



Trabajo publicado en el "Boletín de Artillería,"  
por D. María Gólo, Comandante de Artillería. Jefe  
de los Laboratorios de este ejército.

# Artillería

# Fábrica Nacional

# de Toledo.

**FABRICACIÓN DE INSTRUMENTAL QUIRÚRGICO**

Trabajo publicado en el "Monasterio de Artillería,  
por D. Mario Soto, Comandante de Artillería, Jefe  
de los Laboratorios de esta Fábrica.

# Artillería

---

# Fábrica Nacional

---

# de Toledo.

FABRICACIÓN DE INSTRUMENTAL QUIRÚRGICO

Toledo 1 de Diciembre de 1923.

## FABRICACIÓN DE INSTRUMENTAL QUIRÚRGICO

La fabricación de instrumental quirúrgico, no obstante la aureola de dificultades con que aparece rodeada, es de una simplicidad tal, condonándola en debida forma, que es muy difícil, pedíramos afirmar imposible. Iracazar en ella, si los entusiastas llamadas a ensayarlo, operando con él, lo hacen libres de prejuicios de mareas, prejuicios difficilísimos de evitar, por tener como base fundamental el desconocimiento casi absoluto de lo que son los aceros (que, aunque otra cosa sea creída por algunos, no admiten tratamientos miseriosos), de lo que es el instrumental bajo el punto de vista de las características mecánicas que debe reunir, y cómo debe construirse.

A demostrar plenamente esta afirmación, que a primera vista podría parecer temeraria, está encamisado este trabajo.

Es evidente que en dos aceros de la misma composición química, si se consigue obtener en ellos la misma constitución física, ofrecerán forzosamente idénticas características mecánicas, gozando por esta causa de la misma elasticidad, resistencia a la tracción, dureza, alargamientos, etc., luego es indiscutiblemente cierto que si se tiene un modelo de instrumento de marca aerolizada que trabaje a plena satisfacción de la clase médica, y se determina la composición química del material empleado en su fabricación y el tratamiento o tratamientos térmicos que sufrió en la fábrica de origen, el problema quedaría completa y satisfactoriamente resuelto.

Es posible determinar con toda precisión estos dos puntos, sillares sobre los que descansa hoy día toda esa fabricación, que en España nos hemos empeñado en considerar como difícil y complicada?

Rotundamente afirmamos que sí; os más, afirmamos que se trata de un problema de los más sencillos y elementales que pueden presentarse en el trabajo ordinario y corriente de un buen Laboratorio Químico y Metalográfico, según probaremos más adelante.

Claro está que es también un factor de importancia el proceso mecánico de su fabricación, siendo, como es, preciso obtener con él buenas filos y perfecto ajuste, mas creemos que todo aquél que conozca esta Fábrica Militar, no dudará de que el buen ajuste de una tijera, de una pinza, etc., no es problema para ningún buen ajustador de los que en ella trabajan, y lo mismo decimos de los obreros desbastadores y arrolladores, y lo demás... son operaciones mecánicas fáciles y corrientes.

Problema es éste que se resuelve entregando a cada operario trabajo adecuado para su capacidad y facultades.

Pues bien; sentado lo que antecede, vamos a entrar de lleno en el asunto.

### GRANDES GRUPOS EN LOS QUE PUEDE CONSIDERARSE DIVIDIDO EL INSTRUMENTAL

En tres grandes grupos podemos considerar dividido casi todo el instrumental de cirugía; de corte, elástico y de clíquic, siendo forzoso admitir, dentro de cada uno de estos tres grupos subdivisiones impuestas por la distinta manera de trabajar de los instrumentos de las diversas especialidades.

## INSTRUMENTAL DE CORTE

El instrumental de corte está constituido por tijeras y similares, bisturis y piezas semejantes, espejos, cucharillas de raspado, etc.; mas siendo los principales y de mayor consumo las tijeras y bisturis, a ellos nos referiremos; bien entendido, que el método operatorio que vamos a indicar es el mismo que debe seguirse para precisar el material y tratamientos térmicos necesarios en la fabricación de cualquier instrumento.

### *Fabricación de tijeras.*

Considerando y reputando nuestro Cuerpo de Sanidad Militar como excelentes las tijeras francesas marca Collin, y siendo, además, de este origen el modelo que como tipo ha entregado recientemente a esta Fábrica el citado Cuerpo, indicaremos a continuación cómo ha sido resuelto total y satisfactoriamente el problema de fabricación del ya citado instrumento.

### *Estudio de la tijera Collin.*

La figura 1.<sup>a</sup> es una reproducción fotográfica del modelo, o sea de una tijera recta de 14 centímetros, procedente de la Casa Collin.

Atendiendo al punto de vista de su trabajo mecánico, puede considerarse a la tijera dividida en las tres zonas siguientes:

#### **Zona A.**

Está constituida por la región comprendida desde las puntas hasta el comienzo de la articulación.

Debe gozar de dureza suficiente para cortar los tejidos más duros del cuerpo humano, sin que se produzcan en sus filos melladuras o aplastamientos, pero no debe ser excesiva para evitar el defecto contrario, porque al resultar excesivamente dura y frágiles las hojas, serían salteadas y se producirían melladuras en los filos de las mismas, por saltar o desprenderse trozos más o menos grandes del material de los mismos.

Una buena dureza, según hemos deducido de estudios comparativos efectuados en este Laboratorio con tijeras de distintas marcas acreditadas, debe estar comprendida entre 50 y 60° Shore.

Es condición indispensable que la dureza de las láminas cortantes sea idéntica, porque de no serlo, la de dureza más elevada muerde y se come a la otra, inutilizando rápidamente el instrumento.

#### **Zona B.**

Comprende todo el eje-articulación.

Debe tener dureza suficiente para evitar que por el roce que en la articulación se origina al cortar con la tijera, y al armarse y desarmarse, se produzca un rápido

desgaste que al dar lugar a un desajuste en la articulación del instrumento lo inutilizaría rápidamente, imposibilitando su corte, aunque lo reafilase un excelente vacilador, dando la sensación de haber quedado blanda la tijera a consecuencia de las desinfecciones sufridas en la estufa seca, a todo el que no conozca a fondo la fabricación y defectos producidos por los tratamientos térmicos en este tipo de instrumentos.

Una buena dureza es la comprendida entre 30 y 45°, medida con un escleróscopio de Shore para pruebas de dureza.

### Zona C.

Comprende la región que comienza al final de la articulación y termina al final de los anillos de la tijera.

En esta zona la dureza es secundaria, pues saliente se necesita la necesaria para evitar la deformación de las ramas por la presión que los dientes ejercen sobre ellas al operar, y dada la sección de los mismos y la clase de acero con que se construyen, sin temple alguno, en estado de recocido, ofrecen resistencia y elasticidad más que suficiente para impedirla.

Debe estar comprendida entre 18 y 45° Shore.

Desprendido el níquel que recubría a la tijera, fué llevada al escleróscopio de Shore, accusando las siguientes durezas:

<i>En la zona A</i> .....	60° Shore.
<i>En la zona B</i> .....	35° id.
<i>En la zona C</i> .....	39° id.

### Estudio microfotográfico

#### de la tijera-tipo. — — —

Medidas las durezas de la tijera, convenientemente pulimentada de nuevo, fué atacada por una solución alcoholica de ácido pierce al 5%, para poner de manifiesto su estructura, y una vez efectuada esta operación, se la llevó para su estudio al moderno microscopio metalográfico, tipo Leitz, instalado en este Laboratorio, capaz de proporcionar aumentos hasta de 2.900 diámetros, exponiéndose a continuación los resultados que se obtuvieron.

### Zona A.

*Figura 2.\**—Se aprecian como constituyentes de estructura, martensita (partes blancas) y troostita (partes oscuras), predominando el primer constituyente citado, característico de los aceros energicamente templados, justificándose así perfectamente la elevada dureza de 60° Shore accusada por el escleróscopo.

### Zona B.

*Figura 3.\**—Es pequeña la variación de estructura que se aprecia con el microscopio, y únicamente haciendo un recorrido de toda la muestra con la platina del aparato se observa un aumento del área ocupada por la troostita.

Como la troostita es más blanda que la martensita, está justificada la disminución de dureza que se aprecia. Además, esta pérdida de dureza, sin cambio sensuado de estructura, debió haber sufrido la tijera un reverendo de intensidad media.

### Zona C.

*Figura 4.<sup>a</sup>*—Ofrece idéntica estructura que la zona B.

Esta identidad de estructuras demuestra que ambas zonas han sufrido el tratamiento térmico del revendido en las mismas condiciones, explicándose los cinco grados menos de dureza que tiene la zona C, porque, sin duda alguna, su menor sección ha hecho actuar en ella más sensible la acción del revendido.

### Estudio microfotográfico de la tijera revocada

*Figura 5.<sup>a</sup>*—Revocada convenientemente la tijera en uno de los hornos eléctricos del Laboratorio, fué palmentada otra vez, y después de atacada por una solución nítrica al 2%, fué llevada al microscopio, obteniéndose la microfotografía de la figura 5.<sup>a</sup>

Se aprecian como únicos constituyentes de estructura: ferrita (partes blancas formadas por cristales políédricos) y perlita laminar (fondo oscuro formado por agujas alternaativamente blancas y negras, paralelas y más o menos curvilineas).

La presencia de estos dos constituyentes reunidos demuestra, desde luego, que el acero con que están construidas las tijeras-modelo es un acero hipo-eutectoide, con menos de 0,85% de C, ya que los eutectoides conteniendo 0,85%, de C ofrecen, como único constituyente de estructura la perlita laminar o granular, según la forma en que se haya condicido el recocido.

No puede precisarse con el microscopio si el acero en cuestión es un binario estricto o un terciario al níquel, cromo, tungsteno, vanadio o molibdeno, porque estos aceros especiales, cuando tienen pequeños porcentajes de estos componentes, son de estructura perlítica, sin presentar carbonos débiles, no diferenciándose, en su consecuencia, de los aceros ordinarios al carbono.

### Análisis químico.

Con limaduras y virutas obtenidas de la tijera revocada, se hizo el análisis cuantitativo y cualitativo de su material, operaciones que fueron ejecutadas en el Laboratorio Químico de este Establecimiento, dotado en la actualidad, de material modernísimo de análisis, contándose entre éste un aparato norteamericano tipo Fleming, para la desulfuración del carbono por combustión directa del citado metaloide en un horno eléctrico, y con el cual se obtienen resultados de excelente precisión.

El análisis químico arrojó la siguiente descomposición:

Carbono .....	0,775 %	Tungsteno .....	0,0012%
Manganoso .....	0,327 >	Cromo .....	0,000 >
Silicio .....	0,399 >	Fanadio .....	0,000 >
Azufre .....	0,028 >	Níquel .....	0,000 >
Fósforo .....	0,015 >	Molibdeno .....	0,000 >
		Hierro p. d.....	98,442 >

Se trata, por tanto, de perfecto acuerdo con la estructura microscópica apreciada, de un acero ordinario de excelente calidad, probablemente obtenido al crisol, dadas las pequeñas cantidades de fósforo y azufre que contiene, no obstante la pequeña proporción de manganeso que encierra.

*Elección del acero más apropiado para  
la fabricación de tijeras de cirugía.*

Con diversos lotes de tijeras de reputadas marcas se hicieron ensayos de dureza para determinar entre qué límites están comprendidas en las tijeras de maza, las durezas de los tres regímenes en que hemos considerado dividido el modelo, siendo el resultado de nuestras experiencias, el que a continuación se expone y gráficamente se representa en la figura 6.\*

*Tolerancias en las durezas.*

DUREZA O ESTÍMULO	DUREZAS	TOLERANCIAS
En las hojas.....	55° Shore.....	±5° Shore.
En las articulaciones..	40° id.....	±5° id.
En las ramas.....	35° id.....	±5° id.

El problema queda, por lo tanto, reducido a elegir un tipo tal de acero al carbono, de composición química análoga o igual al de la tijera, que, convenientemente templado y revenido, pueda gozar de las durezas indicadas.

La solución satisfactoria del problema, se consigue empleando cualquiera de los dos aceros, cuya composición química figura más adelante, uno marca Poldi, de procedencia extranjera, y otro procedente de nuestra Fábrica Nacional de Trubia.

*Análisis químico del acero «Poldi»*

*empleado en la fabricación de tijeras.*

Carbono.....	0,448%
Silicio.....	0,050%
Manganoso.....	0,291%
Fósforo.....	0,021%
Azufre.....	0,010%
Hierro p. d.....	98,971%

*Análisis químico del acero de Trubia*

*empleado en la fabricación de tijeras.*

Carbono.....	0,480%
Silicio.....	0,150%
Manganoso.....	0,560%
Fósforo.....	0,030%
Azufre.....	0,020%
Hierro p. d.....	98,760%

Aunque este acero es más bajo en carbono que el Poldi, después de templado adquiere la misma dureza que el Poldi, porque el bajo porcentaje de aquel metaloide está compensado con la mayor proporción que contiene de manganeso, hasta tal punto, que en los templetes en aceite la dureza adquirida por el acero de Trubia es bastante más elevada que la tomada por el Poldi.

Los dos aceros estudiados con el microscopio, después de recocidos convenientemente, ofrecen una estructura muy semejante (*figuras 7.<sup>a</sup>* y *8.<sup>a</sup>*), compuesta de ferrita y perlita.

Efectuados en nuestros Laboratorios los estudios térmicos y pruebas mecánicas de ambos aceros, dieron resultados muy similares, y el gráfico de la *figura 9.<sup>a</sup>*, correspondiente al estudio de recocidos del Poldi, demuestra, según más adelante probaremos, que las tijeras fabricadas en este Establecimiento Militar, poseen de idéntica propiedades que las fabricadas por Collis y demás fabricantes de su merecida y renombrada categoría.

El acero Poldi, templado a 750° al agua, alcanza una dureza de 65° Shore; y con el mismo tratamiento térmico, pero revenido a 500° después de templado, descende el valor de aquella hasta 35°.

En su consecuencia, templando totalmente la tijera a 750° al agua, reviviendo las hojas a unos 200° (amarillo paja) y a 500° (gris pasillo) desde el comienzo de la articulación hasta el final de los asillas, se obtendrán (y se obtienen efectivamente), en las tres zonas A, B y C, las durezas siguientes:

Zona A.....	65° Shore.
Zona B.....	35° M.
Zona C.....	35° M.

Claro está que no todas las tijeras poseen idéntica dureza, ya que las diferencias de temperatura con que llega el instrumento al baño de temple, originadas por las pequeñas variaciones del tiempo invertido por el operario en trasladarlo desde el horno de sales del horno eléctrico al tanque de enfriamiento, influyen en la dureza final. Asimismo hay otras causas que scarren modificaciones en ésta, como son la temperatura del taller (distinta en invierno y verano), las diferencias toleradas en la temperatura del agua del baño de enfriamiento, etc., etc.; pero todas ellas, si bien es cierto impiden lograr idénticidad de durezas, no tienen influencia suficiente para impedir se conserven estas encerradas entre los límites de tolerancia que anteriormente hemos indicado, pudiendo afirmar es esta la mayor perfección posible a que puede aspirarse.

En la microfotografía de la *figura 10*, que fué obtenida de la hoja de una tijera construida en esta Fábrica, se aprecian como constituyentes de estructura, martensita (partes blancas), y trostita (partes oscuras), a veces los mismos constituyentes y en proporción análoga a los que integraban la hoja correspondiente a la tijera fabricada por Collis.

El gráfico de la *figura 11*, deducido de las experiencias ejecutadas en nuestro Laboratorio, pone de manifiesto las cargas máximas de tracción (R), límites de elasticidad práctica (E) y alargamientos por ciento (A), del material empleado.

Resumiendo la tijera construida en nuestra Fábrica, posee las características mecánicas siguientes:

*En las hojas o láminas cortantes.*

Dureza Brinell = 2 =	200 cifras Brinell.
Dureza esclerocópica = 2' =	80° Shore.
Fragilidad Messager al choque = p =	0,510 Kgs. X cm. <sup>2</sup>
Carga máxima de tracción = R =	38,2 Kgs. X mm. <sup>2</sup>
Límite de elasticidad práctica = E =	38,2 Kgs. X mm. <sup>2</sup>
Alejamiento por cizco = A =	0%.

*En la articulación, ramas y anillos.*

Dureza Brinell = 5 =	241 cifras Brinell.
Dureza esclerocópica = 5' =	25° Shore.
Fragilidad Messager al choque = p =	3,490 Kgs. X cm. <sup>2</sup>
Carga máxima de tracción = R =	129,1 Kgs. X mm. <sup>2</sup>
Límite de elasticidad práctica = E =	115 Kgs. X mm. <sup>2</sup>
Alejamiento por cizco = A =	0%.

Características mecánicas excellentes, pues si bien es cierto que en las láminas cortantes el límite de elasticidad y la carga máxima de tracción coinciden, no siendo muy elevadas, y que no existe alejamiento alguno, todo lo cual denuncia una cierta fragilidad, no lo es menos que son señales lógicas de la dureza exigida en ellas, y que carecen de importancia, dada la forma en que trabajan las hojas, sin choques ni esfuerzos de tracción y flexión que puedan ni aproximarse siquiera a los valores de R y E.

*Defectos que pueden presentar las tijeras originados por mala fabricación, manera de apretarlos y forma en que han sido evitados en este Establecimiento.*

Los defectos de fabricación que pueden presentar las tijeras de cirugía, son los siguientes:

*Falta de dureza en el nudo-articulación.*

En tijeras bien templadas, puede originarse, bien por haber sido demasiado elevada la temperatura de su revenido (superior a 500° en el acero Poldi, que hemos analizado), o bien por haber sido excesivo el tiempo de duración de aquél, aunque la temperatura haya sido la indicada (500° en el Poldi).

Es imposible describir este defecto a simple vista, defecto que es de capital importancia, y se hace sentir desastrosamente en la práctica operativa.

En efecto; sabido es que la articulación Callie tiene fundado su ajuste en el deslizamiento del nudo que lleva una de las ramas por un plano inclinado con pendiente de dos décimas de milímetro que lleva la otra, originándose, en su consecuencia, tanto al operar con la tijera como al armaría y desarmaría para su desinfección, un rozamiento relativamente energético, que tiende a desgastar los planos en contacto y desajustar su unión, por tanto.

Es evidente que si por cualquier causa el revenido ha sido demasiado intenso y ha originado una gran falta de dureza en la articulación, ésta no podrá soportar el frotamiento a que está constantemente sometida sin experimentar un rápido desgaste,

que se traduciría en un desajuste completo del instrumento, y cuando este defecto se haya producido,

¿Qué anomalía notará el Médico-Cirujano al operar con ella?

Es casi imposible, por no decir imposible de todo punto, que a simple vista, ningún compás de espesores, pueda observar tan insignificante desgaste; pero como el desajuste arrastra consigo que la posición relativa de las dos láminas cortantes no sea correcta, el corte limpia, sin comisión al pellizco (aunque esté perfectamente afilada), que se exige a toda buena tijera de cirugía, se hace imposible al operador, que, atribuyendo este defecto a necesidad de nuevo afilado, ordena la vuelve un afilador de toda su confianza. Perfectamenteafilada de nuevo llega a sus manos, y al tratar de utilizarla se encuentra con la desagradable sorpresa de que la tijera continúa sin cortar, no obstante su reciente afilado (cosa ligada por ser otro y subsistir el defecto que impossibilita el corte), y entonces, atribuyendo la imperfección a mala calidad del acero o a desempleo de las hojas, la doceña, aunque casi nueva, por resultarle inútil para su trabajo.

Este defecto es imposible que en la actualidad puedan tenerlo las tijeras construidas en esta Fábrica, por tener instalado en el mismo Taller de Instrumental Quirúrgico un banco de pruebas, entre cuyos aparatos cuenta con un esclerómetro de Shore, que permite medir la dureza de las tijeras terminadas antes de pasar al niquelado. Por este aparato pasen hoy día todas las tijeras construidas; y aquellas cuyas durezas, tanto en las hojas como en la articulación y ramas, está fuera de las tolerancias indicadas, son rechazadas sin variación alguna.

Además, un 5% de la fabricación es retenida por nuestros Laboratorios, para comprobar así el buen funcionamiento y precisión con que trabaja el banco de pruebas del taller.

#### Defectuosa pendiente del plomo de la articulación.

Se comprueba pieza por pieza, para lo cual se dispone de juegos de plantillas y contraplantillas de toda precisión, cuya exactitud se comprueba periódicamente con otros tipo.

#### Torceduras en el temple.

Es muy difícil erritar por grandes precisiones que se tomen, el que, dada la gran diferencia de secciones que las tijeras presentan, no se produzcan en algunas de ellas torceduras en el temple, y entre las muchas tijeras de excelentes marcas que hemos tenido ocasión de examinar, se ha encontrado con grandísima frecuencia este defecto, fiel de apreciar al tacto cerrándolas suave y totalmente, y observando si se nota algún agarre que exija para vencerlo una presión mayor que la uniforme que se estaba efectuando para cerrarla.

Cuando la torcedura es de importancia, llega a levantarse el níquel en la parte interior de las hojas, habiendo tenido ocasión esta Fábrica de apreciar que unas tijeras noramericanas adquiridas para nuestro Ejército, cuando la guerra europea, no estaban niqueladas por su parte interna, sin gasto de duda alguno para enmascarar este defecto.

Después de armadas, son cuidadosamente reconocidas en el taller y desecharadas todas aquéllas en las que el defecto es sensible, ni quedándose totalmente este tipo de instrumento.

#### Designar dureza en las dos hojas.

*Es condición indispensable que las dos hojas tengan idéntica dureza, pues de no suceder así, la más dura muerde a la otra, fastidiándose rápidamente la tijera, haciéndose imposible dar un solo corte limpío con ella.*

Ese defecto no pueden tenerlo las tijeras construidas en esta Fábrica, por *trasarse siempre al mismo tiempo las dos ranuras de cada una de ellas y efectuarse este tratamiento térmico en hornos eléctricos con crisol de sales*, que, poniendo a las piezas al abrigo del aire para evitar que la combinación a elevadas temperaturas del oxígeno de aquél con el carbono del acero origine una decarburoación de éste con la correspondiente pérdida de dureza superficial, proporcionan una temperatura constante y uniforme en toda la masa ligada de sales.

#### Mala calidad del acero empleado o inadecuada composición química.

Todas las partidas de acero son analizadas en los Laboratorios Químico, Metárgico y de pruebas mecánicas de esta Fábrica, dotados en la actualidad de las máquinas, aparatos, hornos y material más moderno que se conoce, siendo imposible de todo punto pueda pasar a fabricación partida alguna de material que no reúna las condiciones exigidas.

Además, de los Laboratorios se envían al taller fichas de fabricación similares a la que se acompaña.

#### FICHA NÚMERO 1.

Instrumento.....	Tijeras rectas y curvas.
Acero que debe emplearse....	Poldi-T-5-W-Extra.
Bercido.....	Debe recocerse a 800° durante 60 minutos, y hacer que el enfriamiento sea muy lento.
Temple.....	Debe calentarse durante 7 minutos a 750° y enfriarse en agua cuya temperatura esté comprendida entre 10 y 25°.
Revenidos al color,	
En las hojas.....	Púrpura clara.
En los nudos articulaciones..	Gris pasado.
En las ramas.....	Idem id.

#### Durezas después del revenido.

En las hojas.....	Comprendida entre 50 y 60° Shore.
En las articulaciones.....	Idem id. 30 y 40° id.
En las ramas y anillas.....	Idem id. 30 y 40° id.

EL JEFE DEL GRUPO DE LABORATORIOS.

T.º E.T.

EL JEFE DE LABORATORIOS.

Desinfección de las  
tijeras quirúrgicas.

Influye poderosamente en la buena conservación y tiempo de duración en servicio de las tijeras, el sistema y la temperatura a la que tenga lugar la desinfección de las mismas.

Trataremos de aclarar este concepto haciendo referencia al gráfico *Estudio de reenvío de la figura 11*, que figura en este trabajo, haciendo antes presente que fueron 20 minutos el tiempo de duración del reenvío a cada temperatura de las que constan en el gráfico.

Reenvío a 100°.

Se observa en el gráfico que la permanencia de 20 minutos, a la temperatura de 100° en nada influye en la dureza obtenida por la muestra en el templete, la que se conservó invariable con su primitivo valor de 670 cifras Brinell y 65° Shore.

Reenvío a 200°.

La permanencia de 20 minutos a 200° ya hizo a la muestra disminuir el valor de su dureza a 596 cifras Brinell y 60° Shore, accusando, por lo tanto, una pérdida de 670—596=74 cifras Brinell, y de 65°—60=5 Shore.

Ahora bien; como la acción del reenvío, a partir de la temperatura a la que éste se hace sensible, es tanto más intensa cuanto mayor es la duración de aquél, o sea del calentamiento, es evidente que suponiendo se efectuase la desinfección a 200° o temperaturas muy próximas a ésta, al cabo de un cierto número de sesiones, imposible de precisar a priori, la tijera iría perdiendo su dureza y llegaría un momento de *desgaste* por desgaste en la articulación, que la lloraría rápidamente a la inutilidad.

Puede, por todo lo expuesto, afirmarse que cuanto más se aproxime a 100° la temperatura de desinfección, menor riesgo se correrá de inutilizar la tijera, y que, por el contrario, cuanto más se aproxime a los 200°, o se sobreponga por cualquier accidente fortuito, más se acortará la vida en servicio de la misma, pudiendo llegar hasta la inutilización en una sola sesión si la temperatura fué excesiva.

No consta que algunas Casas dedicadas al negocio de la venta de instrumental, afirman y tratan de convencer a los Médicos, de que el suministro por ellas, de tal o cual marca, puede resistir perfectamente 200 y 300° sin destemplarse.

La seriedad de un Establecimiento del Estado, a cargo del Cuerpo de Artillería, no permitió inspirarse en móviles de mercantilismo, siempre dispensables en la gestión comercial, y en cambio nos obliga a proceder con toda lealtad y sin más miras que las de hacer obra patriótica dando a conocer la fabricación de instrumental quirúrgico, nacionalizándola, ya que desgraciadamente, y sin causa alguna que lo justifique, no está montada en ningún centro nacional civil.

Por eso afirmamos, no caprichosamente, sino después de haber estudiado detalladamente tijeras de las mejores marcas, que no es exacta esa afirmación, muy displicable como reclamo. Insistimos en este punto porque, analizados químicamente por nosotros los aceros de las tijeras de mejores marcas, todas, sin excepción, nos han

neceitando estar fabricados con aceros ordinarios de excelente calidad, pero ordinarios, no conteniendo ninguno de ellos cromo, níquel, tungsteno, vanadio, ni molibdeno.

Ahora bien; el cromo y el tungsteno convenientemente asociados y en fuertes proporciones, que no son del caso especificar, son los únicos metales que, entrando en la constitución de los aceros denominados de corte rápido, dan a éstos la propiedad de resistir hasta 600 y más grados de temperatura, sin que experimenten pérdida de dureza apropiable, y como, por una parte, ninguna de esas tijeras los han acausado, y por otra parte, la excesiva dureza de los aceros rápidos, dificultad de forjado, tendencia a desnaturalizarse, etc., no los hace apropiados para esta fabricación, y si sin duda para la de herramientas de teso, fresadoras y similares, es indudable que las tijeras extranjeras de mareas repartidísimas y las fabricadas en este Establecimiento Militar con idéntico acero, adolecen del mismo defecto.

Claro está que con 180 o 180° de temperatura no podrá apreciarlo el Médico en una ni en las diez primeras desinfecciones, porque como el calentamiento lo sufren por igual las dos ramas, la pérdida de dureza en ellas será la misma, y por consiguiente, la tijera seguirá cortando; pero si la observa cuidadosamente, apreciará que al cabo de cierto tiempo los afilados es preciso efectuarlos con mayor ironía que cuando comenzó a trabajar la tijera, debido a que la pérdida de dureza hace más rápido el desgaste de los filos, resultando, en definitiva, una disminución de la vida en servicio del instrumento.

Aunque nos consta está terminantemente prohibida la desinfección a la lámpara de alcohol, no es menos verdad que hay casos en los que aún se sigue este mal procedimiento.

Dicho está que en situaciones especialísimas, en las que no se cuenta con estufas serias de desinfección ni medios para ejecutar ésta por ebullición simple, no hay más remedio que emplearla; mas debemos tener muy presente que la lámpara, según hemos comprendido, eleva en un tiempo muy corto la temperatura de las hojas hasta 840°, según lo demuestra la coloración azulada intensa delatadora de ella, y como, por otra parte, el calentamiento no puede ser idéntico en las dos ramas, sucede lo mismo en la dureza final, lo que da lugar a que la hoja más dura interda a la otra, inutilizándose la tijera, pudiendo ocurrir este accidente en una sola desinfección a una excelente tijera.

Tocamos este punto referente a la desinfección a la lámpara, porque un Centro Oficial de ensanche, cuando esta Fábrica comenzó la fabricación de instrumental quirúrgico, adquirió un lote numeroso de tijeras que habían sido fabricadas con el mayor cuidado, y a los pocos días se recibió una reclamación verbal en la que se hacia constar que dos tijeras que se habían puesto en servicio, se habían descompuesto a los pocos días, lo que no les sucedía con otras que tenían de marca extranjera (eran del mismo acero y habían sufrido el mismo tratamiento térmico en su fabricación).

Preguntada en el lugar de la reclamación el Capitán entonces encargado de montar la fabricación, rogó fueran puestas a su disposición las tijeras objeto de la reclamación, a fin de examinarlas y poder determinar el origen del defecto, pidiendo apreciar la *intensidad y duración* coloración azul que ofrecían las dos ramas, coloración desmuntadora de que la temperatura sufrida en la desinfección había sobrepasado los 320°.

Exuestos a uno de los Ilustrados Médicos del citado Centro los oportunos razonamientos explicativos del origen de la pérdida de dureza, resultó de las averiguaciones realizadas, que el Practicante había ejecutado las desinfecciones a la lámpara de

alcohol, y modificando el sistema de desinfección, no volvió a oceder si se presentó contratiempo alguno en el servicio de las numerosas tijeras restantes, de las cuales se recibió después un informe, también verbal, muy satisfactorio.

Creemos haber demostrado más que suficientemente, que el instrumental tipo-tijera que se construye en esta Fábrica, asentada como está su fabricación sobre bases sólidas, modernas y científicas, que descartan todo error e influencia personal del operario, tienen que reunir, y efectivamente reúnen, las mismas propiedades y características mecánicas que las procedentes de marcas reputadísimas.



INSTRUMENTAL DE CORTE

TIPO BISTURIÉS

## INSTRUMENTAL DE CORTE

### *Tipo bisturi.*

Las cualidades que debe gozar un buen bisturi son las siguientes: filo perfecto y dureza apropiada para que no se dañe aquél al operar, sin que sea tan excesiva que resulte dañado el instrumento.

Dada la extremada delgadez que tienen los filos y la elevada dureza que se les exige para evitar así su rápido desgaste, es inevitable padecerán una cierta fragilidad que dará lugar a melladuras en los filos si chocan éstos sobre cualquier cuerpo duro.

Siendo una de las marcas más acreditadas en el mercado la inglesa Weiss, y siendo, por otra parte, de esta procedencia los últimos modelos suministrados por el Cuerpo de Sanidad Militar, indirímos a continuación cómo se ha resuelto en esta Fábrica el problema de la fabricación de esta clase de instrumentos.

### ESTUDIO DEL BISTURI MARCA "WEISS,"

La figura 12 es una fotografía del bisturi modelo.

### *Características mecánicas.*

La forma en que realmente trabaja el acero de un bisturi, cuando con él se opera, es por compresión, no debiendo tener que soportar en ningún caso esfuerzos de flexión ni de tracción.

Por esta causa, y por ejercerse esta compresión sobre cuerpos relativamente blandos, como son los tejidos más duros del cuerpo humano, la única característica mecánica que es preciso estudiar en estos tipos de instrumentos es la dureza, ya que de ella depende el mayor o menor desgaste de los filos, y como señala natural la vida en servicio de aquéllos.

### *Dureza.*

El bisturi Weiss ofrece al escleróscopio una dureza en su lámina cortante de 70 a 75° Shore.

### *Estudio microfotográfico.*

Convenientemente eliminada la finísima película de níquel que recubría la lámina cortante, fué atacada ésta por una solución de ácido pierico para poner en evidencia su estructura, obteniéndose la microfotografía de la figura 13.

En ella se aprecian como constituyentes de estructura: martensita (regiones blancas formadas por agujas), trostita (partes oscuras) y cementita libre (gránulos blancos de carburo de hierro).

La gran proporción de martesita y cementita libre, unida a la elevada dureza que ofrece la lámina cortante, hacen patente que el temple sufrido en la fábrica de origen fué muy energico, pudiendo asegurarse que la temperatura del mismo fué más alta que la del punto  $A_{3,4}$  en el calentamiento, y que el enfriamiento tuvo lugar en un baño muy activo, aguas salian probablemente.

Por otra parte, la rapidez con que fué atacada la hoja por la solución pierica, y la trostita que en pequeña cantidad se apropia, demuestran sufrir un recocido poco intenso, a unos  $200^{\circ}$  aproximadamente.

#### *Estudio microscópico del bisturi recocido.*

Conveniente mente recocida la boca del instrumento, fué pulimentada y atacada de nuevo, observándose en el microscopio, como constituyentes de estructura, perlita y cementita libre, indicando un acero con más de 0,85% de carbono, por ofrecer en libertad el último constituyente citado.

Adenas, como la cantidad de carbono que contienen los aceros especiales es siempre inferior a 0,85%, y el bisturi estudiado tiene un porcentaje mayor de este metaloide, puede afirmarse, desde luego, que el material empleado por Weis en la fabricación de bisturis es un acero duro, ordinario, con más de 0,85% de carbono.

#### *Análisis químico.*

Analizado químicamente accusó la siguiente desigilación:

Carbono.....	1,103%	Cromo.....	0,000%
Silicio.....	0,165%	Níquel.....	0,000%
Manganoso.....	0,344%	Tungsteno.....	0,000%
Fósforo.....	0,023%	Vanadio.....	0,000%
Azufre.....	0,017%	Molibdeno.....	0,000%
Hierro, p. d.....	58,348%		

Se trata, por lo tanto, de un acero ordinario al carbono, fuertemente carbonizado, estando de perfecto acuerdo los dos análisis, químico y microscópica.

#### *Acero empleado en este Establecimiento*

#### *Militar para la fabricación de bisturis,*

El acero empleado para la fabricación de bisturis procede de la Casa inglesa *Jones-Coles*, y tiene la siguiente desigilación:

Carbono.....	1,238%
Silicio.....	0,030%
Manganoso.....	0,892%
Fósforo.....	0,021%
Azufre.....	0,074%
Hierro, p. d.....	97,705%

Comparado con el que emplea Weis en sus bisturis, es algo más carbonizado y está mucho más cargado de manganoso.

Este acero, elaborado especialmente por la Casa Jaws-Coller para la fabricación de bisturíes y navajas de afeitar, fué adoptado por esta Fábrica para esta clase de instrumental por dos razones: una de ellas, porque convenientemente templado y revenido, ofrece características casi idénticas a las del acero empleado por Weiss, y la otra, porque con este material fué construida una serie experimental de bisturíes, cuando se montó la fabricación de instrumental quirúrgico, que fué entregada a la Academia Médico-Quirúrgica Militar para su ensayo, y después de haberla sometido a largas y duras pruebas, se recibió un informe, escrito y firmado por el Ilustre cirujano, comandante profesor de aquél Centro, Sr. Iñigo, en el que hace constar que el instrumental de corte ensayado reunía las mismas excelentes cualidades que el de marca Weiss, Collin, Steel y Escalapio.

#### Estudio microfotográfico del acero.

Figuras 14 y 15.—Ofrece como constituyentes de estructura, perlita (partes oscuras) y cementita (partes blancas), estando atacada la muestra, de cuya estructura fué obtenida la microfotografía de la figura 14, con una solución plímera.

Para cerciorarnos de la existencia de la cementita libre, se pulimentó nuevamente la muestra y se atacó con plímero de sosa a la ebullición, cuyo reactivo tiene la propiedad de colorear en negro la cementita, obteniéndose así la microfotografía de la figura 15, en la cual se observan la red y zonas negras denunciadoras de la cementita, definiendo así un acero hiper-eutectoide (con más de 0,85%) de Cr.

Este acero, templado a 770° al agua, da una dureza sclerométrica medida sobre barremos Measuring de 1 por 1 centímetros de sección, de 90° Shore (figura 16), y reviniendo a 200° disminuye aquella hasta 70° Shore, que es la medida en el modelo Weiss.

Luego templando el bisturí construido con este acero a 470° en agua, y reviniéndolo a 200°, se tendrá resuelto el problema.

#### Estudio comparativo de los bisturíes fabricados por «Weiss» y los producidos en esta Fábrica.

Haremos un estudio comparativo entre los dos instrumentos, para demostrar que los instrumentos procedentes de nuestra fabricación gozan de las mismas excelentes cualidades que los de marcas reputadísimas extranjeras.

#### Estudio comparativo de durezas.

	WEISS	FÁBRICA DE TOLEDO
Dureza.....	70 a 75° Shore.	70 a 75° Shore.

Tienen idéntica dureza, y por lo tanto, a igualdad de trabajo operario, deben sufrir el mismo desgaste y requerir el mismo número de afilados, lo que prueba que *seguramente han de tener la misma vida en estado de servicio*, punto de vista muy importante en este tipo de instrumento.

Estudio comparativo de fragi-lidades Messinger al choque,

WEISS	FABRICA DE TOLUDO
<i>Fragilidad al choque = <math>\gamma = 0,500 \text{ kgm.} \times \text{cm}^2</math></i>	<i>0,447 kgm. \times cm^2</i>

Tanto una como otra resultan muy altas, ya que *su valor por cm<sup>2</sup> no excede de cinco millones de kilogramos*, y en su consecuencia, dada la *pequeña sección de los filos*, forzoso es resignarse a esta extremada fragilidad que originaría *melladuras* en aquéllas al menor golpe que déñ contra *un cuerpo duro*.

Esta fragilidad no es posible tratar de corregirla empleando aceros especiales bajos en carbono; en primer lugar, porque el acero para que ese bien no basta con que sea muy duro, sino que experimentalmente se ha demostrado es condición indispensable *contener bastante proporción de carbono*, y en segundo lugar, porque es *secuela de la elevada dureza* que se exige al instrumento fabricado con un acero duro al carbono.

Por otra parte, no es preciso preocuparse exageradamente de esta fragilidad, porque, dada la forma en que trabaja el bisturí en las sesiones operatorias, no tiene influencia persistente alguna.

Cargas máximas de tracción — R; límiteselásticos — E, y alargamientos por 100 — A.

WEISS	FABRICA DE TOLUDO
<i>R = ..... 193 kg. \times mm^2</i>	<i>193 kg. \times mm^2</i>
<i>E ..... 193 kg. \times mm^2</i>	<i>193 kg. \times mm^2</i>
<i>A por 100 = ..... 0</i>	<i>0</i>

Por coincidir el límite de elasticidad práctica con la resistencia máxima a la tracción, y tener un valor nulo los alargamientos, resulta que *singuno de los dos bisturíes soportaría deformación alguna elástica ni permanente, y, en su consecuencia, si se intenta flexionarlos, se romperán sin conseguirlo, en cuanto se sobreponga la carga de trabajo*.

Los dos bisturíes son, por lo tanto, iguales también bajo este punto de vista.

Estudio microfotográfico.

La figura 17 es una microfotografía obtenida del bisturí Weiss tal como llegó de Fábrica, después de haberle despojado del níquel que lo recubría, y la figura 18 es otra microfotografía de un bisturí construido en esta Fábrica, antes de ser niquelado.

Ofrecen ambos, como constituyentes de estructura, marmesita, trastín y cemen-

tita, y a simple vista puede observarse que son tan idénticas ambas estructuras que es casi imposible poder distinguirlas.

Esta identidad de constitución física corrobora la identidad de características mecánicas que estamos viendo, given ambos instrumentos de corte.

#### Desempeño.

Ambos bisturíes, el modelo Weiss y el construido en esta Fábrica, conservan la misma suerte y sofrendrán las mismas pérdidas de dureza con calentamiento igual.

#### Ficha de fabricación.

A continuación se expone la ficha de fabricación suministrada a talleres por el Grupo de Laboratorios.

#### FICHA NÚMERO 10.

Instrumento tipo —.....	Bisturíes.
Acero más apropiado—	Ao-5, procedente de Jauns-Calver.
Recocido.....	Una hora a 800°.
Tempero.....	A 775° en agua.
Recocido.....	Al color paja clara, ó 15 minutos a 250°.
Dureza .....	70 a 75° Shore.

Características del bisturí construido con arreglo a esta ficha, y que está archivado en el Laboratorio.

Dureza ..... 70 a 75° Shore.

Fábrica Nuclear de Toledo ..... de ..... de .....

EL COMANDANTE JEFÍ DE LABORATORIOS,

#### Defectos de fabricación, manera de distinguir algunos de ellos, causas que pueden producirlos y forma en que han sido evitados por esta Fábrica.

#### Falta de dureza.

Puede estar producida por un temple demasiado débil, lo que puede ocurrir por haber sido baja la temperatura del calentamiento o poco activo el baño de enfriamiento. Esta falta de dureza puede proceder también de un recocido demasiado energético.

Cuando tal defecto se presenta, bien puede afirmarse, sin temor a errores, que aquél procede de la última causa expuesta, ya que con los hornos eléctricos de temple no pueden cometerse errores de importancia.

Esayando la hoja sobre la uña del dedo pulgar, tratando de zafarla, si aquélla se quita, es decir, si no recupera su plasticidad rígida, demostrará que está blanda.

Un bisturi así tratado en la fábrica de origen, es defectuoso para el operador, ya que su filo se mellará por aplastamiento al tropezar con cualquier cuerpo duro, aunque sea un tejido humano de relativa dureza, y aun en el caso de que tal accidente no suceda, se desgasificará rápidamente el filo, enfosándose con facilidad, impidiendo el corte limpio que a estos instrumentos se exige.

En nuestra fabricación no puede originarse este defecto en el temple, por darse este tratamiento en hornos eléctricos con crisol de sales, dotados de excelentes pirómetros, que hacen de todo punto imposible una equivocación de temperaturas; y en el reviendo, que se da al color, y que es donde únicamente podría producirse, está revisado, por lo menos para los bisturis que salen terminados de Fábrica, con el reconocimiento escopélico que todos ellos sufren, y en el cual se desechan todos aquellos cuya dureza es menor de la anteriormente indicada.

#### *Excesiva dureza y fragilidad exagerada.*

La excesiva dureza, que lleva siempre consigo (en los aceros al carbono) como compañera inseparable una exagerada fragilidad, se delata por la gran facilidad con que se producen melladuras en las filas, con pérdida de material.

Una elevada fragilidad solamente puede ser causada por una temperatura excesiva de temple, o por un revenido demasiado débil.

Estudiaremos la manera cómo influyen estas dos causas en la fragilidad.

#### *Exagerada temperatura de temple.*

Si el acero se templá a una temperatura excesivamente elevada, mucho más alta que la del punto critico en el enfriamiento, se produce un sobrealevamiento, que se traduce (Leyes de Sauver) en un aumento de tamaño del grano, por cuya causa, al entrar en una misma área menor número de granos que el que entra cuando éstos tienen el tamaño mínimo (lo cual se verifica cuando el acero se calienta a la temperatura crítica de temple, o sea a unos  $80^{\circ}$  más que la temperatura del punto  $A_{350}$ ; en el enfriamiento), el tamaño de las juntas de unión de los granos será mayor, constituyendo estas juntas verdaderas líneas de roca, por las que se romperá total o parcialmente el bisturi al menor esfuerzo que sufra.

Nada de esto puede ocurrir en la fabricación de bisturis, tal y como se ejecuta en esta Fábrica, porque los puntos críticos se determinan con toda precisión con el aparato registrador *Dujardin-Rickord*; en virtud de su temperatura se determina la critica de temple, y, por último, se aplica este tratamiento térmico en hornos eléctricos con crisol de sales, dotados de pirómetros termo-eléctricos, con los cuales no se pueden cometer errores de temperatura superiores a  $\pm 5^{\circ}$ .

#### *Inadecuada revenido.*

Al templar energicamente la hoja de un bisturi, el brusco enfriamiento que sufre en el agua origina una fuerte compresión de toda su superficie, en contacto con el agua sobre las capas interiores, las cuales reaccionan a su vez ofreciendo una cierta resistencia a la compresión que procede del exterior. Como consecuencia de estos fenómenos quedan en el instrumento, después del temple, tensiones internas que dan

ingar a un cierto equilibrio inestable molecular, facilitando muchísimo éstas pueda desprenderse cualquier trozo de material con algún esfuerzo, aunque sea pequeño, que resulte sumándose al interno molecular.

Sabido es que el revendido destruye, o amina, según su intensidad, esas tensiones, siendo, por lo tanto, indispensable un revendido a las hojas de los bisturíes después de templados.

El instrumental de esta Fábrica no puede sufrir un revendido insuficiente, ya que prácticamente se ha visto que el bisturi templado sin revendido alguno tiene 90° Shore de dureza, y que revendido convenientemente ésta desciende hasta un valor comprendido entre 70 y 75° Shore; y como todas las hojas se prueban una vez terminadas, desechar todos aquéllas cuya dureza no esté comprendida entre estos límites, implícitamente se comprueba con toda precisión la intensidad del revendido.

#### *Desinfección de bisturíes.*

Todo lo expuesto al tratar de este punto en la desinfección de tijeras es aplicable en estos instrumentos, en lo que se exacerban los defectos allí indicados, por exigirse mayor finura en el corte y mayor resistencia al cuestionamiento de los filos.

Examinando el gráfico de la figura 16, se vé claramente, y sin ningún género de duda, que el calentamiento durante 20 minutos, a 200° del acero templado, hace descender la dureza desde 90 hasta 70° Shore; probando es ya sensible a esta temperatura la pérdida de aquélla; y como la permanencia igual a 100° en nada influyó relativamente a la dureza, puede decirse:

A) Cuanto más se aproxime la temperatura de desinfección a los 100°, menor riesgo se correrá de desgastar los bisturíes.

B) Cuanto más cerca esté a 200° la temperatura de desinfección, mayor riesgo se correrá de desgastarlos.

Sometidos los bisturíes a temperaturas comprendidas entre 100 y 200°, no será sensible la pérdida de dureza sufrida en varias sesiones de desinfección; pero al cabo de cierto tiempo, si por cualquier causa han sufrido en la estufa seca calentamientos próximos a los 200°, la pérdida de dureza será ya relativamente importante, y si no es suficiente para que los filos se cuevan, influirá por lo menos en el más rápido desgaste de aquéllos, que por esta causa requerían frecuentes afilados para poder operar con ellos.

Debido a esta causa, indudablemente hemos tenido ocasión de escuchar a varios operadores que en España no saben afilar bien bisturíes; que uno, excelente, de tal o cual marca extranjera, trabajaba admirablemente sin alliado alguno en varias secciones operatorias, y que después de varios afilados en España estaba imposible y era preciso afilarlo antes de hacer una operación, y que, no obstante, se comportaba mal al final de ella.

Exactamente lo mismo hubiera ocurrido afilando el bisturi en el extranjero, porque lo que realmente sucedía era que mientras el bisturi conservaba su correcta dureza, el desgaste era muy pequeño, y, por lo tanto, inapreciable el embutamiento de su filo; pero al ir perdiendo paulatinamente su dureza a consecuencia de las desinfecciones sufridas, el desgaste del filo era cada vez más rápido, llegando a un extremo tal de experimentar un sensible desgaste con un roce insignificante, lo cual le impedía resistir una sola operación sin desafilarse.

Afiladores buenos y malos los hay en España, como en Francia e Inglaterra; pero ni los nacionales ni los extranjeros pueden remediar lo irremediable, como son las pérdidas de dureza.

Tampoco puede achacarse a los afiladores la culpa de haber sido ellos los que destemplan los instrumentos, por haberlos calentado excesivamente al afilarlos en la aseta. No, no es justo ceñar sobre esos operarios culpas ajena; podrán afilar bien o mal, según la habilidad que tengan; pero es preciso no perder de vista que para afilar un bisturí lo sujetan por el mango con la mano derecha, y apoyan la hoja contra la suela, haciendo presión cerca del filo con la mano izquierda; y como esta mano tiene que soportar el calor que aquélla adquiera, no es posible que la temperatura de la hoja pueda llegar en ningún caso a los 100°, y ya hemos visto en el gráfico de revendidos que esta temperatura no causa pérdida alguna de dureza.

C) La desinfección a la lámpara debe prescribirse en absoluto en esta clase de instrumentos, y el Médico que la utilice debe resignarse de antemano a inutilizar casi con seguridad el bisturí en una sola desinfección de esta naturaleza.

#### Resumen.

Como consecuencia de cuanto se ha expuesto, creemos haber demostrado más que suficientemente, que los bisturíes fabricados por este Establecimiento Milítar gozan de idénticas cualidades que los de *nuevos extranjeros* reputadísimos.

Si Weiss, ni Simal, ni esta Fábrica, emplean para la fabricación de estos instrumentos más que aceros ordinarios al carbono, con carburociones similares, y utilizan estos aceros *por ser imprescindible e imposible emplear otros sin más cosa si sostivo que la de tratar resistir elevadas temperaturas sin destemplarse*; y siendo así, afirmen lo que quieren las Casas dedicadas a la venta de Instrumental Quirúrgico, se verificará inevitablemente que, tanto los bisturíes de procedencia extranjera como los de esta Fábrica, se destemplarán a la misma temperatura.



INSTRUMENTAL ELÁSTICO

## INSTRUMENTAL ELÁSTICO

Procediendo también de la Casa Collis el material elástico, entregado como modelo a esta Fábrica por el Cuerpo de Sanidad Militar, cuya marca considera excelente, expondremos a continuación las características mecánicas de que goza el instrumental elástico de la citada procedencia y el construido en esta Fábrica.

Referiremos este estudio a uno de los tipos de pinzas Collis aquí analizado, haciendo presente que por el mismo sistema fueron estudiados los demás.

### PINZA HEMOSTÁTICA MARCA "COLLIN."

#### *Estudio de sus características mecánicas.*

La figura 19 es una fotografía obtenida de una pinza de 12 centímetros marca Collis.

Bajo el punto de vista de su trabajo mecánico, podemos considerarla dividida en las dos zonas o regiones, A y B, abarcando la primera desde el comienzo o extremo de las *bocas fresadas*, N, hasta el eje o ojo de la articulación, O, y la segunda, desde este ojo de giro hasta el final de los anillos.

La construcción de la pinza es tal, que cuando se tienen en contacto las dos bocas fresadas, sin enganchar diente alguno de la cremallera, el contacto tan sólo tiene lugar en los extremos de aquéllas.

Al operar esa la pinza y hacer presión en los anillos para cerrarla y poder enganchar cualquiera de los tres dientes que lleva la cremallera inferior para lograr así un apriete constante, las dos ramas del instrumento, tanto en la zona A como en la B, trabajan por flexión, debiendo ser su elasticidad lo suficientemente elevada para que aquéllas puedan experimentar una *deformación elástica*, y, por lo tanto, no permanente, que permita se establezca un perfecto contacto a todo lo largo de las bocas fresadas.

El problema del instrumental elástico es, en su consecuencia, de índole muy diferente al que se presenta en la fabricación del de corte, ya que debe ofrecer una elasticidad tal, que si resulte muy débil la presión ejercida por el instrumento, ni que sea insuficiente la presión ejercida por la mano para conseguir la deformación elástica de las dos ramas.

Tiene que estar, por lo tanto, comprendida entre ciertos límites la carga en kilogramos exigida para el cierre de la pinza, y este valor, muy interesante por cierto, fué el que determinamos experimentalmente en la pinza-tipo.

#### *Cargas de cierre medidas en*

#### *la pinza-tipo marca "Collin".*

<i>Para enganchar el primer diente de la cremallera.....</i>	<i>2,700 Kgs.</i>
<i>Para id. el segundo id. ....</i>	<i>7,920 "</i>
<i>Para id. el tercer id. ....</i>	<i>12,109 "</i>

Ahora bien; dada la forma en que trabaja la pinza figura 19, podemos considerar a cualquiera de las dos ramas, la superior, *O M N*, por ejemplo, como una palanca interactiva o de primer género, en la cual *O* es el eje de giro; la potencia máxima de 11,100 kilogramos, *P*, está aplicada en el punto medio del anillo, y la resistencia *R*, en el extremo de la boca fresada.

Suponiendo inmóvilizada la otra rama, y que la presión se ejerce en sobre la *O M N*, es evidente que la resistencia *R*, cuyo valor deseamos calcular, será en realidad la que ofrece la otra boca fresada, para llegar a establecerse un perfecto contacto a lo largo de las dos bocas fresadas.

Siendo, como es, evidente que una vez cerrada la pinza queda inmóvil la rama *M O N*, y, por lo tanto, en estado de equilibrio, es preciso que para ello se hayan satisfecho las condiciones de equilibrio de toda palanca, o sea la identidad de los momentos de fuerza, pudiendo establecerse, en su consecuencia,

$$P \times O p = R \times O r$$

en la cual:

$$P = 11,100 \text{ kgs.}$$

$$O p = 73 \text{ mm.}$$

$$O r = 37 \text{ mm.}$$

y substituyendo valores, se tendrá:

$$11,100 \times 73 = R \times 37 \text{ y } R = 810,3 : 37 = 21,89 \text{ kgs.}$$

Es decir, que la rama debe soñr y poder soportar en la zona A, y como mínimo una carga total de 21,89 kilogramos, sin que por ello se sobrepase el límite de elasticidad práctica, a fin de impedir tenga lugar una deformación permanente que inutilizaría la pinza, ya que al desenganchar la cremallera y abrirla, no podría recuperar su forma primitiva.

Ahora bien; como la sección menor de la rama *M O N* tiene  $1,8 \text{ mm.} \times 2 \text{ mm.} = 3,6 \text{ mm}^2$ , resultará como carga de trabajo por  $\text{mm}^2$ :

$$21,88 : 3,6 = 6,1 \text{ kgs.}$$

valor sumamente bajo que puede obtenerse con cualquier acero ordinario de regular calidad.

#### Dureza.

Para el estudio de las durezas podemos considerar dividida a la pinza figura 20 en las tres zonas: A, B y C.

#### Zona A.

Comprende desde el extremo de las bocas fresadas hasta el comienzo de la articulación.

En ella la dureza no tiene la capital importancia que tenía en el instrumental de corte tipo tijera, basando con que ésta sea la suficiente para evitar el aplastamiento del fresado de las bocas por la presión que ejerce la una sobre la otra.

En la pinza Collis, su valor estaba comprendido entre 55 y 60° Shore.

### Zona B.

Comprende desde el principio hasta el final de la articulación.

Como en ella es forzoso remachar el clavillo, precisa ésta revenida, para que tenga una dureza menor que la de la zona A, a fin de evitar se salte y rompa en pedazos al ejecutarse el remachado.

Sin embargo, la dureza debe ser suficientemente elevada para evitar pueda desgastarse fácilmente la articulación por el rozamiento que en ella se origina al operar, armarla y desarmarla para su desinfección y limpieza, etc., cuyo desgaste daría lugar a un desajuste del instrumento, por cuya causa dejaría de trabajar correctamente.

Ese defecto no entraña la gravedad que tenía en las tijeras, y cuyo punto se ha tratado extensamente al estudiar su fabricación, puesto que en las pinzas el defecto queda reducido a una imperfecta superposición de las bocas fresadas; pero, de todas maneras, es defecto éste que debe evitarse.

En la zona B acusó el escleróscopo una dureza de 40° Shore.

### Zona C.

Las mismas consideraciones expuestas al tratar de la zona A, son aplicables a la región C, que estamos estudiando, la que solamente exige una dureza suficiente para evitar la deformación y desgaste de los dientes de la cremallera de cierre.

Está comprendida en la placa Collis entre 55 y 60° Shore; es decir, que la dureza de la zona C tiene idéntico valor que la correspondiente a la zona A.

Resumiendo, la pinza Collis posee las siguientes durezas:

*En la zona A o revases superiores.... 55 a 60° Shore.*

*En la zona B o articulación..... 40° .*

*En la zona C o revases inferiores.... 55 a 60° .*

### Estudio microfotográfico.

#### Zona A.

La figura 21 ofrece como constituyentes de estructura, martensita (partes blancas) y trostita de temple (marchas oscuras), constituyentes de temple que justifican la dureza medida de 55 a 60° Shore.

La presencia en proporción relativamente elevada de la trostita de temple, demuestra que este tratamiento térmico no fué muy energético, y que el enfriamiento debió tener lugar en un baño poco activo, aceite probablemente.

#### Zona B.

No se aprecia modificación sensible en la estructura, no obstante ser menor la dureza, ya que su valor en esta zona es tan sólo 40° Shore.

#### Zona C.

Ofrece idéntica estructura que la zona A, estando de perfecto acuerdo esta igualdad de estructuras con la que existe de durazos.

### Resumen del estudio microfotográfico.

Del estudio microfotográfico se deduce que el tratamiento térmico que debió sufrir la pinza en la fábrica de origen, fué un templo uniforme a una temperatura superior en unos  $25^{\circ}$  a la del punto  $A_c$  en el esentamiento, teniendo lugar su enfriamiento en aceite, y un revenido de intensidad media (a unos  $300^{\circ}$ ) en la articularción.

### Estudio microfotográfico de la pinza recocida.

Medidas las durezas en la pinza, fué ésta recocida en uno de los hornos eléctricos del Laboratorio, y después de convenientemente pulida y atacada por una solución plírica, se la llevó al microscopio, obteniéndose la microfotográfica de la figura 22.

Se aprecian en ella como únicos constituyentes de estructura, ferrita (partes blancas) y perlita (regiones abiertas formadas de agujas alternativamente blancas y negras, más o menos curvilinearas, pero siempre paralelas), denunciando su convencencia que el material, con el que está construida la pinza, es un acero con menos de 0,85% de carbono, no pudiéndose apreciar en el examen microscópico, si se trata de un acero ternario o de un cuaternario con pequeñas proporciones de metales especiales, por las razones que ya indicamos al ocuparnos de este punto en la fabricación de tijeras.

### Análisis químico.

El análisis químico de la pinza modelo, dió el resultado siguiente:

Carbono.....	0,740 %	Níquel.....	0,000 %
Silicio.....	0,008 %	Cromo.....	0,000 %
Manganeso.....	0,284 %	Tungsteno.....	0,000 %
Fósforo.....	0,013 %	Vanadio.....	0,000 %
Azufre.....	0,009 %	Molibdeno.....	0,000 %
		Hierro, p. d.....	98,651 %

Se trata, por lo tanto, de un excelente acero ordinario al carbono, tan similar al que empleaba Collin en su fabricación de tijeras, que no es aventurado afirmar que la citada Casa utiliza el mismo material para la fabricación de ambos tipos de instrumentos.

### Elección del acero más apropiado

para la fabricación de pinzas.

El problema queda reducido a encontrar un acero que sea capaz de proporcionar, por un tratamiento térmico adecuado, las características de dureza, resistencia y elasticidad, apresadas en la pinza tipo.

Dos son los aceros, ambos procedentes de la Fábrica Nacional de Trubia, que solucionan satisfactoriamente el problema, de los cuales damos a continuación su análisis químico.

*Aceros ordinarios al carbono procedentes de la Fábrica de Trubia, aptos para la fabricación de instrumental elástico.*

Carbono.....	0,480 %
Silicio.....	0,150 %
Manganoso.....	0,560 %
Fósforo.....	0,030 %
Azufre.....	0,020 %
Hierro, p. d.....	98,760 %

*Estudio microfotográfico.*

La figura 23 presenta como constituyentes de estructura, ferrita y perlita, de perfecto acuerdo con su composición química.

*Aceros al níquel procedentes de la Fábrica de Trubia, empleado por esta Fábrica en la construcción de material elástico.*

Carbono.....	0,369 %
Silicio.....	0,180 %
Manganoso.....	0,363 %
Fósforo.....	0,030 %
Azufre.....	0,029 %
Níquel.....	2,110 %
Hierro, p. d.....	96,919 %

*Estudio microfotográfico.*

La figura 24 ofrece como constituyentes de estructura, ferrita (partes blancas) y perlita (regiones oscuras), no apreciándose modificación estructural alguna por el porcentaje de níquel, debido a que los aceros al níquel, con tan pequeña proporción de este metal, tienen su estructura perlítica.

*Causas que han aconsejado la adopción del acero al níquel para la fabricación del instrumental elástico.*

Aunque el problema, según ya hemos manifestado anteriormente, se resuelve satisfactoriamente con los dos aceros de Trubia, cuya composición hemos indicado, teniendo en cuenta que los aceros terciarios al níquel son más homogéneos que los ordinarios al carbono, ofrecen mayor resistencia a la tracción, es más elevada su elasticidad, mucha menor su fragilidad al choque y sus mayores alargamientos les permiten soportar mayores deformaciones sin romperse, esta Fábrica, buscando ante todo y sobre

todo la excelente calidad en el material quirúrgico, no ha vacilado en adoptar para esta fabricación el acero al níquel, no obstante su más elevado precio.

*Características mecanicas de las pinzas fabricadas con acero al níquel de Trubia.*

El acero al níquel de Trubia templado a 800° en aceite, da una dureza de 57° Shore, medida en las barretas Messinger de 1 X 1 centímetros de sección, y templado en la forma indicada y revenido a 700°, disminuye su dureza hasta llegar su valor a 25° Shore. Luego es evidente que, aplicándole tratamientos térmicos intermedios, pero siempre encerrados entre estos límites, podrán conseguirse las durezas que seaña la pinza modelo.

V así sucede, efectivamente, templando las pinzas a 800° en aceite, reveniéndolas después totalmente a 200°, y dando, por último, a la articulación otro revenido intenso a unos 300°, se obtienen durezas muy semejantes a las que ofrece la pinza tipo Osella.

Medida la dureza de la pinza así construida, se obtuvieron los resultados siguientes:

*Dureza de las pinzas construidas en esta Fábrica con acero al níquel.*

<i>En las ramas superiores</i> . . . . .	55 a 60° Shore.
<i>En la articulación</i> . . . . .	45° Shore.
<i>En las ramas inferiores</i> . . . . .	55 a 60° Shore.

Teniendo a la vista el gráfico de revenidos de la figura 25 y este estado de durezas, parece observarse la anomalía de que las pinzas templadas y revenidas ofrecen una dureza endoscópica más elevada que la de las barretas Messinger, templadas sin revenido alguno, que figuran en el citado gráfico.

Sin embargo, es lógico y natural lo que sucede, porque dadas las pequeñas secciones de las pinzas, resulta mucho más rápido su enfriamiento en el baño de aceite que el de las barretas Messinger de 1 X 1 centímetro de sección, y por esta causa, el tempe adquirido por impulso, es mucho más energético.

Resumiendo: las características mecánicas de las pinzas de acero al níquel, deducidas de las experiencias efectuadas en nuestros Laboratorios figura 26, son las siguientes:

*En las ramas superiores e inferiores. — Figuras 25 y 26.*

<i>Dureza Brinell = 5</i> — . . . . .	447 alrededor Brinell.
<i>Durezas endoscópicas = 2°</i> — . . . . .	55° Shore.
<i>Carga máxima de tracción = R =</i> . . . . .	100,4 Kgs. X cm².
<i>Límite de elasticidad práctica = E =</i> . . . . .	135,0 Kgs. X cm².
<i>Margen de resistencia = A =</i> . . . . .	3,5.
<i>Fragilidad Messager al choque = y =</i> . . . . .	4,51 Kgs. X cm².

Características mecánicas excelentes que prohíben es de todo punto imposible possa sufrir ninguna pinza en el trabajo operario, dada la gran diferencia que existe entre la carga máxima de tracción por mm<sup>2</sup>, y la carga con que trabaja el material. Por otra parte, lo alejado que se encuentra el límite de elasticidad del correspondiente a la carga máxima de tracción, y el valor del alargamiento por ciento, hacen que antes de producirse la rotura tenga que sufrir la pinza una importante deformación elástica, y otra permanente muy sensible. Y, por último, la esensa fragilidad al choque aleja todo peligro de que puedan romperse los dientes de la cremallera.

#### En el nudo articulación.

Dureza Brinell = A =	390 ejes Brinell.
Dureza Shore = S =	45° Shore.
Carga máxima de tracción = R =	177 Kgs. X mm <sup>2</sup> .
Límite de elasticidad práctica = E =	160 Kgs. X mm <sup>2</sup> .
Alargamiento por ciento = A =	5.
Fragilidades Menores al choque = p =	5,57 Kgs. X cm <sup>2</sup> .

Características aún más superiores que las ofrecidas por las ramas, y que dan la seguridad absoluta de ser imposible de todo punto, possa fallar en algún caso la articulación.

#### Tolerancias que pueden admitirse en

#### la fabricación de pinzas elásticas.

Del estudio comparativo efectuado con diferentes modelos de pinzas de mareas reputadas, hemos deducido que las elasticidades y durezas que debe tener este material, son las siguientes:

#### Durezas.

	DUREZA MISMA	TOLERANCIAS
En los ramos	55°	± 5 Shore.
En la articulación	40°	— 5 + 10 id.

#### Cargas de cierre.

	CARGA MISMA	TOLERANCIAS
Para cerrar el primer diente de la cremallera	2,5 kgs.	± 200 gms.
Para cerrar el segundo diente	5,000 *	± 1,200 *
Para cerrar el tercer diente	7,0 *	— 1 kg. + 2 kgs.

La pinza fabricada en este Establecimiento tiene, o necesita, las siguientes cargas para su cierre:

<i>Para cerrar el primer diente</i> .....	<i>2,550 kgs.</i>
<i>Para cerrar el segundo diente</i> .....	<i>4,150 " "</i>
<i>Para cerrar el tercer diente</i> .....	<i>6,300 "</i>

Se han adoptado estos cargos de cierre, porque a partir de los 7 kilogramos se dificulta grandemente el engrase de la cremallera, y en cuanto aquéllas exceden de los 10 kilogramos, es de todo punto imposible ejecutar el engrase con una sola mano.

### Estudio microfotográfico de la

#### pinza construida en esta Fábrica.

La microfotografía de la figura 27 fué obtenida de una pinza hemostática construida en nuestra Fábrica con acero al níquel.

Ofrece como constituyentes de estructura, martensita (partes blancas) y trostita (partes oscuras), y recorrida toda la muestra con la plástina del microscopio, pudo observarse que las áreas ocupadas por la martensita y la trostita guardaban la misma proporción que las ocupadas por estos constituyentes en las pinzas marca Cella; estando de perfecto acuerdo, por lo tanto, las durazas y estructuras en la pinza Cella modelo y en la construida por esta Fábrica.

#### Ficha de fabricación.

La ficha de fabricación de este instrumento, remitida al taller, fué la siguiente:

#### FICHA NÚMERO 15

<i>Instrumento tipo</i> .....	<i>Pinza hemostática.</i>
<i>Recubrimiento del instrumento</i> .....	<i>Una hora a 800°.</i>
<i>Acero que debe emplearse</i> .....	<i>Acero al níquel de Trabla.</i>
<i>Tempera</i> .....	<i>Uniforme en toda la pieza a 800° en aceite.</i>

#### Revenidos.

<i>En las ruedas</i> .....	<i>Al color peaje dorado.</i>
<i>En las articulaciones</i> .....	<i>Al color verde mar.</i>

#### Durazas escleroscópicas de la pinza construida con esta ficha, que está archivada en el Laboratorio.

<i>En las ruedas</i> .....	<i>60° Shore.</i>
<i>En las articulaciones</i> .....	<i>45° "</i>

#### Cargas de cierre de la pinza construida con esta ficha, y que está archivada en el Laboratorio.

<i>Para cerrar el primer diente</i> .....	<i>2,550 kgs.</i>
<i>Para cerrar el segundo diente</i> .....	<i>4,150 "</i>
<i>Para cerrar el tercer diente</i> .....	<i>6,300 "</i>

Toledo ..... de ..... de .....

RE. COMANDANTHO DEPEZ DEL LOS LABORATORIOS.

Defectos de fabricación, manera de cometerlos y forma en la que han sido evitados en esta fábrica.

Los defectos de fabricación que pueden tener las pinzas, son los siguientes:

Falta de dureza en la articulación.

Son aplicables las mismas consideraciones que al tratar de este punto se hicieron al estudiar la fabricación de tijeras, no insistiendo en ellas para evitar repeticiones innecesarias y molestas.

Todas las pinzas se prueban en el taller con el escleróscopio de Shore, y un 10% de las ya probadas, se comprueban en el Laboratorio, desecharándose todas aquéllas cuyas durezas están fuera de los límites de tolerancia indicados.

Imperfección construcción de la articulación.

Son aplicables las mismas consideraciones que se hicieron al estudiar la fabricación de tijeras.

Material inadecuado para la fabricación.

Ya hicimos patente al estudiar la fabricación de tijeras que es de todo punto imposible pueda pasar a talleres partida alguna de acero que no reúna las condiciones exigidas.

Desinfección de pinzas.

Cuanto se dijo referente al asunto al tratar de la desinfección de tijeras, puede aplicarse íntegramente en este lugar, y para evitar repeticiones, extractaremos las conclusiones que allí se dedujeron, indicando, al mismo tiempo, las modificaciones que en ellas deben introducirse en este caso particular.

Primera.

Cuanto más próxima esté a 100° la temperatura de la desinfección, menor riesgo se correrá de *destrozar* las pinzas.

Segunda.

En las proximidades de los 90°, la pérdida de dureza se hace sensible, y aunque ésta no se apreciará en mas cuantiosas sesiones de desinfección en la estufa seca, al cabo de un cierto tiempo se dejará sentir en los nudos-articulaciones, y al desgastarse éstos se perderá el buen ajuste.

Este defecto tiene en este instrumento mucho menor importancia que en las tijeras, por que en éstas, la pérdida de dureza en los filos obliga a frecuentes afilados, y el mismo defecto en la articulación la desgasta, lo que trae consigo no sea correcta la posición de las hojas, imposibilitando su corte e *utilizándole*, en su consecuencia, la

tijera. En cambio, en la pince tiene que ser *anagresifas* el desajuste de la articulación para que resulte inútil.

### Tercera.

Las pinzas de mareas acreditadísimas extranjeras y las construidas en esta Fábrica, sufren las *mismas pérdidas de dureza* (destemplado) con los mismos colectores, ya que unas y otras están construidas con aceros similares.

Ninguna Casa extranjera emplea para la fabricación de pinzas aceros de corte rápido, que son los únicos que pueden soportar elevadas temperaturas sin destemplarse, siendo lógico y natural no utilizarlos aceros de esta clase, por no prestarse a la estampación y trabajos mecánicos que requiere la fabricación de este instrumental.

### Cuarta.

Bajo ningún concepto debe emplearse la desinfección a la lámpara, porque al calentarse desigualmente las dos ramas, las docezas finales y los límites de elasticidad prácticas son también distintos, y al ser distinta la elasticidad de cada rama, el trabajo elástico de la pinza es imperfecto.

Además, si la temperatura tomada por alguna rama es excesiva, puede haber hecho hajar tanto el valor del límite elástico que, resultando éste inferior por milímetro cuadrado a la enrga con que trabaja el instrumento, se producen deformaciones permanentes que impidan su roscamiento al cesar la presión que sobre él actúa.

### Resumen.

Las pinzas construidas en este Establecimiento Militar, son, según creemos haber probado en este trabajo, *teleópticamente superiores* la causa del mejor acero empleado en su fabricación) que las de mareas reputadísimas, y pedidamente, *por lo menos*, iguales.

Cierto es, que no faltará quien atribuya a las pinzas construidas en esta Fábrica, el defecto de *desformarse con más facilidad que las de otras mareas extranjeras*. Pues bien; este defecto prueba precisamente lo contrario.

En efecto, lo que realmente sucede, es lo siguiente:

La composición media del acero empleado en el extranjero para la fabricación de pinzas, es:

Carbono .....	0,70 %	Azufre .....	0,02 %
Silicio .....	0,18 %	Fósforo .....	0,02 %
Manganoso .....	0,25 %		

siendo sus características mecánicas en estado de recocido:

$$\text{Carga resistente de tracción} = R = 62 \text{ Kgs.} \times \text{mm}^2.$$

$$\text{Límite elástico} = E = 39 \text{ Kgs.} \times \text{mm}^2.$$

$$\text{Alargamiento por ciento} = A = 16.$$

$$\text{Frangibilidad al choque} = \gamma = 2,5 \text{ Kgs.} \times \text{cm}^2.$$

y al acero al níquel empleado por nosotros, tiene, también en estado normal de recocido, las siguientes:

$$\text{Carga máxima de tracción} = R' = 96,2 \text{ Kgs.} \times \text{mm}^2.$$

$$\text{Límite elástico} = E' = 42,6 \text{ Kgs.} \times \text{mm}^2.$$

$$\text{Alargamiento por ciento} = A' = 22,5.$$

$$\text{Fragilidad al choque} = \gamma' = 19,15 \text{ Kgs.} \times \text{cm}^2.$$

Luego:

$$R' > R, \quad R' > E, \quad A' > 2 \cdot A, \quad \gamma' > \gamma, \quad p.$$

Siendo mayor el límite de elasticidad práctica y la carga máxima de tracción en el acero al níquel empleado por esta Fábrica, que los mismos valores de R y E en los aceros ordinarios empleados por algunas casas extranjeras, es evidente que nuestras pinzas soportarán esfuerzos mayores antes de deformarse y romperse; pero como los alargamientos por ciento son doble que los del acero ordinario, resultará que nuestras pinzas sufrirán, antes de romperse, una deformación dos veces mayor que la que podrán soportar las construidas con acero ordinario que, en su consecuencia, se romperán con deformaciones permanentes menores.

Resumiéndose a igualdad de cargas, nuestras pinzas trabajarán en mejores condiciones, y llevadas éstas al límite, soportarán más deformaciones cargas mayores.

Ahora bien; prestando a ojo y con esfuerzos dados por las dos manos del experimentador, dando la sensación contraria, haciéndolas parecer inferiores, porque como, dadas sus pequeñas dimensiones, o mejor dicho, secciones, es fácil sobrepasar el límite elástico, si se trata de romper por flexión con las dos manos una sola rama, en cuanto se sobrepase aquél se doblaría considerablemente. En cambio, una pinza de acero ordinario, preñada de la misma masa, en cuanto se sobrepase el límite elástico, que es igual o más bajo, se deformará meses antes de la rotura; y como no es posible apreciar al tacto que la fuerza empleada para conseguir esta rotura es igual o menor que la ejercida para romper la de acero al níquel, y en cambio queda observable a la vista la mayor deformación sufrida, el experimentador, poco iniciado en el conocimiento a fondo de lo que son los aceros, recibirá la sensación de que nuestras pinzas son más blandas porque se deforman así, cuando en realidad sucede todo lo contrario.

## CONSIDERACIONES FINALES

Ya hemos expuesto, lo más sucintamente posible, la forma en que se conduce el proceso del estallido y fabricación de la multitud de tipos que constituyen el copioso arsenal quirúrgico que necesita una clínica operatoria. Basada como está toda esta fabricación en trabajos de investigación, juzgamos oportuno hacer una ligera descripción del nuevo Laboratorio Metalográfico que, cumplimentando órdenes superiores de la Dirección de esta Fábrica, hemos terminado recientemente de montar, y de la importante ampliación que también se ha llevado a cabo en el Químico.

### Laboratorio Metalográfico.

Este Laboratorio (figuras 28, 29 y 30) cuenta con maquinaria suficiente y aparatos apropiados para efectuar los siguientes estudios y pruebas:

### Estudios térmicos.

Cuenta con dos excelentes aparatos para la determinación de puntos críticos: uno, modelo Saladin-Chauvier, con registrador fotográfico, y otro, Dujardin-Richard, con cronógrafo-registrador, permitiendo determinar con toda precisión el primero los puntos críticos, y el segundo, además de estos puntos, las curvas de enfriamiento y calentamiento.

### Estudios microfotográficos.

Se dispone de un excelente microscopio, Leitz, del último modelo, denominado por la Casa constructora *Graz microscopio astilográfico industrial*, con tal elasticidad en el equipo óptico, que sus amplificaciones están comprendidas entre 9 y 2.900 diámetros.

Tiene una iluminación tan potente, que en maestras de acero, aunque estén fuertemente atascadas, se obtienen clichés excelentes con tiempos de exposición comprendidos entre tres y siete segundos.

Permite también hacer las microfotografías sobre placas en colores. *Autocromos Lumière*.

Para los estudios de temple, recorridos y revendidos, se cuenta con dos hornos eléctricos, Heackins, norteamericanos, que trabajan muy bien, y que, en caso de avería, se reparan económica y rápidamente.

La instalación pírométrica ordinaria procede de la Casa Pellin, de París, estando además instalado un millivímetro-registrador, graduado en temperaturas, que es el último tipo que de estos aparatos construye la *Cambridge And Paul Instruments Co. Ltd.*

Está instalado un grupo de motor-dilatador para transformar la corriente alterna en continua, para alimentar con ésta la lámpara de arco del microscopio, y la especial Polarísis del comprobador de pasos de rosca.

### Pruebas mercedicias.

Se dispone de una moderna máquina universal, suiza, tipo Amsler, de 20 toneladas, con todos los dispositivos necesarios para pruebas de tracción, flexión, compresión, plegado y embutición.

Como elementos auxiliares de esta máquina se cuenta con otra de diámetro barretas en centímetros y medios centímetros, y un juego de cajas de taraje, para comprobar en todo momento la precisión con que acusa las diferentes cargas el cuadrante de la máquina.

También se dispone de una máquina de Brinell con bola, de 10 milímetros de diámetro y 8.000 kilogramos de presión, y de un escleróscopio norteamericano, sistema Shore, para medir la dureza en los materiales y obra terminada.

Y, por último, para ensayos de fragilidad al choque, está montado un péndulo Charpy, de 30 kilogramos, con dispositivo especial para pruebas de tracción al choque.

### Comprobador de roscas.

Es un excelente aparato, de 3,50 metros de altura que, amplificando cincuenta veces el tamaño del filete y proyectándolo sobre la pantalla horizontal que lleva en su base, permite medir los pasos de los tornillos, escariadores y herramientas similares construidas en esta Fábrica, con un error menor de dos milímetros de milímetro.

Procede de Inglaterra, tratándose de un aparato modernísimo, que hasta el momento presente es el único que existe en España.

### Laboratorio Químico.

#### Figuras 31, 32 y 33.

En las tres secciones siguientes está dividido este Laboratorio:

#### Aceros y fundiciones.

Se dispone del material necesario para toda clase de análisis gravimétricos y volumétricos, del azufre, manganeso, fósforo, etc., y de un aparato norteamericano, Fleming, para la dosificación del carbono por combustión directa de este metaloide en un horno eléctrico.

Está también instalado un aparato Sarnstrom para la dosificación del carbono por ataque con una mezcla sulfo-crómica y combustión de los hidrocarburos formados en un tubo de platino de forma de espiral de espiral.

Un taladro eléctrico permite obtener en el mismo Laboratorio las virutas que se necesitan para los diferentes análisis.

#### Bronces, cobres y latones.

Un cuadro de análisis electrolíticos, construido por el taller Electro-Mecánico de esta Fábrica, permite conducir a un tiempo seis análisis de diferentes muestras.

#### Grasas, lubricantes y combustibles.

Un calorímetro, Mahler, construido por Poulen, para sólidos, líquidos y gases, permite medir el poder calorífico de los diferentes combustibles empleados por esta Fábrica.

Para el análisis de grasas y aceites lubricantes, se cuenta con un isómetro, Barber, para medir fluidos; un viscosímetro, Engler-Ragazini, para estudio de viscosidades; un refractómetro con prismas calentables, modelo Abbe-Zeiss; un aparato, Pensky-Martens, para determinar el punto de inflamación de los aceites; otro aparato de punto de goteo; una máquina para medir el poder mecánico lubricante de los aceites, y una instalación completa de balanzas.

Todos los servicios de estufas de secado, destiladores, hornillas, etc., están totalmente electrificados.

En su consecuencia, la Fábrica dispone hoy día de un servicio de Laboratorios muy

completo, que permite estudiar concienzudamente y previamente todo instrumento quirúrgico o nueva herramienta que se deseé construir, suministrando a talleres el grupo de Laboratorios, fichas de fabricación tan completas como las que figuran en este trabajo.

#### *Taller de instrumental.*

#### *Figuras 34 y 35. ==*

A este taller, de reciente construcción, llegan las piezas estampadas del taller de forja metálica, sufriendo en él todas las operaciones mecánicas que necesitan hasta su terminación, dándoles los tempos oportunos en hornos eléctricos con crisol de sales.

### CONCLUSIÓN

Disponiendo la Fábrica de los Laboratorios y talleres de que dispone, y siendo como es la fabricación de instrumental un problema de solución no difícil, según creemos haber demostrado en este trabajo, tenemos la esperanza de que cuantos hayan tenido la paciencia de seguirnos en estas páginas, abrigarán la íntima y completa convicción de que este Establecimiento Militar no es posible fracasar en fabricación, fundamentada sobre bases tan sólidas y científicas, pues admitirlo tan sólo equivaldría a considerar como falsas todas las grandes verdades y fundamentos de la Química y de la Metalografía, con cuyo apoyo ha dado pasos de gigante la industria extranjera.

Toledo 1.<sup>o</sup> de Diciembre de 1928.

MARIO SOTO

Comandante de Artillería,

Jefe de los Laboratorios de la Fábrica Nacional de Toledo.

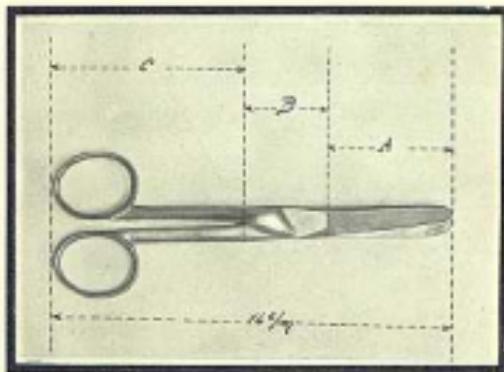


Figure 1.<sup>a</sup>

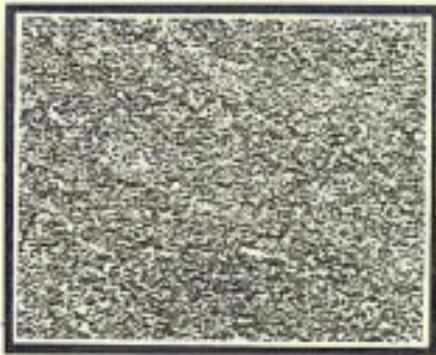


Figure 2.<sup>a</sup>



Figure 3."

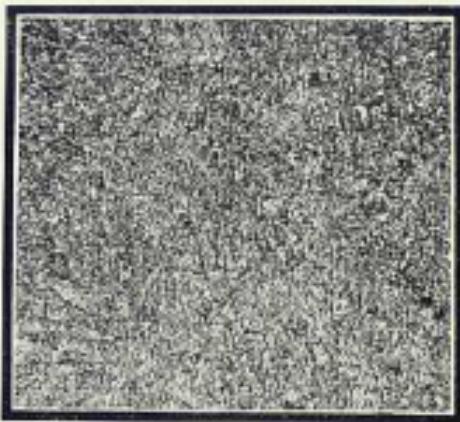


Figure 4."



Figure 6-A

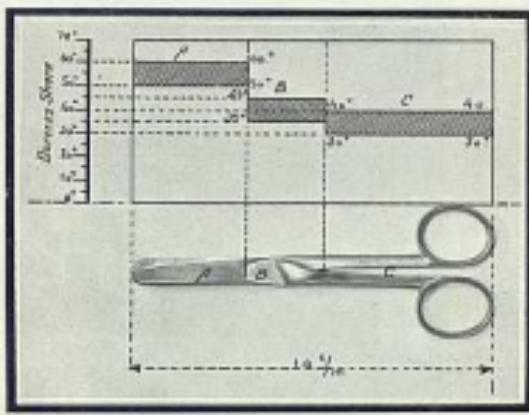


Figure 6-B



Figure 5A



Figure 5B

ESTUDIO DE RECORRIDOS  
Templado a 750° en agua y revenido

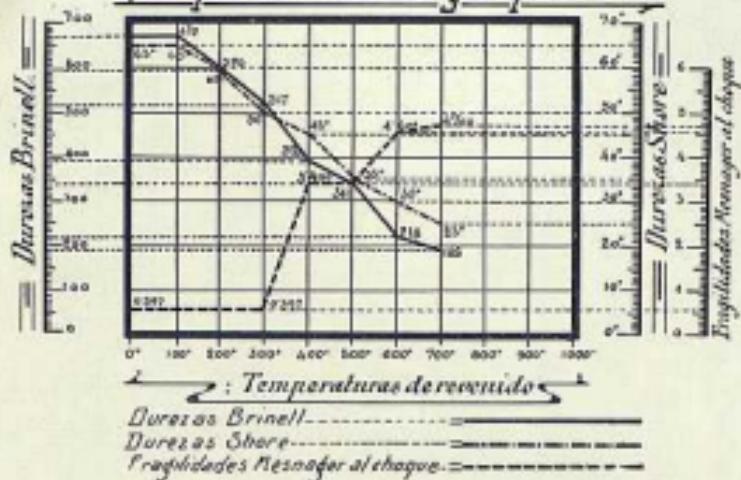


Figura 17.

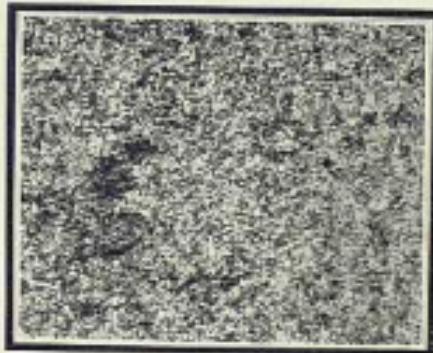


Figura 18.

# ESTUDIO DE REVERDOS

Templado a  $750^{\circ}$  en agua y revenido

R.E. u 7%

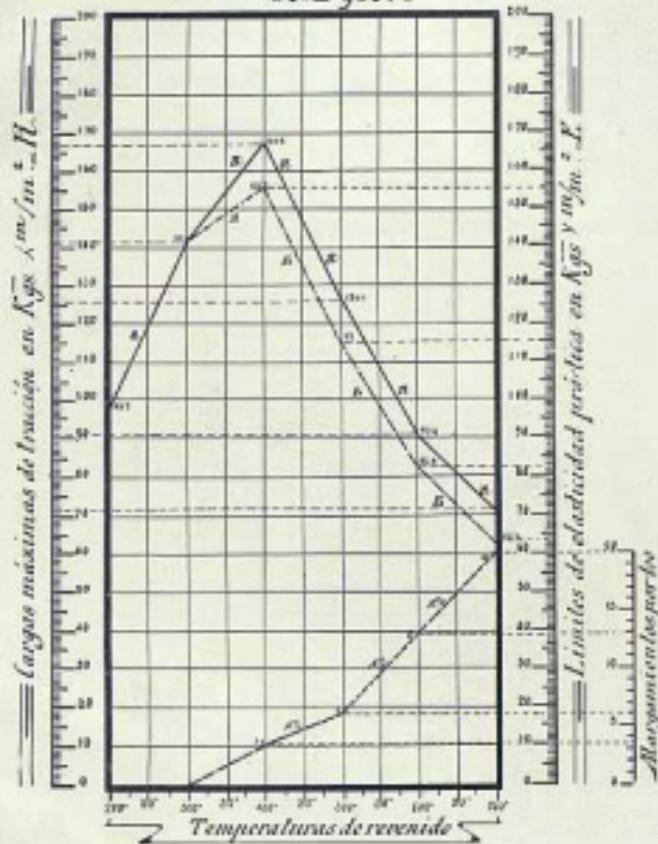


Figura II.

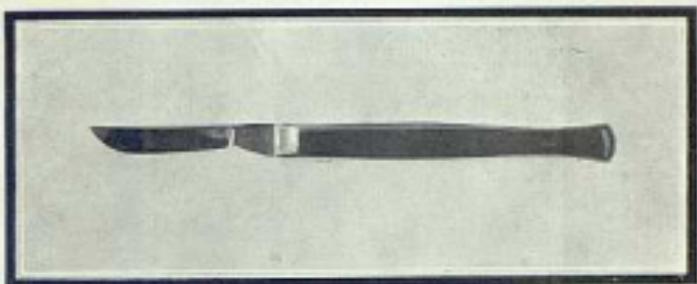


Figure 14.

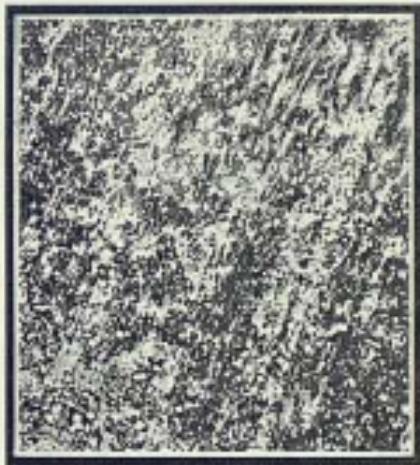


Figure 15.

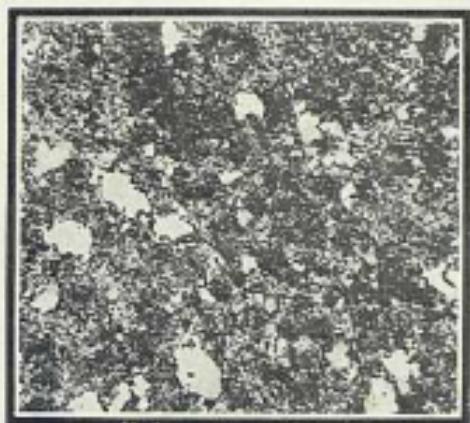


Figure 11.

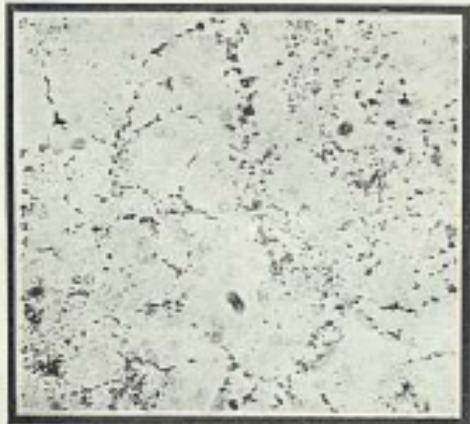


Figure 12.

**ACERO JONAS COLVER PARA BISTURIOS**  
**ESTUDIO DE REVENIDOS**

*Templado a 775° en agua y revenido*

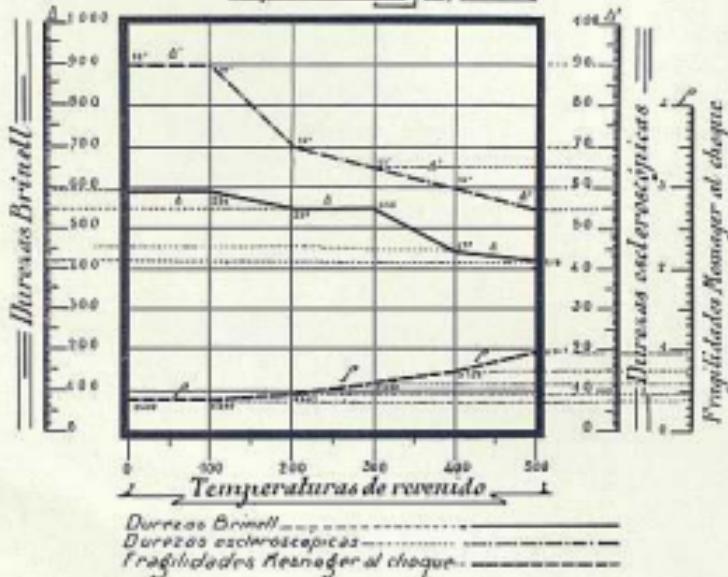


FIGURA 16.



Figure 15.

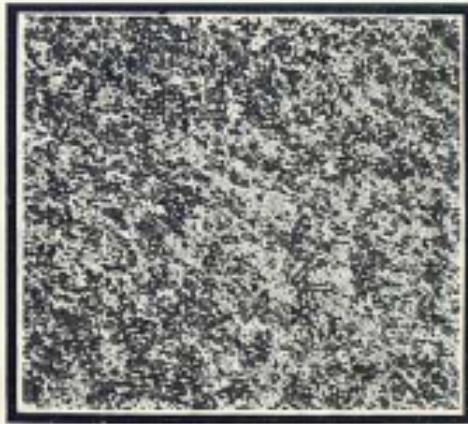


Figure 16.

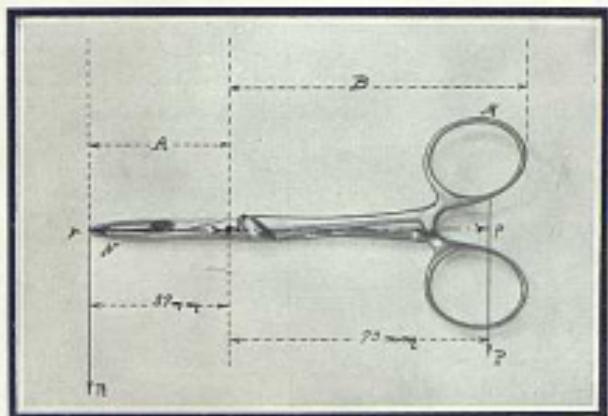


Figure 20.

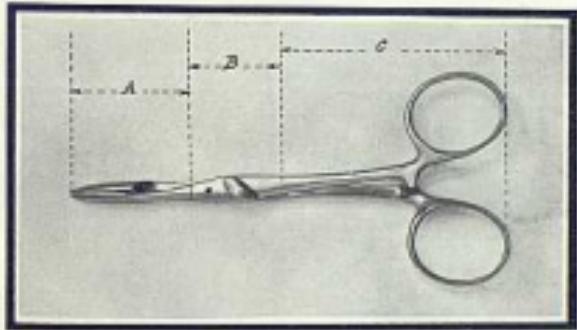


Figure 21.



Figure 21.



Figure 22.



Figure 25.

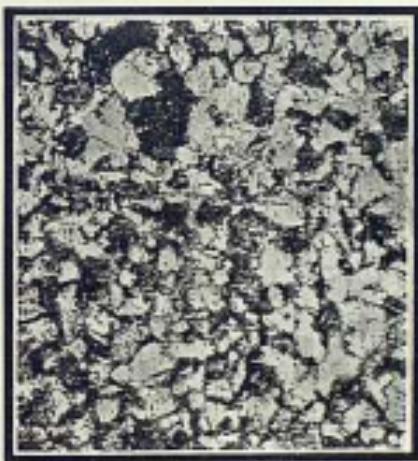


Figure 26.

## ACERO AL NIQUEL DE TRUBIA

### ESTUDIO DE REVERNIOS

*Templado a 800° en aceite y revenido*

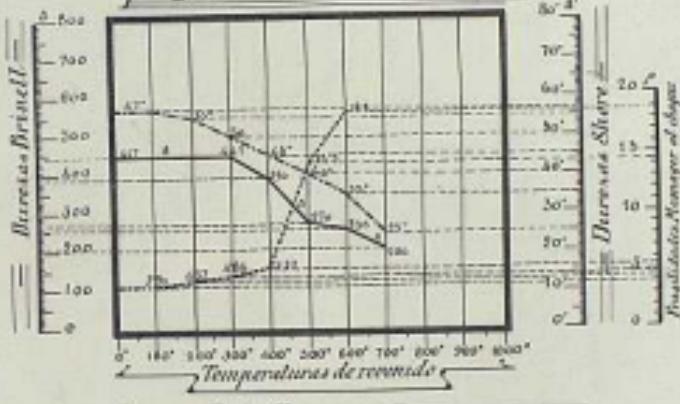


FIGURA 15.

# ACERO AL NIQUEL DE TRUBIA

## ESTUDIO DE REVESTIMOS

*Templado a 800° en aceite y revenido.*

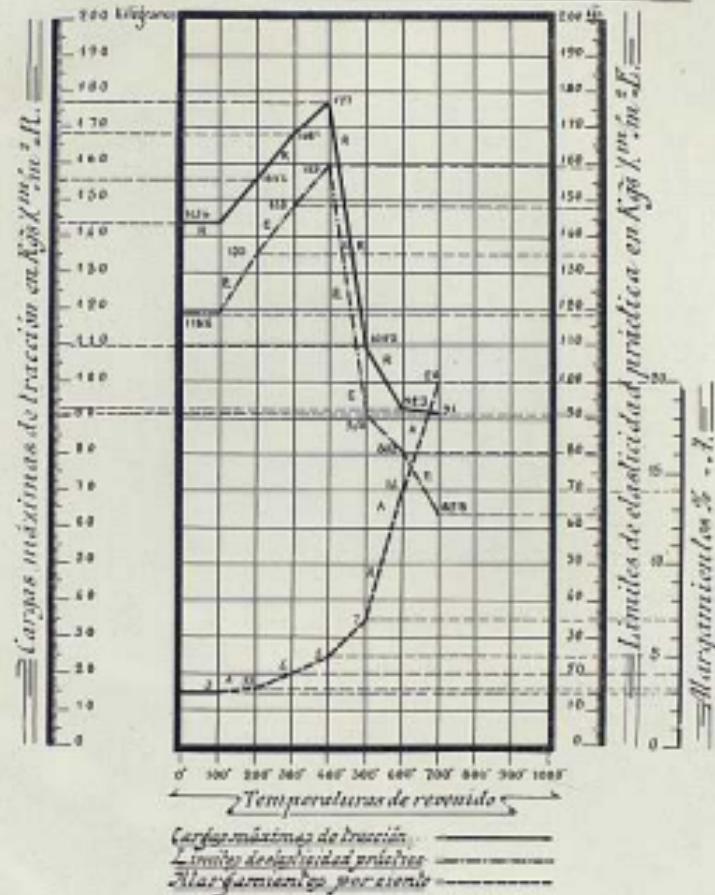


FIGURA 15.



Figure 17.

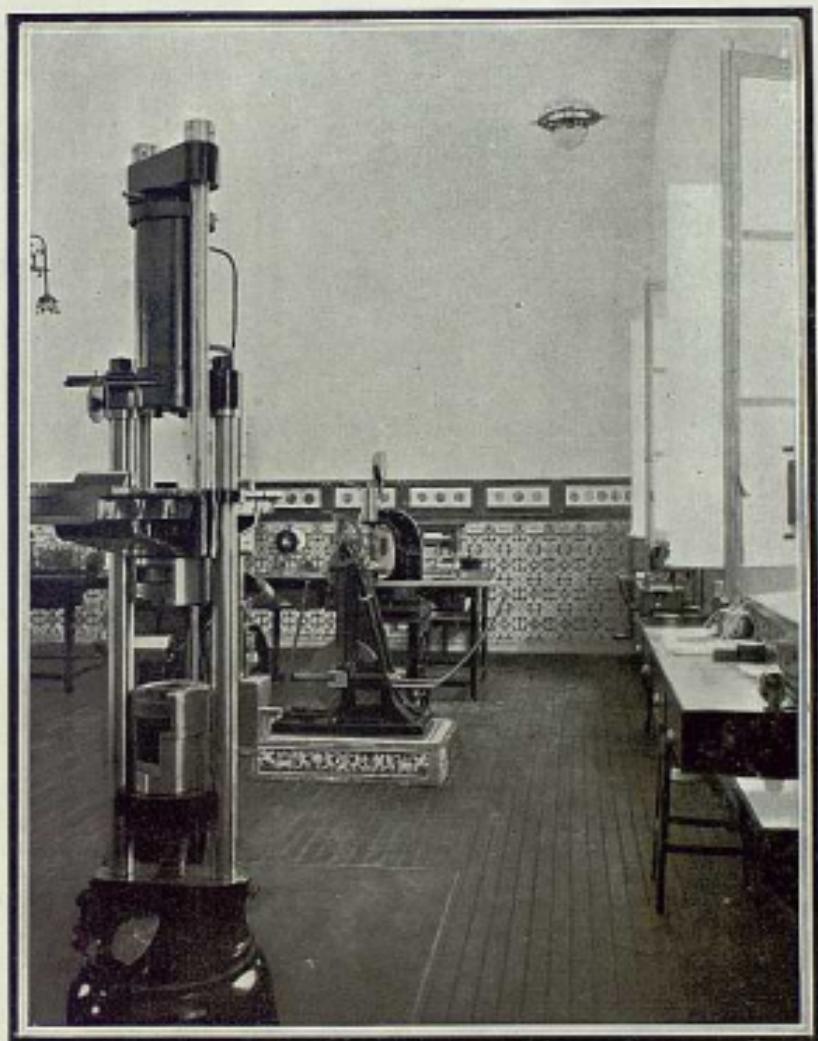


Figure 21.  
Laboratorio Metallográfico.

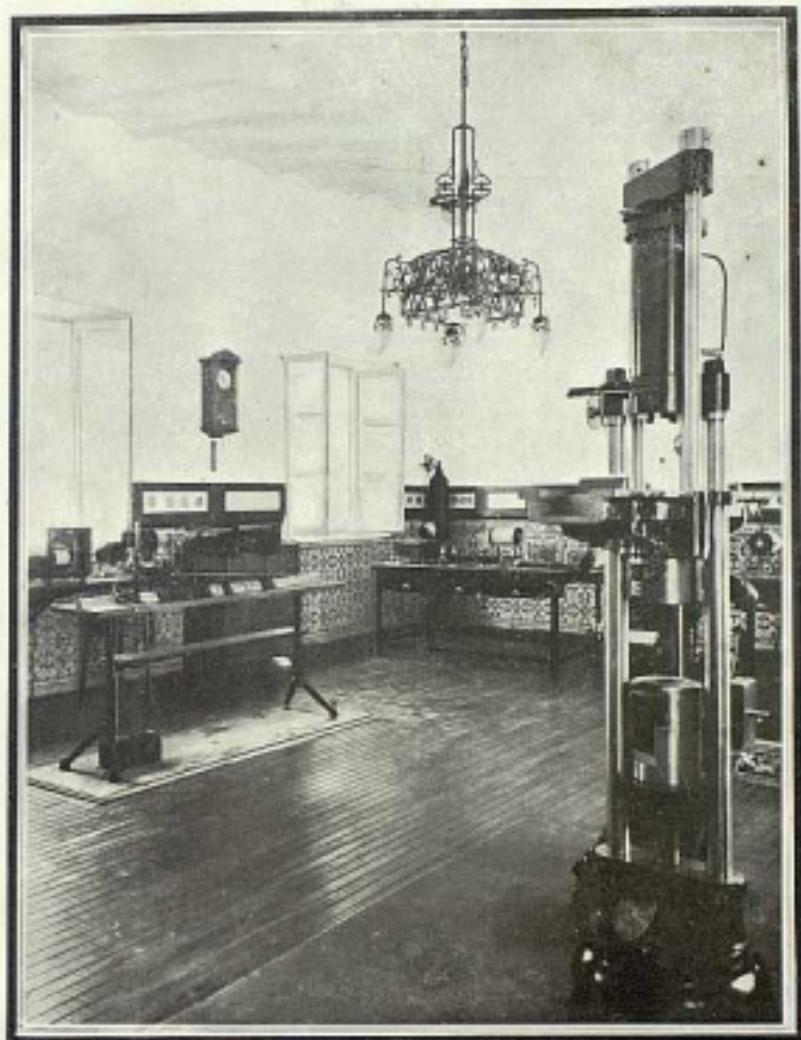


Figura 21.  
Laboratorio Histológico.

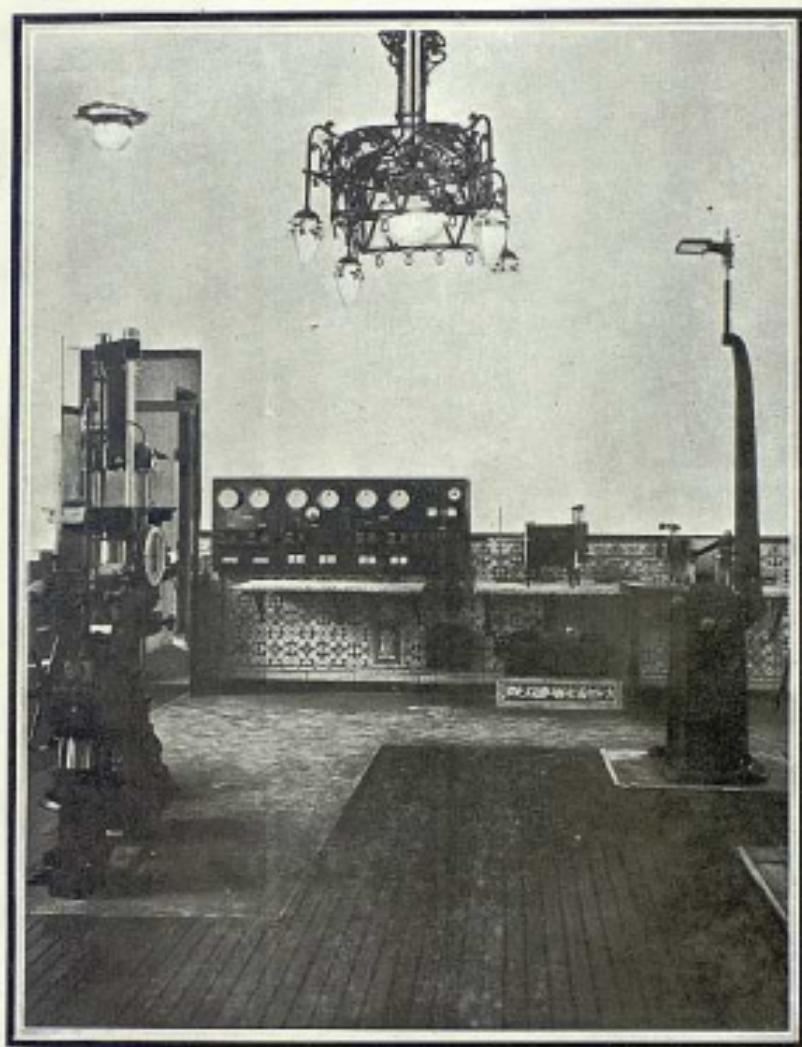


Figure 19.  
Gabinete Metalográfico.

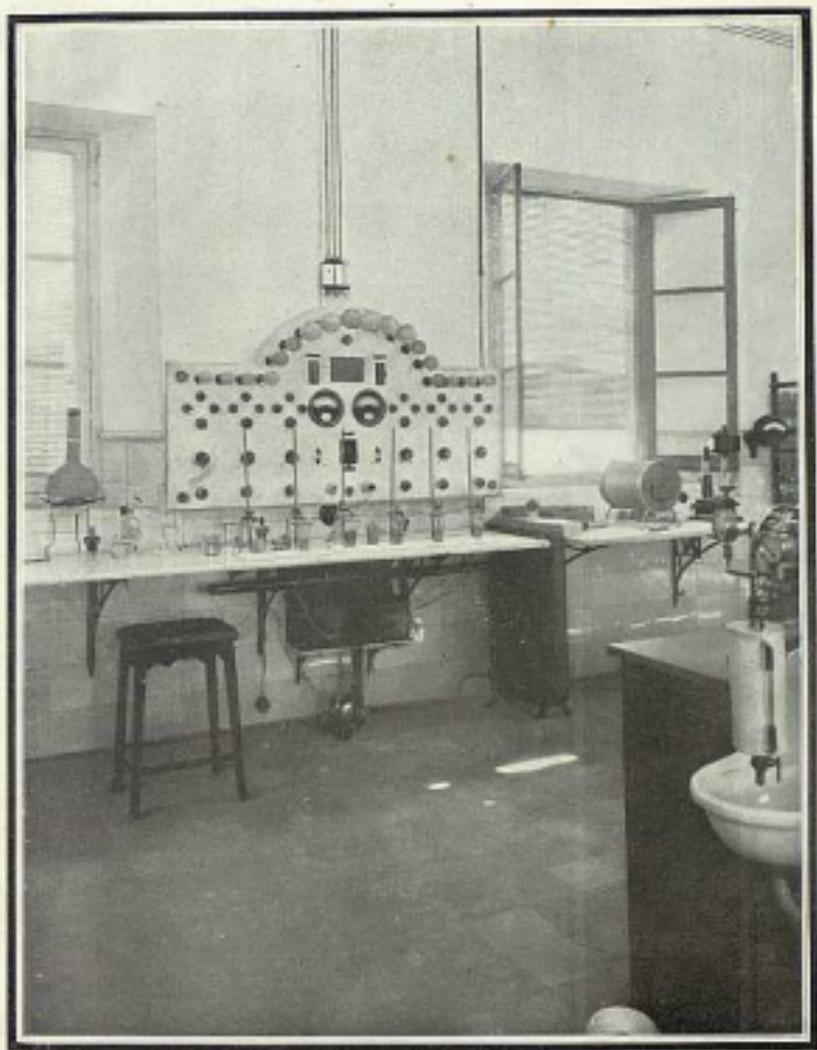


Figura 41.  
Gabinete Químico.



Placa 44.

Cobertorio Químico.

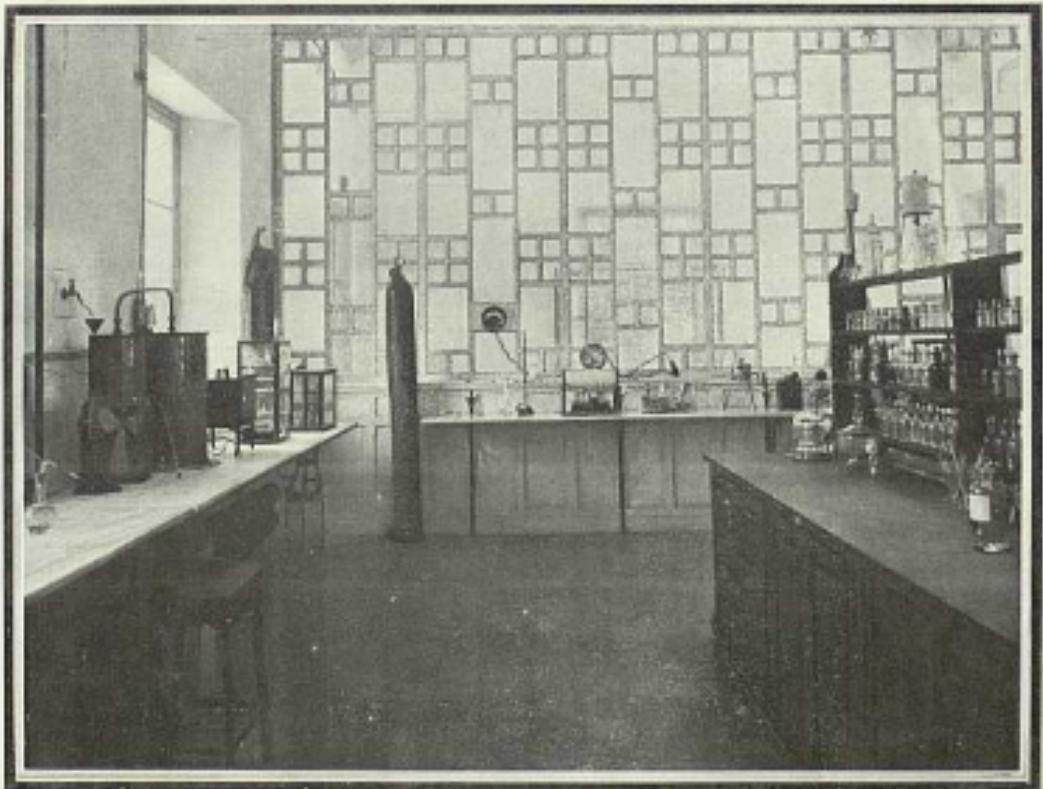


Figure 11.

Laboratorio Químico.

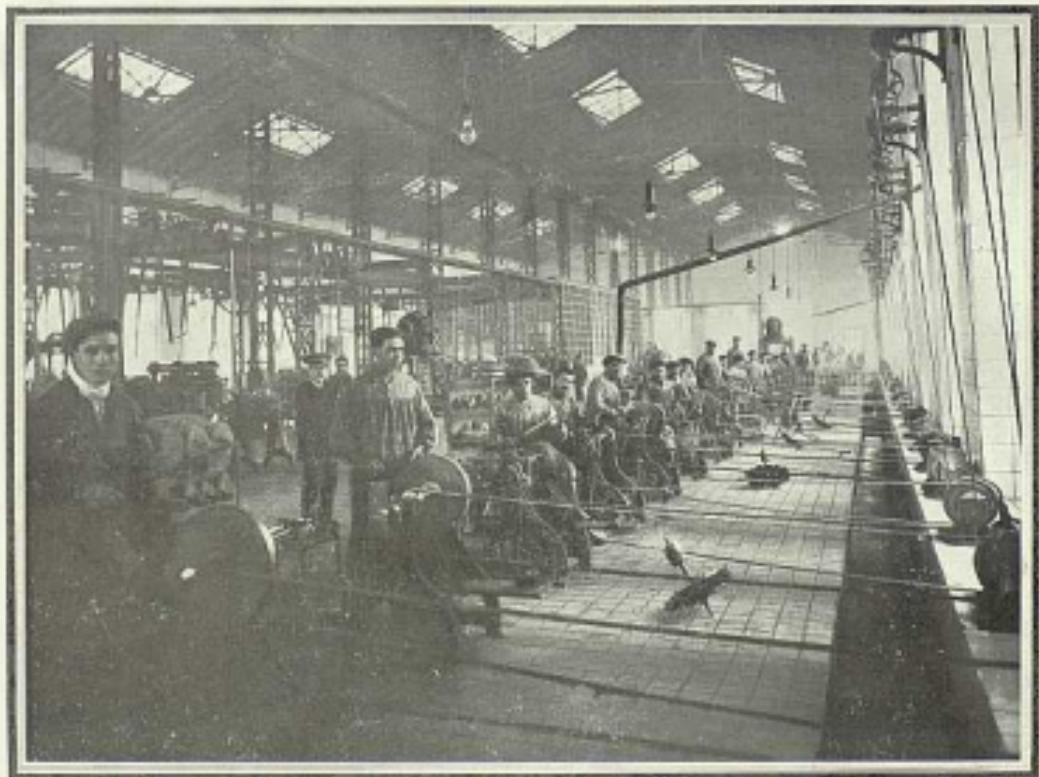
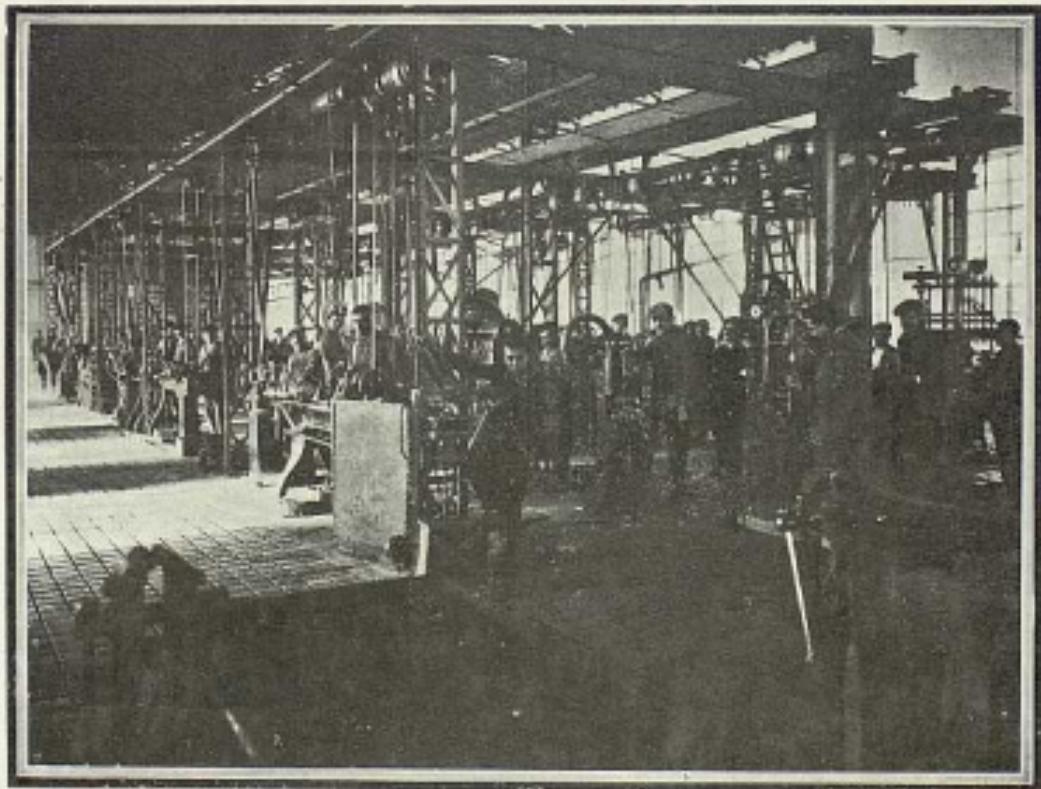


Figure II.

Taller de Instrumental Quivirgico.



Placa M.

Taller de Instrumental Quirúrgico.

