

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE RESORTES PARA COLCHONES DE LA FABRICA CHAIDE Y CHAIDE

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA

YAGUACHE LÓPEZ RONALD JUAN
ronaldytj@hotmail.com

DIRECTOR: ING. WILLAN LEOPOLDO MONAR MONAR
willanmonar@hotmail.com

Quito, DM, Agosto 2008

DECLARACIÓN

Yo, Ronald Juan Yaguache López, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Ronald Juan Yaguache López

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Ronald Juan Yaguache López, bajo mi supervisión.

Ing. Willan Monar
DIRECTOR DE PROYECTO

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres, por brindarme su apoyo incondicional en todo momento de mi vida y por darme un buen ejemplo en todo, a mis hermanos y amigos Christian y Jimmy, que con su amor, cariño y comprensión me han ayuda a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Jehová Dios por darme la vida, a mi familia por su permanente ayuda; agradezco de manera especial a la Empresa CHAIDE Y CHAIDE por brindarme la oportunidad de realizar el presente trabajo, al Ing. Willan Monar por su guía y dirección en el desarrollo de este proyecto, al Ing. Patricio Sánchez por el constante e incansable apoyo y direccionamiento, al Ing. Marcelo Altamirano, a la Sección Resortes y a todas las personas que colaboraron en el desarrollo de este proyecto.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
CONTENIDO.....	vi
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
PRESENTACIÓN.....	xiii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 CHAIDE Y CHAIDE.....	1
1.2 COLCHONES CHAIDE Y CHAIDE	1
1.3 TIPOS DE COLCHONES	2
1.3.1 COLCHÓN DE ALGODÓN.....	3
1.3.2 COLCHÓN DE ESPUMA	3
1.3.3 COLCHÓN DE ESPUMA MIXTO	3
1.3.4 COLCHÓN DE RESORTES.....	3
1.4 PRINCIPALES COMPONENTES DE UN COLCHÓN DE RESORTES... 3	3
1.4.1 PANEL DE RESORTES	4
1.4.2 ESPUMA	4
1.4.3 ESPUMA PRENSADA O AGLOMERADA.....	4
1.4.4 CILINDRO ESTABILIZADOR	5
1.4.5 FORRO	5
1.4.6 AISLANTE	5
1.5 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	5
1.5.1 PRINCIPIOS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	6
1.6 CHAIDE & CHAIDE Y SU SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD 7	7
1.6.1 ALCANCE DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	8
1.6.2 REQUERIMIENTOS GENERALES	8
1.6.3 REQUERIMIENTOS DE DOCUMENTACIÓN.....	9
1.6.3.1 MANUAL DE CALIDAD.....	9
1.6.3.2 CONTROL DE DOCUMENTOS.....	9
1.6.3.3 CONTROL DE REGISTROS.....	10
1.7 SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DEL PRODUCTO	10
CAPÍTULO II	13
RESORTES PARA COLCHONES	13
2.1 RESORTES	13
2.2 CONSTANTE DEL RESORTE.....	13

2.3	CLASIFICACIÓN DE RESORTES.....	15
2.3.1	RESORTE HELICOIDAL DE COMPRESIÓN	17
2.3.1.1	RESORTE ESTÁNDAR	17
2.3.1.2	RESORTE DE PASO VARIABLE.....	17
2.3.1.3	RESORTE CÓNICO.....	17
2.3.1.4	RESORTES DE BARRIL Y DE RELOJ DE ARENA.....	18
2.3.2	RESORTE HELICOIDAL DE EXTENSIÓN	18
2.3.3	RESORTE DE BARRA DE EXTENSIÓN	18
2.3.4	RESORTE HELICOIDAL DE TORSIÓN.....	19
2.3.5	ARANDELA O ROLDANAS DE RESORTE	19
2.3.6	RESORTE DE VOLUTA.....	19
2.3.7	RESORTE EN VIGA.....	19
2.3.8	RESORTE DE POTENCIA.....	20
2.3.9	RESORTE DE FUERZA CONSTANTE	20
2.4	MATERIALES PARA RESORTES.....	20
2.4.1	ACEROS DE ALTO CONTENIDO DE C PARA RESORTES.....	21
2.4.1.1	ALAMBRE DE INSTRUMENTO MUSICAL O ALAMBRE DE CUERDA DE PIANO	21
2.4.1.2	ALAMBRE REVENIDO AL ACEITE	21
2.4.1.3	ALAMBRE ESTIRADO EN FRÍO (ESTIRADO DURO)	21
2.4.1.4	ALAMBRE REVENIDO AL ACEITE	22
2.4.2	ACEROS DE ALEACIÓN PARA RESORTES.....	22
2.4.2.1	ACERO AL CROMO VANADIO	22
2.4.2.2	ACERO INOXIDABLE	22
2.4.2.3	ACERO AL CROMO SILICIO.....	22
2.4.2.4	BRONCE FOSFORADO	23
2.4.2.5	COBRE AL BERILIO	23
2.5	TIPOS DE RESORTES PARA COLCHONES	23
2.5.1	RESORTE POCKET COIL	25
2.5.2	RESORTES DE EXTREMOS ABIERTOS (LKF).....	25
2.6	RESORTE BONNELL.....	25
2.6.1	RELACIÓN ENTRE EL DIÁMETRO EXTERIOR DE LA CINTURA DEL RESORTE (D_{ta}) Y EL DIÁMETRO EXTERIOR DEL RESORTE (D_{fe}).....	27
2.7	PROCESO DE FABRICACIÓN DEL RESORTE BONNELL.....	28
2.7.1	DOBLADO.....	28
2.7.1.1	CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE DOBLADO	29
2.7.2	TRATAMIENTO TÉRMICO DEL RESORTE BONNELL	31
2.8	DESCRIPCIÓN DE UNA MÁQUINA RESORTERA O ENROLLADORA PARA RESORTES BONNELL.....	31
2.8.1	ESTADO DEL ALAMBRE.....	32
2.8.2	TENSADOR DEL ALAMBRE	33
2.8.3	RODILLOS DE AVANCE DEL ALAMBRE.....	34
2.8.4	DISPOSITIVO DE ESPIRALADO DEL RESORTE.....	35
2.8.5	SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN DEL RESORTE	37
2.8.6	ANUDADO DEL RESORTE	38
2.8.7	SISTEMA DE TRATAMIENTO TÉRMICO DEL RESORTE	39
2.9	DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DEL ALAMBRE	40

2.10 DETERMINACIÓN DEL PESO DEL RESORTE	41
CAPÍTULO III	43
PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD EN RESORTES.....	43
3.2 CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA.....	43
3.2.1 REQUISITOS QUÍMICOS	44
3.2.1.1 EL AZUFRE EN LOS ACEROS AL CARBONO	45
3.2.1.2 EL MANGANESO EN LOS ACEROS AL CARBONO	46
3.2.1.3 EL FÓSFORO EN LOS ACEROS AL CARBONO.....	46
3.2.1.4 EL SILICIO EN LOS ACEROS AL CARBONO.....	46
3.2.2 REQUISITOS DIMENSIONALES	47
3.2.2.1 PROCEDIMIENTO DE COMPROBACIÓN DE REQUISITOS DIMENSIONALES	48
3.2.3 REQUISITOS FÍSICOS	48
3.2.4 ENSAYOS MECÁNICOS EN ALAMBRES DE ACERO	49
3.2.5 ENSAYO DE TRACCIÓN PARA ALAMBRE DE ACERO	49
3.2.5.1 PROBETAS PARA EL ENSAYO DE TRACCIÓN	49
3.2.5.2 PROPIEDADES DE TENSIÓN (O TENSILES)	51
3.2.5.3 MÁQUINA PARA ENSAYO DE TRACCIÓN	54
3.2.5.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE TRACCIÓN.....	55
3.2.5.5 ENSAYOS DE PRUEBA	57
3.2.5.6 ESPECIFICACIONES PARA EL ENSAYO DE TRACCIÓN.....	58
3.2.6 ENSAYO DE TORSIÓN SIMPLE PARA ALAMBRE DE ACERO	58
3.2.6.1 MÁQUINA PARA ENSAYO DE TORSIÓN.....	59
3.2.6.2 PROBETAS PARA EL ENSAYO DE TORSIÓN.....	59
3.2.6.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE TORSIÓN	60
3.2.6.4 ESPECIFICACIONES PARA EL ENSAYO DE TORSIÓN	62
3.2.7 ENSAYO DE REDOBLADO PARA ALAMBRE DE ACERO	62
3.2.7.1 MÁQUINA PARA ENSAYO DE REDOBLADO.....	62
3.2.7.2 PROBETAS PARA EL ENSAYO DE REDOBLADO	64
3.2.7.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE REDOBLADO.....	65
3.2.7.4 ESPECIFICACIONES PARA EL ENSAYO DE REDOBLADO ...	66
3.2.8 ENSAYO DE ENROLLADO PARA ALAMBRE DE ACERO	66
3.2.8.1 MÁQUINA PARA ENSAYO DE ENROLLADO	67
3.2.8.2 PROBETAS PARA EL ENSAYO DE ENROLLADO.....	67
3.2.8.3 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE ENROLLADO	67
3.2.8.4 ESPECIFICACIONES PARA EL ENSAYO DE ENROLLADO ...	68
3.3 CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO EN PROCESO	68
3.3.1 RESORTE SIN ACABADO:.....	69
3.3.1.1 DIÁMETRO EXTERIOR DE LA CINTURA DEL RESORTE O DIÁMETRO CENTRAL (Dta)	69
3.3.1.2 SIMETRÍA DE LOS DIÁMETROS EXTERIORES DEL RESORTE SIN ACABADO (Dfe)	71
3.3.1.3 ALTURA DEL RESORTE SIN ACABADO (Fh).....	71
3.3.1.4 INCLINACIÓN DE LA PRIMERA VUELTA.....	72
3.3.1.5 LONGITUD DEL ALAMBRE.....	72
3.3.2 RESORTE ACABADO:.....	72
3.3.2.1 NÚMERO DE VUELTAS Y LONGITUD DEL NUDO.....	73

3.3.2.2	DIÁMETROS EXTERIORES DEL RESORTE ACABADO (Dfe) .	74
3.3.2.3	ALTURA DEL RESORTE ACABADO (Fh).....	75
3.3.2.4	INCLINACIÓN DEL RESORTE.....	75
3.3.3	CONTROL DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DEL RESORTE BONNELL.....	77
3.3.3.1	COMPROBACIÓN DE TEMPERATURA DE TRATAMIENTO TÉRMICO.....	77
3.3.3.2	CRAYONES O TIZAS TÉRMICAS.....	77
3.3.3.3	COMPROBACIÓN DE TEMPERATURA EN RESORTES BONNELL.....	78
3.4	CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO.....	79
3.4.1	ENSAYO DE COMPRESIÓN PARA LA COMPROBACIÓN DE ELASTICIDAD EN EL RESORTE BONNELL.....	80
3.4.2	ENSAYO DE COMPRESIÓN PARA LA COMPROBACIÓN DE PÉRDIDA DE ALTURA POR FATIGA EN EL RESORTE BONNELL.....	80
3.4.2.1	MÁQUINA PARA ENSAYO DE FATIGA.....	80
3.4.2.2	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE FATIGA.....	81
3.5	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE INSPECCIÓN DE CALIDAD EN RESORTES.....	81
3.6	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE CALIDAD Y REGISTROS DE INSPECCIÓN.....	81
CAPÍTULO IV.....		83
PRUEBAS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		83
PRUEBAS.....		83
CONCLUSIONES.....		83
RECOMENDACIONES.....		84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		85
ANEXOS.....		87
ANEXO Nº 1.....		88
CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE IDEAL ALAMBREC.....		88
ANEXO Nº 2.....		90
PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES.....		90
ANEXO Nº 3.....		107
REGISTROS DE CONTROL DE CALIDAD: RR-32, RR-33, RR-34, RR-35, RR-36, RR-37.....		107
ANEXO Nº 4.....		114
FOTOGRAFÍAS DE PRUEBAS.....		114

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 Representación gráfica de la firmeza del colchón	2
Fig. 1.2 Principales componentes de un colchón de resortes	4
Fig. 2.1 Constante del resorte 1.- Resorte lineal 2.- Resorte no lineal o alineal	14
Fig. 2.2 Combinación de resortes en serie y paralelo	15
Fig. 2.3 Tipos de resortes según su forma o configuración.....	16
Fig. 2.4 Tipos de Resortes y medio de unión entre sí: a)Resorte Bonnell, b)Resorte Pocket Coil c)Resortes de extremos abiertos (LKF).....	24
Fig. 2.5 Características geométricas del Resortes Bonnell	26
Fig. 2.6 Elasticidad del resorte bonnell.....	28
Fig. 2.7 Matriz – Émbolo para plegado (plegado).....	29
Fig. 2.8 Serie de pares de rodillos (perfilado).....	30
Fig. 2.9 Tríos de rodillos (rolado).....	30
Fig. 2.10 Partes de Máquina resortera	32
Fig. 2.11 Spider de alambre	33
Fig. 2.12 Curvatura ideal del alambre	33
Fig. 2.13 Tensador (enderezador) del alambre	34
Fig. 2.14 Rodillos de avance	35
Fig. 2.15 Dispositivo de espiralado.....	36
Fig. 2.16 Regulación ángulo β del cilindro separador.....	37
Fig. 2.17 Sistema de transportación del resorte.....	38
Fig. 2.18 Anudado de primer extremo del resorte	39
Fig. 2.19 Sistema de tratamiento térmico del resorte	40
Fig. 2.20 Longitud necesaria para producir un resorte (mm).....	41
Fig. 2.21 Peso del resorte (g)	42
Fig. 3.1 Probeta de alambre de acero para ensayo de tracción.....	50
Fig. 3.2 Probeta para ensayo de tracción.....	51
Fig. 3.3 Gráfica Esfuerzo-Deformación para un acero dúctil.....	52
Fig. 3.4 Probeta antes y después que el material falle.....	53
Fig. 3.5 Probeta para el ensayo de torsión.....	59
Fig. 3.6 Máquina para ensayo de redoblado	63
Fig. 3.7 Método para contar el número de redobles.....	64

Fig. 3.8 Ejemplos sobre la posición de probetas no circulares.....	64
Fig. 3.9 Esquema de la prueba de enrollado de alambre de acero	67
Fig. 3.10 Relación diámetro interior del resorte Vs. diámetro exterior de la cintura del resorte	70
Fig. 3.11 Comprobación del diámetro de la cintura del resorte	70
Fig. 3.12 Comprobación de los diámetros exteriores del resorte sin acabado y su simetría	71
Fig. 3.13 Comprobación de la altura del resorte sin acabado	71
Fig. 3.14 Comprobación de la inclinación de la primera vuelta del resorte	72
Fig. 3.15 Comprobación de la longitud del alambre	72
Fig. 3.16 Longitud del nudo correcto e incorrecto del resorte bonnell.....	73
Fig. 3.17 Comprobación del ajuste o apriete del nudo	74
Fig. 3.18 Comprobación de los diámetros exteriores del resorte acabado.....	74
Fig. 3.19 Comprobación de la altura del resorte.....	75
Fig. 3.20 Comprobación de la inclinación del resorte a 90° del nudo.....	76
Fig. 3.21 Comprobación de la inclinación del resorte a 180° del nudo.....	76
Fig. 3.22 Crayones o tizas térmicas para comprobación de temperatura	77
Fig. 3.23 Comprobación de temperatura con crayones térmicos	79
Fig. 3.24 Pérdida de altura por asentamiento permitida.....	80
Fig. 3.25 Diagrama de flujo del proceso de inspección de calidad en resortes...	82

RESUMEN

El presente trabajo muestra parámetros de Control de Calidad para inspeccionar la calidad del producto en las diferentes etapas del proceso de fabricación del resortes tipo bonnell para colchones, lo que comprende, inspecciones de requisitos en al menos tres puntos del proceso: materia prima (alambre de acero al carbono), producto en proceso (resorte sin acabado) y producto terminado (resorte acabado), los mismos que permiten garantizar que el producto final, los colchones de Chaide y Chaide cumplen con especificaciones técnicas y normas tanto nacionales como internacionales, como son: normas INEN, ICONTEC, ASTM, DIN y la norma de los fabricantes de máquinas resorterías.

La materia prima utilizada en la fabricación de resortes tipo bonnell para colchones es alambre de acero de alto contenido de carbono, de sección circular, el mismo que debe cumplir requisitos físicos, químicos, dimensionales; para inspeccionar propiedades en el alambre como resistencia a la tracción y ductilidad, se realizan sobre el alambre ensayos de tracción, torsión, redoblado y enrollado.

Se considera como resorte sin acabado al resorte que ha sido devanado y plegado únicamente, pero no ha sido anudado en los extremos ni tratado térmicamente; en este se inspeccionan requisitos de configuración, como diámetro de la cintura del resorte, diámetros exteriores de las bocas del resorte y altura el resorte.

El resorte acabado es aquel que ha sido devanado, plegado, anudado en los extremos y tratado térmicamente a una temperatura comprendida entre 274°C y 320°C, la inspección se realiza para comprobar: dimensiones finales del resorte, temperatura de tratamiento térmico con crayones térmicos, número de vueltas en los nudos, inclinación del resorte, la elasticidad del resorte al medir la pérdida de altura por asentamiento y la pérdida de altura del resorte por fatiga que se determina en un ensayo de fatiga en un total de 18000 ciclos.

PRESENTACIÓN

En el capítulo uno se presenta los antecedentes históricos de Chaide y Chaide, la clasificación de los colchones de acuerdo al sistema de fabricación, los principales componentes que se utilizan en la fabricación de un colchón de resorte como: panel de resortes, espuma, forro acolchado, aislante, cilindros estabilizadores, etc. también se mencionan los elementos de un sistema de gestión de calidad y su objetivo en la organización, así como los principios que lo rigen; se muestra el Sistema de Gestión que mantiene Chaide y las consideraciones de norma al realizar el seguimiento y medición de los productos en las diferentes etapas del proceso.

En el capítulo dos se define al resorte y su constante, se analiza los diferentes tipos de resortes y los materiales que se utilizan para su fabricación; se muestran algunos tipos de resortes para colchones como pocket coil, bonnell y el de extremos abiertos (LKF), se indica los elementos del resorte bonnell; la relación que existe entre el diámetro de la cintura y el diámetro de la boca del resorte; se muestra el proceso de fabricación del resorte mediante el cual el resorte es devanado, plegado, anudado en los extremos y tratado térmicamente.

El capítulo tres presenta los parámetros de control en la calidad del resorte para colchones y sus tolerancias, que se inspeccionan en tres etapas del proceso: materia prima, producto en proceso y producto terminado; estos parámetros se fundamentan en especificaciones y normas técnicas. Para el alambre se indican los requisitos físicos, químicos dimensionales y el método a seguir al realizar los ensayos mecánicos; en el resorte se inspecciona sus dimensiones, temperatura de tratamiento térmico; el ensayo de compresión para comprobar la pérdida de altura del resorte por fatiga; este capítulo muestra los parámetros de aceptación del producto en cada fase del proceso.

En el capítulo cuatro se presentan: Pruebas de comprobación de requisitos en el resorte bonnell fabricado por Chaide y Chaide, y las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 CHAIDE Y CHAIDE

En noviembre de 1975 empresarios con gran visión de futuro dieron origen a Chaide y Chaide, industria ecuatoriana que desde su creación se ha especializado en la fabricación de colchones de resortes y espuma. Sus productos cuentan con el respaldo de Restonic Mattress Corporation de los Estados Unidos de América, organización líder en la investigación y desarrollo de tecnología para la fabricación de colchones a nivel internacional.

Los productos de Chaide y Chaide se comercializan en Ecuador a través de una amplia red de distribuidores regidos por una política de excelencia en el servicio al consumidor. La calidad de los materiales, los sistemas técnicos de producción y los variados diseños de sus productos, le han permitido exportar a Colombia, Perú y por intermedio de sus clientes, a países europeos.

Chaide y Chaide satisface los requerimientos de los clientes más exigentes con productos de calidad y precios competitivos; para cumplir con los requerimientos de sus clientes la empresa ofrece cinco líneas de productos:

- Línea Restonic
- Línea Chaide
- Línea Regina
- Línea Económica
- Línea Bases y Muebles

1.2 COLCHONES CHAIDE Y CHAIDE

Los colchones Chaide y Chaide son diseñados para proporcionar soporte y descanso saludable al cuerpo humano, manteniendo la forma natural de la

espalda mientras duerme, esto contribuye al incremento en la calidad de vida de las personas, se pueden fabricar varias clases de colchones, utilizando y combinando diferentes tipos de materiales de acuerdo a las necesidades del cliente, de ahí que existan colchones cuya firmeza puede variar como se indica en la figura 1.1:

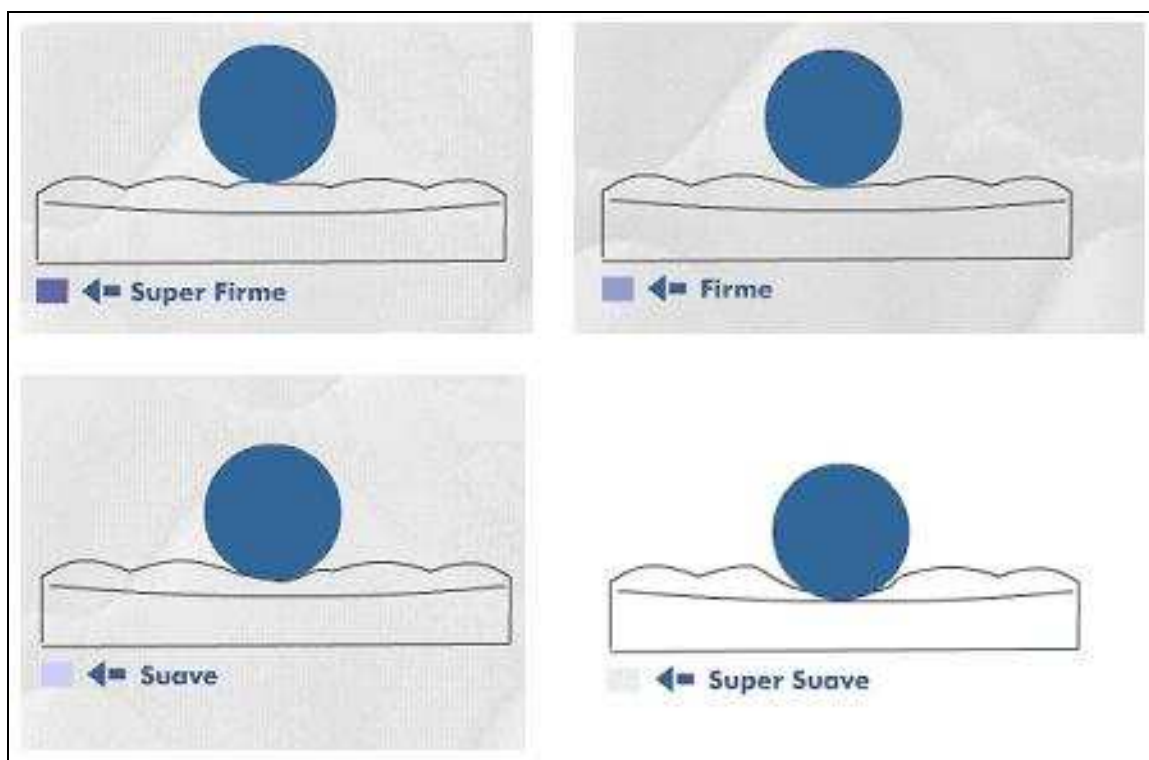


Fig. 1.1 Representación gráfica de la firmeza del colchón

1.3 TIPOS DE COLCHONES ¹

De acuerdo con el sistema de fabricación, los colchones para uso doméstico se clasifican en los siguientes tipos:

- Colchón de algodón
- Colchón de espuma
- Colchón de espuma mixto
- Colchón de resortes

¹ INEN 2035:95, *Plásticos. Artículos elaborados. Colchones. Requisitos e Inspección.*

1.3.1 COLCHÓN DE ALGODÓN

Es aquel cuyo único componente interno es el algodón.

1.3.2 COLCHÓN DE ESPUMA

Es aquel cuyo único componte interno es una o más planchas de espuma flexible de poliuretano.

1.3.3 COLCHÓN DE ESPUMA MIXTO

Es aquel que está conformado por espuma flexible de poliuretano y otros componentes como: espuma aglomerada o prensada (es la espuma que se obtiene del reciclado de espumas flexibles de poliuretano de diferentes densidades más la mezcla de químicos que garanticen la uniforme compactación del bloque) u otros componentes como madera contrachapada, etc.

1.3.4 COLCHÓN DE RESORTES

Es aquel cuya estructura interna está conformada por resortes entrelazados uno a otro mediante un gusanillo de alambre de acero y enmarcados con alambre de acero, recubierto de diferentes componentes como: aislantes, espuma flexible de poliuretano, algodón, plumón y un forro de tela.

1.4 PRINCIPALES COMPONENTES DE UN COLCHÓN DE RESORTES

Los principales componentes de un colchón de resortes son: panel de resortes, espuma, espuma prensada o aglomerada, cilindros estabilizadores, forro y aislante.

La figura 1.2 muestra la conformación general de un colchón de resortes con sus principales componentes o partes:

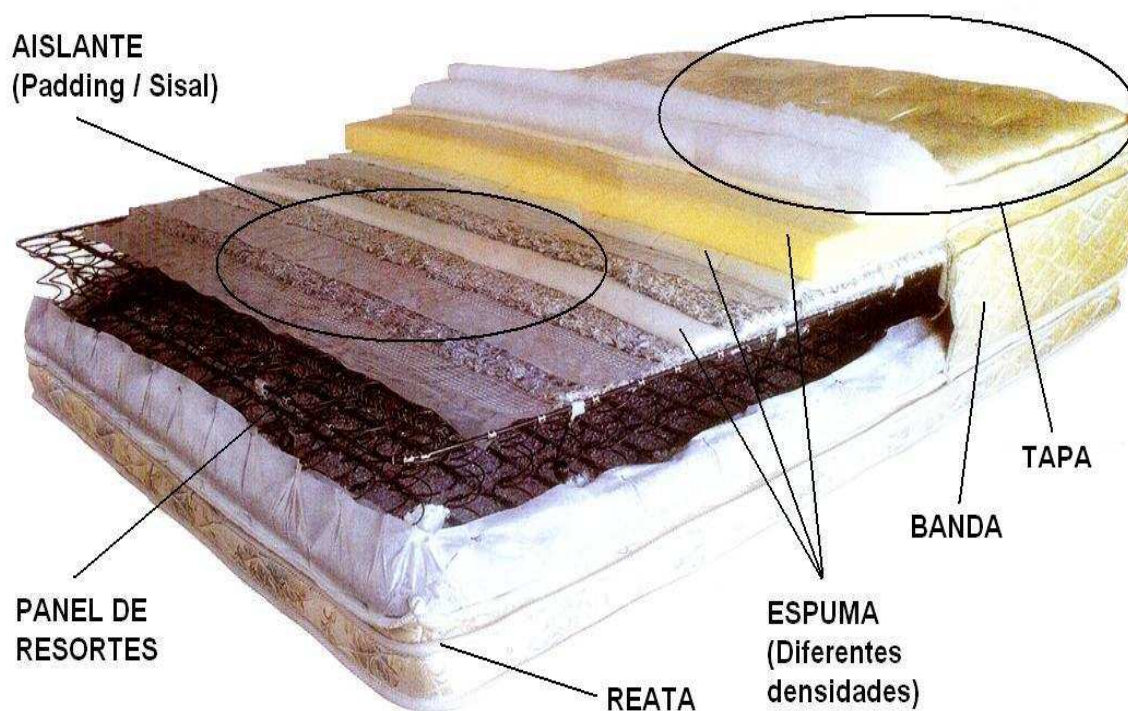


Fig. 1.2 Principales componentes de un colchón de resortes

1.4.1 PANEL DE RESORTES

Es la estructura metálica que soporta el peso del cuerpo y se forma por la unión de resortes mediante espirales de alambre y dos marcos mediante grapas metálicas o espiral de alambre de acero.

1.4.2 ESPUMA

Es el resultado de la mezcla de polioliol, isocianato de tolueno (TDI), silicona, amina, octoato de estaño, agua, pigmento y cloruro de metileno, y se la utiliza generalmente como láminas.

1.4.3 ESPUMA PRENSADA O AGLOMERADA

Similar a la espuma que compone el colchón de espuma mixto y se la utiliza como láminas generalmente.

1.4.4 CILINDRO ESTABILIZADOR

Es un soporte de polipropileno de alta densidad que proporciona mayor resistencia a los bordes del colchón, y son colocados en el centro de los resortes.

1.4.5 FORRO

Es la parte exterior que envuelve los componentes internos del colchón, está compuesto generalmente por dos tapas y una banda de tela, acolchados con espuma laminada y/o capas de algodón laminado y unidas mediante una reata; la tapa es un lado del forro del colchón (una superior e inferior), la banda es la parte lateral del colchón, es aquí donde se realizan agujeros de ventilación y la reata es una cinta de tela que se utiliza para unir la banda con las tapas del colchón.

1.4.6 AISLANTE

La función del aislante es repartir la carga localmente evitando que los resortes se claven en la espuma y forro. Como aislante puede utilizarse sisal, capa sintética con resina, fibra sintética, aislantes y trenzado de fibra de polipropileno, y si se requiere una combinación de varios a la vez. Chaide y Chaide utiliza en la fabricación de sus colchones tanto padding como sisal; el padding es una plancha de fibra, en su mayoría sintética, que se utiliza para proteger y preservar a la espuma del contacto con el panel de resortes; el sisal es una plancha de fibra natural de cabuya, cuya función es la misma que cumple el padding, generalmente se utiliza padding y sisal de diferente gramaje por metro cuadrado.

1.5 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ²

El Sistema de Gestión de la calidad es el conjunto de elementos interrelacionados de una empresa u organización por los cuales se administra de forma planificada la calidad de la misma, en la búsqueda de la satisfacción de sus clientes. Entre dichos elementos, los principales son:

² http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_gesti%C3%B3n_de_la_calidad

- *La estructura de la organización.* La estructura de la organización responde al organigrama de la empresa donde se jerarquizan los niveles directivos y de gestión.
- *La estructura de responsabilidades.* La estructura de responsabilidades implica a personas y departamentos. La forma más sencilla de explicitar las responsabilidades en calidad, es mediante un cuadro de doble entrada, donde mediante un eje se sitúan los diferentes departamentos y en el otro, las diversas funciones de la calidad.
- *Procedimientos.* Los procedimientos responden al plan permanente de pautas detalladas para controlar las acciones de la organización.
- *Procesos.* Los procesos responden a la sucesión completa de operaciones dirigidos a la consecución de un objetivo específico.
- *Recursos.* Los recursos, no solamente económicos, sino humanos, técnicos y de otro tipo, deberán estar definidos de forma estable y además de estarlo de forma circunstancial.

1.5.1 PRINCIPIOS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD³

Para conducir y operar una organización en forma exitosa se requiere que ésta se dirija y controle en forma sistemática y transparente. Se puede lograr el éxito implementando y manteniendo un sistema de gestión que esté diseñado para mejorar continuamente su desempeño mediante la consideración de las necesidades de todas las partes interesadas. La gestión de una organización comprende la gestión de la calidad entre otras disciplinas de gestión.

Se han identificado ocho principios que constituyen la base de las normas de sistemas de gestión de la calidad (la familia de Normas ISO 9000) que pueden ser

³ MONZÓN, ILIANA. (2004) *Implantación de los sistemas de gestión de la calidad ISO 9000. Una guía práctica*, Consultoría Gestión de la Calidad - Ciget Cienfuegos.

utilizados por la alta dirección con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño.

- Enfoque al cliente.
- Liderazgo.
- Participación del personal.
- Enfoque basado en procesos.
- Enfoque de sistema para la gestión.
- Mejora continua.
- Enfoque basado en hechos para la toma de decisión.
- Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.

1.6 CHAIDE & CHAIDE Y SU SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ⁴

CHAIDE Y CHAIDE mantiene un Sistema de Gestión de Calidad (SGC), que le ha permitido demostrar, tanto su capacidad de proporcionar de forma coherente productos que satisfagan los requisitos del cliente, especificaciones técnicas del producto y requisitos propios de la organización; así como aumentar la satisfacción del cliente mediante la eficaz aplicación del sistema y su mejora continua.

En su manual de calidad, CHAIDE Y CHAIDE describe el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) que permite asegurar que los requisitos de la norma ISO 9001:2000 sean conocidos y cumplidos para lograr la satisfacción del cliente y la mejora continua de los procesos.

CHAIDE Y CHAIDE utiliza dentro del SGC, Procedimientos, los mismos que detallan las responsabilidades, acciones y métodos aplicados para definir las políticas y procedimientos definidos en el manual de calidad de Chaide y Chaide. Cada departamento desarrolla procedimientos e instrucciones documentadas que

⁴ Chaide y Chaide, Manual de Calidad.

demuestran la distribución de sus responsabilidades para la aplicación de la política de calidad y permitir su continua ejecución en los procesos. La eficaz operación del SGC es responsabilidad del Representante de la Gerencia conjuntamente con los Gerentes de Área y en última instancia de la Gerente General.

1.6.1 ALCANCE DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

El SGC abarca: el diseño y desarrollo, fabricación y comercialización de colchones, bases y muebles y servicio al cliente distribuidor, en base a la norma ISO 9001:2000.

1.6.2 REQUERIMIENTOS GENERALES

Chaide y Chaide establece, documenta, implementa y mantiene un SGC cuyo propósito es mejorar continuamente su eficacia con los requisitos de la norma ISO 9001-2000, mediante el seguimiento de los Objetivos de Calidad establecidos y su evaluación anual.

Chaide y Chaide cuenta con un Diagrama de Calidad con el que:

- Identifica los procesos del SGC y su aplicación en toda la organización
- Determina la secuencia de los procesos
- Determina la interacción de estos procesos mediante un Plan de Calidad
- Establece los criterios y los métodos necesarios para asegurar que las operaciones y controles de los procesos sean eficaces
- Asegura la disponibilidad de recursos e información necesarios para facilitar la operación, análisis, medición y monitoreo de los procesos
- Implanta las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y conseguir la mejora continua de los procesos

Chaide y Chaide gestiona sus procesos de acuerdo con los requisitos de la norma ISO 9001:2000.

1.6.3 REQUERIMIENTOS DE DOCUMENTACIÓN

Chaide y Chaide mantiene una documentación estructurada en cuatro niveles:

1. Manual de Calidad (Define Política y Objetivos de calidad)
2. Procedimientos – Planes, Guías – Normas
3. Instructivos de Trabajo
4. Registros

1.6.3.1 Manual de Calidad

Chaide y Chaide establece y mantiene un manual de calidad que incluye:

- La política de calidad, objetivos, compromiso y autoridades.
- El alcance del SGC
- Referencia de los procedimientos que proveen las pautas de operación para realizar las actividades de la compañía
- Referencias de instrucciones de trabajo y registros correspondientes
- Referencia del Plan de Calidad en donde se expresa la interacción entre los procesos del sistema.

1.6.3.2 Control de Documentos

Los documentos requeridos por el SGC de Chaide y Chaide son controlados a través del Procedimiento de Control de Documentos y son elaborados conforme al Instructivo Elaboración de Documentos. Se cuenta con una Lista Maestra de Documentos en donde se detallan todos los documentos relacionados con el SGC, en el Procedimiento Control de Documentos se definen los controles necesarios para:

- Aprobar los documentos para asegurar que son los adecuados antes de la emisión
- Revisar y actualizar cuando sea necesario

- Asegurar que estén identificados los cambios y el estado de la revisión de documentos
- Asegurar que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en sus puntos de uso
- Asegurar que los documentos permanezcan legibles y fácilmente identificables
- Asegurar que los documentos de origen externo estén identificados y controlada su distribución
- Prevenir el uso indebido de documentos obsoletos, e identificarlos adecuadamente, si estos se conservaren para algún propósito

1.6.3.3 Control de Registros

Los registros de calidad son establecidos y mantenidos como evidencia de la conformidad con los requerimientos y de la operación efectiva del SGC. Los registros de calidad se mantienen legibles, fácilmente identificables y recuperables. En el Procedimiento Control de Registros se establece los controles necesarios para la identificación, almacenamiento, protección, tiempo de retención y eliminación de registros.

1.7 SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DEL PRODUCTO ⁵

La organización debería establecer y especificar los requisitos de medición (incluyendo los criterios de aceptación) para sus productos. La medición del producto debería planificarse y realizarse para verificar que se han alcanzado los requisitos de las partes interesadas y que se han utilizado para mejorar los procesos de realización.

Cuando se seleccionen métodos de medición para asegurar que los productos son conformes con los requisitos y cuando se consideren las necesidades y expectativas del cliente, la organización debería considerar lo siguiente:

⁵ ISO 9004:2000, *Sistemas de gestión de Calidad – Directrices para la mejora del desempeño*.

- a) los tipos de características de productos, que posteriormente determinan los tipos de mediciones, los medios de medición adecuados, la exactitud requerida y las habilidades necesarias;
- b) el equipo, el software y las herramientas requeridos;
- c) la localización de puntos de medición apropiados en la secuencia del proceso de realización;
- d) las características a medirse en cada punto, la documentación y criterios de aceptación a usarse;
- e) los puntos establecidos por el cliente para atestiguar o verificar las características seleccionadas de un producto;
- f) las inspecciones o ensayos/pruebas requeridas para atestiguar o llevarse a cabo por las autoridades legales o reglamentarias;
- g) dónde, cuándo y cómo la organización pretenda, o sea requerida por el cliente o por las autoridades legales o reglamentarias, para involucrar a terceras partes calificadas para realizar:
 - ensayos/pruebas de tipo,
 - inspecciones o ensayos/pruebas en el proceso,
 - verificación del producto,
 - validación del producto, y
 - calificación del producto;
- h) calificación del personal, materiales, productos, procesos y del sistema de gestión de la calidad;
- i) inspección final para confirmar que las actividades de verificación y validación se han completado y aceptado;
- j) registro de los resultados de las mediciones del producto.

La organización debería revisar los métodos usados para medir los productos y los registros de verificación planificados, para considerar las oportunidades de mejora del desempeño. Los siguientes son ejemplos típicos de registros de medición de producto que podrían considerarse para efectuar la mejora del desempeño:

- informes de inspección y ensayo/prueba,
- avisos de liberación de material;
- formularios de aceptación del producto, y
- certificados de conformidad, según sean requeridos.

Chaide y Chaide con el fin de satisfacer a sus clientes internos y externos con productos de calidad, realiza controles de calidad tanto en los procesos como en los productos, los mismos que le permiten garantizar un producto que cumple con especificaciones técnicas y normas.

El capítulo tres presenta parámetros de control de calidad en resortes bonnell para colchones, que es el propósito de este trabajo.

CAPÍTULO II

RESORTES PARA COLCHONES

2.1 RESORTES

Los resortes son componentes mecánicos que se caracterizan por absorber deformaciones considerables bajo la acción de una fuerza exterior, volviendo a recuperar su forma inicial cuando cesa la acción. Los resortes se diseñan para dar una fuerza que puede usada para:

- Empujar (Resorte de compresión)
- Tirar (Resorte de tracción)
- Torcer (Resorte de torsión), y
- Para almacenar energía.

Los resortes se fabrican con alambre o tira metálica de sección transversal circular, cuadrada, rectangular o de forma especial, doblado o enrollado según una forma adecuada de espira, o fabricados con material plano, cargado como una viga en voladizo.

Los resortes se utilizan con gran frecuencia en los mecanismos para asegurar el contacto entre dos piezas, acelerar movimientos que necesitan gran rapidez, limitar los efectos de choques y vibraciones, etc.

2.2 CONSTANTE DEL RESORTE

Además de su configuración el resorte tiene una constante, definida como la pendiente de la curva fuerza – deflexión o deformación. Si la pendiente es constante, podrá definirse como:

$$k = \frac{F}{y} \quad (1)$$

Donde:

k = constante del resorte

F = fuerza aplicada sobre el resorte

y = deflexión o deformación

La función deflexión expresa una razón entre la carga aplicada y la deflexión. La formulación de la ecuación 1 es posible debido a que la función deflexión siempre puede determinarse para cualquier geometría y cargas conocidas.

La constante de resorte podría ser un valor constante (resorte lineal) o variar con la deflexión (resorte alineal, o no lineal), como se muestra en la figura 2.1, ambos tienen su aplicación, pero se suele recurrir al resorte lineal para controlar cargas; existen muchas configuraciones con constante de resorte constantes.

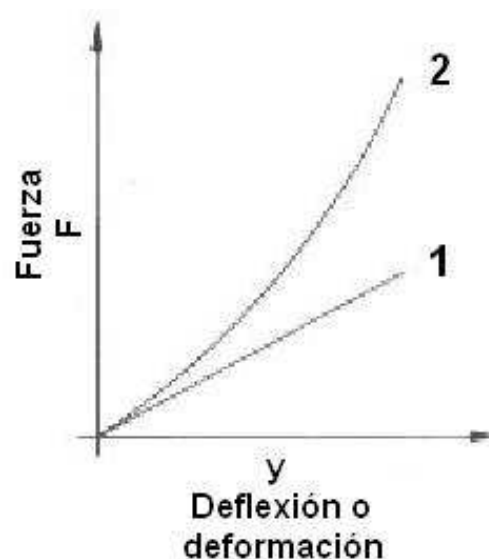


Fig. 2.1 Constante del resorte 1.- Resorte lineal 2.- Resorte no lineal o alineal

Cuando intervienen varios resortes, la constante resultante dependerá si la combinación se realiza en serie o en paralelo (Figura 2.2).

⁶ (1) Fuente: (Norton, 1999)

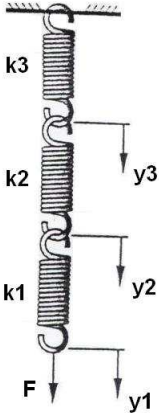
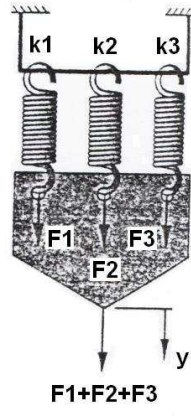
COMBINACIÓN DE LOS RESORTES	EN SERIE	EN PARALELO
FUERZA (F)	La misma fuerza pasa a través de todos los resortes.	La fuerza total se divide entre cada uno de los resortes.
DEFLEXIÓN (y)	Cada uno de los resortes contribuye con una parte de la deflexión total.	Todos los resortes sufren la misma deflexión.
CONSTANTE (k)	Las constantes del resorte se agregan en forma recíproca. $\frac{1}{k_{total}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3} + \dots + \frac{1}{k_n}$	Las constantes individuales del resorte se suman directamente. $k_{total} = k_1 + k_2 + k_3 + \dots + k_n$
GRÁFICOS		

Fig. 2.2 Combinación de resortes en serie y paralelo

Fuente: (Norton, 1999)

2.3 CLASIFICACIÓN DE RESORTES

Existen diferentes tipos de resortes, cada uno de ellos con sus determinadas aplicaciones, por tal motivo su clasificación se la puede realizar en base a diferentes parámetros:

- Según la forma o configuración del resorte: helicoidal cilíndrico, helicoidal cónico, en espiral, laminar.
- Según la forma de la sección transversal del hilo: circular, cuadrada, rectangular o de forma especial.

- Según el tipo de carga que soportan: de compresión, de tracción, de torsión, de flexión.

Los diferentes tipos de resortes según la forma o configuración del resorte se muestran en la figura 2.3, esta es la manera más conocida de clasificarlos.

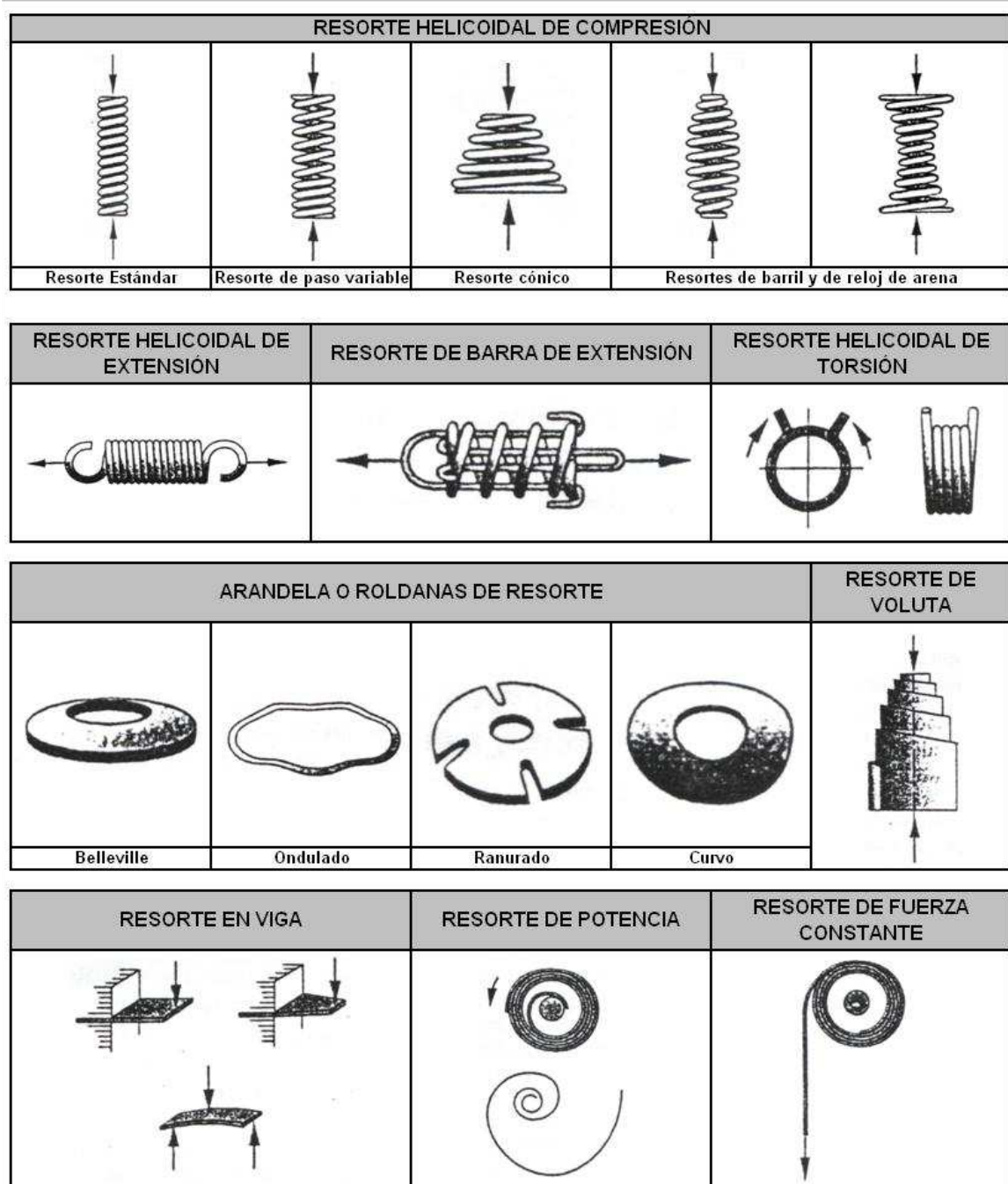


Fig. 2.3 Tipos de resortes según su forma o configuración

Fuente: (Norton, 1999)

2.3.1 RESORTE HELICOIDAL DE COMPRESIÓN

Las diferentes formas de resortes para este tipo de resorte presentan un amplio rango de carga y proporcionan fuerza de empuje y realizan grandes deflexiones; la aplicación común de este tipo es como resortes de retorno para válvulas en motores, resortes para troqueles, prensas, etc.

Entre las diferentes formas de este tipo de resortes se tiene: resorte estándar, de paso variable, cónico, de barril y de reloj de arena.

2.3.1.1 Resorte Estándar

Es la configuración de resorte más común, y hay en existencia muchos tamaños, la mayor parte están fabricados en alambre redondo, pero también se fabrican en alambre rectangular. Tiene espiras de diámetro constante, paso constante (distancia axial entre espiras) y tasa constante.

2.3.1.2 Resorte de paso variable

Es de configuración similar al resorte estándar, pero con paso y constante variable, las espiras con constante baja se cerrarán primero, con lo que se incrementa la constante eficaz cuando se tocan una con otra cuando toquen fondo. Se utilizan para minimizar las oscilaciones resonantes y la vibración.

2.3.1.3 Resorte cónico

"Esta clase de resortes representado por el común muelle de tapicero, puede considerarse como un resorte en espiral que ha sido estirado hasta darle una forma permanente, en la dirección del eje; o también como un resorte helicoidal en el que los radios de las espiras sucesivas no son iguales. Esta clase de resortes no son de uso frecuente en la construcción de máquinas a pesar de que tiene sobre el resorte helicoidal corriente la ventaja de tener una resistencia lateral considerable y puede emplearse con provecho en los casos en los que resulta

*difícil o no es conveniente guiar el resorte para impedir que se doble. Estos resortes se usan únicamente para resistir esfuerzos de compresión”.*⁷ Estos resortes presentan tasa constante o creciente, que por lo general no es lineal, incrementándose con la deflexión, ya que las espiras de diámetro más pequeño tienen una resistencia mayor a la deflexión, y las espiras mayores se flexionarán primero, sin embargo es posible lograr una constante de resorte casi constante variando el paso de las espiras. Debido a que se fabrican con altura sólida mínima, su principal ventaja es su capacidad de cerrarse a una altura tan reducida como un diámetro de alambre, si las espiras se anidan unas dentro de otras.

2.3.1.4 Resortes de barril y de reloj de arena

Estos tipos de resortes suelen considerarse como si fueran dos resortes cónicos ligados, ambos con constante de resorte alineal, las formas de barril y reloj de arena sirven en particular para modificar la frecuencia natural del resorte en relación con la forma estándar. Se utilizan para minimizar las oscilaciones resonantes y la vibración.

2.3.2 RESORTE HELICOIDAL DE EXTENSIÓN

Este tipo de resortes tiene ganchos en ambos extremos, presentan un amplio rango de carga y proporcionan fuerza de tracción y deflexiones grandes. Estos resortes se emplean en puertas y en contrapesos. El gancho queda más esforzado que las espiras del resorte y, por lo general, falla primero, haciendo que su diseño sea poco seguro pues cualquier cosa suspendida del gancho caerá primero al romperse el resorte de extensión.

2.3.3 RESORTE DE BARRA DE EXTENSIÓN

Este tipo de resorte resuelve el problema del resorte helicoidal de extensión mediante un resorte helicoidal de compresión en modo de tracción. Las barras de

⁷ KIMBALL D. S., BARR J. H. (1947), *Construcción de elementos de máquinas*. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana S.A. México.

extensión comprimen al resorte, y si éste se rompe, aún así soportará la carga con seguridad.

2.3.4 RESORTE HELICOIDAL DE TORSIÓN

Este tipo de resortes es enrollado de manera similar al resorte helicoidal de extensión, pero cargado a torsión (par de torsión). Aplicaciones comunes para ellos son contrapesos para puertas de garaje, ratoneras, etc. Hay muchas formas y detalles diferentes posibles en sus terminaciones o extremidades.

2.3.5 ARANDELA O ROLDANAS DE RESORTE

Todas las variedades de este tipo de resortes proporcionan una fuerza de compresión y sirve por lo general para cargar algo axialmente, como por ejemplo para eliminar el juego axial en un cojinete. Por lo general, tienen pequeñas deflexiones y a excepción del belleville, sólo aceptan cargas ligeras, entre los diversos estilos roldanas se tiene: el belleville tiene capacidad de soportar cargas elevadas y deflexiones bajas – elección de constantes (constante, creciente o decreciente); el ondulado soporta cargas ligeras, tiene baja deflexión y requiere un espacio radial limitado; el ranurado tiene deflexión más elevada que el belleville y el curvo que se utiliza para absorber juego axial.

2.3.6 RESORTE DE VOLUTA

Proporciona una fuerza de empuje, que actúa frente a fuerzas de compresión, pero tiene una fricción e histéresis importantes. Llega a tener una amortiguación por fricción inherentemente alta.

2.3.7 RESORTE EN VIGA

Cualquier tipo de viga serviría como resorte de compresión o de extensión. Los más comunes son las vigas en voladizo y las vigas simplemente apoyadas. Un resorte en viga suele tener un ancho constante o tener alguna forma, como el

trapezoidal. Son controlables la constante de resorte y la distribución de esfuerzos mediante cambios en el ancho o profundidad de la viga en su longitud. Las cargas llegan a ser elevadas, pero las deflexiones son limitadas.

2.3.8 RESORTE DE POTENCIA

Este tipo de resorte es conocido como resorte motor o de reloj. Sirve principalmente para almacenar energía y proporcionar un par de torsión según el número de vueltas. Los relojes y los juguetes de cuerda son impulsados con esta clase de resortes.

2.3.9 RESORTE DE FUERZA CONSTANTE

Se utilizan para cargas de contrapesos, así como para la fabricación de resortes motor de par de torsión constante. Proporcionan carreras de deflexión muy grandes con una fuerza de tracción casi constante (constante del resorte muy baja o igual a cero).

2.4 MATERIALES PARA RESORTES

El material ideal para un resorte tendría una resistencia a la tracción alta, un elevado punto de fluencia y un bajo módulo de elasticidad, a fin de proporcionar el máximo almacenamiento de energía.

La mayor parte de los resortes se fabrican de alambre estirado en frío, redondo o rectangular, o de cinta delgada rolada en frío y plana.

Existen en el mercado aceros de medio y alto contenido de carbono y aceros de aleación como de cobre al berilio y el bronce fosforado y unas cuantas aleaciones de acero inoxidable, estos son los más comunes para resortes, a pesar de su elevado módulo de elasticidad

2.4.1 ACEROS DE ALTO CONTENIDO DE CARBONO PARA RESORTES

Entre los más comunes y de mayor utilización se tiene: alambre de instrumento musical o alambre de cuerda de piano, alambre revenido al aceite, alambre estirado en frío (estirado duro) y alambre revenido al aceite

2.4.1.1 Alambre de instrumento musical o alambre de cuerda de piano

Especificaciones: SAE 1085 / ASTM A228

Es el mejor material, muy tenaz de muy amplio uso para resortes de espiras pequeñas (resortes pequeños). Tiene la resistencia más elevada a la tensión y a la fatiga por lo que puede resistir mayores esfuerzos que cualquier otro alambre para resorte. Se emplea en un rango de temperatura de 0°C a 120°C, se fabrica en diámetros de 0.12 a 3mm.

2.4.1.2 Alambre revenido al aceite

Especificaciones: SAE 1065 / ASTM A229

Acero para resorte de uso general, se emplea en muchos tipos de resortes helicoidales. Menos costoso y disponible en tamaños mayores del alambre para piano. Adecuado para cargas estáticas pero no muy bueno para cargas de choque o impacto y fatiga. Se emplea en un rango de temperatura de 0°C a 180°C, se fabrica en diámetros de 3 a 12mm, pero es posible obtener menores y mayores tamaños.

2.4.1.3 Alambre estirado en frío (estirado duro)

Especificaciones: SAE 1066 / ASTM A227

Acero para resorte de uso general de menor costo y debe utilizarse sólo donde la vida, la exactitud y la deformación no es muy importante. Adecuado para cargas estáticas pero no es bueno para la fatiga o el impacto. Se emplea en un rango de temperatura de 0°C a 120°C, se fabrica en diámetros de 0.8 a 12mm.

2.4.1.4 Alambre revenido al aceite

Especificaciones: SAE 1070 / ASTM A230

Calidad de resorte válvulas. Adecuado para cargas a la fatiga.

2.4.2 ACEROS DE ALEACIÓN PARA RESORTES

Entre los más comúnmente utilizados están: el acero al cromo vanadio, acero inoxidable, acero al cromo silicio, bronce fosforado cobre al berilio.

2.4.2.1 Acero al cromo vanadio

Especificaciones: SAE 6150 / ASTM A232

Acero aleado para resorte de mayor popularidad debido al uso más extenso en aplicaciones que implican esfuerzos elevados, inadmisibles en aceros al alto carbono, y de donde se necesita resistencia a la fatiga y alta durabilidad.

También sirve para cargas de impacto o choque, es ampliamente utilizado en válvulas de motores de aviación para temperaturas de hasta 220°C. Se encuentra disponible en clases recocido y prerrevenido. Se fabrica en diámetros de 0.8 a 12mm.

2.4.2.2 Acero Inoxidable

Especificaciones: SAE 30302 / ASTM A313 (302)

Adecuado para aplicaciones de fatiga.

2.4.2.3 Acero al cromo silicio

Especificaciones: SAE 9254 / ASTM A401

Esta aleación es un material excelente para resortes altamente esforzados que requieran larga vida y trabajan sometidos a cargas de impacto o choque y a la fatiga, calidad de resorte de válvula; usualmente su dureza Rockwell

está entre RC50 y RC53, este material puede emplearse hasta temperaturas de 250°C. Se fabrica en diámetros de 0.8 a 12mm.

2.4.2.4 Bronce fosforado

Especificaciones: SAE CA-510 / ASTM B159

Resistencia elevada, buena resistencia a la fatiga, bastante resistente a la corrosión, no debe tratarse térmicamente ni doblarse a lo largo de la dirección del grano.

2.4.2.5 Cobre al berilio

Especificaciones: SAE CA-172 / ASTM B197

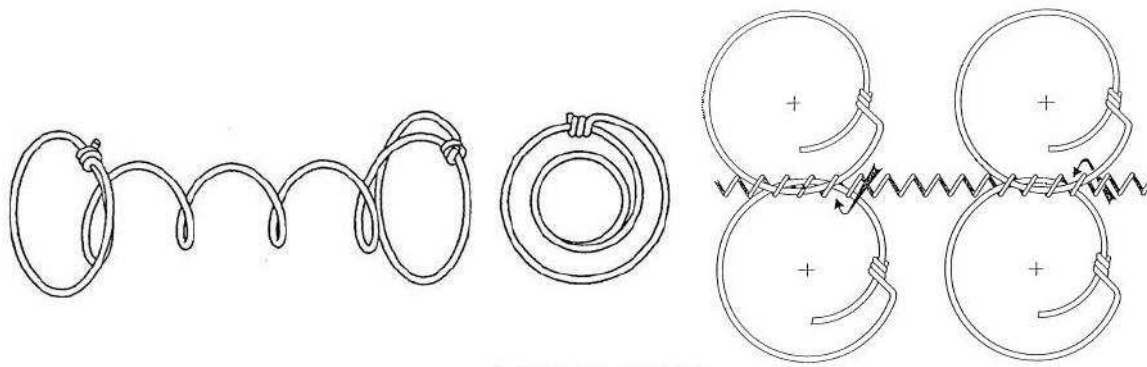
Es similar al bronce fosforado, sin embargo este puede ser tratado térmicamente y doblarse a lo largo del grano.

2.5 TIPOS DE RESORTES PARA COLCHONES⁸

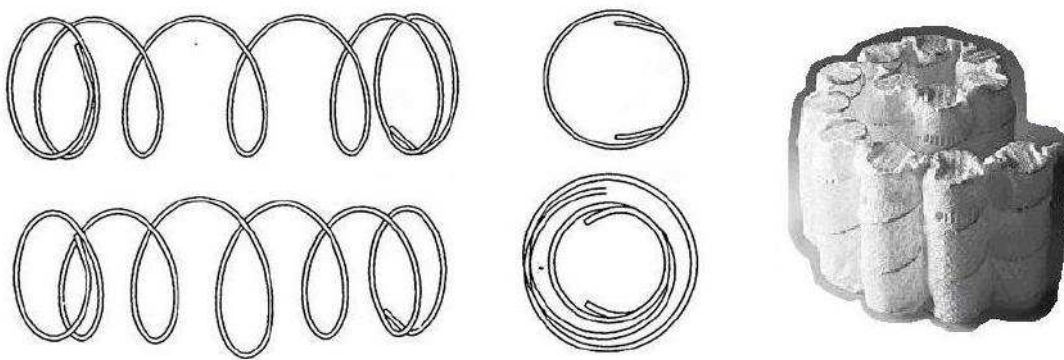
Para la conformación del panel de resortes, que es la estructura interna del colchón, conformada por resortes unidos entre sí mediante espirales y enmarcados con alambre de acero de mayor diámetro que el de los resortes se puede utilizar varios tipos de resortes, cada uno de ellos presenta características específicas en su configuración geométrica como en el proceso de fabricación, lo que los hace útiles para diferentes aplicaciones.

En la figura 2.4 se muestra los resortes más comúnmente utilizados en la fabricación de paneles o estructuras resortadas para colchones, estos son: el resorte bonnell, el pocket coil y el de extremos abiertos (LKF), y su medio de unión.

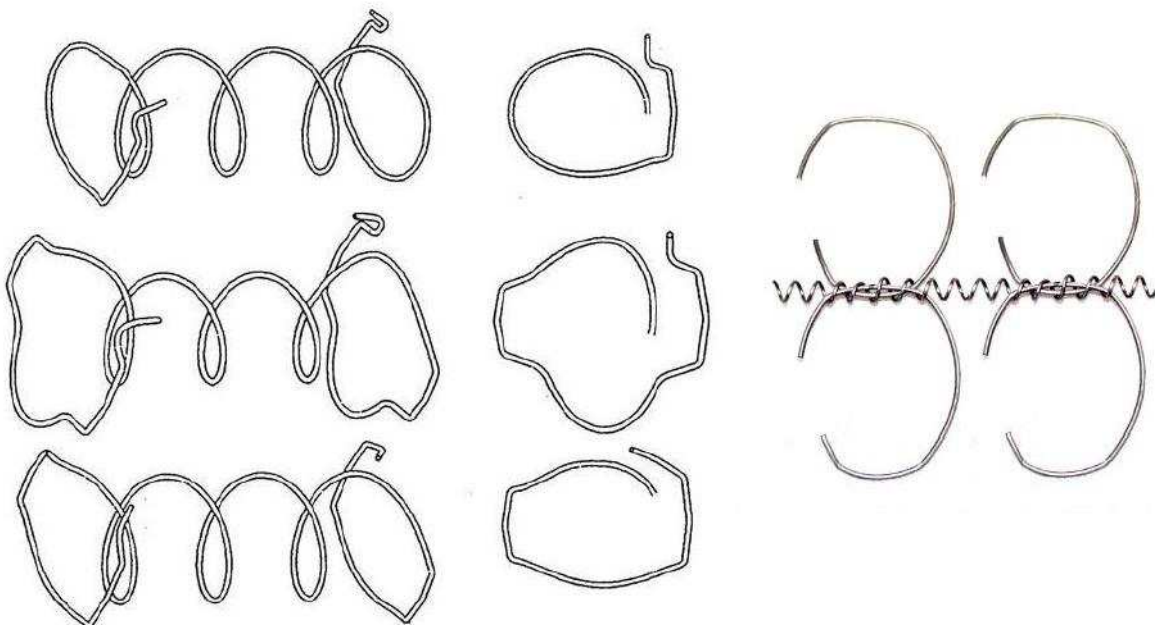
⁸ http://www.viajesabordo.com/famsa_mx/contenido_mx/colchonometro/clch.swf



a) Resorte Bonnell



b) Resorte Pocket Coil



c) Resortes de extremos abiertos (LKF)

Fig. 2.4 Tipos de Resortes y medio de unión entre sí: a)Resorte Bonnell, b)Resorte Pocket Coil c)Resortes de extremos abiertos (LKF)

Fuente: (Manual de máquina resortera Spühl, 2004)

2.5.1 RESORTE POCKET COIL

Sistema de resortes forrados o enfundados independientemente en tela no tejida de polipropileno. Esta tecnología minimiza la transferencia de movimiento de un compañero al otro durante el sueño. Cada resorte reacciona independientemente a la presión sin afectar los resortes en otras áreas del colchón, ya que están unidos solo en su centro. Ofrecen un soporte individual a cada parte del cuerpo y una operación silenciosa, de manera que cuando uno se mueve, no molesta a la pareja. Estos resortes no necesitan estar templados, ya que su forma de barril y su altura significativamente mayor, proporcionan hasta el doble de resistencia a la flexión que cualquier otro colchón.

2.5.2 RESORTES DE EXTREMOS ABIERTOS (LKF)

Este tipo de resortes brinda mejor postura al cuerpo, de acuerdo al brazo sensor ya que proporciona un soporte firme donde el peso es mayor (caderas y hombros), y un soporte suave donde el peso es menor. El resorte de extremos abiertos LKF es de acero de alto contenido de carbono doblemente templado para que vuelva a su altura original continuamente, y así brindar el mejor confort, además cuenta con tres lados planos en las bocas del resorte que permite una mejor sujeción entre los demás resortes a través del espiral o gusanillo.

2.6 RESORTE BONNELL

Este tipo de resorte es bicónico, en forma de espiral de doble cono o en forma de reloj de arena, fabricado de acero de alto contenido de carbono, de sección circular, que puede ser utilizado en la fabricación de colchones, muebles acolchados y asientos de vehículos, proporciona un soporte adecuado en todo el cuerpo, los colchones conformados con este tipo de resortes suelen ser firmes y muy firmes, dependiendo de la cantidad, tamaño y distribución de resortes en el panel, para unir este tipo de resortes uno con otro se usa alambre de acero en espiral en forma de gusanillo.

La norma INEN 2035:95 Plásticos. Artículos elaborados. Colchones. Requisitos e inspección; establece que los resortes a utilizarse en la fabricación de colchones deben ser en forma de espiral de doble cono o en forma de reloj de arena, razón por la cual Chaide y Chaide emplea en la fabricación de sus colchones el resorte bonnell cuya configuración es la que establece la norma nacional, de ahí que el presente trabajo tenga como objeto de estudio el resorte bonnell, en la figura 2.5 se observa las características geométricas de un resorte bonnell:

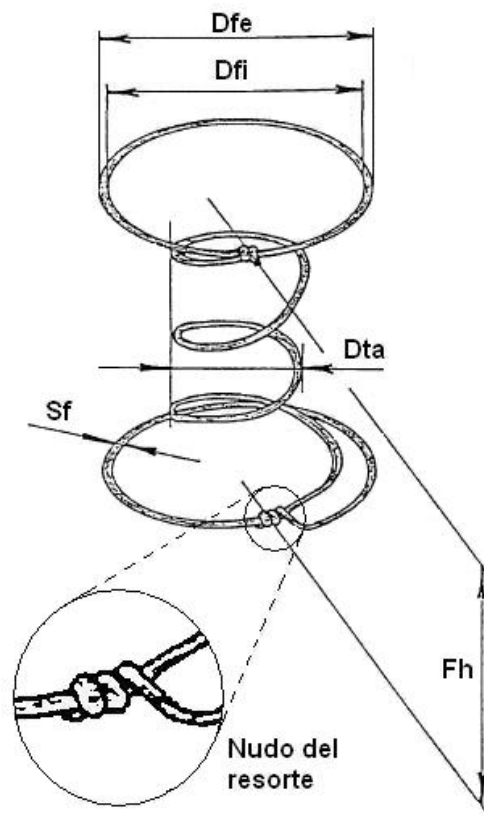


Fig. 2.5 Características geométricas del Resortes Bonnell

Fuente: (Manual de máquina resortera Spühl, 2004)

Donde:

- Fh = Altura del resorte (mm)
- Dfe = Diámetro exterior del resorte (mm)
- Dfi = Diámetro interior del resorte (mm)
- Dta = Diámetro exterior de la cintura del resorte o diámetro central (mm)
- Sf = Diámetro del alambre (mm)
- If = Número de vueltas (se considera de nudo a nudo)

Actualmente existen varios tipos de máquinas resorteras que permiten obtener resortes bonnell de diferentes tamaños, pudiendo variar: el diámetro exterior del resorte, la altura, el diámetro del alambre, el número de vueltas o espiras; en la tabla 2.1 se muestra un ejemplo de las posibles variaciones en la configuración del resorte bonnell de acuerdo a las necesidades y diseño del producto:

Resorte Bonnell				
Número de vueltas	Altura del resorte	Diámetro interior	Diámetro del alambre	Diámetro exterior de la cintura
lf	Fh (mm)	Dfi (mm)	Sf * (mm)	Dta (mm)
4	70 - 120	60 - 69	1.8 - 2.5	25 - 40
		70 - 105	1.8 - 2.5	35 - 48
		75 - 105	2.6 - 3.3	40 - 60
5	110 - 160	50 - 69	1.8 - 2.5	25 - 40
		70 - 105	1.8 - 2.5	35 - 48
		75 - 105	2.6 - 3.3	40 - 60
6	125 - 160	65 - 89	2.0 - 2.5	35 - 48

* Para Sf > 2.6mm -> realizar un nudo de 1.5 vueltas

Tabla 2.1 Variación en la configuración del resorte bonnell

Fuente: (Manual de máquina resortera Spühl, 2004)

Un panel de resortes de calidad se comprime bajo una presión suave y se hace más rígido a medida que se apoya más peso. En esto influye el número de vueltas que tenga el resorte. El rango de vueltas variará entre 5 y 8 según el modelo del resorte (bonnell 4 a 6). Cuanto más vueltas tenga el resorte, el panel presentará mejor soporte y mayor firmeza.

2.6.1 RELACIÓN ENTRE EL DIÁMETRO EXTERIOR DE LA CINTURA DEL RESORTE (Dta) Y EL DIÁMETRO EXTERIOR DEL RESORTE (Dfe)

La relación entre estos dos diámetros define la elasticidad del resorte, esto es la capacidad que tiene un resorte de permitir una deformación mayor bajo la aplicación de una fuerza exterior y volver a recuperar su tamaño y forma original; en la figura 2.6, se muestra el resorte A y B, ambos con diámetro exterior de la misma dimensión (Dfe "A" = Dfe "B"), el resorte "A" con diámetro exterior de la

cintura mayor es más elástico que el resorte "B" con diámetro exterior de la cintura menor, mientras que este último presenta mayor resistencia a la compresión (menor elasticidad).

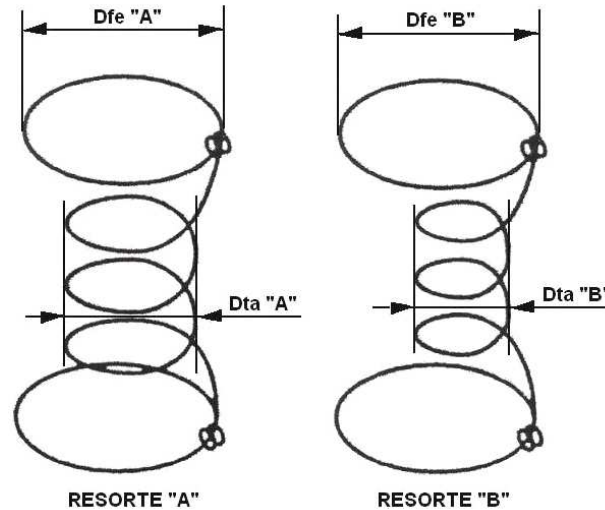


Fig. 2.6 Elasticidad del resorte bonnell

Fuente: (Manual de máquina resortera Fides, 2002)

2.7 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL RESORTE BONNELL

En un ciclo de elaboración del resorte, el alambre previamente enderezado es devanado, plegado y anudado por ambos extremos, finalizando con un tratamiento térmico. Mediante una buena regulación en la máquina resortera se puede conseguir y garantizar una producción ininterrumpida de resortes bonnell sin inconvenientes.

La manera como el alambre es enderezado, devanado y plegado forman parte del proceso de fabricación conocido con el nombre de doblado.

2.7.1 DOBLADO

El doblado es un proceso de conformado mecánico sin arranque de viruta por flexión en el que el metal es obligado a tomar nuevas formas por flujo plástico o deformación plástica, el esfuerzo al que se somete el metal sobrepasa su límite elástico, que es el *"esfuerzo máximo al que un material puede ser sometido sin*

que resulte ninguna deformación permanente después de la liberación completa del esfuerzo.”⁹

Actualmente las operaciones de doblado son muchas y muy variadas, y su éxito depende de la tenacidad del material que ha de usarse, definiéndose como tenacidad a “la capacidad de un material de absorber energía y deformarse plásticamente antes de fracturarse. Generalmente es medida por la energía absorbida en un ensayo de cargas aplicadas con impacto sobre una probeta muescada, pero el área bajo la curva esfuerzo – deformación en el ensayo tensil también es una medida de tenacidad.”⁹

2.7.1.1 Clasificación de los procesos de doblado ¹⁰

El doblado abarca principalmente tres procesos que son: el plegado, el perfilado y el rolado, tomando en cuenta los medios utilizados para la realización del doblado.

El plegado es un proceso de doblado mediante el cual se deforma una parte de la chapa o lámina metálica según una forma prevista. En el plegado la herramienta se compone de un émbolo que tiene la forma de la pieza y de una matriz que la recibe. En la figura 2.7 se muestra el esquema básico de una matriz-émbolo para doblado (plegado).

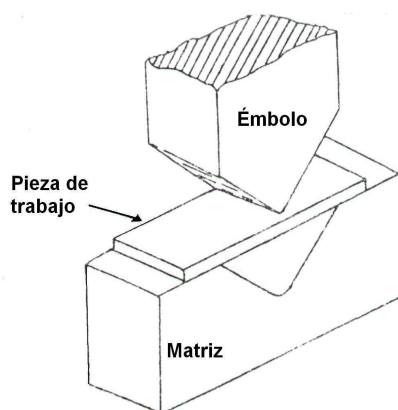


Fig. 2.7 Matriz – Émbolo para plegado (plegado)

Fuente: (Cárdenas, 1989)

⁹ AVNER, SYDNEY H. (1988), *Introducción a la metalurgia física*, McGraw-Hill/Interamericana de México, S.A. 2ª Edición. México.

¹⁰ CARDENAS, VICTOR. (1989), *Folleto de Conformado mecánico*, EPN.

El perfilado es un proceso de doblado que utiliza dos rodillos (o serie de pares de rodillos) para transformar gradual y sucesivamente una tira de chapa o lámina metálica en un perfil (figura 2.8). Cada par de rodillos tiene un perfil distinto que se aproxima cada vez mas a la sección deseada, el número de pares de rodillos dependerá del perfil a obtenerse. El fuerte empuje producido por el rozamiento con los rodillos hace avanzar el metal.

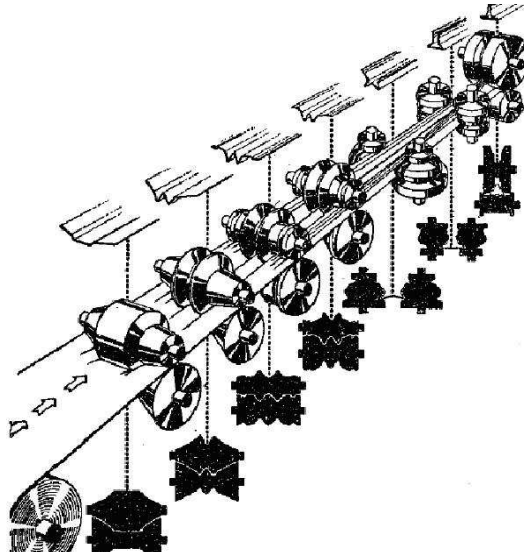


Fig. 2.8 Serie de pares de rodillos (perfilado)

El rolado es un proceso de doblado que utiliza tríos de rodillos para dar la forma curva deseada, con este procedimiento se puede llegar a obtener cilindros (figura 2.9). Los materiales utilizados para el rolado son diversos y de secciones diferentes, pudiendo ser perfiles, planchas o láminas metálicas, barras de sección rectangular, circular, etc., dependiendo de su aplicación y al requerimiento deseado.

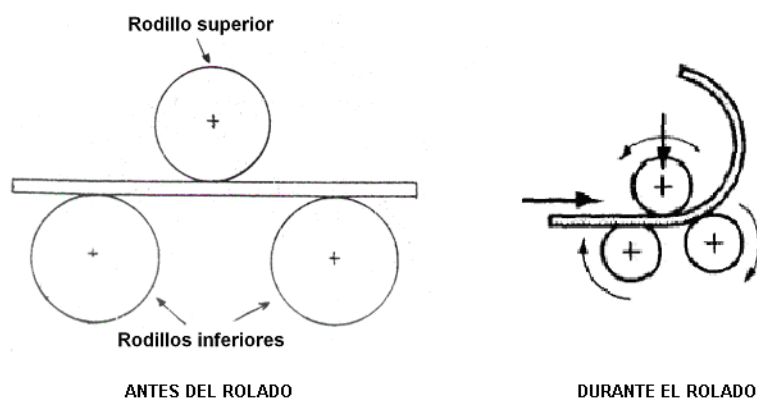


Fig. 2.9 Tríos de rodillos (rolado)

Fuente: (Cárdenas, 1989)

Una operación relacionada con este proceso es el enderezado con rodillos en la cual se enderezan láminas no planas (u otras formas) pasándolas sobre una serie de rodillos. Los rodillos someten al material de trabajo a una serie de aplanados de los pequeños dobleces en direcciones opuestas, esto provoca que el material se endurezca a la salida

2.7.2 TRATAMIENTO TÉRMICO DEL RESORTE BONNELL

Resortes de sección transversal reducida similares al resorte bonnell suelen someterse a tratamientos térmicos a bajas temperaturas (175 a 510 °C) con el fin de liberar esfuerzos residuales y estabilizar dimensiones. El tratamiento térmico que recibe el resorte bonnell permite reducir las pérdidas causadas por la deformación plástica o permanente, este tratamiento se lo realiza entre 274°C y 320°C.

El templado del acero consiste en: calentar el acero hasta una temperatura óptima (mayor a 723°C), donde hay presencia de la estructura austenita; mantener el acero a dicha temperatura un cierto tiempo y luego enfriarlo rápidamente, logrando así que la estructura austenita se transforma en martensita, sin aparecer estructuras del tipo perlítico. Principalmente los resultados del temple son: aumenta la resistencia mecánica, la dureza y disminuye la ductilidad del acero.

En el tratamiento térmico del resorte bonnell, la temperatura que alcanza es inferior a 723 °C donde no hay presencia de austenita, ni tampoco es enfriado rápidamente, sino más bien se enfría al aire a temperatura ambiente; pero dentro de la fabricación de resortes para colchones y la industria colchonera se usa este término (TEMPLADO) para nombrar al tratamiento térmico que recibe el resorte.

2.8 DESCRIPCIÓN DE UNA MÁQUINA RESORTERA O ENROLLADORA PARA RESORTES BONNELL

Existen varios tipos de máquinas para producir resortes bonnell, sin embargo son muy similares en su configuración y elementos mecánicos que la componen,

existiendo variaciones en la disposición de estos de acuerdo al diseño del fabricante de la máquina.

En la figura 2.10 se muestra parte de una máquina resortera que sirve para describir tanto el proceso de fabricación del resorte bonnell como el esquema general en la configuración de estas máquinas.

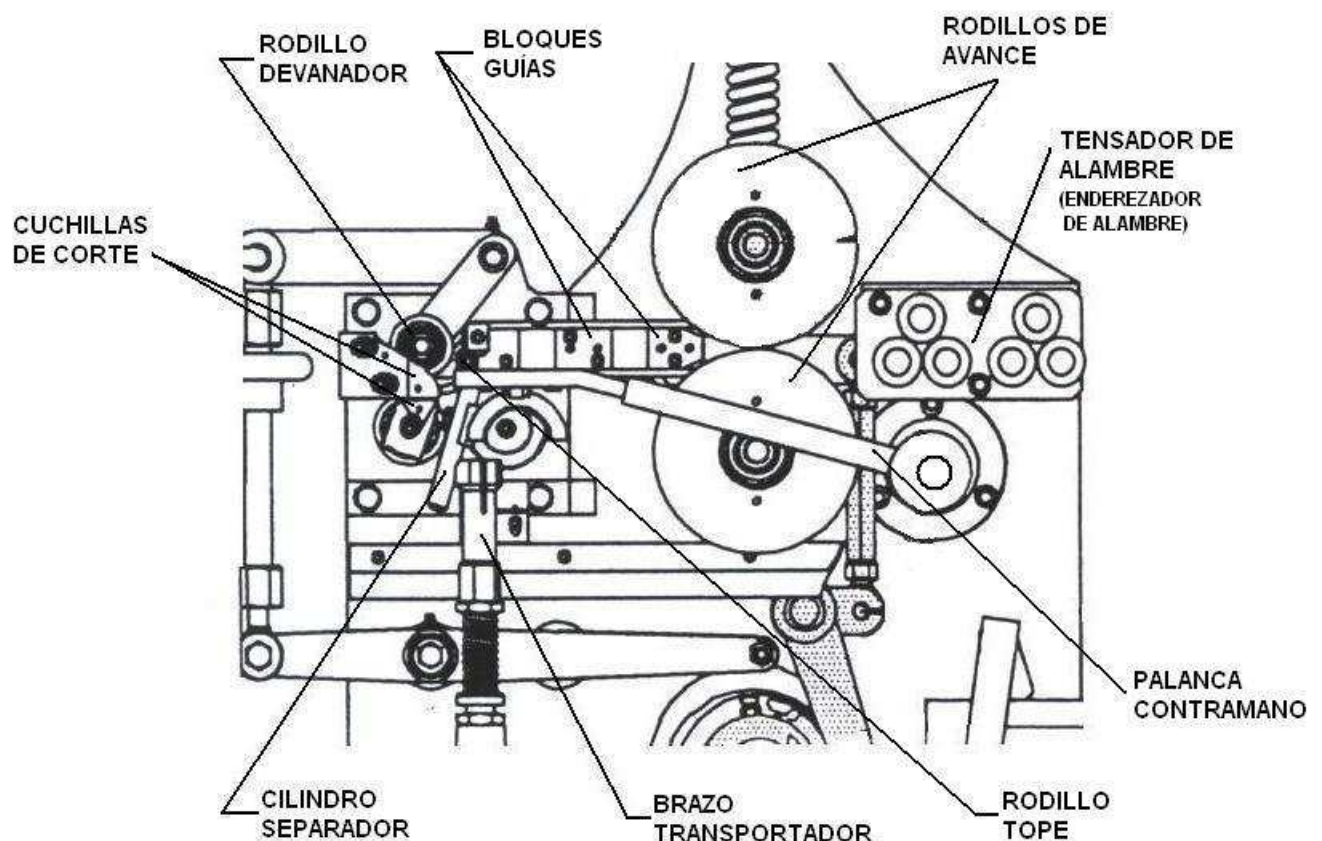


Fig. 2.10 Partes de Máquina resortera

2.8.1 ESTADO DEL ALAMBRE

El alambre de acero de sección circular, que constituye la materia prima en la fabricación de resortes, es provisto en bobinas o también llamados spiders por parte de la entidad que lo suministra como se observa en la figura 2.11, en donde el alambre es adecuadamente enrollado de tal forma que permita la fácil liberación del alambre sin producir enredamiento en el rollo.



Fig. 2.11 Spider de alambre

La forma ideal para la utilización del alambre de acero en la máquina resortera se muestra en la figura 2.12, en donde el alambre presenta una leve curvatura de alrededor de 10cm de altura en una longitud de 1m.

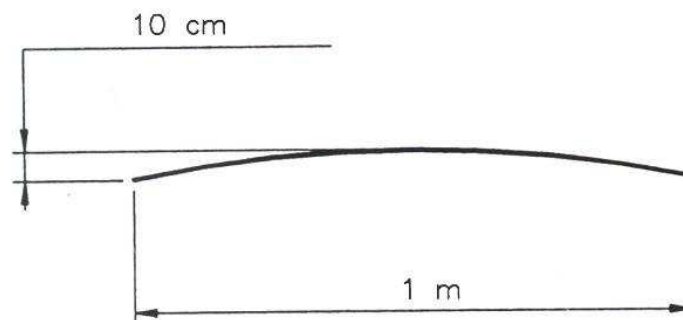


Fig. 2.12 Curvatura ideal del alambre

2.8.2 TENSADOR DEL ALAMBRE

El tensador del alambre es utilizado para:

- 1) producir tensión en el alambre en dirección contraria a la de arrastre del alambre producido por los rodillos de avance o arrastre.
- 2) *enderezar* el alambre que por encontrarse enrollado presenta tendencia a formar espiras.

El tensador está constituido por un conjunto de seis rodillos dispuestos en dos grupos de tres cada uno, el alambre ingresa por el primer grupo de rodillos, donde el rodillo superior C debe regularse para obtener una leve curvatura en el alambre hacia arriba de máximo 5° como se muestra en la figura 2.13, esta regulación se realiza aflojando la tuerca A y girando el tornillo B hasta la posición deseada del rodillo superior C, luego que el alambre pasa por el segundo grupo de rodillos siguiendo las instrucciones para el primer grupo de rodillos, comprobar que el alambre pasa completamente por el enderezador de alambre, este presenta una leve curvatura hacia arriba de máximo 5° , que permite el contacto directo y permanente del alambre con el rodillo superior de avance.

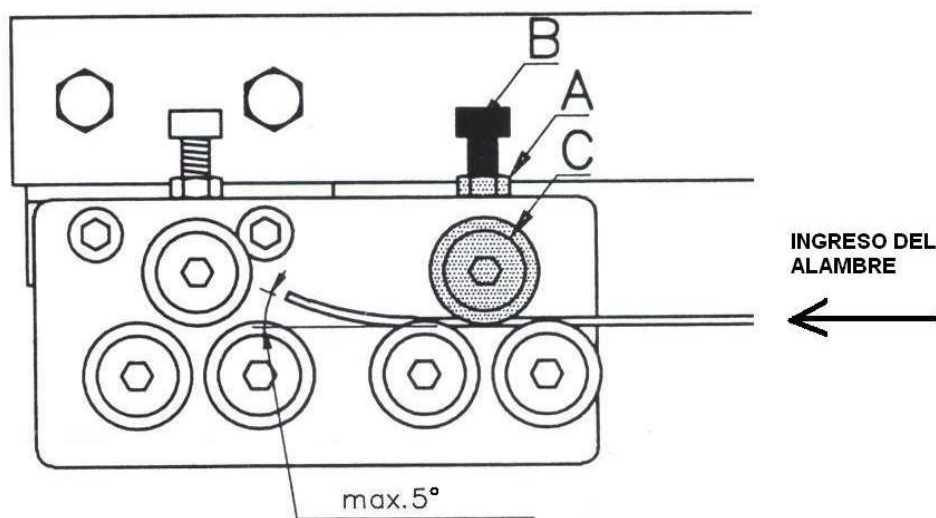


Fig. 2.13 Tensador (enderezador) del alambre

2.8.3 RODILLOS DE AVANCE DEL ALAMBRE

El sistema de avance o arrastre del alambre que se muestra en la figura 2.14 está compuesto por dos rodillos generalmente de mayor dimensiones que los rodillos del sistema tensador de alambre, que giran permanentemente en dirección de las agujas del reloj, el rodillo inferior se mantiene fijo en dirección radial a su eje, solamente rota, mientras el rodillo superior cuenta con un movimiento hacia arriba y abajo, cuando se encuentra en la posición baja junto con el rodillo inferior se produce el movimiento de arrastre del alambre para producir el posterior devanado y plegado del resorte; y cuando se encuentra en la posición superior

está en contacto únicamente con el alambre debido a la leve curvatura del alambre hacia arriba, por tanto no se produce el arrastre del mismo dando el tiempo necesario para cortar el alambre y separar el resorte sin acabado.

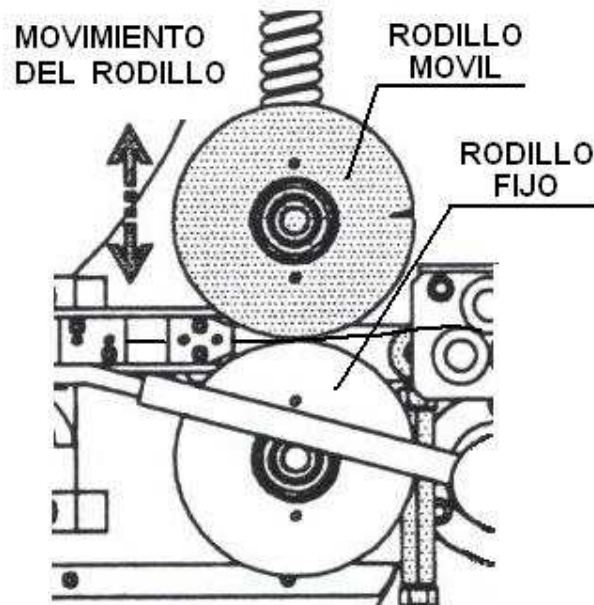


Fig. 2.14 Rodillos de avance

Existen máquinas en las que los rodillos de avance siempre permanecen en contacto junto con el alambre, y luego que el resorte ha sido devanado y plegado los rodillos se detienen un corto espacio de tiempo para que se produzca el corte del alambre y consecuentemente la liberación del resorte.

2.8.4 DISPOSITIVO DE ESPIRALADO DEL RESORTE

Para producir el devanado y plegado del resorte el rodillo devanador que se muestra en la figura 2.15 dobla el alambre en dos direcciones:

- *vertical* para el diámetro (forma circular) y
- *horizontal* para la dirección de la espiral

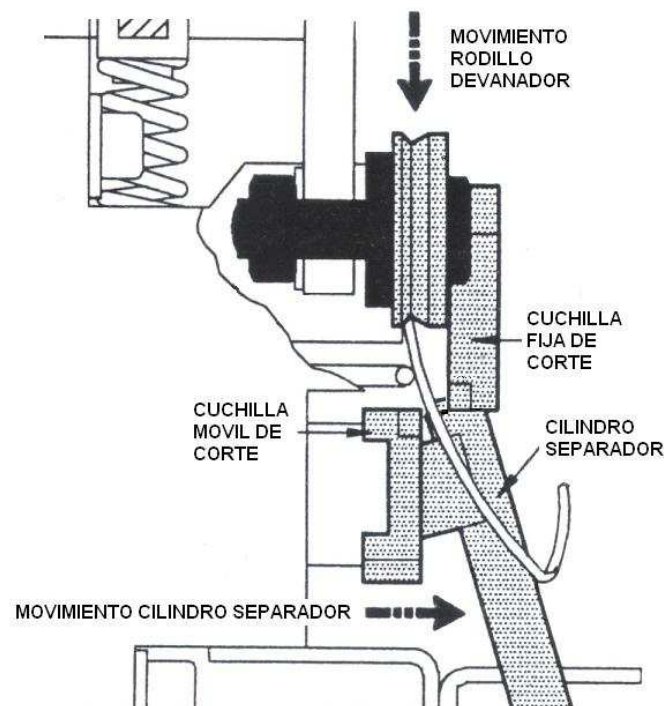


Fig. 2.15 Dispositivo de espiralado

El *devanado* del resorte bonnell consiste en ir dando vueltas sucesivas al alambre deformándolo para obtener una forma circular, este proceso es similar al producido por una roladora; y el *plegado* consiste en doblar o deformar el alambre para formar el espiral, como resultado del devanado y plegado se tiene el resorte bonnell, la máquina resortera cuenta con un rodillo devanador para dar la curvatura del alambre, que gira únicamente por el rozamiento con el alambre, además cuenta con un movimiento diagonal al avance del alambre, disminuyendo así el espacio entre el rodillo devanador y el rodillo tope, esto movimiento del rodillo devanador produce una variación (disminución) en el diámetro de la espira y da como resultado la forma de resorte bicónico o reloj de arena.

El dispositivo o sistema de espiralado cuenta además con un cilindro separador que se desplaza en la dirección del eje del rodillo devanador, en donde su inclinación establece la relación entre el paso interno y externo del resorte al rozar con el alambre, esta inclinación puede variar como indica la tabla 2.2, dependiendo del tipo de resorte (altura y número de vueltas), y en la práctica el ángulo β es medido como se indica en la figura 2.16, con respecto a la escuadra para apoyar resortes.

TIPO DE RESORTE		ÁNGULO β
ALTURA (Fh) (mm)	NÚMERO DE VUELTAS (lf)	
150 - 160	6	80°
140 - 150	6	76°
130 - 150	5	80°
110 - 130	5	76°
80 - 95	4	73°

Tabla 2.2 Inclinación del cilindro separador

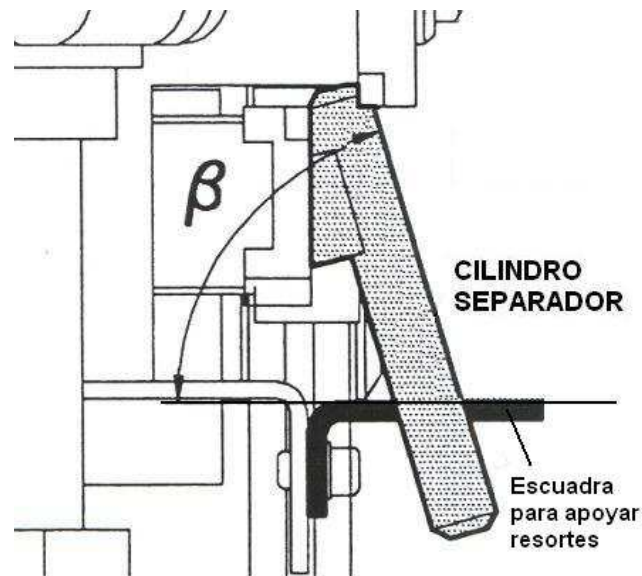


Fig. 2.16 Regulación ángulo β del cilindro separador

El alambre que sale del rodillo devanador siempre debe pasar por medio de las dos cuchillas de corte, una fija y una móvil, que producen el corte y por consiguiente la liberación del resorte sin acabado después de ser devanado y plegado.

2.8.5 SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN DEL RESORTE

Cuando el resorte sin acabado sale del dispositivo de espiralado es enganchado mediante una abrazadera a un brazo transportador, el mismo que se acerca una corta distancia al dispositivo de espiralado para ubicarse en una posición ideal de enganche, para asegurar que el resorte quede firmemente enganchado se utiliza una palanca contramano que empuja al resorte dentro de la abrazadera del brazo

transportador, donde el grado de presión y sincronización influyen sobre la terminación del primer nudo; existen resorterías que cuentan hasta con seis brazos transportadores.

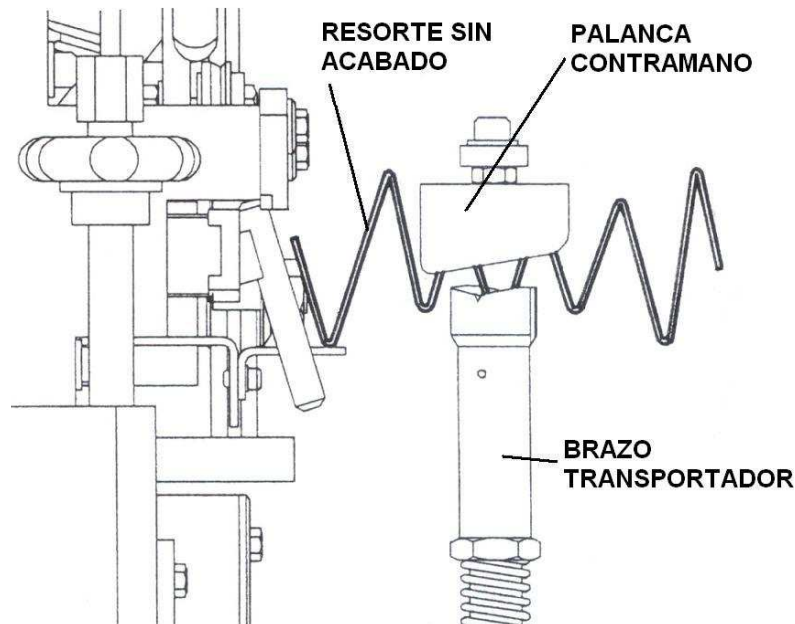


Fig. 2.17 Sistema de transportación del resorte

2.8.6 ANUDADO DEL RESORTE

Luego de ser enganchado el resorte sin acabado es llevado por el brazo transportador al primer anudador mostrado en la figura 2.18, donde se realiza el nudo en un extremo del resorte y luego al segundo anudador ubicada en el otro extremo del resorte con el mismo fin, en esta parte es necesario verificar el correcto enganche del resorte en la abrazadera del brazo transportador y su ubicación en una posición ideal para que exista suficiente alambre para realizar los nudos. En la realización de los nudos del resorte debe verificarse que:

- los nudos estén bien apretados, esto se logra regulando la bobina anudadora, ubicada dentro del anudador y
- la longitud del alambre en la terminación del nudo, no sea demasiado corto ni demasiado largo.

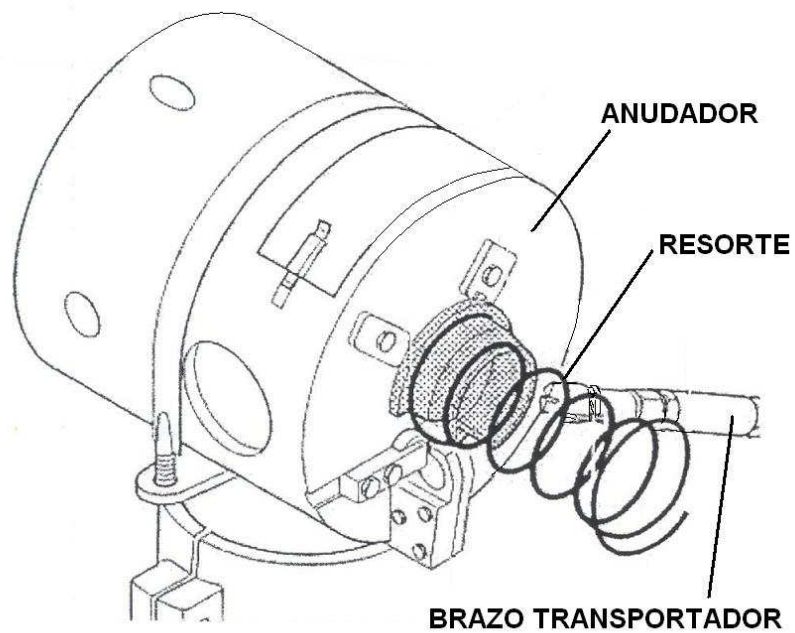


Fig. 2.18 Anudado de primer extremo del resorte

2.8.7 SISTEMA DE TRATAMIENTO TÉRMICO DEL RESORTE

El dispositivo de tratamiento térmico que se muestra en la figura 2.19 cuenta con dos placas con mordazas, las mismas que se desplazan horizontalmente, cuya posición exacta depende del tipo de resorte que se desea producir, y la distancia entre las dos placas debe corresponder a la altura del resorte, el mismo que debe entrar en el dispositivo sin sufrir ninguna presión.

La temperatura que el resorte debe alcanzar con el tratamiento térmico no debe ser demasiado alta o insuficiente, con el fin de que el resorte alcance la debida elasticidad.

Luego que el resorte ha sido devanado, plegado, anudado y tratado térmicamente queda listo para ser utilizado según se haya planificado previamente y es depositado por el brazo transportador en la empaquetadora, dispuestos de manera ordenada.

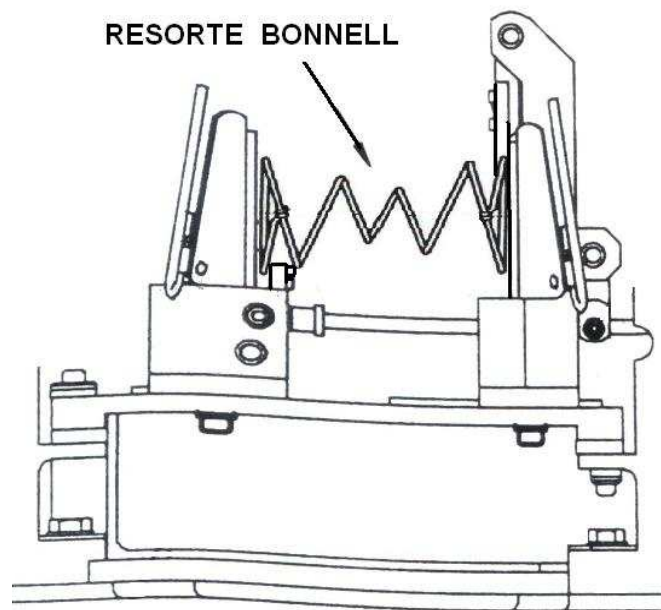


Fig. 2.19 Sistema de tratamiento térmico del resorte

2.9 DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DEL ALAMBRE

La longitud de alambre en mm necesaria para producir un resorte bonnell depende de 2 variables: del diámetro del alambre (S_f) y el número de vueltas del resorte (l_f). La ecuación 2 permite determinar la longitud aproximada de alambre necesaria para cada resorte:

$$L \approx [2\pi(D_{fi} + 4 * S_f)] + \left[\sqrt{\{[(l_f - 2) * 2 * (0,7D_{fi} + D_{ta}) + D_{ta} - 0,7D_{fi}] * [\pi/4]\}^2 + \{F_h - 4 * S_f\}^2} \right]^{11} \quad (2)$$

Donde:

- L = Longitud del alambre (mm)
- D_{fi} = Diámetro interior del resorte (mm)
- S_f = Diámetro del alambre (mm)
- l_f = Número de vueltas (se considera de nudo a nudo)
- D_{ta} = Diámetro exterior de la cintura del resorte o diámetro central (mm)
- F_h = Altura del resorte (mm)

¹¹ (2) Fuente: (Manual de máquina resortera Spühl, 2004)

En la figura 2.20 se presentan los resultados obtenidos aplicando la ecuación 2, para resortes bonnell con los siguientes datos:

- $D_{fi} = D_{fe} - 2S_f$
- $D_{fe} = 50 - 110 \text{ mm}$
- $S_f = 2.3 \text{ mm}$
- $F_h = 140 \text{ mm}$
- $l_f = 4, 5 \text{ y } 6$

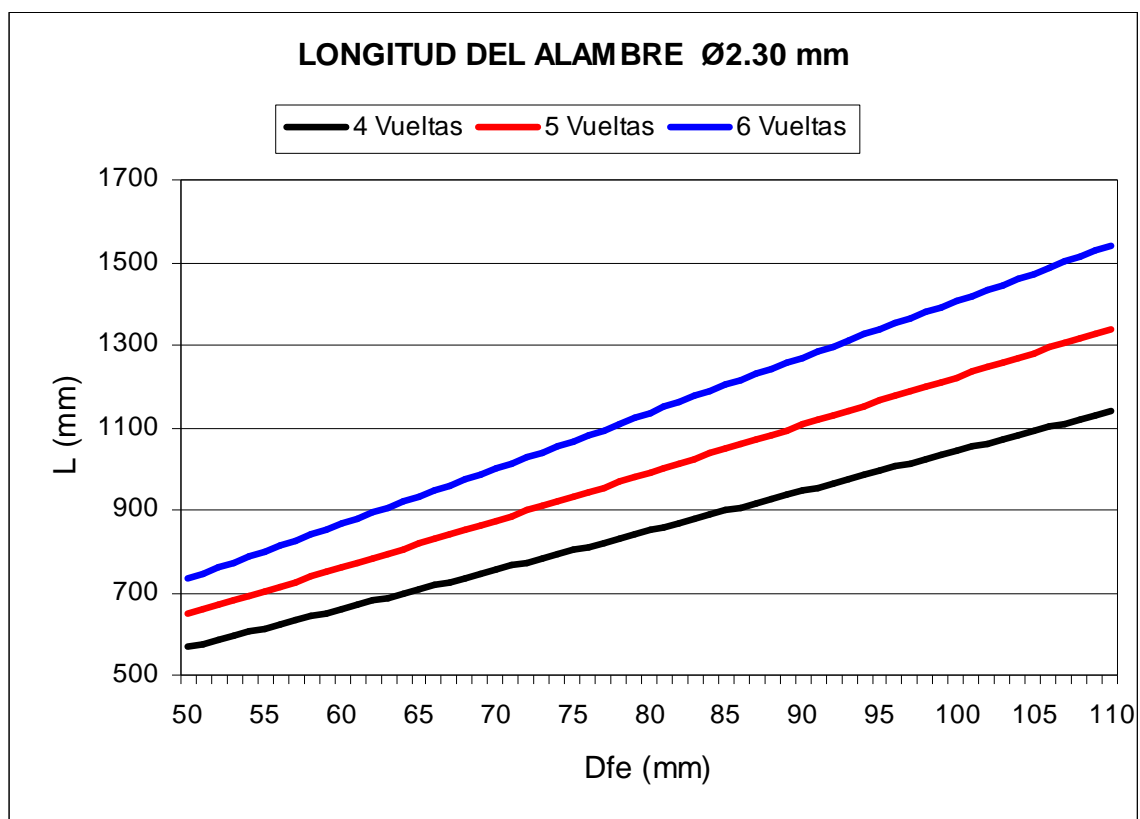


Fig. 2.20 Longitud necesaria para producir un resorte (mm)

2.10 DETERMINACIÓN DEL PESO DEL RESORTE

Para determinar el peso de un resorte bonnell se utiliza la ecuación 3:

$$W = \frac{\Pi * d * L * (S_f)^2}{4000000} \quad (3)$$

Donde:

- W = Peso del resorte (g)
 Π = Constante adimensional (3.1415)
d = Densidad del material (Kg/m^3)
L = Longitud del alambre utilizada en la fabricación de un resorte (mm)
Sf = Diámetro del alambre (mm)
4000000 = Constante de corrección de unidades

En la figura 2.21 se presenta los resultados obtenidos aplicando la ecuación 3, para resortes bonnell con los siguientes datos y considerando el número de vueltas 4, 5 y 6:

- d = 7850 (Kg/m^3) Acero al carbono
- Dfe = 50 – 110 mm
- Sf = 2.3 mm
- Fh = 140 mm

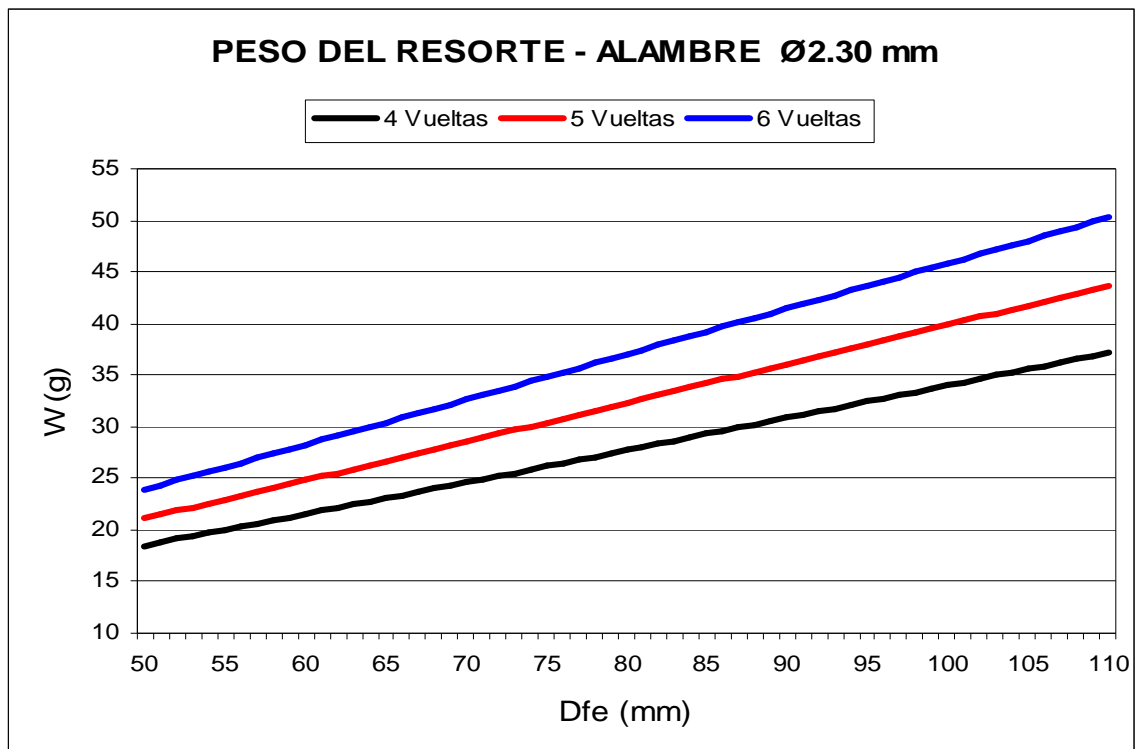


Fig. 2.21 Peso del resorte (g)

CAPÍTULO III

PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD EN RESORTES

3.1 CONTROL DE CALIDAD EN RESORTES BONNELL

Chaide y Chaide hace seguimiento continuo y mide las características del producto en todos los procesos con el fin de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos. Se mantienen Registros de Calidad que evidencian la conformidad de los requisitos del producto y aceptación. En los instructivos por sección se indica la persona responsable de liberar el producto en cada etapa del proceso.

A continuación se presentan parámetros de control de calidad en resortes para colchones en base a normas INEN, ICONTEC, ASTM, DIN y la norma de los fabricantes de máquinas resorterías técnicas, que reflejan el incansable afán de Chaide y Chaide por mejorar continuamente sus procesos y productos, y satisfacer las necesidades de los consumidores.

La calidad del resorte bonnell queda determinada principalmente por los siguientes factores:

- Calidad del alambre – materia prima
- Proceso de fabricación del resorte – Configuración final del resorte
- Tratamiento térmico del resorte

3.2 CONTROL DE CALIDAD EN LA MATERIA PRIMA

Con el actual incremento en el rendimiento de producción de nuevas máquinas resorterías y el perfeccionamiento del alambre, apropiados para la conformación de resortes de diferentes formas como el resorte de extremos abiertos (LKF), las

demandas en la calidad del alambre por parte de los fabricantes de resortes también se ha incrementado.

La calidad del alambre se ve influenciada significativamente en cada fase del proceso desde la preparación en la colada continua hasta el proceso final de trefilado del alambre; entre los principales factores que influyen en la calidad del alambre durante su producción son:

- la producción de la palanquilla, tocho o barra (fundición continua)
- la composición química del acero
- trabajo en el palanquilla, tocho o barra
- la producción de alambre y diámetro final en el proceso de trefilado (el número de fases de trefilado)
- el tratamiento térmico del alambre
- el tratamiento químico de la superficie del alambre

A pesar de la normalización, la calidad del alambre es una cuestión de confianza, por tanto es indispensable una estrecha comunicación y colaboración entre el proveedor de alambre (materia prima) y el fabricante de resortes.

El alambre a utilizar en la fabricación de resortes es acero de alto contenido de carbono, en la Norma INEN2031:95, este tipo de alambre es conocido como Tipo A, es utilizado para resortes en espiral y anudado, el mismo que debe cumplir especificaciones o requisitos químicos, dimensionales y físicos.

3.2.1 REQUISITOS QUÍMICOS

El alambre utilizado para la fabricación de resortes para colchones debe ser un acero de alto contenido de carbono, cuya composición química se detallan en la tabla 3.1:

ELEMENTO ALEANTE	PORCENTAJE (%)									
	Norma INEN		Norma ICONTEC		Norma ASTM		Norma DIN		Norma Fabricante Máquina resortera	
	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.
Carbono %C	0,45	0,85	0,45	0,70	0,45	0,75	0,40	0,85	0,40	0,80
Manganeso %Mn	0,60	1,30	0,60	1,20	0,60	1,20	0,30	1,00	0,30	1,20
Fósforo %P	-	0,04	-	-	-	-	-	0,04	-	0,03
Azufre %S	-	0,05	-	-	-	-	-	0,04	-	0,03
Silicio %Si	0,15	0,35	-	-	-	-	-	0,35	0,10	0,30
Cobre %Cu	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-	0,15

Tabla 3.1 Requisitos de composición química del alambre

Los elementos de aleación que influyen en las propiedades mecánicas del acero, y son: azufre, manganeso, fósforo, silicio cobre y estaño

3.2.1.1 El azufre en los aceros al carbono

En aceros comerciales, el azufre generalmente se mantiene por debajo del 0.05%. El azufre se combina con el hierro para formar sulfuro de hierro (FeS), que tiende a concentrarse en las fronteras de grano, cuando el acero se forja o lamina a altas temperaturas, se hace frágil, debido a la fusión del eutéctico sulfuro de hierro (FeS) que destruye la cohesión entre los granos, permitiendo que se desarrollen grietas, los sulfuros de hierro perjudican significativamente la ductilidad en caliente del acero.

El nivel de azufre es estrictamente controlado en la mayoría de las especificaciones a fin de cumplir con los requerimientos de tenacidad, ductilidad o maquinabilidad.

El aumento del azufre (mayores inclusiones de MnS) reduce la tenacidad y ductilidad ya que estas actúan como núcleos de inicio de fisuración y rutas de fácil propagación, por tanto reducir el azufre significa menos núcleos de inicio de fisuración, en consecuencia, mayor tenacidad.

3.2.1.2 El manganeso en los aceros al carbono

Este metal está presente en todos los aceros comerciales al carbono en el intervalo de 0.3 a 1.00%, en los aceros de bajo carbono (0 - 0.26% C) y medio carbono (0.25 - 0.60% C) los contenidos de manganeso están entre 0.3 – 0.6% y los aceros de alto carbono tienen ligeramente más manganeso entre 0.5 - 1.00% para contrarrestar parcialmente la reducción de la ductilidad, es decir su principal función es contraponerse a los malos efectos del azufre.

En presencia del manganeso, el azufre tiende a formar sulfuro de manganeso (MnS) en vez de sulfuro de hierro. El sulfuro de manganeso puede salir en la escoria o permanecer como inclusiones bien distribuidas por toda la estructura, por esta razón se recomienda que el contenido de manganeso sea de dos a ocho veces la cantidad de azufre.

3.2.1.3 El fósforo en los aceros al carbono

El contenido de fósforo generalmente se mantiene por debajo del 0.04%, cantidad que no se combina químicamente con ningún elemento del acero, pero tiende a disolverse en ferrita, ocupar los intersticios libres en la estructura de cuerpo centrada y en los bordes del grano, aumentando ligeramente la resistencia y la dureza por solución sólida y fragiliza los bordes del grano, especialmente en la condición de templado y revenido. En mayores cantidades, el fósforo reduce la ductilidad, aumentando con ello la tenacidad del acero y a agrietarse cuando se trabaja en frío.

3.2.1.4 El silicio en los aceros al carbono

La mayoría de los aceros comerciales contienen entre 0.05 y 0.3% de silicio, está presente en solución sólida debido a que se disuelve en ferrita aumentando la resistencia del acero a través del endurecimiento sin disminuir la ductilidad. Sin embargo en altos niveles (> 0.7%) el silicio reduce la ductilidad, los valores de impacto y aumenta la resistencia a la rotura y la fluencia, también puede resultar

difícil eliminar la cascarilla formada durante el proceso de laminación en caliente ya que se forma una capa de óxido rica en sílice.

La composición química del alambre de acero utilizado en la producción de resortes bonnell de la fábrica Chaide y Chaide cumple con lo establecido por la norma INEN 2031:95; para evidencia del cumplimiento de estos requisitos Ideal Alambrec envía un CERTIFICADO DE ENSAYOS de laboratorio (anexo N° 1).

3.2.2 REQUISITOS DIMENSIONALES

A mayor diámetro del alambre, para el mismo número de muelles, el colchón presentará mayor firmeza y será más duradero, sin embargo el hecho de utilizar un alambre más fino, no necesariamente significa que el colchón sea malo, ya que esto depende de muchos otros factores. De hecho un alambre grueso, con pocas vueltas, se sentirá firme mientras es nuevo, pero con el uso, perderá firmeza: es preferible en tal caso usar muelles de menor diámetro, pero en mayor cantidad que proporcionará igual firmeza pero más duraderos. Los requisitos de diámetro y ovalidad del alambre para resortes de colchones deben cumplir lo especificado en la tabla 3.2

REQUISITOS DIMENSIONALES					
Diámetro nominal Sf (mm)	Norma INEN	Norma ICONTEC	Norma ASTM	Norma DIN	Norma Fabricante Máquina resortera
TOLERANCIA (mm)					
2,0	± 0,03	± 0,05	± 0,05	± 0,035	± 0,02
2,2	± 0,03	± 0,05	± 0,05	± 0,035	± 0,02
2,3	± 0,03	± 0,05	± 0,05	± 0,035	± 0,02
2,5	± 0,03	± 0,05	± 0,05	± 0,035	± 0,02
OVALIDAD Máx. (mm)					
2,0	0,03	0,05	0,05	0,035	0,02
2,2	0,03	0,05	0,05	0,035	0,02
2,3	0,03	0,05	0,05	0,035	0,02
2,5	0,03	0,05	0,05	0,035	0,02

Tabla 3.2 Requisitos dimensionales del alambre

Se entiende como ovalidad a la diferencia entre el diámetro máximo y mínimo, medidos en una misma sección del alambre, y debe ser medida antes de efectuar cualquier proceso de conformación de resortes.

3.2.2.1 Procedimiento de comprobación de requisitos dimensionales

Al inspeccionar estos requisitos se deben tomar probetas de ensayo de cualquier extremo del rollo; tanto el diámetro como la ovalidad deben ser medidos en cinco puntos diferentes sobre la longitud de la probeta, estos puntos de medición deben estar separados uno del otro a una distancia mayor que 30mm, los mismos que pueden ser marcados con un lápiz de grafito o gramil o una tiza, los puntos de medición del diámetro preferiblemente deben coincidir con los de la ovalidad.

3.2.3 REQUISITOS FÍSICOS

Los requisitos físicos que debe cumplir el alambre de acero en la fabricación de resortes para colchones son los que se detallan a continuación:

- La superficie del alambre debe presentar un buen acabado superficial, ser liso, estar libre de escamas, óxidos, fisuras (grietas), rayas, marcas de dedo profundas o cualquier defecto superficial que pueda imposibilitar su uso en la fabricación de resortes.
- El alambre debe ser de acero calmado, esto se comprueba cortando una o dos vueltas de alambre de un rollo y dejárseles caer en una superficie plana el alambre no debe mostrar tendencia a formar espirales ni a levantarse en los extremos.
- El alambre debe ser continuo en todo el rollo o spider, enrollado adecuadamente en espiral, se permiten soldaduras antes del proceso de estirado en frío.

3.2.4 ENSAYOS MECÁNICOS EN ALAMBRES DE ACERO

Además de verificar requisitos químicos, dimensionales y físicos, en el alambre se deben realizar varios ensayos que permiten verificar las propiedades del material, estos ensayos son los siguientes:

- Ensayo de tracción
- Ensayo de torsión
- Ensayo de redoblado
- Ensayo de enrollado

3.2.5 ENSAYO DE TRACCIÓN PARA ALAMBRE DE ACERO ¹²

El ensayo de tracción consiste en someter a una probeta de alambre, a una fuerza axial de tracción proporcional a sus dimensiones, mediante una máquina para ensayo de tracción que cuenta con un sistema de carga de palanca, mecánico o hidráulico, con el fin de determinar una o más propiedades mecánicas en análisis. Se define como esfuerzo al cociente entre la carga (F) y el área de la sección transversal inicial de la probeta (S_0), en cualquier instante del ensayo. A menos que se indique lo contrario, el ensayo se lo realiza a temperatura ambiente (20 °C).

El ensayo de tracción que a continuación se describe se aplica a alambres de acero de sección transversal constante, excepto a alambres cuya relación entre ancho y espesor sea mayor que cuatro ya que este último es considerado como chapa o fleje fino.

3.2.5.1 Probetas para el ensayo de tracción

Probeta es una porción de material debidamente preparada para el ensayo de tracción, se utiliza un pedazo o porción rectilínea de alambre de acero de una

¹² INEN 127:75, *Ensayo de tracción para alambre de acero*.

longitud tal, que la distancia libre entre mordazas de la máquina sea por lo menos de 150mm. Si es posible, la probeta no debe enderezarse antes de la prueba, sin embargo si es necesario se lo hará a mano, y si esto no es posible se deberá utilizar un mazo o martillo de madera o plástico, debiéndose enderezar el alambre sobre una superficie de material similar al del martillo o en máquinas especiales, la figura 3.1 muestra la probeta a ser utilizada en el ensayo de tracción.

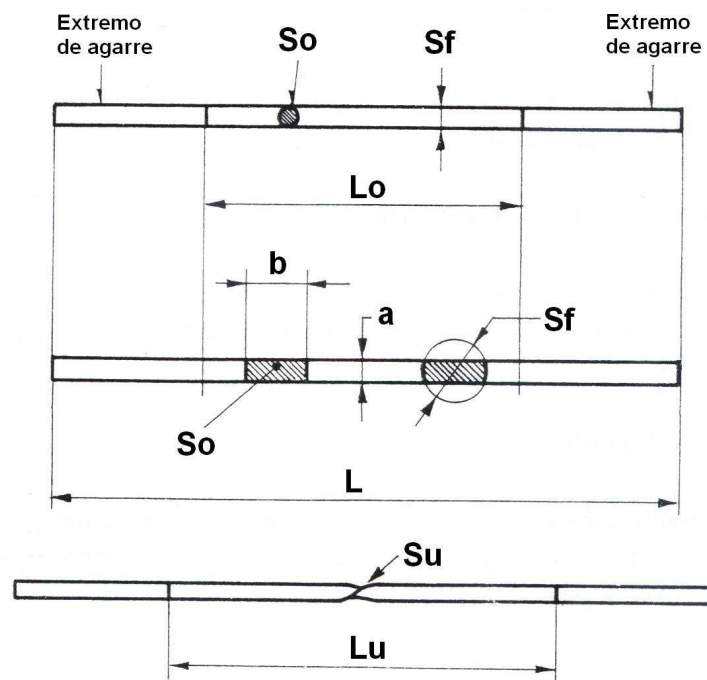


Fig. 3.1 Probeta de alambre de acero para ensayo de tracción

Donde:

- S_f : diámetro del alambre de sección circular en mm; o en caso de ser otra sección, el diámetro del círculo circunscrito mínimo, aquel que circunscribe completamente la periferia entera de la sección transversal, pero que no necesariamente pasa por más de dos puntos.
- a : espesor del alambre plano en mm.
- b : ancho del alambre plano en mm.
- L_o : longitud inicial entre marcas en mm; es la longitud entre marcas antes de la aplicación de la carga.
- L : es la longitud total de la probeta en mm.

- S_0 : constituye el área de la sección transversal inicial de la parte calibrada en mm^2 .
- L_u : longitud final entre marcas en mm; es la longitud entre marcas después de la rotura de la probeta, juntando y ajustando los dos fragmentos de manera que sus ejes respectivos queden colineales.
- S_u : constituye el área de la sección transversal mínima de la probeta después de la rotura en mm^2 .
- Longitud entre marcas: es la longitud en mm de la parte prescrita de la probeta sobre la que se mide el alargamiento en cualquier momento del ensayo.

Corrientemente se utiliza una probeta proporcional normal, que tendrá una longitud inicial entre marcas igual a:

$$L_0 = 11,3\sqrt{S_0} \quad (4)$$

Sin embargo si se utiliza probetas no proporcionales, la distancia entre marcas deberá ser en un principio $L_0=100$ mm; sin embargo, para aceros con alargamiento pequeños, inferior a 5%, la distancia entre marcas deberá ser $L_0=200$ mm.

Cuando este tipo de ensayo se realiza en materiales de mayores dimensiones se preparan probetas como la que se indica en la figura 3.2.



Fig. 3.2 Probeta para ensayo de tracción

3.2.5.2 Propiedades de tensión (o tensiles)

Al realizar el ensayo de tracción se obtiene una gráfica esfuerzo-deformación, con el cual se pueden determinar propiedades mecánicas del material a ensayar, que para el caso del alambre de acero, corresponde el de un material dúctil y se

muestra en la figura 3.3 en la que se puede diferenciar dos zonas o intervalos: el elástico y el plástico.

En el intervalo elástico el esfuerzo y la deformación son proporcionales entre sí, de manera que cualquier incremento en esfuerzo resultará de un aumento proporcional a la deformación, esta relación puede ser aproximada y representada por la recta OP. En este intervalo si se retira una pequeña parte de la carga aplicada sobre la pieza, y ésta vuelve a sus dimensiones originales indica que la deformación es elástica.

En el intervalo plástico, si se aumenta continuamente la carga y luego se libera después de cada incremento se alcanza un punto en que existe un cambio permanente en la dimensión de la probeta, que indica que la deformación es plástica o permanente.

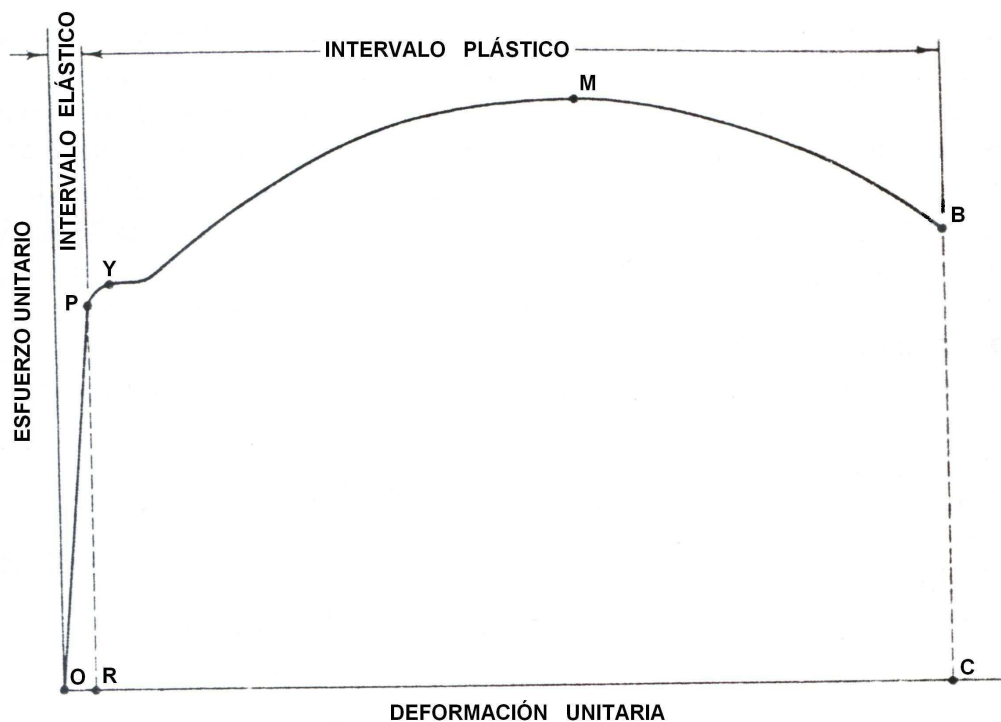


Fig. 3.3 Gráfica Esfuerzo-Deformación para un acero dúctil

Fuente: (Avner, 1988)

Las propiedades que se pueden determinar con una prueba de tracción se citan a continuación:

- Límite de proporcionalidad.- corresponde al esfuerzo en el límite del punto de proporcionalidad P.
- Límite elástico.- es el esfuerzo mínimo al que ocurre la primera deformación permanente o alargamiento no proporcional, igual a un porcentaje prescrito de la longitud inicial entre marcas, y tiene casi siempre el mismo valor numérico que el límite de proporcionalidad.
- Límite de fluencia o cedencia.- es el esfuerzo en el punto Y donde la probeta se deforma por primera vez sin que exista aumento o disminución de la carga, esta carga es conocida como *carga en el límite de fluencia*.
- Resistencia límite o resistencia a la tracción.- conforme aumenta la carga aplicada sobre la probeta el esfuerzo y la deformación se incrementan, como indica la porción de la curva YM para un material dúctil, hasta que se alcanza el esfuerzo máximo en el punto M; por tanto, la resistencia límite o la resistencia a la tracción corresponde al esfuerzo con la carga máxima (F_m) que soporta la probeta durante el ensayo. Un material frágil se rompe cuando es llevado hasta la resistencia límite, en tanto que el material dúctil continuará alargándose.
- Resistencia a la ruptura.- Para un material dúctil, hasta el punto de resistencia límite, la deformación es uniforme a lo largo de la longitud de la barra (curva YM). La muestra al esfuerzo máximo localizado en el punto M, experimenta una deformación localizada o formación de cuello y la carga disminuye conforme el área decrece. Esta elongación en forma de cuello es una deformación no uniforme y ocurre rápidamente hasta el punto en que el material falla (figura 3.4). La resistencia a la ruptura en el punto B, corresponde al esfuerzo con la carga final (F_u), que es la que soporta la probeta en el momento de la rotura, y siempre es menor que la resistencia límite.

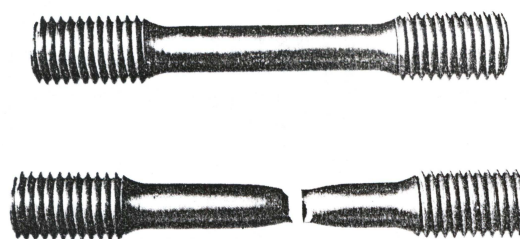


Fig. 3.4 Probeta antes y después que el material falle

- Ductilidad.- La ductilidad de un material se determinará a partir de la cantidad de deformación que le es posible soportar hasta que se fractura, ésta se determina en una prueba de tensión mediante dos mediciones:

1) Alargamiento porcentual después de la rotura o Elongación (A).- es el alargamiento permanente de la longitud entre marcas, después de la rotura, expresado en porcentaje de la longitud inicial entre marcas.

$$A(\%) = \frac{Lu - Lo}{Lo} \times 100 \quad (5)$$

Al reportar el porcentaje de elongación, debe especificarse la longitud de la medida original, ya que el porcentaje de elongación variará de acuerdo con la longitud original.

2) Reducción porcentual de área por estricción (Z).- es la máxima disminución de la sección transversal que se produce durante el ensayo, expresado en porcentaje, esta también se determina a partir de las mitades rotas de la muestra bajo la tensión, midiendo para ello el área transversal mínima después de la rotura.

$$Z(\%) = \frac{So - Su}{So} \times 100 \quad (6)$$

3.2.5.3 Máquina para ensayo de tracción

La máquina a utilizar para la realización del ensayo de tracción en el alambre de acero debe cumplir con las siguientes características:

- Estar provista de dispositivos que aseguren la aplicación axial de los esfuerzos en la probeta.
- Permitir la aplicación de las cargas progresivamente, sin choques ni vibraciones.
- Estar provista de dispositivos de regulación y comando que permitan

efectuar el ensayo con las velocidades especificadas

- No debe permitir un error mayor al 1% de la carga indicada.

La velocidad de la aplicación de la carga deberá ser:

- No mayor que 10Kgf por mm^2 por segundo.
- Al determinar la resistencia a la tracción, el alargamiento y la reducción del área transversal (estricción), la velocidad de aplicación al aproximarse a la carga máxima no deberá exceder 3Kgf por mm^2 por segundo.
- Al determinar el esfuerzo en el límite de fluencia, el esfuerzo en el límite convencional de elasticidad o la tensión correspondiente a un alargamiento permanente prescrito, la velocidad de aplicación de la carga no debe significar un incremento en el esfuerzo que exceda 1Kgf por mm^2 por segundo, desde el inicio del ensayo hasta alcanzar la carga prescrita.

3.2.5.4 Procedimiento del ensayo de tracción

El procedimiento a seguir en el ensayo es el siguiente: a)determinación del área de la sección transversal de la probeta, b)determinación del alargamiento, c)determinación del alargamiento permanente prescrito, d)determinación del límite convencional de elasticidad y e) determinación del límite de fluencia.

a) Determinación del área de la sección transversal de la probeta

El área de la sección transversal de la probeta (S_0) debe medirse con una precisión del 1%, a menos que se indique otra cosa en las especificaciones para el material. Para el cálculo de la sección transversal circular (S_0), se toma como diámetro la media aritmética de dos medidas en una misma sección circular, determinadas a 90° la una de la otra, o llamados también diámetros normales entre sí.

El área de secciones transversales no circulares de una probeta se puede determinar pesando una porción de alambre cuya longitud sea conocida y

determinando la densidad del acero. Por acuerdo mutuo entre las partes interesadas, se puede omitir este último paso.

b) Determinación del alargamiento

Cuando va a ser determinado el alargamiento, la longitud entre las mordazas de la probeta debe ser marcada, a intervalos iguales a la mitad de la longitud entre marcas, dejando una distancia no menor a 0.5 mm.

Después del ensayo, los dos segmentos de la probeta fracturada deben ser cuidadosamente acoplados de tal forma que queden coaxiales, si esto no es posible se deduce del diagrama o de los indicadores de la máquina. El incremento de la longitud de la probeta después del ensayo, se mide entre las dos marcas a cada lado de la marca más cercana a la rotura.

En principio, esta determinación será válida, solamente si la distancia entre la zona de rotura y la mordaza más cercana es no menor que $5d$, y la medida será válida en cualquier caso, si el alargamiento alcanza el valor especificado, cualquiera que sea la posición de la rotura.

c) Determinación del alargamiento permanente prescrito

En lugar de la determinación del alargamiento permanente prescrito del 0.2% o cualquier otro valor especificado, es usual determinar el límite convencional de elasticidad por la intersección gráfica en la curva carga-alargamiento o esfuerzo-deformación. Por acuerdo especial, este método puede ser sustituido por una simple verificación del alargamiento, realizando mediciones con cargas conocidas.

d) Determinación del límite convencional de elasticidad

El límite convencional de elasticidad se determina como sigue:

- Se traza una curva con suficiente precisión, registrando las cargas en la ordenada, y los alargamientos correspondientes, en abscisas.
- Se traza luego una línea recta paralela a la parte rectilínea de la curva, a una distancia al eje de las abscisas, igual al porcentaje prescrito de la distancia entre marcas.
- El esfuerzo en el límite convencional de fluencia, corresponde al punto intersección entre la línea recta y curva.

e) Determinación del límite de fluencia

La determinación del esfuerzo en el límite de fluencia en los alambres que presentan esta característica, se realiza de acuerdo a la definición dada en d).

3.2.5.5 Ensayos de prueba

Se realizan dos ensayos de prueba como se indica a continuación:

1. El primer método de ensayo se realiza de la siguiente forma: se somete la probeta por 10 a 12 segundos a la carga correspondiente al esfuerzo en el límite convencional de elasticidad especificado o límite elástico, y se verifica, una vez suprimida la carga que el alargamiento permanente es igual o menor que el valor prescrito de la longitud inicial.
2. El segundo método llamado Método de los tres puntos se realiza de la siguiente forma: se aplica tres incrementos de carga igual al 5%, 25% y 100% de la tensión en el límite convencional de elasticidad o límite elástico, y se observan las correspondientes diferencias en los alargamientos por medio de un extensómetro adecuado. El incremento en extensión entre el primer y tercer incremento de carga no debe ser mayor que el porcentaje especificado de la longitud entre marcas, en más de 4,75 veces el incremento en extensión entre el primer incremento de carga y el segundo.

3.2.5.6 Especificaciones para el ensayo de tracción

La resistencia a la tracción del alambre de acero para resortes bonnell, debe cumplir los valores de la tabla 3.3, donde se presenta un cuadro comparativo entre las diferentes normas de la resistencia a la tracción del alambre.

DIÁMETRO NOMINAL (mm)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (N/mm ²)									
	Norma INEN		Norma ICONTEC (1)		Norma ASTM (2)		Norma DIN (2)		Norma Máquina resortera	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
2,0	1550	1790	1500	1740	1500	1740	1520	1750	1600	1800
2,2	1535	1765	1460	1680	1480*	1710*	1497*	1717*		
2,3	1515	1730	1460	1680	1470*	1695*	1483*	1703*		
2,5	1505	1715	1420	1640	1440*	1660*	1460	1680		
<p>(1) Los valores de resistencia a la tracción para diámetro 2,2 y 2,5 son en conformidad con los valores del diámetro inmediato superior, para este caso 2,3 y 2,7 respectivamente.</p> <p>(2) * indica valores obtenidos por interpolación.</p>										

Tabla 3.3 Resistencia a la tracción del alambre

3.2.6 ENSAYO DE TORSIÓN SIMPLE PARA ALAMBRE DE ACERO ¹³

“El ensayo de torsión es usado para determinar la deformabilidad (ductilidad) del alambre estirado en frío o alambre estirado en frío y tratado térmicamente cuando es torcido en una dirección. Debe evaluarse como una prueba tecnológica y puede ser usada para probar uniformidad en el alambre” ¹⁴

El ensayo consiste en torcer una probeta alrededor de su propio eje longitudinal hasta que ésta se rompa o hasta alcanzar un número especificado de torsiones. La torsión debe efectuarse en el mismo sentido durante todo el ensayo. Los

¹³ INEN 140:75, *Ensayo de torsión simple para alambre de acero.*

¹⁴ DIN 51212. (September 1978), *Torsion test of wires.*

parámetros que se indican a continuación se aplican únicamente en alambre de acero con diámetro nominal igual o mayor que 0,5 mm.

3.2.6.1 Máquina para ensayo de torsión

La máquina debe estar construida en tal forma que no impida el cambio de longitud entre las mordazas durante el ensayo, no puedan acercarse ni alejarse una a la otra, las mismas que deben estar alineadas de tal manera que permanezcan en el mismo eje longitudinal de la probeta durante el ensayo, de tal forma que no se produzcan desviaciones en ninguno de los sentidos.

Durante el ensayo una de las mordazas debe rotar alrededor del eje de la probeta, en tanto que la otra, debe permanecer fija, sin dar lugar a deflexión angular alguna, excepto en los casos en que esta deflexión sea necesaria para medir el momento de torsión.

3.2.6.2 Probetas para el ensayo de torsión

La probeta a utilizarse en el ensayo consiste en un pedazo de alambre como se indica en la figura 3.5, la misma que debe estar recta antes de realizar el ensayo, en caso de ser necesario enderezar la probeta, y a menos que se especifique de otra manera, debe hacerse a mano, y si esto no es posible, se puede usar un martillo de madera, cobre, o de un material similar, sobre una superficie del mismo material.

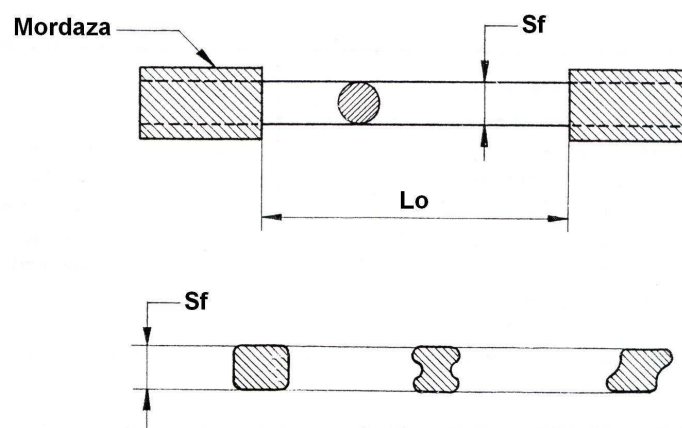


Fig. 3.5 Probeta para el ensayo de torsión

Donde:

Sf: diámetro nominal del alambre

Lo: distancia libre entre mordazas

Nt: número de torsiones

La longitud final de la probeta debe ser mayor que la longitud libre entre las mordazas de la máquina de ensayo, de tal manera que permita una correcta sujeción del alambre en la máquina, mediante las mordazas. La tabla 3.4 indica la distancia o longitud libre entre mordazas para alambres de diferentes diámetros.

Diámetro nominal de la probeta Sf (mm)	Longitud libre entre mordazas L (mm)
$0.5 \leq Sf < 1$	$L = 200 Sf$
$1 \leq Sf < 5$	$L = 100 Sf^*$
$5 \leq Sf$	$L = 50 Sf^{**}$
<p>* Por acuerdo especial, podrá utilizarse una longitud L igual a 50 Sf cuando la máquina no admita el uso de una longitud igual a 100 Sf. ** Por acuerdo especial, podrá usarse una longitud L igual a 30 Sf cuando la máquina no admita el uso de una longitud a 50 Sf.</p>	

Tabla 3.4 Longitud libre entre mordazas

3.2.6.3 Procedimiento del ensayo de torsión

La probeta a ensayar debe ser colocada en la máquina de tal manera que, su eje longitudinal, coincida con el eje de las mordazas y permanezca recta durante el ensayo, esto se consigue aplicando un esfuerzo de tensión constante a la probeta, de magnitud suficiente para enderezarla, pero que no exceda el 2% de la resistencia a la tracción nominal del alambre a menos que se especifique de otra manera.

Colocar la probeta en la máquina, la una mordaza debe rotar a una velocidad constante, hasta provocar la rotura de la probeta o hasta alcanzar el número especificado de vueltas. La velocidad del ensayo debe ser lo suficientemente

lenta, para evitar cualquier aumento de temperatura en la probeta que pueda afectar los resultados.

En la tabla 3.5 se establece la velocidad máxima de ensayo, que no debe ser excedida, la misma que está en función del diámetro nominal. El número de vueltas completas de la mordaza rotativa debe ser anotado.

Diámetro nominal de la probeta Sf (mm)	Velocidad máxima de ensayo (revoluciones por segundo)
$Sf < 1$	3
$1 \leq Sf < 1,5$	1,5
$1,5 \leq Sf < 3$	1
$3 \leq Sf < 5$	0,50 para $Lo = 100 Sf$
	0,25 para $Lo = 50 Sf$
$5 \leq Sf$	0,25 para $Lo = 50 Sf$
	0,15 para $Lo = 30 Sf$

Tabla 3.5 Velocidad de ensayo

Si el número de torsiones es satisfactorio y el material ensayado soportó sin romperse o si se rompió después de un determinado número de vueltas se considera que la probeta aprobó el ensayo, independientemente de la posición de la ruptura.

Si el número de vueltas alcanzadas no satisface los requisitos de la especificación y si la ruptura está dentro de una distancia de 2 veces el diámetro del alambre a las mordazas, el ensayo no se considera válido y debe ser repetido.

Cuando las especificaciones del material lo requieren, se debe examinar la superficie de la probeta e incluso la fractura. El método de examen, la interpretación de la apariencia de la probeta y el número mínimo de torsiones que el material ensayado debe soportar sin romperse (un valor especificado), son materia de la norma respectiva del material ensayado.

3.2.6.4 Especificaciones para el ensayo de torsión

El mínimo número de vueltas que debe soportar el alambre antes de fracturarse se muestra en la tabla 3.6

Diámetro nominal de la probeta Sf (mm)	Mínimo número de vueltas
$1,6 < Sf \leq 1,8$	30
$1,8 < Sf \leq 2,2$	29
$2,2 < Sf \leq 2,9$	28
$2,9 < Sf \leq 3,3$	26

Tabla 3.6 Mínimo número de vueltas

Fuente: (Manual de máquina resortera Spühl, 2004)

3.2.7 ENSAYO DE REDOBLADO PARA ALAMBRE DE ACERO ¹⁵

“El ensayo de redoblado es usado para determinar la deformabilidad (ductilidad) del alambre estirado en frío o alambre estirado en frío y tratado térmicamente por dobleces repetidos en el mismo plano” ¹⁶

El ensayo consiste en doblar repetidamente una probeta de alambre de acero sujeta por un extremo en un ángulo de 90° y en direcciones opuestas sobre una superficie cilíndrica con un radio de curvatura especificado. Este método de ensayo se aplica solamente al alambre de acero con un diámetro igual o mayor que 0,5 mm.

3.2.7.1 Máquina para ensayo de redoblado

La máquina a utilizar en ensayos de redoblado debe ser construida conforme se indica en la figura 3.6, en donde; la línea que une los radios de curvatura de cada bloque cilíndrico deberá ser perpendicular a la dirección del eje longitudinal de la probeta, los ejes longitudinales de los bloques de apoyo deberán ser paralelos y estar en ángulos rectos en relación a las superficies de los mismos y la luz que debe existir entre la probeta y cada bloque de apoyo,

¹⁵ INEN 141:75, *Ensayo de redoblado para alambre de acero.*

¹⁶ DIN 51211. (September 1978), *Reverse bend test of wires.*

medida sobre una línea que une los centros de curvatura de los bloques, no deberá sobrepasar 0.10 mm.

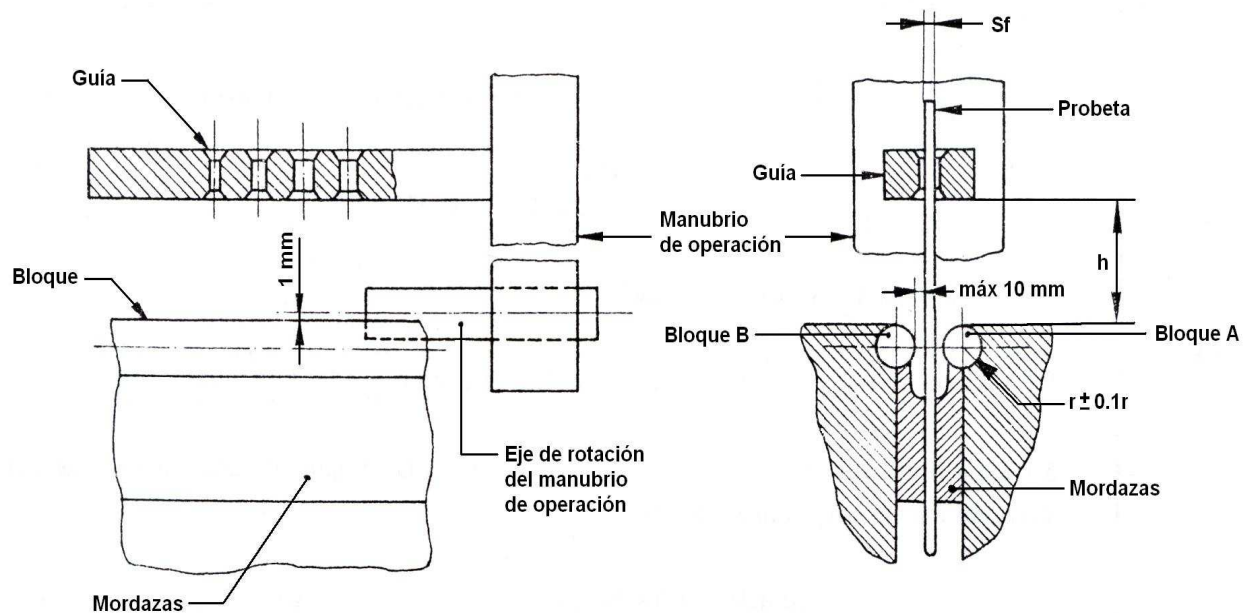


Fig. 3.6 Máquina para ensayo de redoblado

Donde:

Sf: diámetro de un alambre redondo o el espesor mínimo de un alambre de sección no-circular, que es posible sujetar entre dos mordazas paralelas.

r: radio de curvatura de los bloques A y B.

h: distancia desde el extremo superior de los bloques hasta la superficie inferior de la guía.

Nr: número de redobles.

El radio de curvatura r de los bloques de apoyo deberá estar de acuerdo con uno de los valores de la tabla 3.7

Radio de curvatura r (mm)						
2,5	5	0	7,5	10	15	20

Tabla 3.7 Radio de curvatura

La distancia h medida entre la superficie superior de los bloques de apoyo y la cara inferior de la guía, está en función del diámetro del alambre y deberá ser como se indica en la tabla 3.8

Espesor del alambre S_f (mm)	Distancia h (mm)
$S_f \leq 2.5$	25 a 50
$S_f > 2.5$	50 a 70

Tabla 3.8 Distancia h en función del espesor del alambre S_f

Un redoblado consiste en doblar la probeta en un ángulo de 90° y regresar a su posición original como se indica en la figura 3.7.

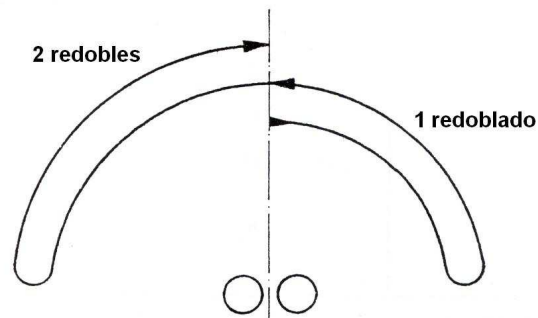


Fig. 3.7 Método para contar el número de redobles

Cuando el alambre a ensayar es de sección no-circular, este es posible sujetar entre dos mordazas paralelas en el espesor mínimo del alambre, como se indica en la figura 3.8

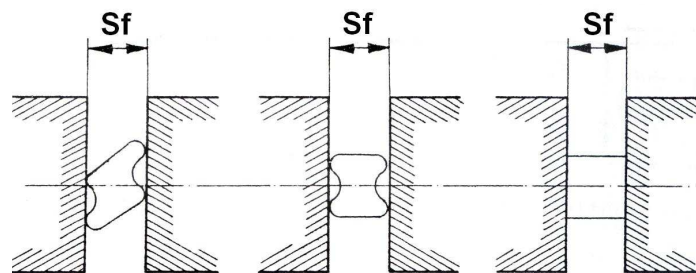


Fig. 3.8 Ejemplos sobre la posición de probetas no circulares

3.2.7.2 Probetas para el ensayo de redoblado

La probeta a ser ensayada deberá estar lo más recta posible; sin embargo, podrá tener una ligera curvatura en el plano en el que se efectuará el doblado, durante

el ensayo. Si fuera necesario enderezar la probeta, se deberá hacer a la mano. Si esto no es posible, se podrá utilizar un martillo de madera, plástico o cobre, sobre una superficie plana de uno de estos mismos materiales, para reducir a un mínimo el daño de la superficie del alambre. La longitud de la probeta será la necesaria para realizar satisfactoriamente el ensayo.

3.2.7.3 Procedimiento del ensayo de redoblado

Las operaciones a seguir para ensayar la probeta de alambre son las siguientes: colocar la probeta de tal modo que se ubique entre los bloques A y B, el extremo libre atraviese uno de los agujeros guías y el otro extremo sea sujetado por la mordaza, luego doblar la porción libre de la probeta en 90° sobre el bloque A (figura 3.6) y luego regresar a la posición original, esto cuenta como un redoblado completo.

Doblar, la probeta en 90° en el mismo plano y en dirección opuesta sobre el bloque B (figura 3.6) y regresar nuevamente a la posición original. Este proceso se repite tantas veces como se haya especificado o sea necesario para producir una ruptura. Esta descripción del proceso no implica que la probeta se detenga completamente después de cada doblado. El doblado deberá efectuarse con una frecuencia tal que el calentamiento de la probeta no afecte el resultado del ensayo. En cualquier caso, la frecuencia no deberá exceder de un redoblado por segundo, excepto cuando se indique de otra manera en la especificación del material.

Para asegurar el contacto de la probeta con los bloques, puede aplicarse a la probeta, durante el doblado, una tensión que no exceda el equivalente al 2% de la resistencia a la tracción nominal del material ensayado. En caso de un ensayo de ruptura, la probeta deberá ser doblada y redoblada, tantas veces, cuantas sea necesario hasta que se rompa. El redoblado, en el que ocurre la ruptura, se cuenta, solamente, si la ruptura ocurrió mientras la probeta retornaba a su posición original.

3.2.7.4 Especificaciones para el ensayo de redoblado

El mínimo número de redobles que debe soportar el alambre antes de romperse se indica en la tabla 3.9

Diámetro nominal de la probeta S_f (mm)	Radio de curvatura r (mm)	Mínimo número de redobles
$1,6 \leq S_f \leq 1,8$	5	11
$1,8 < S_f \leq 2,0$	5	10
$2,0 < S_f \leq 2,1$	7,5	16
$2,1 < S_f \leq 2,2$	7,5	15
$2,2 < S_f \leq 2,3$	7,5	14
$2,3 < S_f \leq 2,4$	7,5	13
$2,4 < S_f \leq 2,5$	7,5	12
$2,5 < S_f < 2,6$	7,5	11

Tabla 3.9 Mínimo número de redobles

Fuente: (Manual de máquina resortera Spühl, 2004)

3.2.8 ENSAYO DE ENROLLADO PARA ALAMBRE DE ACERO

La prueba consiste en enrollar el alambre de acero un número establecido de vueltas alrededor de un núcleo de diámetro especificado o sobre su propio diámetro, sin romperse, formando el número establecido de espiras adosadas entre sí, como se muestra en la figura 3.9: en algunos casos, cuando la especificación del material lo solicite la prueba se completa con el desenrollado de un número determinado de vueltas, esta prueba es una indicación de la ductilidad del alambre de acero donde el comportamiento del material es materia de la especificación respectiva y no debe ser confundido con el ensayo de enrollado utilizado para la adhesión de zinc en alambre de acero galvanizado.

A pesar que no existe límite en el diámetro del alambre que a de ser ensayado en una prueba de enrollado, no se puede aplicar en diámetros mayores a 5 mm, a menos que se exista y se utilice un equipo especial.

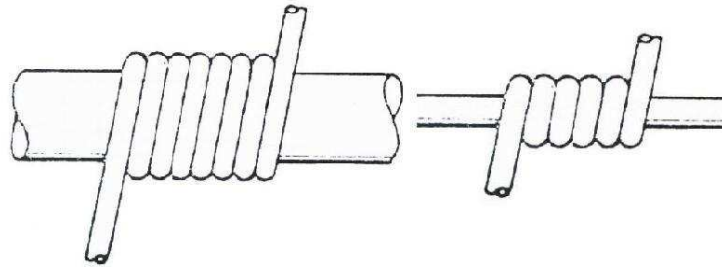


Fig. 3.9 Esquema de la prueba de enrollado de alambre de acero

3.2.8.1 Máquina para ensayo de enrollado

La máquina para el ensayo de enrollado deberá estar dispuesto de tal forma que durante el enrollado del alambre, las espiras queden en contacto mutuo y bien apretadas alrededor del núcleo, para lo que puede utilizarse un torno mecánico, donde el núcleo puede estar formado por un tramo del propio alambre cuando el diámetro de este último coincida con el prescrito, también puede utilizarse una máquina especial para esta prueba.

3.2.8.2 Probetas para el ensayo de enrollado

La probeta para el ensayo consiste en un pedazo de alambre de acero cuya longitud debe ser suficiente para realizar el ensayo, es decir para completar el número de espiras prescrito, si el alambre es tomado de un rollo de alambre, no es necesario enderezarlo antes del ensayo, pero si el pedazo de alambre ha sido tomado de un producto fabricado con éste debe ser enderezado previo al ensayo.

3.2.8.3 Procedimiento del ensayo de enrollado

La probeta debe ser enrollada y apretada alrededor de un núcleo, a una velocidad uniforme, tal que no debe superar una espira por segundo, pero en cualquier caso, suficientemente lenta para evitar cualquier aumento de temperatura que pudiera afectar al resultado del ensayo, a menos que se indique lo contrario el ensayo debe efectuársele a temperatura ambiente.

Con el fin de asegurar que el enrollado quede bien ajustado, se puede aplicar una tensión al alambre que no supere el 2% de la resistencia nominal a la tracción del alambre. Cuando sea necesario el desenrollado del alambre de acero, también la velocidad de desenrollado no deberá exceder una vuelta por segundo, pero en cualquier caso, deberá ser lo suficientemente lenta como para prevenir cualquier aumento de temperatura que pudiera afectar el resultado del ensayo, al final del desenrollado debe quedar, por lo menos, una vuelta de alambre enrollada. La interpretación de la apariencia de la porción enrollada o desenrollada de la probeta es materia de las especificaciones del material.

En general se considera positiva y satisfactoria la prueba, si durante el ensayo, en la superficie del alambre no aparecen grietas ni fracturas.

3.2.8.4 Especificaciones para el ensayo de enrollado

El alambre utilizado en la fabricación para resortes bonnell debe soportar el enrollamiento sobre su propio diámetro sin que este se rompa o fracture según lo indicado en la tabla 3.10:

NÚMERO MÍNIMO DE VUELTAS	Norma INEN	Norma ICONTEC
	5	5

Tabla 3.10 Mínimo número de vueltas

3.3 CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO EN PROCESO ¹⁷

La calidad del resorte consiste en obtener resortes de configuración ideal, por tanto es necesario calibrar la máquina antes de iniciar la producción en serie de resortes bonnell, a continuación se muestran los parámetros de control dimensional y forma para un resorte bonnell.

¹⁷ Manual de máquinas resorteras: Spühl, 2004 y Fides 2002.

3.3.1 RESORTE SIN ACABADO:

Se considera resorte sin acabado cuando el resorte solo ha sido devanado y plegado y no se ha realizado el nudo en los extremos ni el tratamiento térmico en el resorte.

La inspección en este punto del proceso consiste en comprobar las dimensiones y configuración del resorte.

3.3.1.1 Diámetro exterior de la cintura del resorte o diámetro central (Dta)

El diámetro de la cintura del resorte (Dta) guarda estrecha relación con el diámetro interior del resorte (Dfi), la misma que define la elasticidad del resorte, y está determinada por la ecuación 7:

$$Dta = \left(\frac{Dfi}{2} \right) + Sf \quad (7)$$

El diámetro interior del resorte (Dfi) en función del diámetro exterior del resorte (Dfe) se indica en la ecuación 8.

$$Dfi = Dfe - 2 * Sf \quad (8)$$

Reemplazando la ecuación 7 en la ecuación 8 se obtiene la ecuación 9.

$$Dta = \frac{Dfe}{2} \quad (9)$$

Generalmente los resortes con diámetro interior (Dfi) menor a 80 mm tienen el diámetro de la cintura (Dfe) aumentado, con el fin de proporcionar suficiente elasticidad al resorte, esta variación puede realizarse en base a la figura 3.10:

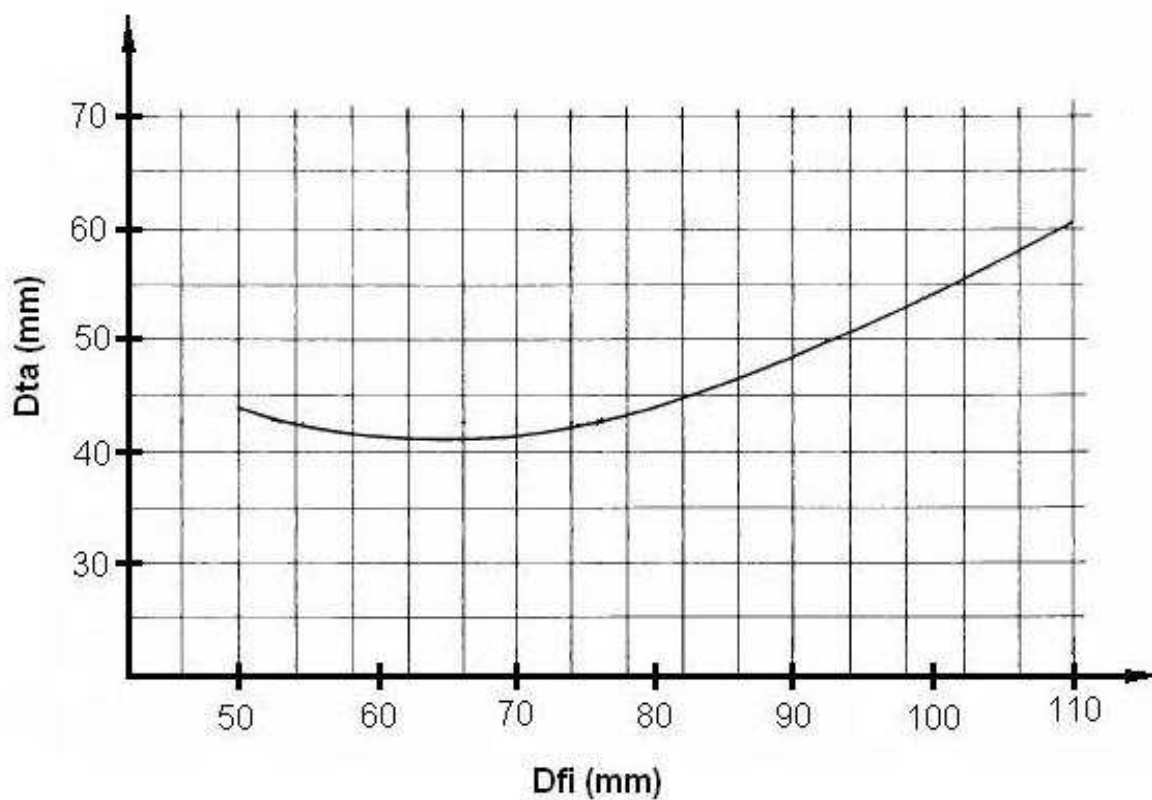


Fig. 3.10 Relación diámetro interior del resorte Vs. diámetro exterior de la cintura del resorte

Para comprobar el diámetro de la cintura del resorte se debe proceder como se indica en la figura 3.11:

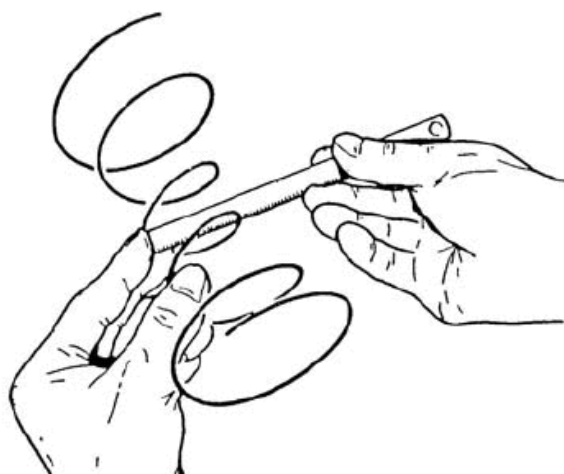


Fig. 3.11 Comprobación del diámetro de la cintura del resorte

3.3.1.2 Simetría de los diámetros exteriores del resorte sin acabado (Dfe)

Se debe comprobar que los diámetros exteriores del resorte sin acabado sean idénticos con una diferencia máxima al valor nominal de ± 2 mm, y puede verificarse como indica la figura 3.12 o apoyando el resorte en una superficie plana.

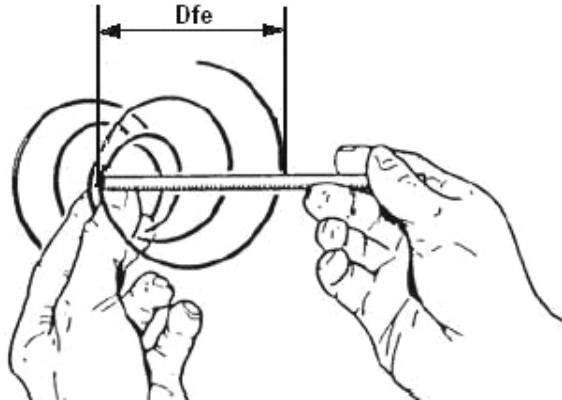


Fig. 3.12 Comprobación de los diámetros exteriores del resorte sin acabado y su simetría

3.3.1.3 Altura del resorte sin acabado (Fh)

Al comprobar la altura del resorte sin acabado se debe tomar la medida en el punto o posición en la que se realizará el nudo, permitiendo una diferencia máxima de ± 3 mm respecto al valor nominal y procediendo como se indica en la figura 3.13:

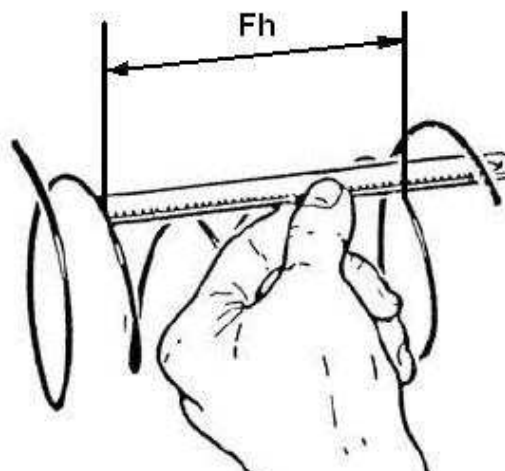


Fig. 3.13 Comprobación de la altura del resorte sin acabado

3.3.1.4 Inclinación de la primera vuelta

La inclinación debe ser igual en ambos lados del resorte, permitiendo una inclinación comprendida entre 15 y 25 mm, y debe ser comprobada como lo indica la figura 3.14.

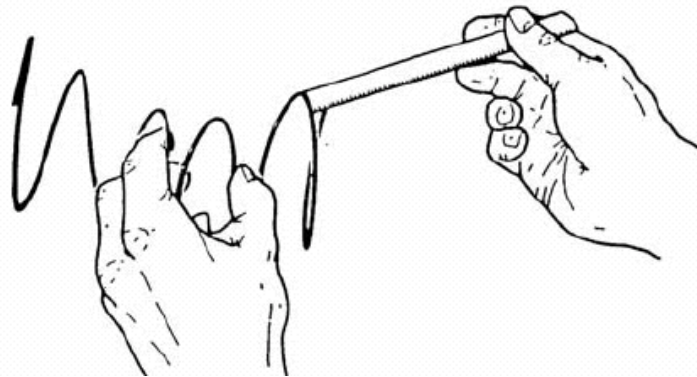


Fig. 3.14 Comprobación de la inclinación de la primera vuelta del resorte

3.3.1.5 Longitud del alambre

Al colocar el resorte en una superficie plana como se indicada en la figura 3.15, comprobar la longitud del alambre, mientras un extremo del alambre esté en contacto con la superficie y que el otro extremo del alambre debe ubicarse aproximadamente a 10 mm por encima del eje del resorte.

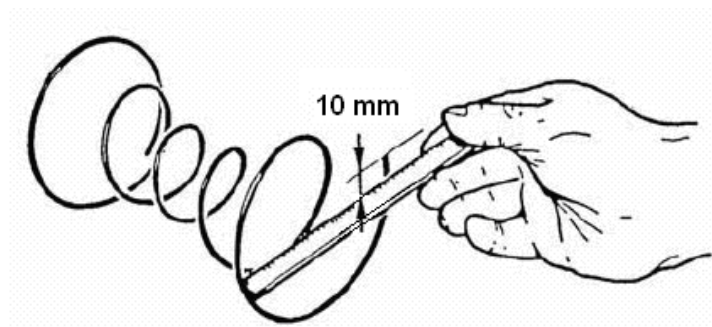


Fig. 3.15 Comprobación de la longitud del alambre

3.3.2 RESORTE ACABADO:

Se considera resorte acabado cuando el resorte ha sido devanado y plegado, se ha realizado el nudo en ambos extremos y ha sido tratado térmicamente.

3.3.2.1 Número de vueltas y longitud del nudo

El número de vueltas que posee el nudo del resorte debe estar conforme a la tabla 3.11:

Mínimo número de vueltas	
Norma INEN	Norma ICONTEC
1 ½	1 ½

Tabla 3.11 Mínimo número de vueltas del nudo

Las vueltas del nudo deben ser contadas a partir del contacto del alambre con el alma del alambre del resorte en sus extremos. El nudo demasiado corto en el resorte produce falta de ajuste o apriete sobre el alambre que rodea, lo que puede producir que se distorsione la medida del diámetro de la boca del resorte cuando es manipulado, mientras que un nudo demasiado largo produce desperdicio de alambre, teniendo en consideración que la producción de resortes es alta, el costo en el paso del tiempo sería elevado.

En la figura 3.16 se presenta el nudo ideal que debe poseer un resorte bonnell y los tipos de nudos incorrectos que deben evitarse.



Fig. 3.16 Longitud del nudo correcto e incorrecto del resorte bonnell

Además del número indicado de vueltas y la longitud del nudo se debe verificar que el nudo ajuste o apriete fuertemente el alambre, de tal manera que no se deslice sobre el. Para comprobar que el ajuste en el nudo es el adecuado, se procede a tensar la boca del resorte, sin que el nudo se deslice sobre el alambre, como se indica en la figura 3.17

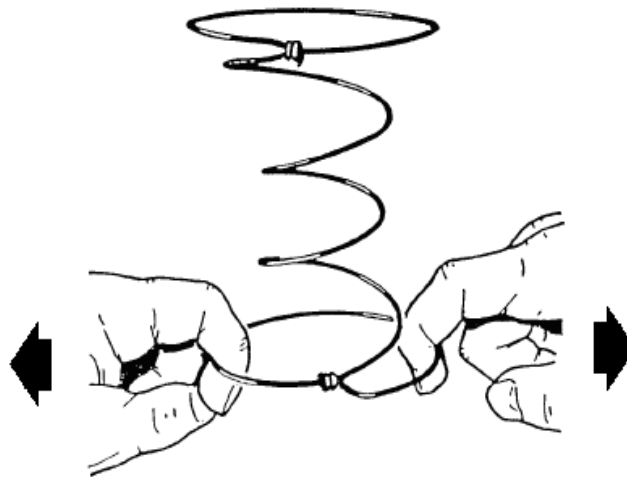


Fig. 3.17 Comprobación del ajuste o apriete del nudo

Al comprobar el diámetro externo de la boca del resorte (D_{fe}), la altura del resorte (F_h) y la inclinación del resorte, se debe utilizar un resorte acabado, es decir completamente enrollado y anudado y tratado térmicamente.

3.3.2.2 Diámetros exteriores del resorte acabado (D_{fe})

La comprobación de los diámetros exteriores del resorte se la debe realizar como se indica en la figura 3.18, permitiendo una tolerancia de $\pm 0.5\text{mm}$, para mayor facilidad de medición puede ubicarse el resorte en una superficie plana de tal manera que la boca del resorte quede perpendicular a la superficie.

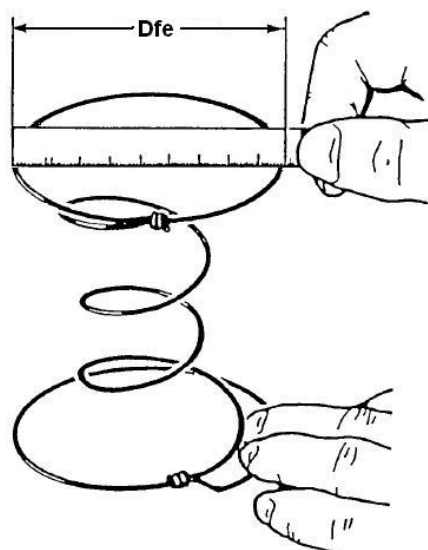


Fig. 3.18 Comprobación de los diámetros exteriores del resorte acabado

3.3.2.3 Altura del resorte acabado (Fh)

La comprobación de la altura del resorte se debe realizar como se indica en la figura 3.19, permitiendo una tolerancia de $\pm 3\text{mm}$

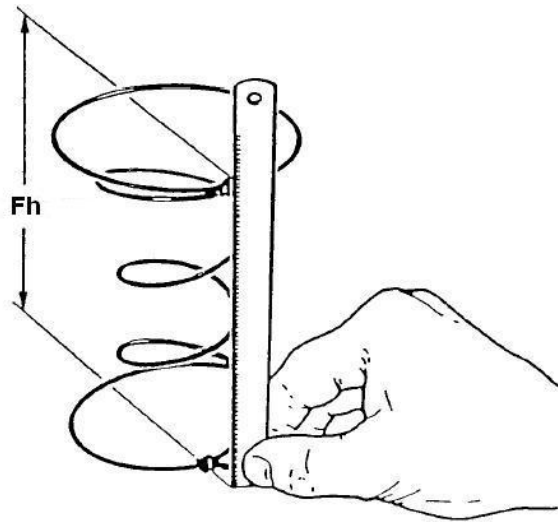


Fig. 3.19 Comprobación de la altura del resorte

Al realizar la medición de la altura del resorte ambos nudos deben encontrarse uno justo encima del otro, esta posición de los nudos solo puede y debe ser evaluada después del tratamiento térmico.

3.3.2.4 Inclinación del resorte

El resorte terminado normalmente presenta una inclinación, la misma que debe ser controlada, esta inclinación se la mide a 90° del nudo del resorte y a 180° del nudo del resorte.

- Inclinación a 90° del nudo

En la figura 3.20 se indica la manera correcta como debe ser medida la inclinación del resorte a 90° , cuya tolerancia corresponde es de máximo 3mm, por cada 100mm de altura del resorte.

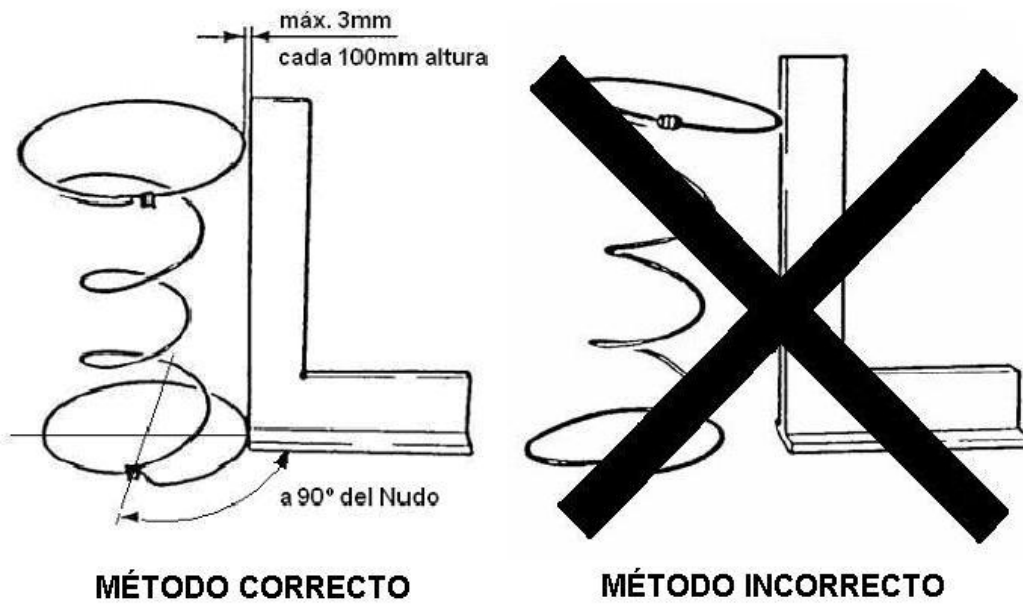


Fig. 3.20 Comprobación de la inclinación del resorte a 90° del nudo

➤ Inclinación a 180° del nudo

En la figura 3.21 se indica la manera correcta como debe ser medida la inclinación del resorte a 180°, cuya tolerancia es de 3 a 6mm, por cada 100mm de altura del resorte.

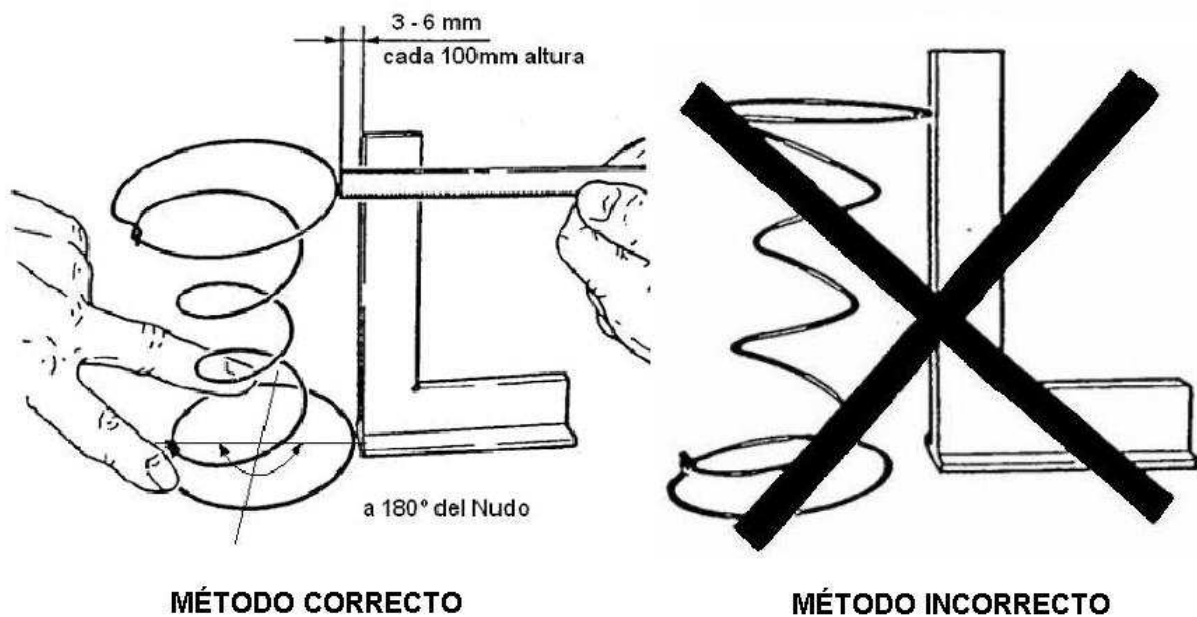


Fig. 3.21 Comprobación de la inclinación del resorte a 180° del nudo

3.3.3 CONTROL DEL TRATAMIENTO TÉRMICO DEL RESORTE BONNELL

El resorte tipo Bonnell es sometido a un tratamiento térmico cuya temperatura está comprendida entre 274 °C y 320 °C. Los factores que influyen en el tratamiento térmico del resorte son:

- El diámetro del alambre S_f (mm)
- La longitud del alambre L (mm) -número total de espiras-
- La calidad del alambre

3.3.3.1 Comprobación de temperatura de tratamiento térmico

La comprobación de temperatura de tratamiento térmico en el resorte bonnell se realiza con crayones o tizas térmicos (figura 3.22), los mismos que poseen un determinado punto de fusión y se derriten o funden en contacto con superficies calientes, es usado como prueba rápida para comprobar la temperatura a la que se encuentra una determinada superficie.



Fig. 3.22 Crayones o tizas térmicas para comprobación de temperatura

3.3.3.2 Crayones o tizas térmicas¹⁸

Si en contacto del extremo del crayón térmico con la superficie del alambre, el material del crayón no se funde o derrite y se deposita en la superficie caliente,

¹⁸ <http://www.spirig.org/index.php?id=74>

significa que la temperatura de la superficie del alambre todavía está por debajo del punto de fusión especificado en el crayón térmico, y si por el contrario existe un depósito de material fundido o derretido en la superficie del alambre, entonces esto indica claramente que la superficie del metal se encuentra por lo menos al mismo nivel de temperatura de fusión del crayón térmico. El usuario del crayón térmico debe sentir que la fusión del material del crayón se termina, muy similar a tocar una superficie caliente con una vela.

Cuando el material fundido del crayón es depositado sobre el alambre, este se descompondrá rápidamente bajo la acción del calor y la reacción química con los gases del medio ambiente como oxígeno u otros. Los crayones térmicos son quebradizos y duros, no se debe utilizar el crayón depositando o marcando previamente sobre una superficie fría. En tales marcas no se adhieren bien y pueden salpicar fuera de las superficies marcadas previamente, por tanto la comprobación de temperatura no es exacta.

Los crayones térmicos CelsiStick permiten determinar un amplio rango de temperatura, y se encuentran disponibles en valores de temperatura como lo indica la tabla 3.12

38	39	41	43	45	48	52	55	59	62	66	69	73
76	79	83	87	90	93	97	101	104	107	111	114	118
121	124	128	132	135	139	142	146	149	152	156	159	163
166	170	173	177	184	191	198	204	212	218	226	232	239
246	253	260	274	286	302	316	329	343	357	371	385	399
427	454	482	500	510	525	538	550	566	593	621	649	677
704	732	760	774	788	804	816	843	871	899	927	954	982
1010	1038	1066	1093	1124	1149	1177	1204	1232	1260	1288	1316	1343
1371												

Tabla 3.12 Temperaturas de comprobación con crayones térmicos CelsiStick

3.3.3.3 Comprobación de temperatura en resortes bonnell

Para comprobar la temperatura de tratamiento térmico en el resorte se debe marcar con dos crayones térmicas, uno para 274°C y otro para 320°C, los anillos intermedios del resorte (figura 3.23) antes de realizar el tratamiento térmico, y tan

prontamente salgan a la empaquetadora (bandeja de salida), verificar si existe o no fusión en el crayón depositado en la superficie del alambre, de acuerdo a la tabla 3.13.

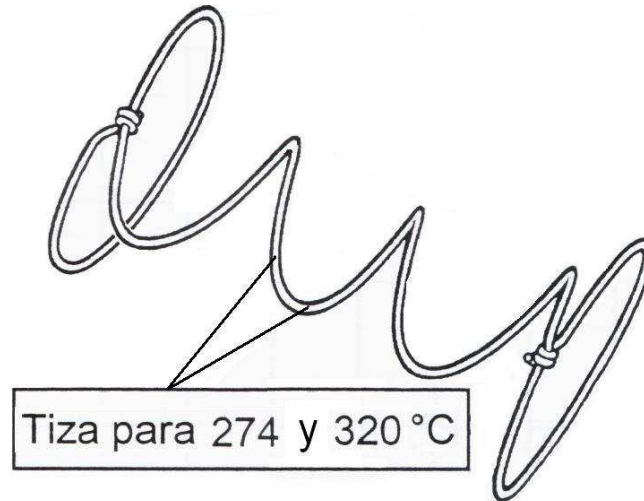


Fig. 3.23 Comprobación de temperatura con crayones térmicos

Ajuste de la temperatura	Superficie de la tiza (Tiza para 274 °C)	Superficie de la tiza (Tiza para 320 °C)
Demasiado bajo	No hay fusión	No hay fusión
Correcto	Si hay fusión	No hay fusión
Demasiado alto	Si hay fusión	Si hay fusión

Tabla 3.13 Resultados de comprobación de temperatura con crayones térmicos CelsiStick

Si la temperatura de tratamiento térmico a la que es sometido el resorte no está dentro del rango de temperatura especificado anteriormente, este no adquiere la debida elasticidad.

3.4 CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO

Los ensayos que se realizan en el resorte bonnell son:

- Ensayo de compresión para la comprobación de elasticidad
- Ensayo de compresión para la comprobación de pérdida de altura por fatiga.

3.4.1 ENSAYO DE COMPRESIÓN PARA LA COMPROBACIÓN DE ELASTICIDAD EN EL RESORTE BONNELL

Este ensayo permite comprobar la pérdida de altura en el resorte por asentamiento y consiste en los siguientes pasos:

- Se mide la altura inicial del resorte terminado al salir de la máquina resortera.
- Se comprime completamente el resorte con las manos al menos dos veces.
- Se mide la altura final del resorte luego de las compresiones.
- La pérdida de altura del resorte por asentamiento no debe ser superior a 10mm (figura 3.24).

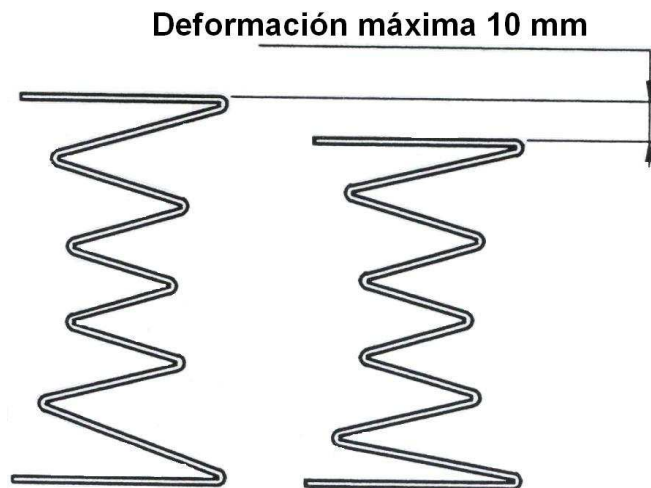


Fig. 3.24 Pérdida de altura por asentamiento permitida

3.4.2 ENSAYO DE COMPRESIÓN PARA LA COMPROBACIÓN DE PÉRDIDA DE ALTURA POR FATIGA EN EL RESORTE BONNELL

Este ensayo permite comprobar la pérdida de altura en el resorte por fatiga.

3.4.2.1 Máquina para ensayo de fatiga

La máquina para el ensayo de fatiga debe comprimir el resorte de manera repetida o cíclica como mínimo el 30% de la altura inicial del resorte a una velocidad de ciclaje de al menos 20 ciclos por minuto y contar con un dispositivo que permita mantener el resorte de manera fija durante el ensayo.

3.4.2.2 Procedimiento de ensayo de fatiga

- Se mide la altura inicial del resorte terminado al salir de la máquina resortera.
- Se fatiga el resorte un total de 18000 veces, inicialmente 1000, posteriormente 4000, y luego a 13000.
- Al finalizar cada período de la prueba se deja recuperar o reposar el resorte durante una hora, y se toma la altura del resorte.
- La pérdida de altura del resorte no debe superar el 20% de la altura inicial del resorte.

3.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE INSPECCIÓN DE CALIDAD EN RESORTES

El proceso de inspección de calidad en sus tres fases: materia prima, producto en proceso y producto terminado se lo realiza de acuerdo al diagrama de flujo indicado en la figura 3.25.

3.6 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE CALIDAD Y REGISTROS DE INSPECCIÓN

Se elaboró un Procedimiento de Inspección de Calidad para la Sección Resortes de Chaide y Chaide (anexo N° 2), además se crearon registros para evidenciar la inspección en resortes en las tres fases del proceso de producción: materia prima, producto en proceso y producto terminado (anexo N° 3).

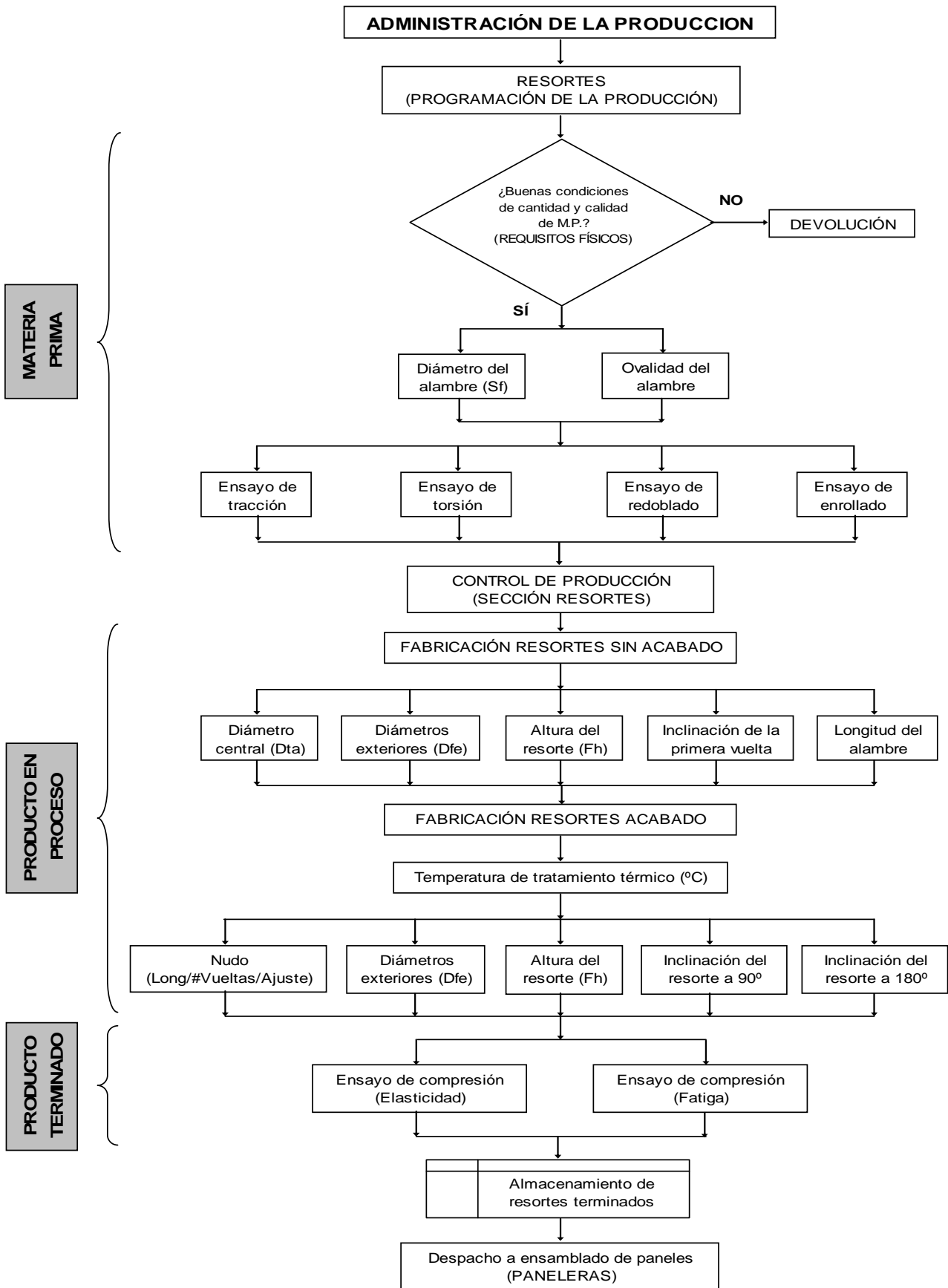


Fig. 3.25 Diagrama de flujo del proceso de inspección de calidad en resortes

CAPÍTULO IV

PRUEBAS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

PRUEBAS

Las pruebas realizadas de comprobación de parámetros de control de calidad se encuentran en el Anexo N° 4 – Fotografías de Pruebas

CONCLUSIONES

- Chaide y Chaide mantiene un Sistema de Gestión de Calidad, que le ha permitido demostrar la capacidad que tiene para entregar productos que satisfagan a sus clientes, y cumplan normas y especificaciones técnicas.
- El propósito de contar con un sistema de inspección en los procesos es asegurar que los productos lleguen al cliente final al menos con una calidad aceptable, y se la puede realizar en tres puntos del proceso: materia prima, producto en proceso y producto final.
- Existen normas nacionales e internacionales que permiten comprobar e inspeccionar las propiedades del alambre utilizado en la fabricación de resortes para colchones, mediante ensayos mecánicos.
- El tratamiento térmico que el resorte recibe a bajas temperaturas permite liberar esfuerzos residuales, estabilizar dimensiones y reducir las pérdidas causadas por la deformación plástica; en la industria de colchones este tratamiento es conocido como templado aunque en realidad no lo es.

RECOMENDACIONES

- Como parte de inspección en el producto final, realizar auditorias al producto final justo antes de ser entregado al cliente final, sea este interno o externo.
- Al controlar las características del producto primero debe determinarse las características del producto que es necesario evaluar de acuerdo a normas y especificaciones técnicas.
- Considerar a mayor grado los requisitos de composición química establecidos por el fabricante de máquinas resorterías, debido a que conocen a mayor detalle las condiciones bajo las cuales fue concebida la máquina.
- Como gran parte de la inspección de calidad del resorte bonnell tiene que ver con su configuración y forma, se recomienda realizar programas de mantenimiento preventivo que permitan asegurar un resorte con dimensiones acordes a lo requerido por normas.
- Al realizar la capacitación de los trabajadores, hacer énfasis en el control de parámetros del producto, brindarles entrenamiento en habilidades de control, con el fin de reducir defectos o productos no conformes mediante un buen control durante el proceso.
- Realizar de manera periódica los ensayos mecánicos en el alambre, para comprobar el cumplimiento de especificaciones técnicas ya establecidas y garantizar a mayor grado la satisfacción del cliente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTM A407M-80, *Standard Specification for steel - wire, cold -draw, for coiled - type springs.*
- AVNER, SYDNEY H. (1988), *Introducción a la metalurgia física, 2ª Edición.* McGraw-Hill/Interamericana de México, S.A. México.
- CARDENAS, VICTOR. (1989), *Folleto de Conformado mecánico,* EPN.
- CHAIDE Y CHAIDE, *Manual de Calidad.*
- DIN 17223 part. 2, *Round steel wire for springs.*
- DIN 51211. (September 1978), *Reverse bend test of wires.*
- DIN 51212. (September 1978) *Torsion test of wires.*
- ICONTEC 684:2003, *Alambre de acero, estirado en frío, para resortes tipo espiral.*
- ICONTEC 2094:2003, *Artículos de uso doméstico. Colchones y colchonetas.*
- INEN 127:75, *Ensayo de tracción para alambre de acero.*
- INEN 140:75, *Ensayo de torsión simple para alambre de acero.*
- INEN 141:75, *Ensayo de redoblado para alambre de acero.*
- INEN 142:75, *Ensayo de enrollado para alambre de acero.*
- INEN 2031:95, *Alambre para estructura de resortes en colchones. Requisitos.*
- INEN 2035:95, *Plásticos. Artículos elaborados. Colchones. Requisitos e Inspección.*
- ISO 9001:2000, *Sistemas de gestión de Calidad – Requisitos.*
- ISO 9004:2000, *Sistemas de gestión de Calidad – Directrices para la mejora del desempeño.*

- KIMBALL D. S., BARR J. H. (1947), *Construcción de elementos de máquinas*. Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana S.A. México.
- LUCCHESI, DOMENICO. (1973) *Ensayos mecánicos de los materiales metálicos*, Editorial Labor, S.A. Barcelona – España.
- Manual de máquina resortera Fides (2002).
- Manual de máquina resortera Spühl (2004).
- MONZÓN, ILIANA. (2004) *Implantación de los sistemas de gestión de la calidad ISO 9000. Una guía práctica*, Consultoría Gestión de la Calidad - Ciget Cienfuegos.
- NORTON, ROBERT L. (1999) *Diseño de máquinas, 1ª Edición*. Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. México.
- RUIZ, RODRIGO. (2005) *Folleto de tratamientos térmicos*, EPN.
- SHIGLEY, JOSEPH E. (1990) *Diseño en ingeniería mecánica, 5ª Edición*. McGraw-Hill/Interamericana de México, S.A. México.
- http://www.viajesabordo.com/famsa_mx/contenido_mx/colchonometro/clch.swf
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Acero>
- <http://www.utp.edu.co/~publio17/aceroalC.htm>
- <http://www.steeluniversity.org/content/html/spa/default.asp?catid=156&pageid=2081271611>
- <http://www.resorteslacas.com.ar/productos1.html>
- <http://www.spirig.org/index.php?id=74>
- <http://www.infocolchon.com/articulos/colchon-muelles.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_gesti%C3%B3n_de_la_calida

ANEXOS

ANEXO N° 1

**CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE IDEAL
ALAMBREC**



IdealAlambrec

LABORATORIO

CERTIFICADO DE ENSAYOS

N°:08-214

CLIENTE: CHAIDE Y CHAIDE

PRODUCTO: Alambre para resortes colchoneros

FECHA: 2008-05-05

COMPOSICION QUIMICA

La composición química del material corresponde a un acero de alto contenido de carbono.

		Norma
%C	0,722	0,45 a 0,85
%Mn	0,672	0,60 a 1,30
%Si	0,181	0,15 a 0,35
%P máx	0,008	0,040 máximo
%S máx	0,017	0,050 máximo

DIMENSIONES

Diámetro y ovalidad:

Diámetro (mm)	Tolerancia (mm)	Ovalidad (mm)
Menor de 1,40	±0,030	0,020 máx
Mayor de 1,40	±0,030	0,030 máx
Mayor de 3,00	±0,030	0,050 máx

RESISTENCIA

Diámetro (mm)	Resistencia a la tracción (N/mm ²)		
	Promedio	Mínimo	Máximo
1,30	1737	1680	1935
1,37	1700	1660	1900
2,30	1654	1515	1730
3,76	1335	1280	1480
4,57	1402	1255	1460

Observaciones:

El valor de la resistencia a la tracción cumple con la Norma ASTM A-407 y la Norma INEN 2 031:95

Los marcos de colchón son soldados por resistencia a tope.

IDEAL ALAMBREC S.A.

Marco Carrera F.
LABORATORIO

ANEXO Nº 2

**PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD
SECCIÓN RESORTES**

 Chaide y Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1

PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES

1. PROPÓSITO

Establecer los requisitos que deben cumplir tanto el alambre (MP) para resortes como los resortes propiamente dichos, utilizados en la fabricación de paneles para colchones.

2. ALCANCE

Todo el alambre para resortes y resortes bonnell que fabrica Chaide y Chaide.

3. RESPONSABILIDAD

Gerente de Planta: Es responsable de la aprobación de este procedimiento de inspección.

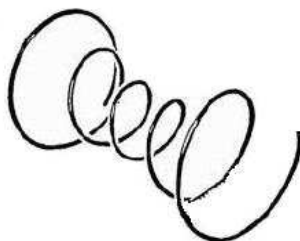
Responsable de Sección o Supervisor: Es el responsable de instruir al personal en los requisitos que debe cumplir tanto el alambre como el resorte fabricado en la sección, implementar los controles de verificación, monitoreo y control.

Operadores: Son responsables de cumplir este procedimiento de inspección, y llenar los registros de control.

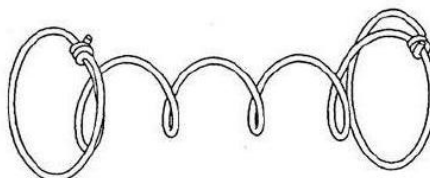
4. DEFINICIONES

Resorte bonnell. Es un alambre conformado con una configuración geométrica en forma de espiral de doble cono o en forma de reloj de arena que proporciona o garantiza el soporte del colchón.

Resorte sin acabado. Es aquel resorte que solo ha sido devanado y plegado, y no ha sido anudado en los extremos ni tratado térmicamente.



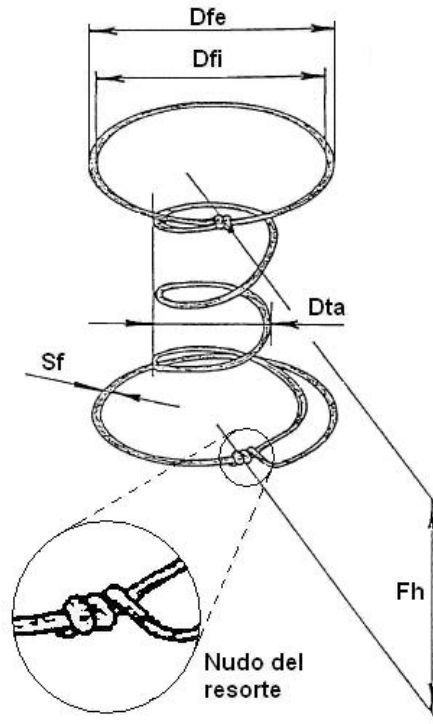
Resorte acabado. Es aquel resorte que ha sido devanado, plegado, anudado en los extremos y tratado térmicamente.



Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide y Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1	No. PAGINAS 2/16

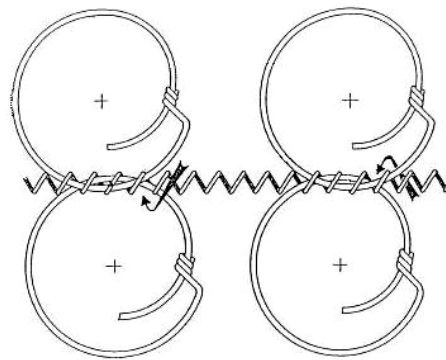
Características de un resorte bonnell:



Donde:

- Fh** = Altura del resorte (mm)
- Dfe** = Diámetro exterior del resorte (mm)
- Dfi** = Diámetro interior del resorte (mm) [$Dfi = Dfe - 2 * Sf$]
- Dta** = Diámetro exterior de la cintura del resorte o diámetro central (mm)
- Sf** = Diámetro del alambre (mm)
- If** = Número de vueltas (considerado de nudo a nudo)
- L** = Longitud del alambre necesaria para producir un resorte (mm)

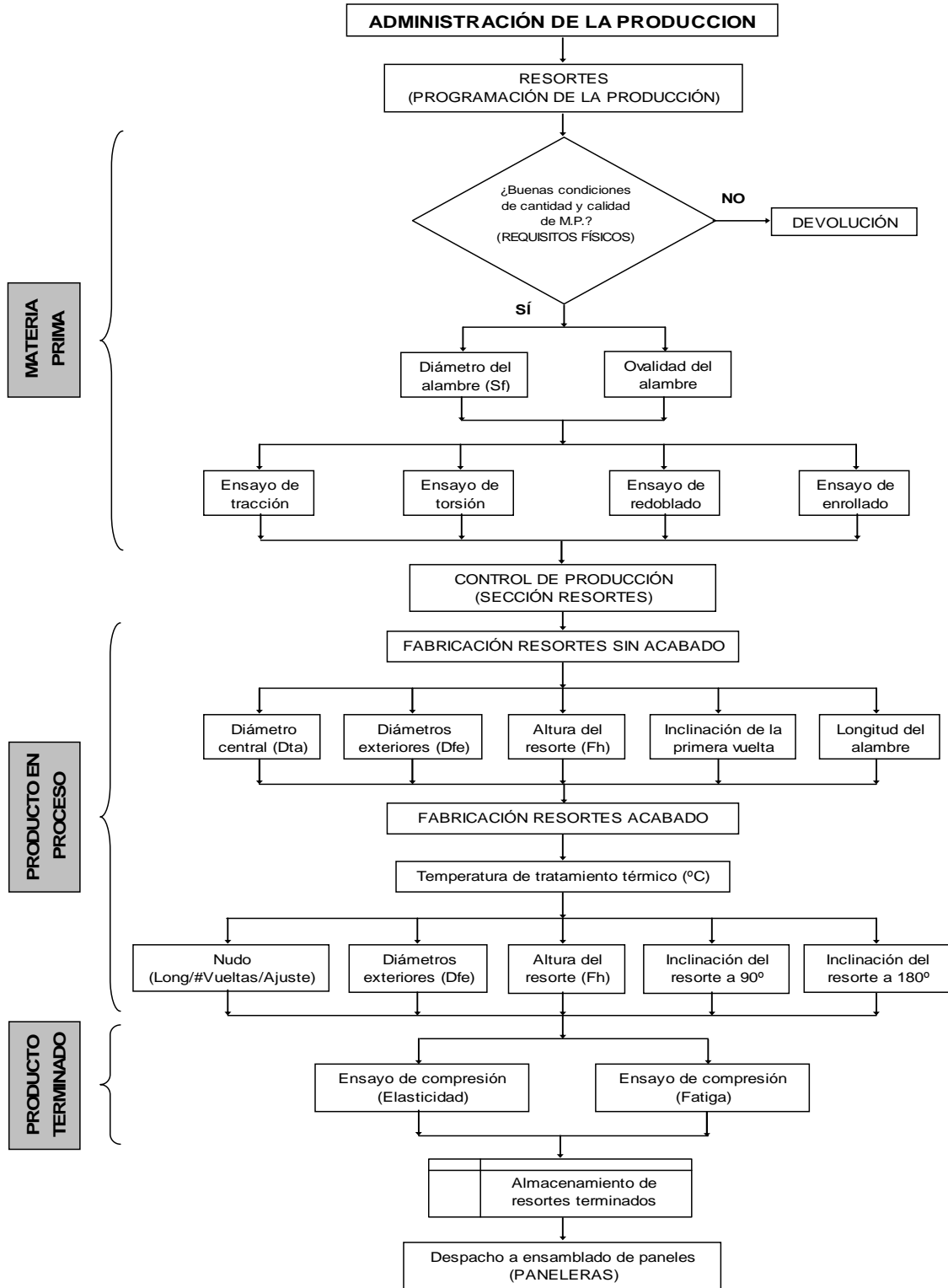
Espiral. Es el gusanillo de alambre que se utiliza para la unión entre resortes, también puede utilizarse para la unión entre el panel de resortes y el marco.



Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1

5. DIAGRAMA DEL PROCESO DE INSPECCIÓN



Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1

6. ESPECIFICACIONES

1. ALAMBRE DE ACERO PARA RESORTES

1.1 El alambre de acero debe cumplir los siguientes requisitos:

a) Requisitos físicos

- El alambre debe presenta un buen acabado superficial, donde la superficie debe estar libre de escamas, óxidos, fisuras o cualquier defecto superficial que pueda imposibilitar su uso en la fabricación de resortes.

- El alambre debe ser de acero calmado, esto se comprueba cortando una o dos vueltas de alambre de un rollo y colocándolas en una superficie plana el alambre no debe mostrar tendencia a formar espirales ni a levantarse en los extremos.

b) Composición Química

Tabla # 1
Requisitos de Composición química

ELEMENTO ALEANTE	PORCENTAJE (%)									
	Norma INEN		Norma ICONTEC		Norma ASTM		Norma DIN		Norma Fabricante Máquina resortera	
	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.	min.	máx.
Carbono %C	0,45	0,85	0,45	0,70	0,45	0,75	0,40	0,85	0,40	0,80
Manganeso %Mn	0,60	1,30	0,60	1,20	0,60	1,20	0,30	1,00	0,30	1,20
Fósforo %P	-	0,04	-	-	-	-	-	0,04	-	0,03
Azufre %S	-	0,05	-	-	-	-	-	0,04	-	0,03
Silicio %Si	0,15	0,35	-	-	-	-	-	0,35	0,10	0,30
Cobre %Cu	-	-	-	-	-	-	-	0,20	-	0,15

c) Requisitos dimensionales

El diámetro del alambre utilizado en la fabricación de resortes debe encontrarse entre los siguientes valores:

Tabla # 2
Requisitos dimensionales

NORMA	DIÁMETRO Sf (mm)		OVALIDAD (mm)
	Nominal	Tolerancia	máx.
INEN	2,3	±0,03	0,03
ICONTEC	2,3	±0,05	0,05
ASTM	2,3	±0,05	0,05
DIN	2,3	±0,035	0,035
Fabricante Máquina resortera	2,3	±0,02	0,02

Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1

Se entiende como OVALIDAD a la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo, medidos en una misma sección del alambre.

Para comprobar el diámetro (Sf) y la ovalidad en el alambre se debe proceder de la siguiente manera:

- Tomar una probeta de ensayo de cualquiera de los extremos del rollo de aproximadamente 20 cm.
- Marcar cinco puntos de medición a una distancia mayor que 3 cm uno del otro.
- Los puntos de medición del diámetro y la ovalidad preferiblemente deben coincidir.
- De no cumplir con los requisitos dimensionales el Responsable de la sección analiza la(s) causa(s) del problema para encontrar una solución.

1.2 El alambre de acero es inspeccionado mediante los siguientes ensayos mecánicos:

a) Ensayo de tracción:

Proceder conforme NTE INEN 127:75 "Ensayo de tracción para alambre de acero".

Tabla # 3
Ensayo de tracción – Resistencia a la tracción

NORMA	Diámetro nominal Sf (mm)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (N/mm ²)	
		Mín.	Máx.
INEN	2.3	1515	1730
ICONTEC		1460	1680
ASTM		1470*	1695*
DIN		1483*	1703*
Fabricante Máquina resortera		1600	1800

* Indica valores obtenidos por interpolación.

b) Ensayo de torsión:

Proceder conforme NTE INEN 140:75 "Ensayo de torsión simple para alambre de acero".

Tabla # 4
Ensayo de torsión – Mínimo números de vueltas

Diámetro nominal de la probeta Sf (mm)	Mínimo número de vueltas
$2,2 < Sf \leq 2,9$	28

Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TITULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1

c) Ensayo de redoblado:

Proceder conforme NTE INEN 141:75 “Ensayo de redoblado para alambre de acero”.

Tabla # 5
Ensayo de redoblado – Mínimo números de redobles

Diámetro nominal de la probeta Sf (mm)	Mínimo número de redobles
$2,2 < Sf \leq 2,3$	14

d) Ensayo de enrollado:

Proceder conforme NTE INEN 142:75 “Ensayo de enrollado para alambre de acero”.

El alambre de acero debe soportar el enrollamiento sobre su propio diámetro sin que este se rompa o fracture.

Tabla # 6
Ensayo de enrollado – Mínimo números de vueltas

Mínimo número de vueltas	5
--------------------------	---

2. RESORTES

2.1 RESORTE SIN ACABADO

a) Diámetro exterior de la cintura del resorte o diámetro central (Dta)

El diámetro de la cintura del resorte puede hallarse de las siguientes maneras:

1.- Si: Dfi es MAYOR a 80 mm, mediante la ecuación:

$$Dta = \left(\frac{Dfi}{2} \right) + Sf$$

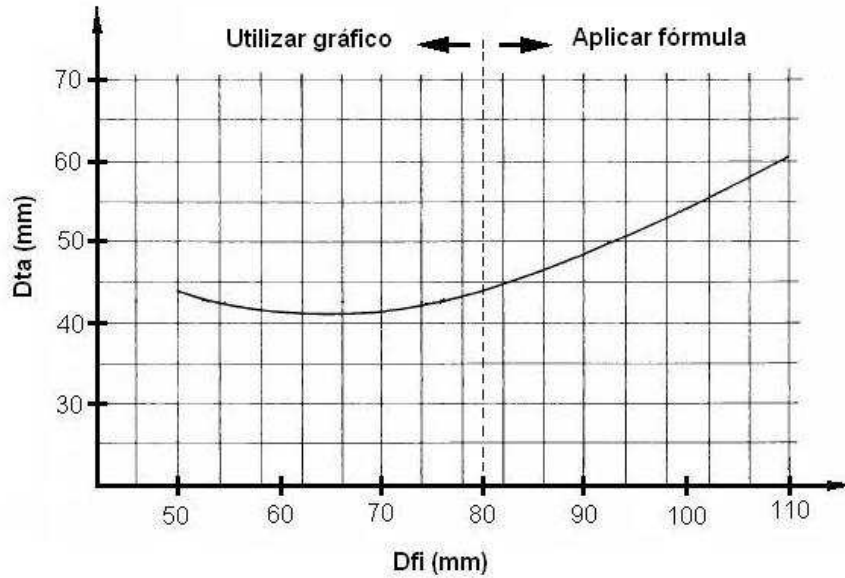
Si: $Dfi = Dfe - 2 * Sf$

Entonces $Dta = \frac{Dfe}{2}$

2.- Si: Dfi es MENOR a 80 mm, mediante el siguiente gráfico:

Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1



Mediante el gráfico se tiene los siguientes valores en el diámetro de la cintura del resorte (Dta).

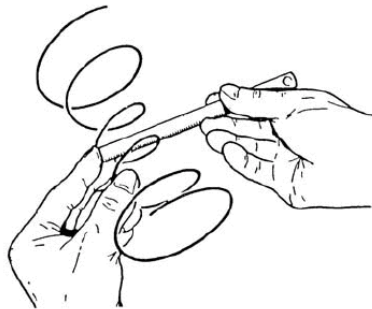


Tabla # 7
Diámetro exterior de la cintura del resorte (Dta)

Dfe (mm)	Dfi (mm)	Sf (mm)	Dta (mm)
74	69,4	2,3	41,1
75	70,4		41,3
81	76,4		42,8
83	78,4		43,5

b) Diámetros exteriores del resorte (Dfe) y simetría de los mismos

Los diámetros exteriores del resorte sin acabado deben ser simétricos (los dos diámetros deben ser idénticos), permitiendo una tolerancia al valor nominal de $\pm 2\text{mm}$

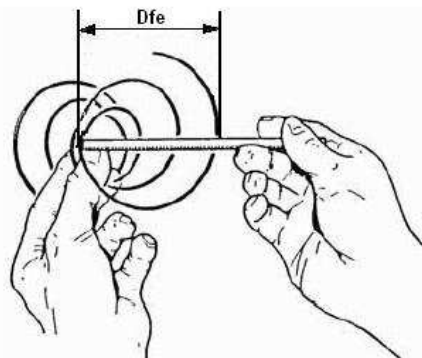


Tabla # 8
Diámetro exterior del resorte (Dfe)

Diámetros exteriores del resorte Dfe (mm)		
Nominal	Min.	Máx.
74	72	76
75	73	77
81	79	83
83	81	85

Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1

c) Altura del resorte (Fh)

La altura del resorte sin acabado deberá superar el valor nominal entre 5 y 10 mm (La medición se la realizará en los puntos a realizarse el nudo).

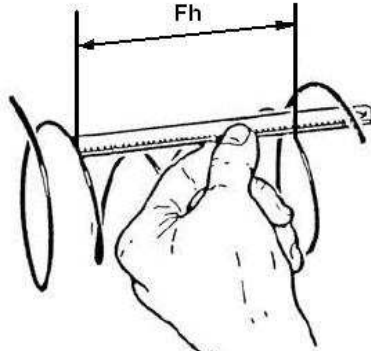
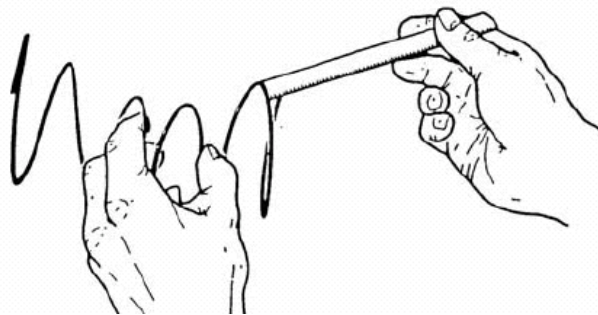


Tabla # 9
Altura del resorte (Fh)

Altura del resorte Fh (mm)		
Nominal	Min.	Máx.
140	145	150

d) Inclinación de la primera vuelta

La inclinación de las espiras de los extremos del resorte debe ser igual en ambos lados, permitiendo una inclinación comprendida entre 15 y 25 mm.



e) Longitud del alambre (L)

La longitud *aproximada* de alambre necesaria para producir un resorte bonnell en mm se puede determinar con la siguiente ecuación:

$$L \approx [2\pi(Dfi + 4 * Sf)] + \left[\sqrt{\{[(if - 2) * 2 * (0,7Dfi + Dta) + Dta - 0,7Dfi] * [\pi/4]\}^2 + \{Fh - 4 * Sf\}^2} \right]$$

Para la comprobación de la longitud del alambre se debe colocar el resorte en una superficie plana, mientras un extremo del alambre esté en contacto con la superficie, el otro extremo debe ubicarse aproximadamente a 10 mm por encima del eje central del resorte, esto indica que la longitud de alambre (L) utilizada para producir el resorte es cercana a los valores calculados:

Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TITULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1

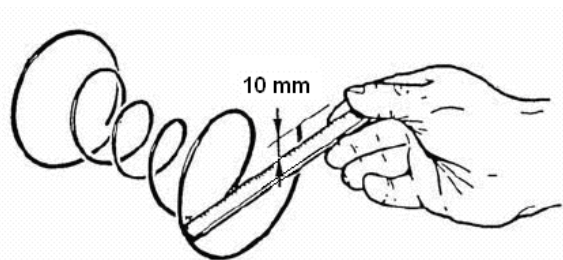


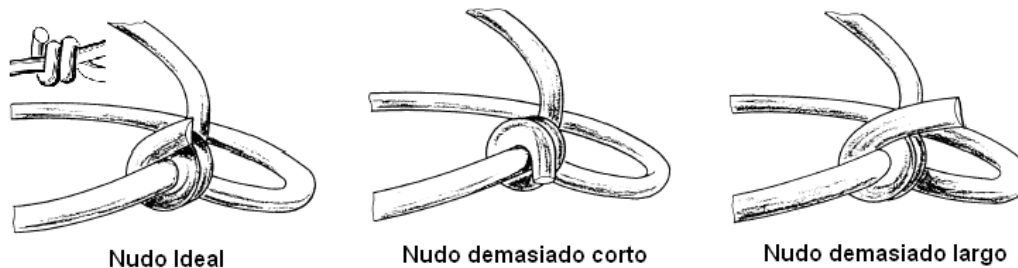
Tabla # 10
Longitud del alambre (L)

Diámetro Exterior (Dfe) (mm)	Longitud de alambre (L) (mm)	Peso del resorte (w) (Kg)
74	931	0,0304
75	941	0,0307
81	1002	0,0327
83	1023	0,0334

2.2 RESORTE ACABADO

a. Longitud del nudo, número de vueltas y ajuste o apriete del nudo

El extremo del nudo no debe ser demasiado largo ni demasiado corto:

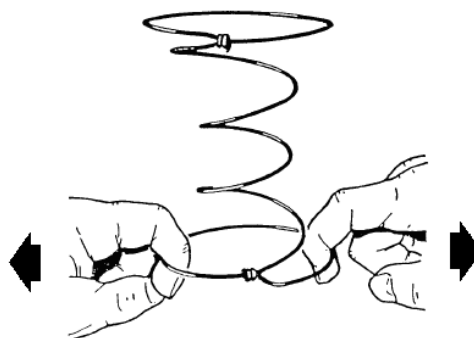


El número de vueltas del nudo del alambre deben ser contadas a partir del contacto del alambre con el alma del mismo, en la boca del resorte.

Tabla # 11
Mínimo número de vueltas del nudo

NORMA CHAIDE	Mínimo número de vueltas	
	NORMA INEN	NORMA ICONTEC
2 ½	1 ½	1 ½

El nudo debe ajustar o apretar fuertemente el alambre, de tal manera que no se deslice sobre el. Para inspeccionar que el ajuste en el nudo es el adecuado, se procede a tensar la boca del resorte, sin que el nudo se deslice sobre el alambre.



Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1

b. Diámetro exterior de la boca del resorte (Dfe)

Se debe inspeccionar el diámetro de las dos bocas del resorte permitiendo una tolerancia de $\pm 0,5$ mm, al valor nominal.

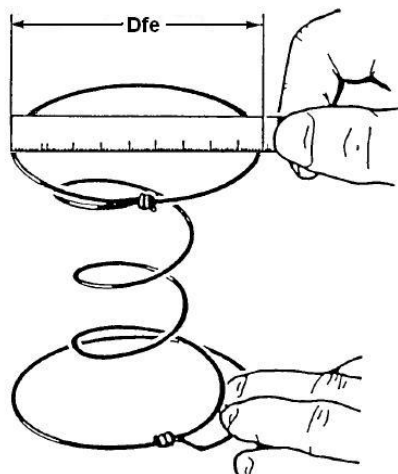


Tabla # 12
Diámetro exterior del resorte (Dfe)

Diámetros exteriores del resorte Dfe (mm)		
Nominal	Máx.	Min.
74	73,5	74,5
75	74,5	75,5
81	80,5	81,5
83	82,5	83,5

c. Altura del resorte (Fh)

Se debe inspeccionar la altura del resorte sobre una superficie plana, en los nudos que deben ubicarse uno encima del otro, permitiendo una tolerancia ± 3 mm, al valor nominal.

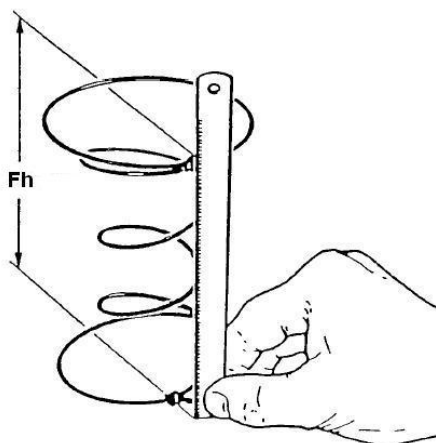


Tabla # 13
Altura del resorte (Fh)

Altura del resorte Fh (mm)		
Nominal	Máx.	Min.
140	137	143

d. Inclinación del resorte

- Inclinación a 90° del nudo

Se permite una separación de máximo 3mm por cada 100mm de altura del resorte.

Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1

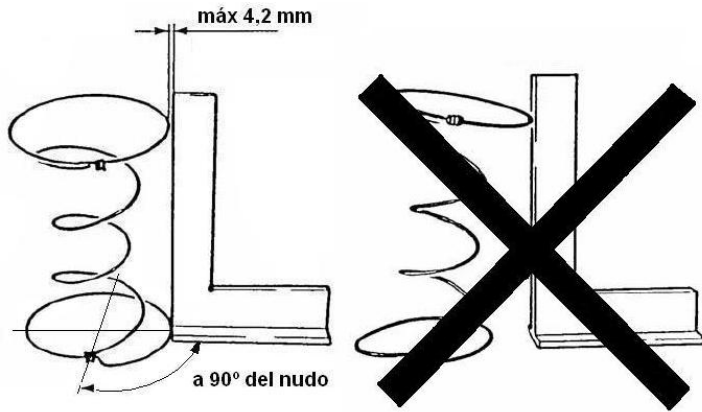


Tabla # 14
Inclinación a 90°

Altura del resorte Fh (mm)	Inclinación a 90° (mm)
140	Máximo 4,2

- Inclinación a 180° del nudo
Se permite una separación entre 3 y 6mm por cada 100mm de altura del resorte.

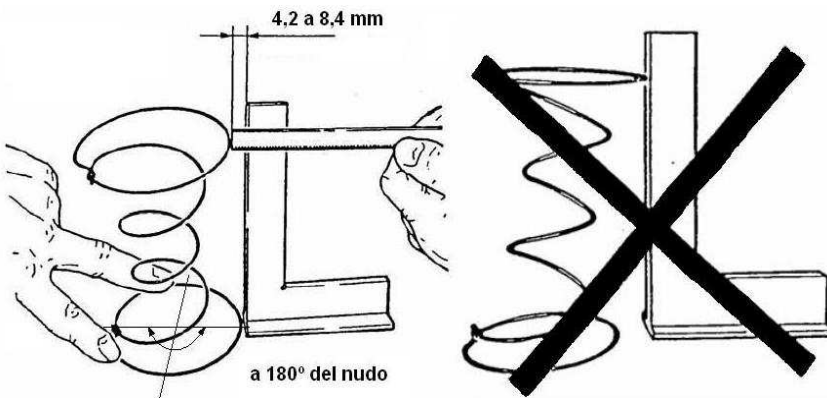


Tabla # 15
Inclinación a 180°

Altura del resorte Fh (mm)	Inclinación a 180° (mm)
140	4,2 a 8,4

3. TRATAMIENTO TÉRMICO DEL RESORTE

El resorte Bonnell es sometido a un tratamiento térmico (Temple) cuya temperatura está comprendida entre **274 °C** y **320 °C**. Para comprobar la temperatura del tratamiento térmico se debe marcar con tizas térmicas en los anillos centrales del resorte antes de realizar el tratamiento térmico.



Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1

Tan prontamente salga a la empaquetadora, comprobar el punto de fusión de las tizas en la superficie del resorte, de acuerdo a la siguiente tabla:

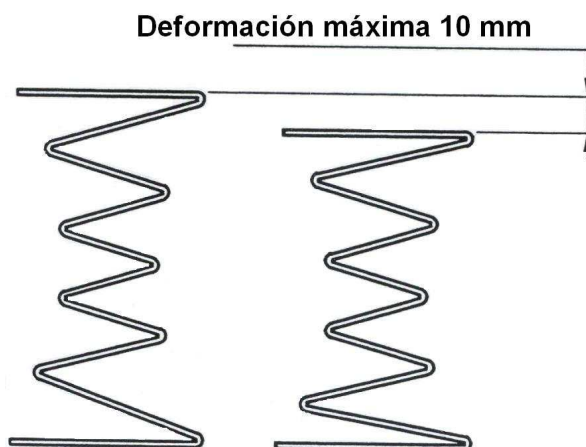
Tabla # 16
Comprobación de temperatura de tratamiento térmico

Ajuste de la temperatura	Superficie de la tiza (Tiza para 274 °C)	Superficie de la tiza (Tiza para 320 °C)
Demasiado bajo	No hay fusión	No hay fusión
<i>Correcto</i>	<i>Si hay fusión</i>	<i>No hay fusión</i>
Demasiado alto	Si hay fusión	Si hay fusión

4. ENSAYO DE COMPRESIÓN PARA LA COMPROBACIÓN DE ELASTICIDAD EN EL RESORTE BONNELL

Este ensayo permite comprobar la pérdida de altura en el resorte por asentamiento y consiste en los siguientes pasos:

- Se mide la altura inicial del resorte al momento de salir de la resortera
- Se comprime completamente el resorte al menos un par de veces.
- Se mide la altura final del resorte luego de las compresiones.
- Si la diferencia de altura inicial y final es ≤ 10 mm ($\leq 7\%$ de F_h) el resorte es aceptado
- Si la diferencia de altura inicial y final es > 10 mm ($> 7\%$ de F_h) el resorte no ha alcanzado la elasticidad suficiente; se considera defectuoso y se analiza la(s) causa(s) del problema con el Responsable de la sección para encontrar una solución.



Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1	No. PAGINAS 13/16

5. ENSAYO DE COMPRESIÓN PARA LA COMPROBACIÓN DE PÉRDIDA DE ALTURA POR FATIGA EN EL RESORTE BONNELL

Este ensayo permite comprobar la pérdida de altura en el resorte por fatiga y consiste en los siguientes pasos:

- Se mide la altura inicial del resorte al momento de salir de la resortera
- Se fatiga o comprime el resorte un total de 18000 veces una longitud mínima de 5 cm
- Inicialmente se comprime 1000 veces, luego 4000 y finalmente 13000.
- Al finalizar cada período de la prueba, se deja recuperar o reposar el resorte durante una hora, y se toma la altura del resorte.
- Se mide la altura final del resorte luego de las 18000 compresiones.
- Si la pérdida de altura es ≤ 28 mm ($\leq 20\%$ de Fh) el resorte es aceptado
- Si la pérdida de altura es > 28 mm ($> 20\%$ de Fh) el resorte se considera defectuoso y se analiza la(s) causa(s) del problema con el Responsable de la sección para encontrar una solución.

Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide & Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES		CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1	No. PAGINAS 14/16

7. PUNTOS DE INSPECCION PRODUCTOS EN PROCESO SECCION RESORTES

PROCESO		CALIDAD ASEGURADA		NIVEL DE CONTROL		MÉTODO DE VERIFICACION				CORRECCION						
Puntos de Inspección	Nombre del Proceso	Características de Calidad	Valor Asegurado	Parámetros de Control	Valores de Parámetros	Responsable	Medición, Frecuencia	Instrumento de Medida	Registro	Qué hacer	Quién Analiza					
01	MATERIA PRIMA ALAMBRE	REQUISITOS QUÍMICOS	Composición Química	Alambre apto para el uso.	% C, %Mn, %P, %S, %Si, %Cu	Supervisor de la sección	Un certificado mensual	---	Certificado de Ensayos de Laboratorio de Ideal Alambrec	Comunicar al proveedor de alambre Ideal Alambrec	Responsable de sección					
		REQUISITOS FÍSICOS	Buen acabado superficial		Apariencia y condición de utilización							Superficie libre de escamas, óxidos, fisuras y cualquier otro defecto	Supervisor de la sección y Operadores de máquinas resortereras	En la Recepción de MP. Durante la producción	Visual	Traspaso a BMP
		REQUISITOS DIMENSIONALES	Diámetro adecuado para funcionamiento	Dimensiones correctas	Diámetro de alambre	Ver tabla # 2	Calibrador Pie de Rey	Registro RR-32								
			Ovalidad		Diferencia entre diámetros en una misma sección				Micrómetro							
		ENSAYOS MECÁNICOS	TRACCIÓN	Resistencia a la tracción	Resistencia a la tracción adecuada	Resistencia a la tracción	Ver tabla # 3	Supervisor de la sección	Un certificado mensual	Máquina universal para ensayo de tracción		Certificado de Ensayos de Laboratorio de Ideal Alambrec	Comunicar al proveedor de alambre Ideal Alambrec			
			TORSIÓN	Ductilidad del alambre (Deformabilidad)	Ductilidad del alambre adecuada	Nº mínimo de vueltas	Ver tabla # 4							Mensual	Máquina para ensayo de torsión	Certificado de Ensayos de Laboratorio
			REDOBLADO			Nº mínimo de redobles	Ver tabla # 5							Mensual	Máquina para ensayo de redoblado	
			ENROLLADO			Nº mínimo de vueltas sobre su propio diámetro	Ver tabla # 6							Mensual	Máquina para ensayo de enrollado	

Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide & Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TÍTULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES		CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
	REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1	No. PAGINAS 15/16

02	PRODUCTO EN PROCESO	RESORTE SIN ACABADO	REQUISITOS DIMENSIONALES	Dimensiones	Dimensiones correctas	Diámetro central (Dta)	Ver tabla # 7	Resorteros	5 resortes al menos 4 veces x turno	Regleta	Registro RR-33	Calibrar Máquina	Operadores de máquinas resorteras y/o Supervisor de la Sección
						Diámetros exteriores (Dfe)	Ver tabla # 8						
						Altura del resorte (Fh)	Ver tabla # 9						
						Inclinación de la primera vuelta	15 - 25 mm						
						Longitud del alambre	Ver tabla # 10						
03	PRODUCTO TERMINADO	RESORTE ACABADO	REQUISITOS DIMENSIONALES	Dimensiones	Dimensiones correctas	Nudo (Longitud, N° de vueltas, Apriete o ajuste)	Ver tabla # 11	Resorteros	5 resortes al menos 4 veces x turno	Regleta y escuadra	Registro RR-31	Calibrar máquina	Operadores de máquinas resorteras y/o Supervisor de la Sección
						Diámetros exteriores (Dfe)	Ver tabla # 12						
						Altura del resorte (Fh)	Ver tabla # 13						
						Inclinación del resorte a 90°	Ver tabla # 14						
						Inclinación del resorte a 180°	Ver tabla # 15						
			REQUISITO DE TEMPERATURA PARA EL TRATAMIENTO TÉRMICO DEL RESORTE	Temperatura de tratamiento térmico	Temperatura de tratamiento térmico adecuada	Temperatura (°C)	Ver tabla # 16	Resorteros	3 resortes al inicio de cada turno	Crayones térmicos para 274 y 320 °C	Registro RR-31	Calibrar máquina y/o revisar número de impulsos térmicos	Operadores de máquinas resorteras y/o Supervisor de la Sección
			ENSAYO DE COMPRESIÓN EN EL RESORTE	Resistencia a la compresión (Pérdida de altura por asentamiento)	Buena elasticidad	Deformación permanente por asentamiento	Ver PC Inspección de calidad	Resorteros	4 Cada cambio de Spider	Regleta	Registro RR-31	Verificar tratamiento térmico	
				Resistencia a la fatiga (Pérdida de altura por fatiga)	Buena resistencia a la fatiga	Deformación permanente por fatiga			4 resortes por semana	Máquina para ensayo de compresión y Regleta	Registro RR-31	Calibrar máquina	

Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

 Chaide Chaide EL COLCHÓN DE SUS SUEÑOS	TITULO: PROCEDIMIENTO INSPECCIÓN DE CALIDAD SECCIÓN RESORTES	CODIGO: PCR-824-01	AREA APLICACION SECCIÓN RESORTES
REFERENCIA MANUAL DE CALIDAD 8.2.4	FECHA ULTIMA REVISION JUNIO 2008	No. REVISION 1	No. PAGINAS 15/16

8. REGISTROS

Referirse al documento **“Lista Maestra de Registros” RG-02**

9. REFERENCIAS

- Norma interna de colchones NIG-721-01
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2035:95 “Plásticos. Artículos elaborados. Colchones. Requisitos e Inspección”.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2031:95 "Alambres para estructura de resortes en colchones. Requisitos"
- Norma Técnica Colombiana NTC 2094:2003, “Artículos de uso doméstico. Colchones y colchonetas”.
- Norma Técnica Colombiana NTC 684:2003, “Alambre de acero, estirado en frío, para resortes tipo espiral”.
- Catálogo de máquinas resorteras (Spühl y FIDES).
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 127:75 "Ensayo de tracción para alambre de acero"
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 140:75 “Ensayo de torsión simple para alambre de acero”.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 141:75 “Ensayo de redoblado para alambre de acero”.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 142:75 “Ensayo de enrollado para alambre de acero”.
- Norma ASTM A407M-80 “Standard Specification for steel - wire, cold -draw, for coiled - type springs”
- Norma DIN 17223 part. 2 “Round steel wire for springs”

Elaborado por: Asistente de Producción	Revisado por: Jefe Gestión de Calidad	Aprobado por: Gerente de Planta
-------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------

ANEXO N° 3

**REGISTROS DE CONTROL DE CALIDAD: RR-32, RR-33, RR-34,
RR-35, RR-36, RR-37**

INSPECCIONADO POR : _____ TURNO: _____

DATOS DEL : _____ AL _____ MES _____

CARACTERÍSTICAS : Diámetro del alambre (St) Tamaño constante de la muestra n = 1 UNIDAD : mm Norma Nom _____ Min _____ Máx _____	CARACTERÍSTICAS : Ovalidad Tamaño constante de la muestra n = 1 UNIDAD : mm Norma: _____ Máx _____
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CARACTERÍSTICAS : Diámetro del alambre (St) Tamaño constante de la muestra n = 1 UNIDAD : mm Norma Nom _____ Min _____ Máx _____	CARACTERÍSTICAS : Ovalidad Tamaño constante de la muestra n = 1 UNIDAD : mm Norma: _____ Máx _____
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

FECHA	DIÁMETRO			OVALIDAD		
	Nº MEDICIÓN	VALOR	AC / RE	VALOR	AC / RE	
	1			Diámetro máximo		
	2			Diámetro mínimo		
	3			Diferencia:		
	4					
	5					
OBSERVACIONES:						
CORRECCIONES:						

FECHA	DIÁMETRO			OVALIDAD		
	Nº MEDICIÓN	VALOR	AC / RE	VALOR	AC / RE	
	1			Diámetro máximo		
	2			Diámetro mínimo		
	3			Diferencia:		
	4					
	5					
OBSERVACIONES:						
CORRECCIONES:						

FECHA	DIÁMETRO			OVALIDAD		
	Nº MEDICIÓN	VALOR	AC / RE	VALOR	AC / RE	
	1			Diámetro máximo		
	2			Diámetro mínimo		
	3			Diferencia:		
	4					
	5					
OBSERVACIONES:						
CORRECCIONES:						

FECHA	DIÁMETRO			OVALIDAD		
	Nº MEDICIÓN	VALOR	AC / RE	VALOR	AC / RE	
	1			Diámetro máximo		
	2			Diámetro mínimo		
	3			Diferencia:		
	4					
	5					
OBSERVACIONES:						
CORRECCIONES:						

FECHA	DIÁMETRO			OVALIDAD		
	Nº MEDICIÓN	VALOR	AC / RE	VALOR	AC / RE	
	1			Diámetro máximo		
	2			Diámetro mínimo		
	3			Diferencia:		
	4					
	5					
OBSERVACIONES:						
CORRECCIONES:						

FECHA	DIÁMETRO			OVALIDAD		
	Nº MEDICIÓN	VALOR	AC / RE	VALOR	AC / RE	
	1			Diámetro máximo		
	2			Diámetro mínimo		
	3			Diferencia:		
	4					
	5					
OBSERVACIONES:						
CORRECCIONES:						

FECHA	DIÁMETRO			OVALIDAD		
	Nº MEDICIÓN	VALOR	AC / RE	VALOR	AC / RE	
	1			Diámetro máximo		
	2			Diámetro mínimo		
	3			Diferencia:		
	4					
	5					
OBSERVACIONES:						
CORRECCIONES:						

FECHA	DIÁMETRO			OVALIDAD		
	Nº MEDICIÓN	VALOR	AC / RE	VALOR	AC / RE	
	1			Diámetro máximo		
	2			Diámetro mínimo		
	3			Diferencia:		
	4					
	5					
OBSERVACIONES:						
CORRECCIONES:						

FECHA	DIÁMETRO			OVALIDAD		
	Nº MEDICIÓN	VALOR	AC / RE	VALOR	AC / RE	
	1			Diámetro máximo		
	2			Diámetro mínimo		
	3			Diferencia:		
	4					
	5					
OBSERVACIONES:						
CORRECCIONES:						

FECHA	DIÁMETRO			OVALIDAD		
	Nº MEDICIÓN	VALOR	AC / RE	VALOR	AC / RE	
	1			Diámetro máximo		
	2			Diámetro mínimo		
	3			Diferencia:		
	4					
	5					
OBSERVACIONES:						
CORRECCIONES:						

FECHA	DIÁMETRO			OVALIDAD		
	Nº MEDICIÓN	VALOR	AC / RE	VALOR	AC / RE	
	1			Diámetro máximo		
	2			Diámetro mínimo		
	3			Diferencia:		
	4					
	5					
OBSERVACIONES:						
CORRECCIONES:						

FECHA	DIÁMETRO			OVALIDAD		
	Nº MEDICIÓN	VALOR	AC / RE	VALOR	AC / RE	
	1			Diámetro máximo		
	2			Diámetro mínimo		
	3			Diferencia:		
	4					
	5					
OBSERVACIONES:						
CORRECCIONES:						

OBSERVACIONES:	Revisado por:

MÁQUINA Nº: _____

INSPECCIONADO POR: _____

DATOS DEL: _____ AL _____ MES _____

CARACTERÍSTICA: TEMPERATURA DE TRATAMIENTO TÉRMICO			
UNIDAD:	°C	TURNO: _____	
Norma:	Min: 274°C Máx: 320°C		
	TIZA PARA 274°C	DEBE EXISTIR FUSIÓN	
	TIZA PARA 320°C	NO DEBE EXISTIR FUSIÓN	
TAMAÑO CONSTANTE DE LA MUESTRA n = 3			

CARACTERÍSTICA: TEMPERATURA DE TRATAMIENTO TÉRMICO			
UNIDAD:	°C	TURNO: _____	
Norma:	Min: 274°C Máx: 320°C		
	TIZA PARA 274°C	DEBE EXISTIR FUSIÓN	
	TIZA PARA 320°C	NO DEBE EXISTIR FUSIÓN	
TAMAÑO CONSTANTE DE LA MUESTRA n = 3			

FECHA	HORA	MUESTRA Nº	TIZA PARA 274°C		TIZA PARA 320°C		OBSERVACIONES / CORRECCIONES:
			¿EXISTE FUSIÓN?		¿EXISTE FUSIÓN?		
			SI	NO	SI	NO	
		1					
		2					
		3					

FECHA	HORA	MUESTRA Nº	TIZA PARA 274°C		TIZA PARA 320°C		OBSERVACIONES / CORRECCIONES:
			¿EXISTE FUSIÓN?		¿EXISTE FUSIÓN?		
			SI	NO	SI	NO	
		1					
		2					
		3					

FECHA	HORA	MUESTRA Nº	TIZA PARA 274°C		TIZA PARA 320°C		OBSERVACIONES / CORRECCIONES:
			¿EXISTE FUSIÓN?		¿EXISTE FUSIÓN?		
			SI	NO	SI	NO	
		1					
		2					
		3					

FECHA	HORA	MUESTRA Nº	TIZA PARA 274°C		TIZA PARA 320°C		OBSERVACIONES / CORRECCIONES:
			¿EXISTE FUSIÓN?		¿EXISTE FUSIÓN?		
			SI	NO	SI	NO	
		1					
		2					
		3					

FECHA	HORA	MUESTRA Nº	TIZA PARA 274°C		TIZA PARA 320°C		OBSERVACIONES / CORRECCIONES:
			¿EXISTE FUSIÓN?		¿EXISTE FUSIÓN?		
			SI	NO	SI	NO	
		1					
		2					
		3					

FECHA	HORA	MUESTRA Nº	TIZA PARA 274°C		TIZA PARA 320°C		OBSERVACIONES / CORRECCIONES:
			¿EXISTE FUSIÓN?		¿EXISTE FUSIÓN?		
			SI	NO	SI	NO	
		1					
		2					
		3					

FECHA	HORA	MUESTRA Nº	TIZA PARA 274°C		TIZA PARA 320°C		OBSERVACIONES / CORRECCIONES:
			¿EXISTE FUSIÓN?		¿EXISTE FUSIÓN?		
			SI	NO	SI	NO	
		1					
		2					
		3					

FECHA	HORA	MUESTRA Nº	TIZA PARA 274°C		TIZA PARA 320°C		OBSERVACIONES / CORRECCIONES:
			¿EXISTE FUSIÓN?		¿EXISTE FUSIÓN?		
			SI	NO	SI	NO	
		1					
		2					
		3					

FECHA	HORA	MUESTRA Nº	TIZA PARA 274°C		TIZA PARA 320°C		OBSERVACIONES / CORRECCIONES:
			¿EXISTE FUSIÓN?		¿EXISTE FUSIÓN?		
			SI	NO	SI	NO	
		1					
		2					
		3					

FECHA	HORA	MUESTRA Nº	TIZA PARA 274°C		TIZA PARA 320°C		OBSERVACIONES / CORRECCIONES:
			¿EXISTE FUSIÓN?		¿EXISTE FUSIÓN?		
			SI	NO	SI	NO	
		1					
		2					
		3					

FECHA	HORA	MUESTRA Nº	TIZA PARA 274°C		TIZA PARA 320°C		OBSERVACIONES / CORRECCIONES:
			¿EXISTE FUSIÓN?		¿EXISTE FUSIÓN?		
			SI	NO	SI	NO	
		1					
		2					
		3					

FECHA	HORA	MUESTRA Nº	TIZA PARA 274°C		TIZA PARA 320°C		OBSERVACIONES / CORRECCIONES:
			¿EXISTE FUSIÓN?		¿EXISTE FUSIÓN?		
			SI	NO	SI	NO	
		1					
		2					
		3					

OBSERVACIONES: 	Revisado por: _____
-----------------------------------	-----------------------------



PRUEBA COMPRESIÓN RESORTES - ELASTICIDAD

RR - 36

 PLANTA: QUITO
 GUAYAQUIL


Fecha Producción: _____		Hora: _____		Fecha Prueba: _____		
Diámetro resorte (Dfe): _____ mm		Máquina: _____		Operador: _____		
Resorte:	Altura Inicial Fh (cm)	Altura Final Fhf (cm)	Deformación (mm)	Ac	Re	Observaciones:
1						
2						
3						
4						Elaborado por: _____

Fecha Producción: _____		Hora: _____		Fecha Prueba: _____		
Diámetro resorte (Dfe): _____ mm		Máquina: _____		Operador: _____		
Resorte:	Altura Inicial Fh (cm)	Altura Final Fhf (cm)	Deformación (mm)	Ac	Re	Observaciones:
1						
2						
3						
4						Elaborado por: _____

Fecha Producción: _____		Hora: _____		Fecha Prueba: _____		
Diámetro resorte (Dfe): _____ mm		Máquina: _____		Operador: _____		
Resorte:	Altura Inicial Fh (cm)	Altura Final Fhf (cm)	Deformación (mm)	Ac	Re	Observaciones:
1						
2						
3						
4						Elaborado por: _____

Fecha Producción: _____		Hora: _____		Fecha Prueba: _____		
Diámetro resorte (Dfe): _____ mm		Máquina: _____		Operador: _____		
Resorte:	Altura Inicial Fh (cm)	Altura Final Fhf (cm)	Deformación (mm)	Ac	Re	Observaciones:
1						
2						
3						
4						Elaborado por: _____

Fecha Producción: _____		Hora: _____		Fecha Prueba: _____		
Diámetro resorte (Dfe): _____ mm		Máquina: _____		Operador: _____		
Resorte:	Altura Inicial Fh (cm)	Altura Final Fhf (cm)	Deformación (mm)	Ac	Re	Observaciones:
1						
2						
3						
4						Elaborado por: _____

Altura Inicial: (Fh) Altura del resorte tal cuál sale de resortera.
 Altura Final: (Fhf) Altura del resorte luego de ser sometido a compresión.

Ac: Si la deformación es: \leq a 10 mm (\leq 7% de Fh)
 Ac: Si la deformación es: $>$ a 10 mm ($>$ 7% de Fh)



PRUEBA COMPRESIÓN RESORTES - FATIGA

RR - 37

PLANTA: QUITO
GUAYAQUIL

Fecha Producción: _____		Hora: _____		Fecha Prueba: _____				
Diámetro resorte (Dfe): _____ mm		Máquina: _____		Operador: _____				
Resorte:	Altura Inicial Fh (cm)	Altura Final Fhf (cm)			Deformación Final (mm)	Ac	Re	Observaciones:
		1000 ciclos	5000 ciclos	18000 ciclos				
1								
2								
3								
4								Elaborado por: _____

Fecha Producción: _____		Hora: _____		Fecha Prueba: _____				
Diámetro resorte (Dfe): _____ mm		Máquina: _____		Operador: _____				
Resorte:	Altura Inicial Fh (cm)	Altura Final Fhf (cm)			Deformación Final (mm)	Ac	Re	Observaciones:
		1000 ciclos	5000 ciclos	18000 ciclos				
1								
2								
3								
4								Elaborado por: _____

Fecha Producción: _____		Hora: _____		Fecha Prueba: _____				
Diámetro resorte (Dfe): _____ mm		Máquina: _____		Operador: _____				
Resorte:	Altura Inicial Fh (cm)	Altura Final Fhf (cm)			Deformación Final (mm)	Ac	Re	Observaciones:
		1000 ciclos	5000 ciclos	18000 ciclos				
1								
2								
3								
4								Elaborado por: _____

Fecha Producción: _____		Hora: _____		Fecha Prueba: _____				
Diámetro resorte (Dfe): _____ mm		Máquina: _____		Operador: _____				
Resorte:	Altura Inicial Fh (cm)	Altura Final Fhf (cm)			Deformación Final (mm)	Ac	Re	Observaciones:
		1000 ciclos	5000 ciclos	18000 ciclos				
1								
2								
3								
4								Elaborado por: _____

Fecha Producción: _____		Hora: _____		Fecha Prueba: _____				
Diámetro resorte (Dfe): _____ mm		Máquina: _____		Operador: _____				
Resorte:	Altura Inicial Fh (cm)	Altura Final Fhf (cm)			Deformación Final (mm)	Ac	Re	Observaciones:
		1000 ciclos	5000 ciclos	18000 ciclos				
1								
2								
3								
4								Elaborado por: _____

Altura Inicial: (Fh) Altura del resorte tal cuál sale de resortera.

Altura Final: (Fhf) Altura del resorte luego de ser sometido a compresión.

Ac: Si la deformación es: \leq a 28 mm (\leq 20% de Fh)Ac: Si la deformación es: $>$ a 28 mm ($>$ 20% de Fh)

ANEXO N° 4
FOTOGRAFÍAS DE PRUEBAS



Foto 1: Comprobación de requisitos físicos del alambre.

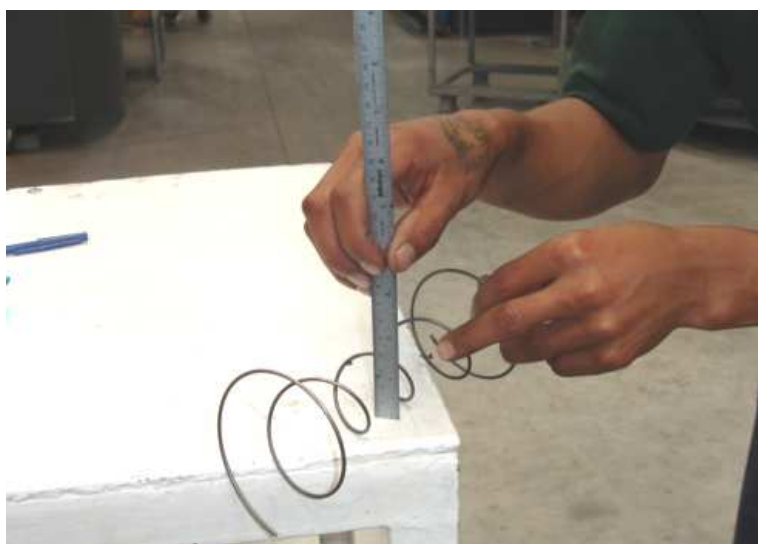


Foto 2: Comprobación del diámetro exterior de la cintura del resorte (D_{ta}).

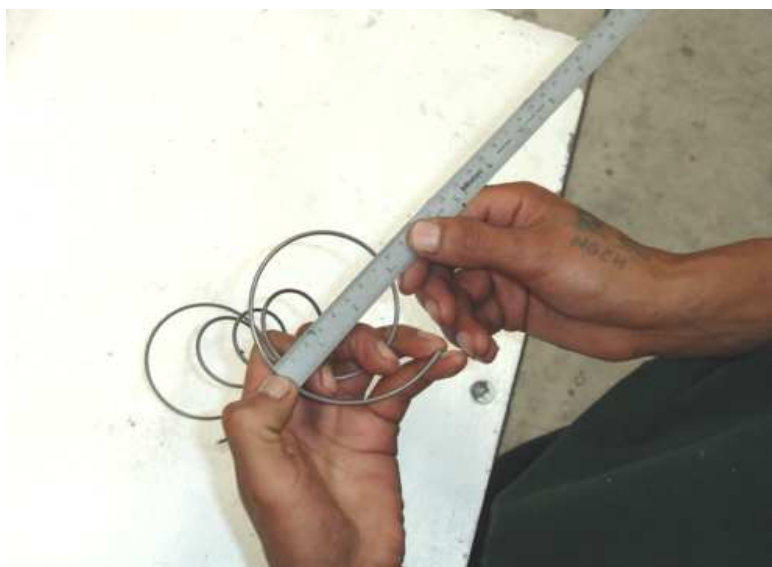


Foto 3: Comprobación de diámetros exteriores del resorte (D_{fe}) y su simetría.

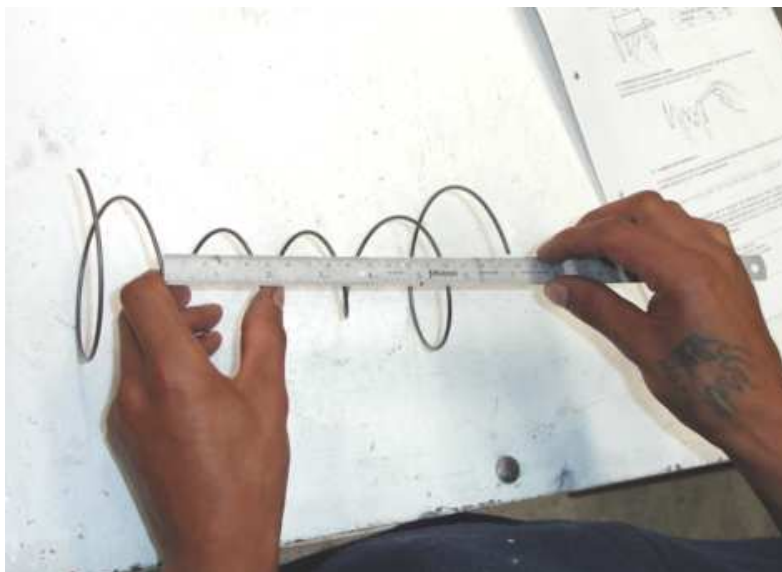


Foto 4: Comprobación de la altura del resorte (F_h)

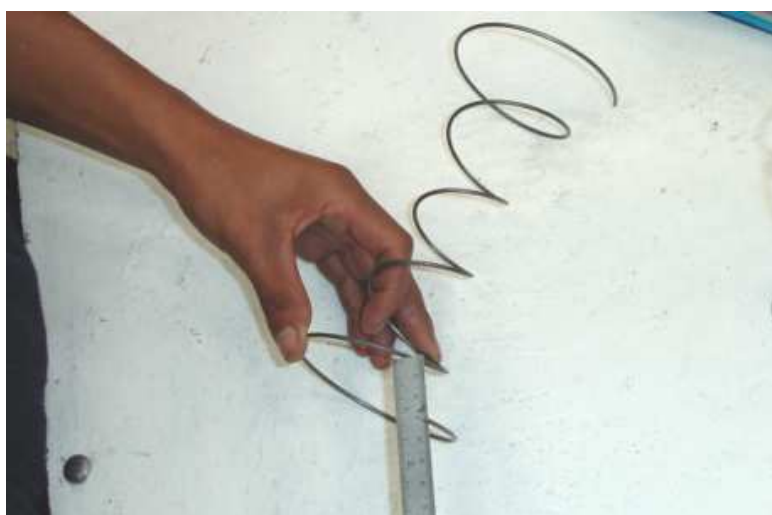


Foto 5: Comprobación de la inclinación de la primera vuelta

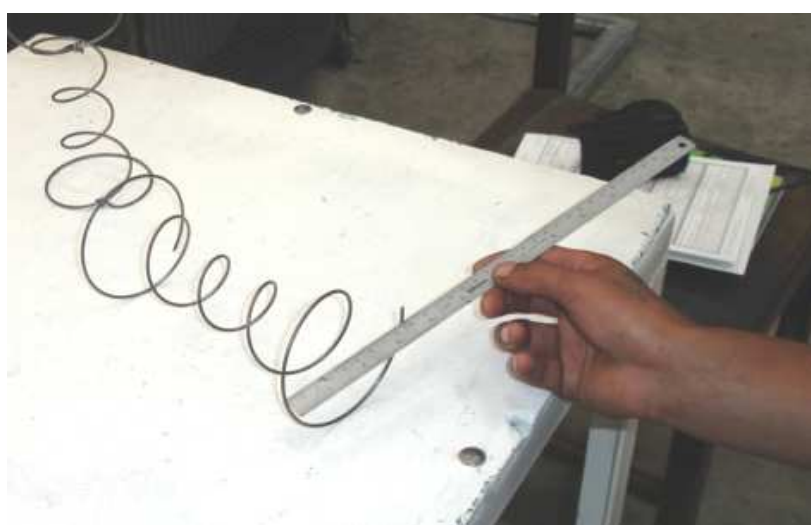


Foto 6: Comprobación de la longitud del alambre (L)



Foto 7: Comprobación de la longitud del nudo, número de vueltas y ajuste o apriete del nudo



Foto 8: Comprobación del ajuste o apriete del nudo

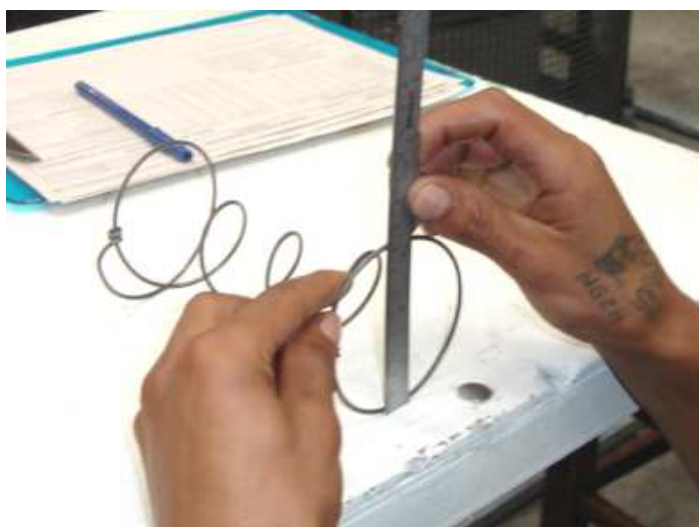


Foto 9: Comprobación de diámetros exteriores del resorte (D_{fe}) y su simetría.

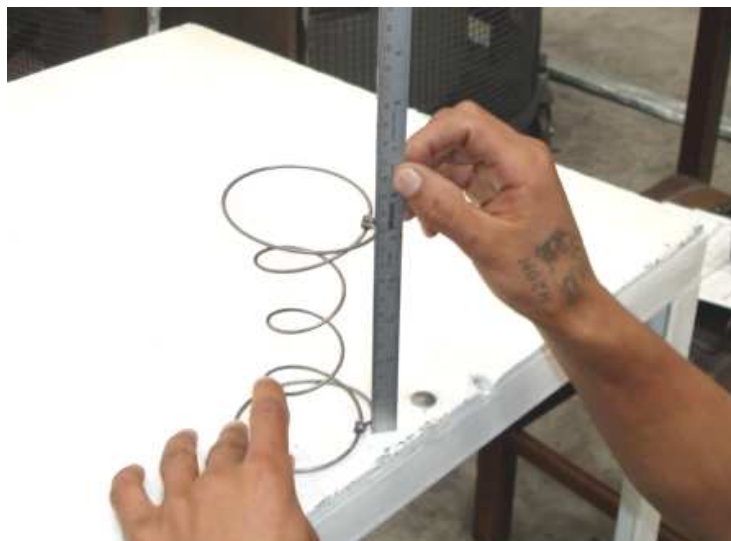


Foto 10: Comprobación de la altura del resorte (F_h)

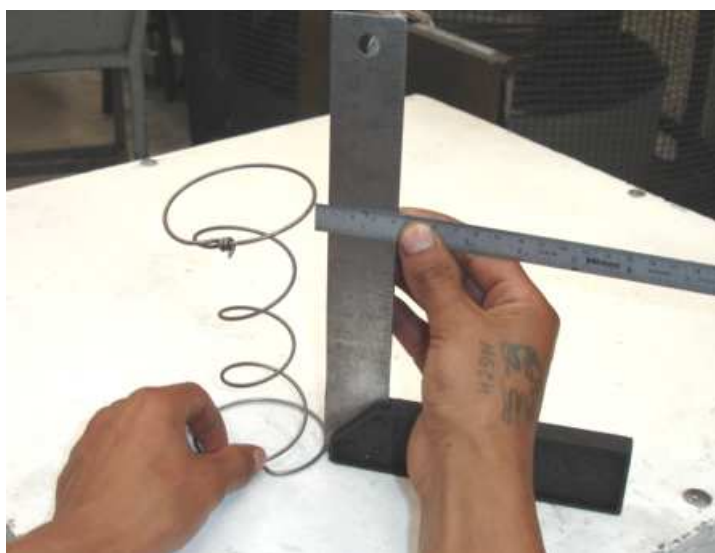


Foto 11: Comprobación de la inclinación del resorte a 90°



Foto 12: Comprobación de la inclinación del resorte a 180°

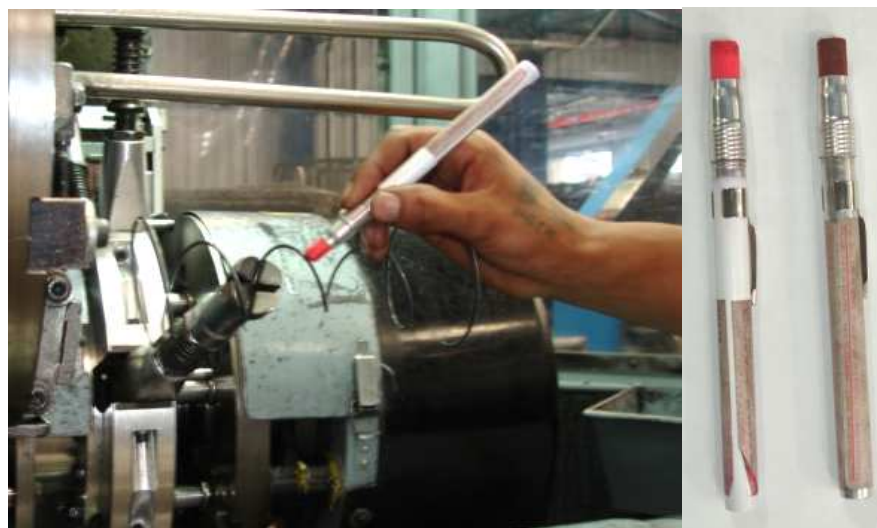


Foto 13: Operador marcando el resorte con crayón térmico

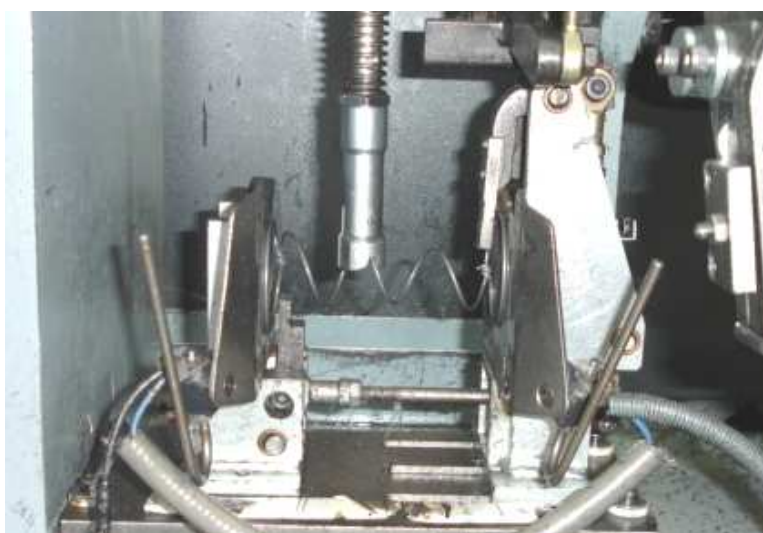


Foto 14: Comprobación de fusión del crayón térmico y sistema de tratamiento térmico



Foto 15: Ensayo de compresión para la comprobación de elasticidad en el resorte bonnell



Foto 16: Pérdida de altura en el resorte por asentamiento



Foto 17: Máquina para realización de ensayo de compresión en el resorte (pérdida de altura por fatiga)



Foto 18: Realización de ensayo de compresión para la comprobación de pérdida de altura por fatiga en el resorte bonnell