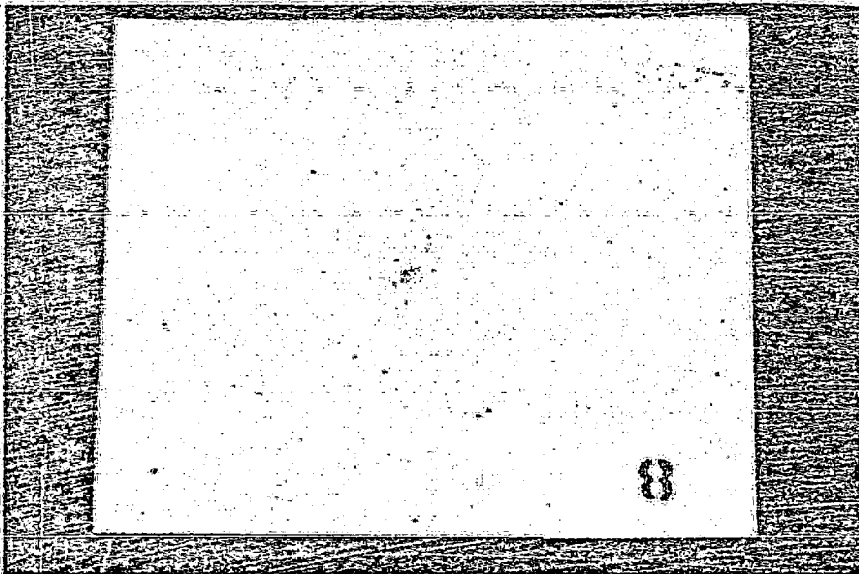
Fotografía No 8

Disparo realizado a 2 cm de distancia sobre una tela oscura y cuyos residuos fueron transferidos a una cartulina tratada con la Resina Walipol y revelada con la técnica "Modificación a la Prueba de Walker Aplicando Rodizonato de Sodio".



Fotografía No 9

Disperso realizado a 6 cm de distancia sobre una tela oscura y cuyos residuos fueron transferidos a una cartulina tratada con la Resina Mallipol y revelada con la técnica "Modificación a la Prueba de Walker Aplicando Rodizonato de Sodio".



Fotografía No 10

Disperso realizado a 8 cm de distancia sobre una tela oscura y cuyos residuos fueron transferidos a una cartulina tratada con la Resina Mallipol y revelada con la técnica "Modificación a la Prueba de Walker Aplicando Rodizonato de Sodio".

Microfotografías .

Las microfotografías que se anexan en el presente trabajo fueron tomadas por medio de una cámara - marca DIETZGEN , modelo PM 6 que se adapta a un microscopio estereoscópico marca DIETZGEN , el cual cuenta con un sistema de iluminación que consta de un regulador de intensidad de luz de la misma marca y una lámpara modelo LSG , también de la misma marca .

Los parámetros ideales que se tuvieron en cuenta para tomar las microfotografías fueron los siguientes :

En la Cámara de fotografía :

El tiempo de exposición fué de 1/2 y 1/5 de seg.

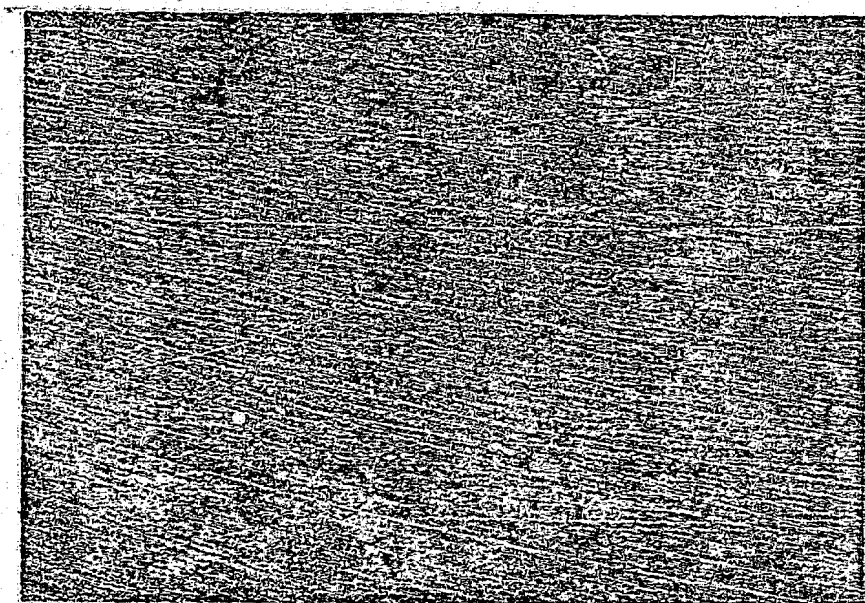
Filtro verde .

100 Grados ASA.

Tipo de Película :

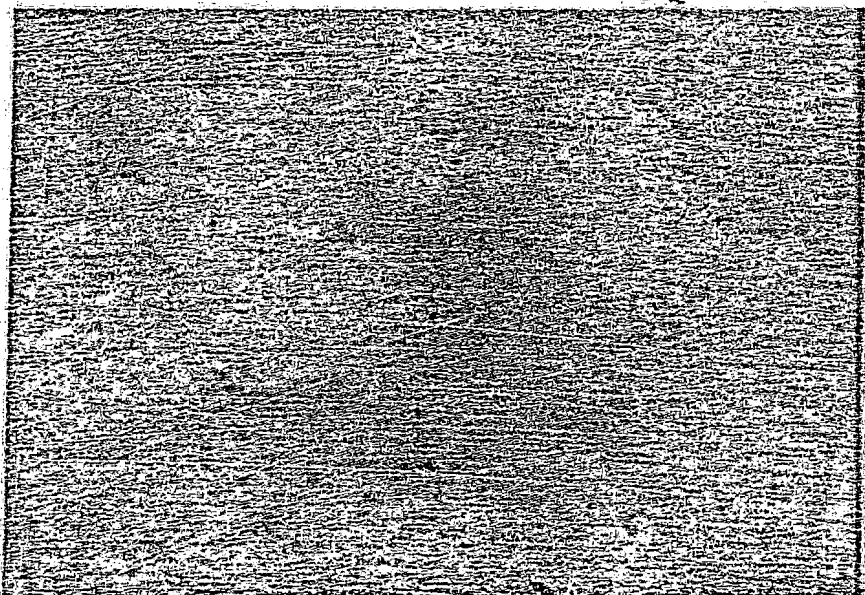
Se utilizó una película de 135 mm. Kodacolor II de 100 grados ASA.

En el microscopio el número de aumentos fueron: 10 x 6.5 y 10 x 16' .



Microfotografía No 1 Aumento (10 x 6.5)

Sobre la superficie de la cartulina tratada con la Resina Wallpol y adherida a ella se observan los residuos de pólvora incombusta y semi incombusta , así como el color rojo escarlata que corresponde a la reacción del Rodizonato de Sodio con el Plomo .



Microfotografía No 2 Aumento (10 x 16)

Sobre la superficie de la cartulina tratada -
con la Resina "Albol" se observa una partícula de metal
y la coloración rojo escarlata del Rociionato de Plomo
a su alrededor .

Resultados obtenidos en las ropas problema

Aplicando el Método en Estudio.

Se proporcionaron 27 prendas de vestir maculadas con disparos realizados a diferentes distancias y con armas de fuego de diferente tipo y calibre , éstas características se desconocían , ya que los disparos se efectuaron en el campo de tiro en Balbuena de la Dirección General de Policía y Transito del Distrito Federal.

En estos disparos se debe tener en consideración el movimiento natural de los músculos del brazo del individuo al realizarlos , este movimiento está supeditado al calibre del arma . Los disparos considerados como patrón , se efectuaron procurando fijar la pistola para evitar los movimientos antes mencionados . En los disparos problema no se tomaron en cuenta estas observaciones , con el fin de que resultaran lo más apegados a hechos delictivos reales , como son : homicidios , suicidios y casos de lesiones causadas con armas de fuego .

En las tablas 4 , 5 y 6 , se tabulan los resultados de las 27 prendas problema , correspondiendo a cada calibre 9 prendas de vestir , se mencionará a continuación los parámetros más importantes encontrados al ser reveladas las prendas problema .

En la tabla # 4 se encuentran los resultados correspondientes a las zonas maculadas por disparos con una pistola escuadra calibre .22 L, efectuados a la distancia que se señalan en la misma. Refiriéndose a la presencia de Plomo, se puede mencionar que los valores encontrados son semejantes a los obtenidos en los disparos que macularon las telas consideradas como patrón. Lo mismo se puede mencionar para la presencia de Bario y los residuos de pólvora.

En cuanto al área externa de maculación se observan diferencias encontradas entre las ropas problema y las prendas patrón, siendo la más alta de 1.5 cm., que corresponde al problema 1 A, y la más pequeña es de 0.1 cm. y que corresponde al problema 3 A. Las restantes lecturas se encuentran dentro de este rango.

Refiriéndose a la distancia determinada por el método en estudio se observa que hay algunas diferencias en cuanto a la distancia real a la cual se realizó el disparo, la más alta se observa en el problema 1 A, cuya distancia real es de 5 cm., y la distancia determinada es de 6.5 cm. siendo ésta diferencia de 1.5 cm.; y la diferencia más pequeña corresponde al problema 3 A cuya distancia real es de 7 cm., y la distancia determinada por el método motivo del presente trabajo es de 7.2 cm., dando una diferencia igual a 0.2 cm., los demás valores

fluctúan dentro de estas máximas y mínimas .

En la tabla # 5 se encuentran los resultados correspondientes a las ropas maculadas por disparos realizados con un revólver calibre .38 SPL a diferentes distancias . En cuanto a la presencia de Plomo , se encontraron valores semejantes a los determinados en los disparos que macularon las ropas consideradas como patrón , lo mismo se puede mencionar del Bario y residuos de pólvora .

Con respecto al área externa de maculación , se observan algunas diferencias entre las ropas problema y las prendas patrón , siendo la más alta de 3 cm., que corresponde al problema 5 B , y la más pequeña de 0.6 cm., que corresponde al problema 7 B . Las restantes lecturas se encuentran entre estos valores .

Refiriéndose a la distancia determinada por el método en estudio , se observan diferencias en cuanto a la distancia real a la cual se realizó el disparo , siendo la más notable la del problema 1 B , cuya distancia real es de 1 cm., y la distancia determinada fué de 2.3 cm., ésta diferencia es de 1.3 cm ; y la diferencia más pequeña corresponde al problema 7 B , cuya distancia real fué de 5 cm., y la distancia determinada por el método del presente trabajo es de 4.5 cm. Los valores encontrados para los demás problemas se encuentran

comprendidos entre estas dos máximas y mínimas .

En la tabla # 6 se observan los resultados correspondientes a ropas maculadas a diferente distancia con disparos hechos con una pistola tipo Luger calibre 9 mm. En cuanto a la presencia de Plomo , los valores encontrados son similares a los determinados en los disparos que macularon las prendas de vestir consideradas como patrón . Lo mismo puede decirse del Bario y residuos de pólvora .

En el área externa de maculación se encontraron diferencias entre las ropas problema y las prendas patrón , siendo la más notable la que se encuentra en el problema 7 C que es de 3 cm., y la diferencia más pequeña es de 0.4 cm. que corresponde al problema 5 C.

En cuanto a la determinación de la distancia a la que se hizo el disparo aplicando el método en estudio se observa que hay algunas diferencias con respecto a la distancia real , siendo la diferencia más alta en el problema 8 C , cuya distancia real fué de 1 cm., y la distancia determinada fué de 2.2 cm., correspondiendo esta diferencia de 1.2 cm.; y la diferencia más pequeña es la que se observa en el problema 3 C , cuya distancia real fué de 2 cm., y la distancia determinada fué de 1.5 cm., dando una diferencia de 0.5 cm. Los valores de los demás problemas se encuentran comprendidas entre --

estas dos diferencias máximas y mínimas .

En las tablas 4 , 5 y 6 correspondientes a los resultados obtenidos en las ropas problema se añade una 7a. columna que es la correspondiente a la distancia determinada por el método en estudio . En esta columna se señalan los resultados obtenidos para los disparos hechos a diferentes distancias sobre las ropas consideradas como problema , distancias que fueron determinadas de acuerdo al área de osculación encontrada para cada problema , esta área de osculación se interpoló en la gráfica correspondiente para cada tipo de arma , de esta manera se determinó la distancia para cada disparo realizado con las armas de fuego de diferente calibre .

Tabla # 4

Ropas problemas maculadas con disparos realizados
a diferente distancia con una pistola escuadra -
calibre .22 L.

Problema número	Presencia de Plomo	Presencia de Sodio	Area externa de maculación determinada en cm ²	Residuos de pólvora	Distancia real a la que se realizó el disparo en cm.	Distancia que se determino por el método en estudio en cm.
1 A	+++	-	11.6x11.6=136	++	5	6.5
2 A	++	-	2.3x2.3=5.29	-	0	0.5
3 A	+++	-	12x12=144	++	7	7.2
4 A	+++	-	3.6x3.6=12.9	+	2	1.7
5 A	+++	-	10x10=100	++	6	5.1
6 A	+++	-	4x4 =16	+	3	2.0
7 A	+++	-	3.6x3.6=12.9	-	1	1.7
8 A	+++	-	11.9x11.9=142	++	8	6.9
9 A	+++	-	9.6x9.6=92.16	++	4	4.7

Abundante = +++

Regular = ++

Escaso = +

Negativo = -

Ropas problemas maculadas con disparos realizados a
diferente distancia con un revolver calibre .38 SPL.

Problema numero	Presencia de Plomo	Presencia de Bario	Area externa de maculación determinada en cm ²	Residuos de pólvora	Distancia real a la que se realizó el disparo en cm .	Distancia que se determino por el método en estudio en cm .
1 B	+++	+	7.9x7.9=62.4	-	1	2.3
2 B	+++	+	10x10= 100	+	3	3.5
3 B	+++	+	13.8x13.8=190	++	6	6.8
4 B	+++	+	14x14 =196	++	8	7.1
5 B	+++	+	4.4x4.4=19.56	-	0	0.8
6 B	+++	+	9.5x9.5=90.25	-	2	3.2
7 B	+++	+	11x11 =121	++	5	4.5
8 B	+++	+	14.7x14.7=216	++	7	7.7
9 B	+++	+	11.3x11.8=139	+	4	4.9

Abundante = +++

Regular = ++

Escaso = +

Negativo = -

Tabla # 6

Ropas problemáticas maculadas con disparos realizados a
diferente distancia con una pistola tipo Luger --
calibre 9 mm.

Problema número	Presencia de Plomo	Presencia de Barilo	Área externa de maculación determinada en cm ² .	Residuos de pólvora	Distancia real a la que se realizó el disparo en cm.	Distancia que se determinó por el método en estudio en cm.
-----------------	--------------------	---------------------	---	---------------------	--	--

1 C	+++	+	14.2x14.2=201	++	8	7.1
2 C	+++	+	12.5x12.3=151	+	4	5.1
3 C	+++	+	7.1x7.1=50.4	+	2	1.5
4 C	+++	+	13x13 =169	++	5	5.9
5 C	+++	+	13.5x13.5=182	++	7	6.5
6 C	+++	+	10.7x10.7=114	+	3	3.8
7 C	+++	-	4.7x4.7=22.09	-	0	0.6
8 C	+++	+	8.3x8.3=68.89	-	1	2.2
9 C	+++	+	12.2x12.2=148	+	4	4.9

Abundante = +++
 Regular = ++
 Escaso = +
 Negativo = -

CONCLUSIONES

Se obtuvieron varias conclusiones referente al empleo del método aplicado , por estar relacionado con problemas que frecuentemente se presentan en la vida diaria del Químico Legista , como es el de llegar a determinar con la mayor exactitud posible , la distancia a la cual se ha realizado un disparo con fines homicidas o suicidas . Por tal motivo la " Modificación a la Prueba de Walker Aplicando Rodizonato de Sodio " presenta las siguientes conclusiones :

Se considera en principio que se trata de un método :

1.- Sencillo . Durante su desarrollo se observó que no es necesario emplear equipo muy sofisticado , ni es necesario emplear reactivos o material de vidrio que no se encuentre en el Laboratorio que se dedique a resolver problemas de Química Legal .

2.- Rápido . Se pudo determinar que el método en cuestión requiere de un tiempo de aproximadamente una hora , el cual pueda ir disminuyendo a medida que el Químico vaya adquiriendo la experiencia y dominio sobre el método estudiado .

3.- Económico . Desde el punto de vista se cataloga al método dentro de un nivel satisfactorio ,

ya que no se emplea equipo ni material que requiera un desembolso elevado . Dentro de los reactivos , el Rodizonato de Sodio , es el más caro , sin embargo queda compensado porque se utiliza en concentraciones muy bajas como se mencionó durante el desarrollo de este trabajo , el reactivo se aplica a una concentración de 0.2 % , y con 100 ml. de solución pueden llegar a revelarse entre 10 y 12 estudios , cuyo costo aproximado es de \$ 10.00 por cada estudio , este costo confirma lo económico del método .

4.- Otra característica muy importante del método estudiado es la referente a Especificidad . Esta se demostró en todas y cada una de las muestras reveladas utilizando el Rodizonato de Sodio (como se mencionó en el capítulo de interpretación de resultados) , este reactivo es específico para Plomo y Bario , los cuales se encuentran en la composición del fulminante y en el proyectil cuando está manufacturado con este metal . En cambio en la prueba original de J.T.Walker se emplea como reactivo revelador el ácido 2-naftilemino 4,8 disulfónico ; y en una modificación de ésta prueba se utiliza como sistema revelador el ácido sulfanílico y alfa naftilamina , en ambos casos se pone de manifiesto el Ión Nitrato , el cual puede estar presente por ser un producto de

combustión en casos en los que no se haya disparado una arma de fuego , por ejemplo : al quemar cohetes , chinampinas , cerillos , o bien ser un producto de contaminación por ejemplo al manejar fertilizantes o sustancias nitrogenadas en general .

Las observaciones microscópicas que se realizan al revelar las extracciones en la cartulina con resina Wallpol se pueden considerar confirmativas de la especificidad del método ya que los puntos de Plomo y Bario que se observan , tienen ciertas características que fueron mencionadas con acuciosidad en el capítulo referente a interpretación de resultados .

Por último se considera confirmada la especificidad del método estudiado , por los resultados que se obtuvieron al efectuar las diferentes pruebas de control que se mencionan en el capítulo correspondiente .

5.- Estabilidad . El método en cuestión demostró ser estable bajo los siguientes puntos de vista :

La coloración que se pone de manifiesto al revelar las extracciones con resina Wallpol , permanecen sin sufrir cambio alguno durante tiempo indefinido , se comprueba lo anterior por la coloración de las primeras pruebas reveladas que tienen aproximadamente un año de realizadas , encontrándose con la misma intensidad . --

y el mismo número de puntos que indican la presencia de Plomo y Bario .

Otro aspecto relacionado con la estabilidad del método se demuestra cuando se revela con el Rodizonato de Sodio la prueba en estudio, la cual se deja secar después de aplicar el agente revelador , enseguida la cartulina se somete al chorro de agua , eliminándose el exceso de este agente revelante que es de color amarillo naranja , y que en muchas ocasiones queda en exceso , lo cual dificulta la observación e interpretación de resultados , quedando exclusivamente el color característico que demuestra la presencia de Plomo y del Bario.

6.- Sencillez y rapidez para calcular la distancia de un disparo .

En la aplicación del método original de la prueba de J.T. Walker la determinación de la distancia se realiza por medio de patrones que previamente se han obtenido con disparos hechos a diferentes distancias , realizando un estudio comparativo de los problemas con los patrones . Este mismo procedimiento se emplea cuando se realiza la prueba del Ión Nitrito .

En cambio , con el método " Modificación a la Prueba de Walker Aplicando Rodizonato de Sodio " como agente revelante , el cálculo de la distancia se simplifica cuando se emplean las gráficas obtenidas para cada

calibre y tipo de arma , bastará con obtener el área -
externa de maculación del problema e interpolar en la -
gráfica correspondiente para obtener la distancia a la -
cual se hizo el disparo .

7.- Es necesario señalar que el método estudia
do y motivo del presente trabajo , la determinación de -
la distancia a la cual fué hecho un disparo , podemos --
mencionar la distancia con bastante aproximación hasta -
9 cm., con relativa aproximación hasta 40 cm. y positivo
hasta 1 m. de distancia .

CAPITULO V

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Midkiff C.R.
Detection of Gunshot Residues .
Journal of Police Science and Administration.
Vol. 3 (7) 1975
- 2.- Kast . Hermann & Ludwig Metz .
Examen Químico de las Materias Explosivas.
Primera Edición .
Aguilar S.A.
Madrid , España .
- 3.- Owen . Travis E .
Detection of Lead Residues With Sodium Rodizonate
Louisiana State Crime Laboratory .
- 4.- Harry Soderman y J.O'Connel .
Métodos Modernos de Investigación Policiaca.
Editorial Limusa .
México 1980 .
- 5.- Charles E.O'Hara .
Fundamental of Criminal Investigation .
Charles C.Thomas Publishers .
Fourth Edition U.S.A.
- 6.- Locard. Edmond .
Manual de Técnica Policiaca .
Cuarta Edición
Editorial José Montesó .
Madrid , España . 1963

- 7.- Lundquist , Frank .
Methods of Forensic Science . Vol I
First Printing
Interscience Publishers , Inc.
- 8.- Villavicencio Ayala Miguel José
Procedimientos de Investigación Criminal .
Segunda Edición .
Limusa S.A.
México 1976
- 9.- O'Hara , Charles E. & James W. Osterburg.
An Introduction to Criminalistics ; The Application
of the Physical Sciences to the Detection of Crimes.
Second Edition .
Mac Millan Co.
New York , U.S.A. 1956
- 10.- E. Merck A G.
Reactivos Orgánicos Para el Análisis Inorgánico
Tercera Edición
Darmstadt, República Federal de Alemania 1980
- 11.- Fieser y Fieser .
Química Orgánica .
Editorial Grijalbo .
México D.F. 1960 .
- 12.- Harrison H & Gilroy R .
Firearms Discharge Residues
Journal of Forensic Sciences .
Vol. 4 1959

- 13.- L. Kirk, Paul .
Crime Investigation . Physical Evidence and
the Police Laboratory .
Second Printing .
Interscience Publishers , Inc.
New York , U.S.A. 1960
- 14.- Nickoll L.G.
The Scientific Investigation of Crime .
Butterworth , London 1956
- 15.- Marshall .
Explosives
Tomo II .
London 1917
- 16.- Salvador Benítez Miranda .
Combinación de las Técnicas del Rodizonato de
Sodio y de la Difenilamina en la Prueba Para
finoscópica .
México D.F. 1980
- 17.- Le Moyne Snyder .
Investigación de Homicidios .
Editorial Limusa .
México D.F.
- 18.- C.Simonin .
Medicina Legal Judicial
Editorial Jims.
Barcelona 1980.

19.- P.F. Ceccaldi .

The Examination of Firearma and Ammunition.

Laboratoire de L'Identite Judiciaire .

Paris , France .

20.- Reichhold Química de México S.A.

Boletín Técnico 1973 .