

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE DE DESCOMPRESIÓN
INTRADISCAL, MUSCULAR Y VERTEBRAL PARA LA REGIÓN LUMBAR
DE LA ESPALDA**

CRISTIAN ORTEGA SINNING

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2007

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE DE DESCOMPRESIÓN
INTRADISCAL, MUSCULAR Y VERTEBRAL PARA LA REGIÓN LUMBAR
DE LA ESPALDA**

CRISTIAN ORTEGA SINNING

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de:

Ingeniero Mecánico

Director:

Alfredo Parada Corrales

Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2007

DEDICADO

*Al TAEKWONDO y todo lo que
esta disciplina deportiva
Encierra en mi vida*

Cristian Ortega Sinning

AGRADECIMIENTOS

A los profesores Alfredo Parada y Abel Parada, como también a Henry cruz por su apoyo y guía para concluir mi proyecto

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	3
1.1 OBJETIVOS GENERALES	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. GENERALIDADES	4
2.1 LA ESPALDA	4
2.1.1 Recuerdo anatómico de la columna vertebral	6
2.1.2 Anatomofisiología de la columna vertebral	8
2.1.3 Trastornos de la espalda	9
3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	16
4. FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO	21
4.1 MARCO ESTRUCTURAL	25
4.2 PLACA ANTIDESLIZANTE	26
4.3 ÁRBOL PRINCIPAL	27
4.4 COJINES DE APOYO PARA LA PARTE FRONTAL DE LOS MUSLOS	28
4.5 COJINES DE RODILLO PARA LAS PANTORRILLAS	28
4.6 ESTRUCTURA MÓVIL	29
4.7 GUÍA DE LOS COJINES DE RODILLO PARA LAS PANTORRILLAS	30
5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE DE DESCOMPRESIÓN INTRADISCAL, MUSCULAR Y VERTEBRAL PARA LA REGIÓN LUMBAR DE LA ESPALDA	32
5.1 MARCO ESTRUCTURAL	32
5.2 ÁRBOL PRINCIPAL	33
5.3 PLACA ANTIDESLIZANTE	33

5.4 ESTRUCTURA MÓVIL	33
5.5 GUÍA DE LOS COJINES DE RODILLO PARA LAS PANTORRILLAS	35
5.6 EJE Y BUJES	36
5.6 CALCULOS DE DISEÑO	37
6. DISEÑO Y DESARROLLO DEL MUESTREO	41
6.1 DATOS PERSONALES	46
6.2 DATOS ANTES DE INICIAR EL MUESTREO	46
6.3 DATOS AL FINALIZAR EL MUESTREO	49
6.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS	52
CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	57

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Diferentes condiciones laborales	16
Cuadro 2. Problemas Generados	18
Cuadro 3. Datos Personales de las personas escogidas para el desarrollo del muestreo	46
Cuadro 4. Resultados a la primera pregunta de funcionalidad en la primera toma de datos	47
Cuadro 5. Resultados a la segunda pregunta de funcionalidad en la primera toma de datos	47
Cuadro 6. Resultados de la primera toma de datos del parámetro de dolor	48
Cuadro 7. Resultados de la primera toma de datos de flexibilidad	48
Cuadro 8. Resultados de la primera toma de datos de postura	49
Cuadro 9. Resultados a la primera pregunta de funcionalidad en la segunda toma de datos	50
Cuadro 10. Resultados a la segunda pregunta de funcionalidad en la segunda toma de datos	50
Cuadro 11. Resultados de la segunda toma de datos del parámetro de dolor	51
Cuadro 12. Resultados de la segunda toma de datos de flexibilidad	51
Cuadro 13. Resultados de la segunda toma de datos de postura	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Elementos que componen la espalda	4
Figura 2. Músculos de la espalda	5
Figura 3. La columna vertebral	6
Figura 4. Componentes de la columna	7
Figura 5. Curvaturas de la columna	9
Figura 6. Vértebras Lumbares	10
Figura 7. Nervio Ciático	11
Figura 8. Evaluación médica	15
Figura 9. Soporte de descompresión intradiscal, muscular y vertebral para la región lumbar de la espalda	19
Figura 10. Paso para llegar a la posición final para realizar la descompresión	22
Figura 11. Pasos para retornar a la posición normal de pie	23
Figura 12. Aspecto Final del diseño	24
Figura 13. Partes del diseño	25
Figura 14. Marco estructural	26
Figura 15. Placa antideslizante	27
Figura 16. Árbol principal	27
Figura 17. Cojines de rectangulares	28
Figura 18. Cojines de rodillo	29

Figura 19. Estructura móvil	30
Figura 20. Guía de cojines de rodillo	31
Figura 21. Análisis de Esfuerzos marco estructural y Árbol	32
Figura 22. Análisis de esfuerzos Placa Antideslizante	34
Figura 23. Análisis de esfuerzos estructura móvil	34
Figura 24. Análisis de esfuerzos de la guía	35
Figura 25. Eje construído	36
Figura 26. Bujes construidos	36
Figura 27. Diagrama de fuerzas para el diseño	37
Figura 28. Diagrama de distancias para el pivote	39
Figura 29. Soporte de descompresión	41
Figura 30. Planos del cuerpo	43
Figura 31. Posición Sit and Reach	44
Figura 32. Posición doble escuadra	45
Figura 33. Gimnasio multifuerzas del INDERSANTANDER	45

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. LA SOLDADURA	58
Anexo B. CATALOGO DE TUBERÍAS ESTRUCTURALES	71
Anexo C. LA FLEXIBILIDAD	83

RESUMEN

TITULO:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE DE DESCOMPRESIÓN INTRADISCAL, MUSCULAR Y VERTEBRAL PARA LA REGIÓN LUMBAR DE LA ESPALDA

AUTOR:

CRISTIAN ORTEGA SINNING

PALABRAS CLAVES:

Diseño y construcción, descompresión y región lumbar

CONTENIDO

La gran mayoría de las personas presentan dolor de espalda en algún momento de sus vidas, estas molestias son frecuentes cada año agudizándose con el pasar del tiempo, siendo ésta una causa muy frecuente en el descenso del rendimiento laboral en personas que no superan los 45 años. También se presentan bajas permanentes o temporales debidas a los problemas de espalda, los dolores y lesiones de espalda que sufren los trabajadores en todo tipo de industria convirtiéndose en tema de preocupación internacional.

Con seguridad de no equivocarnos al suponer (como le pasa a toda la humanidad) que más de una vez cualquier persona se da cuenta que tiene una columna, cuando ese bendito "dolor de espalda", en mayor o menor grado la ha molestado. Esto puede deberse a problemas específicos (hernias de disco, modificaciones en sus curvas normales, golpes y esfuerzos exagerados o mal hechos, osteoporosis, inflamaciones en sus articulaciones, etc.). Pero en general los más frecuentes trastornos dolorosos de la espalda se deben a alteraciones en el balance y la posición que deben mantener entre sí sus componentes, es decir, las vértebras, articulaciones, discos intervertebrales, ligamentos y músculos.

Por este motivo se diseño y construyo un soporte de descompresión intradiscal, muscular y vertebral para la región lumbar de la espalda el cual ayuda a la prevención de hernias discales y mejora el tono muscular de la espalda

* Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica. Ing. Alfredo Parada Corrales

SUMMARY

TITLE:

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A SUPPORT OF DECOMPRESSION OF DISK, MUSCULAR AND VERTEBRAL FOR THE LUMBAR REGION OF THE BACK

AUTHOR:

CRISTIAN ORTEGA SINNING

KEY WORDS:

Design and construction, decompression and lumbar region

CONTENT

The great majority of people have had felt back pain in some moment of its lives, these nuisances is frequent every year becoming worse with passing of the time, being this very frequent cause in the descent of the labor yield in people that don't overcome the 45 years. For this also presented low permanent or of moment at the back problems, the pains and back lesions at the workers suffer in all industry type becoming topic of international concern.

With security of not making a mistake when supposing (as it passes the whole humanity) that more than once any person realizes that she has a column, when that "back pain", in more or smaller grade has bothered it. This can be due to specific problems (disk hernias, modifications in their normal curves, blows and exaggerated efforts or not well movements, osteoporosis, inflammations in their articulations, etc.). But in general the most frequent painful dysfunctions in the back are due that is to say to alterations in the balance and the position that should maintain their components to each other, the vertebras, articulations, disks, ligaments and muscles.

For this reason it was designed and built a support of decompression for the disk, muscular and vertebral for the lumbar region of the back which helps to the prevention of hernias of disks and it improves the muscular tone of the back

Undergraduated thesis.

Faculty of Physiomechanical Engineerings, School of Mechanical Engineering. Eng
Alfredo Parada Corrales

INTRODUCCIÓN

La gran mayoría de las personas presentan dolor de espalda en algún momento de sus vidas, estas molestias son frecuentes cada año agudizándose con el pasar del tiempo, siendo ésta una causa muy frecuente en el descenso del rendimiento laboral en personas que no superan los 45 años. También se presentan bajas permanentes o temporales debidas a los problemas de espalda, los dolores y lesiones de espalda que sufren los trabajadores en todo tipo de industria convirtiéndose en tema de preocupación internacional.

Con seguridad de no equivocarnos al suponer (como le pasa a toda la humanidad) que más de una vez cualquier persona se da cuenta que tiene una columna, cuando ese bendito "dolor de espalda", en mayor o menor grado la ha molestado. Esto puede deberse a problemas específicos (hernias de disco, modificaciones en sus curvas normales, golpes y esfuerzos exagerados o mal hechos, osteoporosis, inflamaciones en sus articulaciones, etc.). Pero en general los más frecuentes trastornos dolorosos de la espalda se deben a alteraciones en el balance y la posición que deben mantener entre sí sus componentes, es decir, las vértebras, articulaciones, discos intervertebrales, ligamentos y músculos. Por tanto suelen ser problemas crónicos, que pueden durar meses o aún años y disminuir la capacidad de la persona para disfrutar una actividad física plena, deteriorando su calidad de vida y aún su autoestima. Entonces, como la persona se siente limitada, comienza a retraerse, alejarse de su medio habitual y sentirse marginado.

El tratamiento de estos trastornos suele requerir también semanas o meses, lo que exige una disciplina tal que se convierte en rutina y parte de la vida

diaria. De lo contrario difícilmente se logrará el alivio deseado en ese dolor de espalda. Como las indicaciones del médico deben seguirse por largo tiempo, algunas personas (los más impacientes) sienten que esto es una carga tan pesada como su propia enfermedad. Quizá lo más importante es recordar que muchos problemas de la espalda comienzan al no haberse aplicado en su momento medidas preventivas, como la buena postura, o la práctica de ejercicios en forma regular.

Al comenzar un tratamiento para el dolor de espalda, casi siempre se está intentando remediar años de mal uso de la columna, tanto de sus músculos y articulaciones como de sus vértebras, discos intervertebrales y ligamentos. Por esta razón el cumplimiento y la regularidad en las indicaciones del médico son absolutamente necesarios. Esta afirmación se aplica tanto para los ejercicios y la buena postura, como las demás formas de tratamiento. Una opción muy adecuada y buena para evitar llegar a tener problemas de espalda y evitar esos dolores tan molesto que se presentan es la de mantener una buena condición física en la parte baja de la espalda, para esto es necesario e indispensable mantener una buen tonificación muscular y evitar aplastamiento en los discos intervertebrales. Por este motivo se diseño y construyo un soporte de descompresión intradiscal, muscular y vertebral para la región lumbar de la espalda que ayude a mejorar la condición física de la espalda en las personas que usen el soporte, consiguiendo en estas un mejor tono muscular gracias al aumento del la longitud que pueden tener los músculos de la región lumbar y consiguiendo además una descompresión en todos los elementos que componen esta región de la espalda.

1. OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO

1.1 OBJETIVOS GENERALES

- Continuar con la misión de la Universidad de atender y dar solución a diferentes necesidades que presente la comunidad, mejorando así la calidad de vida de las personas, específicamente hablando de aquellas que por sus oficios y trabajos presentan afecciones en la espalda.
- Dar a toda la comunidad facilidad para adquirir un medio que ayude a realizar una recuperación y adaptación física para los problemas de espalda, siendo este de fácil manejo para cualquier persona
- Interrelacionar las ramas de la ingeniería con el área de la salud mediante el desarrollo de proyectos que integren conocimientos de estas áreas

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

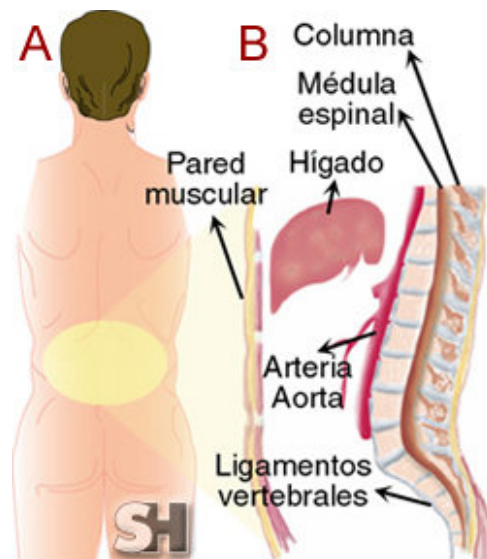
- Diseño y Construcción de un soporte tipo vasculante para aplicar fuerza gravitatoria que ejerza tracción en la región lumbar de la espalda. Con el fin de prevenir, recuperar y mantener una buena condición muscular, discal, nerviosa y vertebral
- Realizar un muestreo en 10 personas a los cuales se le tomarán medidas en dos parámetros cualitativos como son funcionalidad y postura, y dos parámetros cuantitativos como son dolor y retracciones

2. GENERALIDADES

2.2 LA ESPALDA

Región posterior del tronco que se extiende desde el cuello y los hombros hasta la pelvis. Espalda no es un término anatómico, y, por tanto, no presenta limitaciones precisas, por esto se ha dividido la espalda en regiones para así realizar su estudio. La línea media de la espalda corresponde a la columna vertebral, raquis torácico en el dorso del tórax y raquis lumbar en la región lumbar. La porción palpable de la columna en la espalda son las apófisis espinosas, proyecciones posteriores de las vértebras, bordeadas a ambos lados por los potentes músculos paravertebrales. Éstos, junto con los prevertebrales (situados por delante a los lados de las vértebras), constituyen el principal elemento motor y estabilizador de la columna (ayudados por los abdominales, el diafragma y muchos otros músculos).

Figura 1. Elementos que componen la espalda.

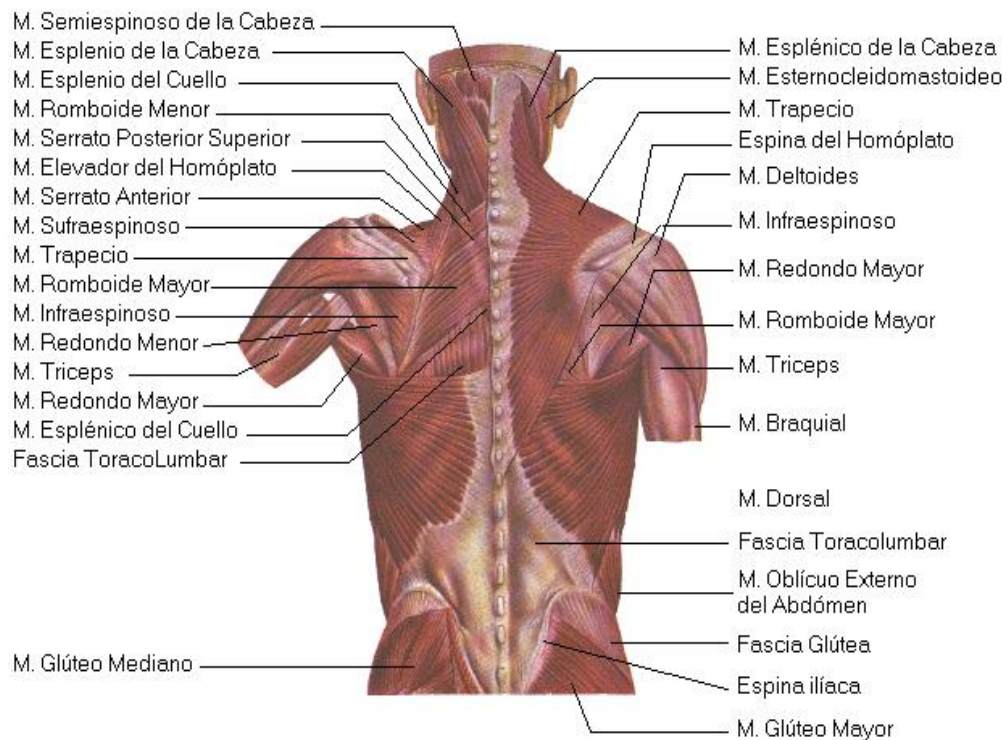


Fuente: revista médica ILADIBA <http://www.iladiba.com/>

En la región torácica, a ambos lados de la columna, la espalda está formada por los arcos costales (costillas), 12 a cada lado, unidas entre sí por los músculos intercostales. Superficial al plano de las costillas se pueden apreciar los omóplatos y músculos de la cintura escapular (trapecio, dorsal ancho y romboide, que conectan cuello, columna torácica y omóplatos).

En la región lumbar, a ambos lados de la columna, encontramos unas zonas sin pared ósea, llamadas flancos y fosas lumbares, recubiertas de fuertes músculos (cuadrado lumbar, psoas, iliolumbares, oblicuos abdominales) que forman la pared posterior del abdomen.

Figura 2. Músculos de la espalda

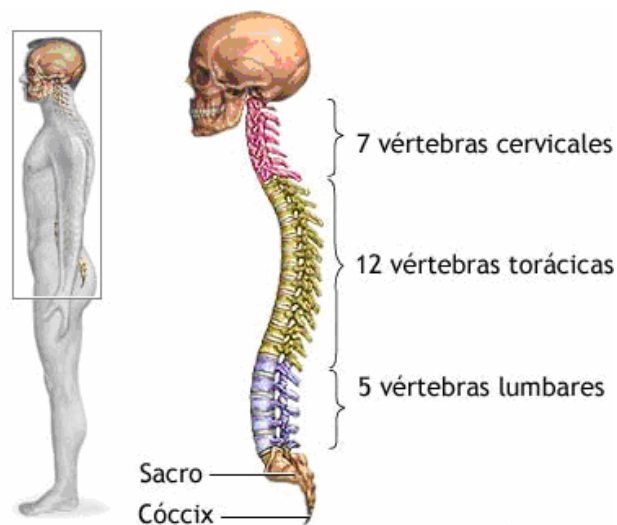


Fuente. www.tusalud.co.mx

2.1.1 Recuerdo anatómico de la columna vertebral. La columna vertebral esta compuesta por la superposición de 24 huesos independientes, distribuidos según las regiones que ocupan en: 7 cervicales, 12 dorsales, 5 lumbares, el sacro y el cóccix. Estos cuerpos vertebrales se hallan íntimamente unidos unos con otros por formaciones fibrocartilaginosas: los discos intervertebrales, que desempeñan además una importante función en la movilidad del raquis.

Si se observa la columna vertebral de perfil se apreciará, una curva cervical y otra lumbar, ambas de convexidad anterior, y dos curvas de convexidad posterior: la dorsal y la sacro coccígea. Visto por detrás, un raquis normal, se presenta prácticamente, como una línea recta. Cada vértebra está constituida por una masa compacta que forma su parte anterior, llamada cuerpo vertebral y una serie de prolongaciones (apófisis articulares, transversas, espinosas, láminas), que en su conjunto reciben el nombre de arco posterior. Este se halla unido al cuerpo vertebral por los pediculos, y el conjunto limita el agujero vertebral.

Figura 3. La columna vertebral

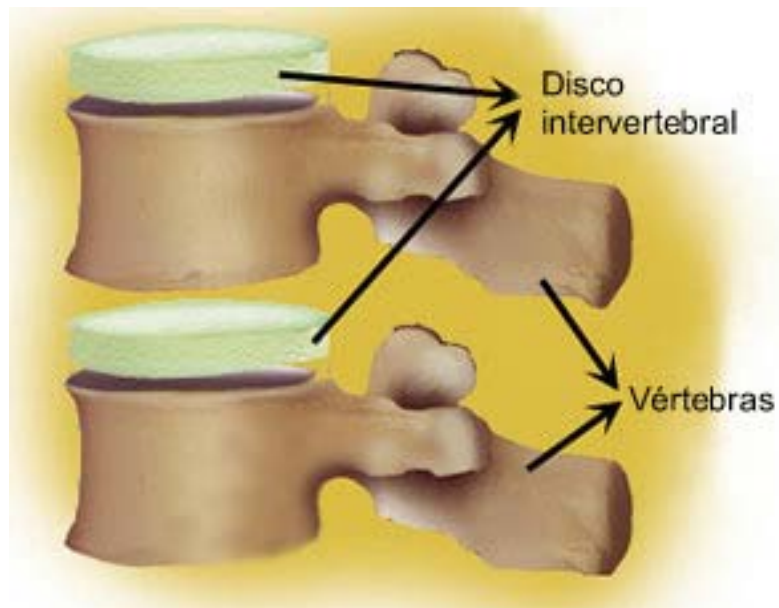


Fuente: revista médica ILADIBA <http://www.iladiba.com/>

El hueso sacro, situado en la parte posterior de la pelvis, entre los dos huesos ilíacos, sirve de base de sustentación para la columna lumbar y se continua hacia abajo con el cóccix. Su dirección de arriba abajo y de adelante atrás, determina con la quinta vértebra lumbar un ángulo de vértice anterior, conocido con el nombre de ángulo promontorio. Por ultimo el cóccix, parte final de la columna vertebral, esta formado por cuatro o cinco vértebras rudimentarias.

Los discos intervertebrales son en numero 23, tienen la forma de lente biconvexa. Su espesor varía de los 4mm en la región cervical hasta 15 mm de la región lumbar. Están formados por un anillo fibroso dispuesto alrededor de un núcleo gelatinoso llamado núcleo pulposo. Estos discos se interponen entre las dos caras vecinas de los cuerpos vertebrales recubiertas de cartílagos.

Figura 4. Componentes de la columna



Fuente: revista médica ILADIBA <http://www.iladiba.com/>

El conducto raquídeo esta formado por la superposición de todos los agujeros vertebrales, se extiende hasta la extremidad inferior del sacro y encierra en su interior a la medula espinal con sus cubiertas y a las raíces raquídeas.

La medula espinal se extiende desde el agujero occipital hasta la primera vértebra lumbar, a partir del cual se continúa con la cola de caballo y el filum terminal, hasta llegar a la base del cóccix.

2.1.2 Anatomofisiología de la columna vertebral. La columna vertebral es una varilla flexible, compuesta por unidades funcionales óseas superpuestas, mantenidas en equilibrio sobre la base sacra, que por su morfología está adaptada a una doble acción.

- De movimiento
- De sostén

La columna tiene cuatro curvaturas fisiológicas en el plano sagital, que se denominan:

- De convexidad anterior:
 - Lordosis cervical
 - Lordosis lumbar

- De convexidad posterior:
 - Cifosis dorsal
 - Cifosis sacra

Los puntos de máxima curvatura:

- Curvatura cervical: entre las vértebras C6 y C7
- Curvatura dorsal: entre las vértebras D6 y D7
- Curvatura lumbar: entre las vértebras L4 y L3
- Curvatura sacra entre las vértebras S4 y S3

Las curvas dan a la columna vertebral: Resistencia y Elasticidad, de manera que la hacen 17 veces más resistente, que si fuera totalmente recta. Favorece la estática, llevando la vertical que pasa por el centro de gravedad al interior de la base de sustentación.

Figura 5. Curvaturas de la columna

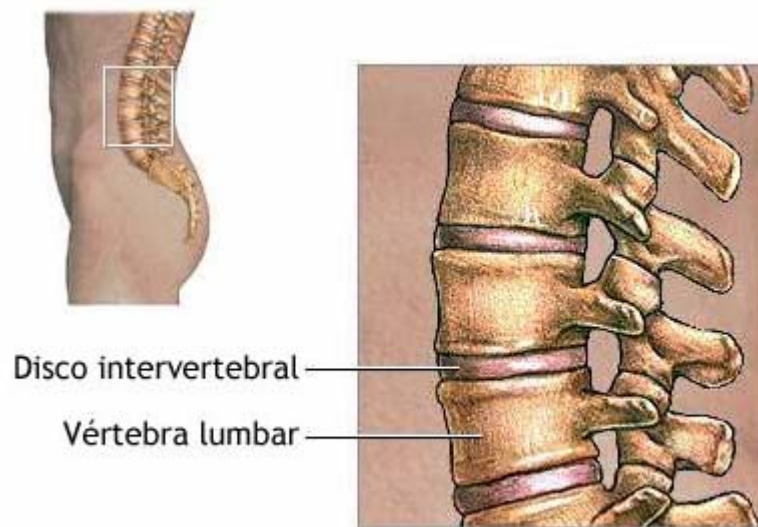


Fuente: la Ergonomía y el factor humano - Monografias_com.htm

2.1.3 Trastornos de la espalda. Hay entre las vértebras un trastorno conocido como hernia discal o prolapso discal, el disco intervertebral se desplaza de su posición; la consiguiente presión sobre las fibras nerviosas provoca dolores intensos.

Los dolores de espalda pueden estar causados por diversos trastornos: lesiones o contracturas de los músculos de la espalda, defectos estructurales o mecánicos de la columna vertebral y trastornos inflamatorios como la artritis reumatoide; también pueden estar causados, aunque con escasa frecuencia, por tumores en la zona o en torno a ella. En algunos pacientes no se ha podido encontrar ninguna causa para el dolor de espalda, a pesar de realizar exámenes minuciosos.

Figura 6. Vértebras Lumbares

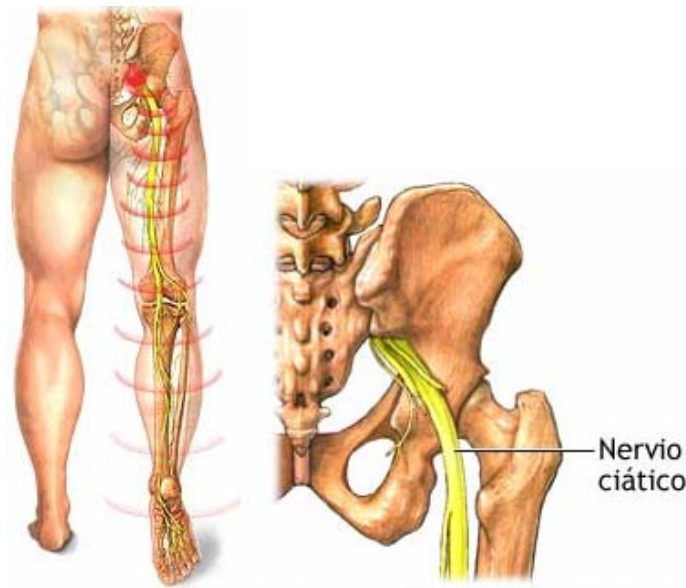


Fuente: MedlinePlus Enciclopedia Médica Daño al nervio ciático.mht

Una de las causas más comunes del dolor de espalda es la hernia o prolapso del disco intervertebral. En ese trastorno, a menudo muy doloroso, el disco se quiebra y los fragmentos del anillo fibroso externo, junto con parte del núcleo pulposo interno, presionan los ligamentos y los nervios que salen de la columna. Es decir, el disco se proyecta hacia el exterior. Aunque cualquier disco intervertebral puede herniarse o romperse, los que se ven afectados con mayor frecuencia son los cinco inferiores, posiblemente porque se

encuentran bajo una gran presión mecánica ya que las vértebras inferiores soportan la mayor parte del peso del cuerpo, mientras que las superiores sólo soportan el peso de la cabeza. Si el disco se mueve lo suficiente como para presionar uno o varios de los nervios que emergen de los forámenes, se produce sensación de dolor, entumecimiento y hormigueo, que son sentidos en el área anatómica relacionada con ese nervio. En el caso de la parte baja de la espalda, los nervios que van a los miembros inferiores, particularmente el nervio ciático, pueden verse afectados, produciéndose un dolor que se extiende desde la parte baja de la espalda a las nalgas y las piernas (conocido normalmente como “ciática”).

Figura 7. Nervio Ciático



Fuente: MedlinePlus Enciclopedia Médica Daño al nervio ciático.mht

Aunque el prolapso del disco intervertebral puede producirse a cualquier edad, es más frecuente entre los 20 y los 50 años, con una incidencia máxima entre los 40 y los 45. El dolor puede manifestarse de repente o desarrollarse de manera gradual durante horas o días. En ocasiones es tan

severo e intenso que si se produce cuando una persona está encorvada, ésta no es capaz de levantarse o enderezarse. En muchos casos, la espalda misma mostrará una marcada desviación (escoliosis). Esa desviación es un mecanismo compensatorio realizado por el cuerpo para tratar de aliviar parte de la presión sobre el nervio atrapado. Dependiendo de su gravedad, los ataques de dolor de espalda causados por la rotura de un disco intervertebral pueden aliviarse con reposo y tratamiento durante varios días o semanas.

Una de las causas más comunes del dolor de espalda es el desgaste. Con la edad, los discos pierden su flexibilidad y son reemplazados gradualmente por tejido fibroso. Al mismo tiempo, la superficie ósea de las vértebras y de las articulaciones intervertebrales también muestra desgaste y degenera. Los bordes óseos de las vértebras se vuelven más gruesos y una capa de tejido óseo se desarrolla alrededor del disco. Esos cambios, llamados espondilosis, constituyen un intento por parte del cuerpo de mantener la columna en su lugar y prevenir de ese modo daños mayores. Los daños en las pequeñas articulaciones como osteoartritis. A los 60 años, casi todas las personas muestran signos de desgaste vertebral, que pueden ser puestos de manifiesto mediante rayos X; esos cambios son una consecuencia inevitable del envejecimiento. Los síntomas que se producen son dolor y rigidez en la espalda, así como pérdida de movilidad, de manera que una persona ya no puede inclinarse o sólo puede hacerlo sintiendo dolor.

Las articulaciones de la columna vertebral funcionan de la misma manera que las restantes articulaciones del cuerpo y por tanto están expuestas a esguinces y lesiones que provocan dolor, normalmente localizado en el área afectada. Si el esguince ha sido grave, los ligamentos afectados pueden curarse formando grandes cantidades de tejido fibroso, lo que provoca pérdida de movilidad y esa rigidez en la espalda que suele apreciarse tras

una lesión en la columna vertebral. Muchas personas que doblan la espalda cuando cargan con bultos pesados padecen ese tipo de lesiones.

El dolor en la parte baja de la espalda no suele ser resultado de trastornos en la columna vertebral, sino que por lo general se debe a problemas en las articulaciones que conectan el sacro, la base de la columna vertebral, con el hueso de la cadera o ilión. En esas articulaciones llamadas articulaciones sacroilíacas se producen inflamaciones en forma de espondilitis anquilosante, un trastorno que produce rigidez grave y pérdida de movilidad. El resultado final es una “espalda en caña de bambú”, llamada así porque todas las vértebras acaban fusionándose, dando como resultado una espalda completamente rígida. Se piensa que ese trastorno, que afecta de manera especial a hombres jóvenes con edades comprendidas entre los 16 y los 25 años, afecta a un 2% de la población.

El ejercicio regular y la fisioterapia desempeñan un papel importante para prevenir el avance de los últimos estadios de la enfermedad.

En la actualidad, es poco frecuente que el dolor de espalda esté causado por infecciones. No obstante, cuando esto se produce, el paciente se muestra gravemente enfermo, con fiebre y estremecimientos causados por la propagación de la enfermedad a la espalda desde cualquier otra parte del cuerpo (por ejemplo desde un forúnculo). La intervención quirúrgica suele ser necesaria para drenar ese tipo de infección. La tuberculosis también puede afectar a la espalda.

Las enfermedades en el propio hueso también pueden provocar dolor de espalda. Los trastornos que provocan con mayor frecuencia esa clase de dolor son la osteoporosis, que constituye un problema durante y después de la menopausia, y la osteomalacia. El debilitamiento progresivo de los huesos

en cualquiera de esos dos casos puede provocar fracturas, cuando una de las vértebras de la columna se rompe al no poder soportar más el peso del cuerpo. Ese trastorno suele provocar un dolor de espalda intenso y repentino, motivado por la presión que la fractura ha creado sobre los nervios que rodean la columna, y suele requerir una intervención quirúrgica inmediata.

Los tumores de la columna vertebral son una causa rara y poco frecuente de dolor de espalda. Pueden deberse a crecimientos generados de manera espontánea en esa área, o a la propagación de un cáncer desde cualquier otra parte del cuerpo. El tumor puede ser benigno o maligno.

El diagnóstico de los especialistas depende de la extracción quirúrgica de una parte del tumor o del tumor completo para su examen (biopsia).

Los métodos empleados para analizar el dolor de espalda dependen en gran medida de los síntomas descritos por el paciente. Casi siempre se recurre a los rayos X, que permiten examinar la estructura ósea de la columna vertebral. También se recurre a técnicas de investigación más sofisticadas, como la tomografía axial computerizada (TAC) o la resonancia magnética para contemplar en detalle los discos intervertebrales y los tejidos blandos de la espalda, así como para determinar si se ha producido un prolapso. En ese caso, es posible ver si el disco se ha roto, y en caso de que así sea, si está o no presionando la raíz de un nervio.

Los rayos X sólo permiten visualizar las estructuras óseas y resultan de poca utilidad a la hora de examinar el disco. Algunos especialistas pueden diagnosticar distintos tipos de lesión de disco analizando los diversos movimientos realizados por el paciente.

Figura 8. Evaluación médica



Fuente. www.tusalud.co.mx

3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En la actualidad, los dolores y las lesiones en la espalda que sufren los trabajadores en todo tipo de industria, se han convertido en un tema de preocupación internacional ya que es una de las principales causas de abandono no solo parcial sino total del trabajo.

Cuadro 1. Diferentes condiciones laborales

CONDICIONES DE TRABAJO	
Movimientos Repetitivos	57%
Trabajo a ritmo muy elevado	56%
Posturas Forzadas/Dolorosas	47%
Cargas Pesadas	37%
Ruido Intenso	29%
Riesgo para la Seguridad / Salud	27%

Fuente: protocolo de vigilancia sanitaria sobre posturas forzadas de Osalan (documento PDF)

Con la industrialización y el crecimiento de la masa laboral la incidencia y prevalencia de las lesiones de la columna ha sufrido un vertiginoso aumento, al punto que los gastos que generan estas lesiones alcanzan las astronómicas cifras de miles de millones de dólares anualmente, siendo las lesiones de la columna lumbar, la primera causa de pérdidas de días de trabajo en los Estados Unidos, situación que se repite en los demás países

industrializados, donde se considera un problema de Salud Pública. Según estadísticas del departamento del interior se calcula que en un año unos 12 millones de empleados estadounidenses sufren un dolor de espaldas lo suficientemente grave como para afectar su rendimiento laboral con su consecuente influencia sobre la productividad.

El tratamiento médico conservador o quirúrgico, pago de reposos, subsidio laboral por incapacidad, indemnización del trabajador, disminución o pérdida de la productividad, gastos de reposición y demás gastos relativos al proceso de una lesión la hacen muy costosa aun cuando sea pequeña, también se toma en cuenta el incremento de los costos de la atención médica especializada.

Los gastos que genera una lesión de columna hay algo más que un impacto financiero, hay un costo oculto por parte del trabajador afectado que se experimenta como dolor o sufrimiento.

Los efectos físicos y psicológicos de una lesión de columna pueden ser muy graves, especialmente cuando conducen a una incapacidad y dolor crónico sobre todo cuando la población afectada es una población joven en plena etapa productiva, etapa donde se edifica y consolida el núcleo familiar y donde los requerimientos económicos del núcleo son altos.

En Colombia se realizan pocos estudios calificados que nos muestren la verdadera magnitud del problema, sin embargo la simple inferencia nos permite prever una problemática igual o mayor que la de los países industrializados en vista de que muchas de nuestras empresas no reúnen los requisitos de seguridad o prevención adecuados.

Cuadro 2. Problemas Generados

PROBLEMAS DE SALUD DERIVADOS POR LAS MALAS POSTURAS	
Dolor de espalda	33%
Estrés	28%
Cuello y hombros	23%
Fatiga general	23%
Cefaleas	15%
Molestias/trastornos en extremidades superiores	13%
Molestias/trastornos en extremidades inferiores	12%

Fuente: protocolo de vigilancia sanitaria sobre posturas forzadas de Osalan (documento PDF)

Debemos realizar un cambio de actitud en la forma de encarar los problemas de espalda, no podemos limitarnos al estudio de la patología y su tratamiento, sino debemos remitirnos al capítulo de la prevención, como el camino más eficiente para lograr disminuir la incidencia y problemática de las lesiones de espalda con los consecuentes resultados de disminución de costos para la industria, el individuo como primer afectado, el obrero, la familia y la nación en general. Pensando en reducir esta problemática se ha planteado el diseño y construcción de este soporte que se hace para ofrecer una solución óptima a los problemas que presentan las personas en la espalda. Siendo este más frecuente en adultos. Estos problemas se presentan con la sintomatología siguiente:

- Dolor o molestia en la parte baja de la espalda.
- Dolor o adormecimiento (falta de sensación) que le baja a través de la pierna (ciática).
- El segundo síntoma que más ocurre en la espalda, además de la espalda baja, son los problemas en el cuello.

Las estadísticas alarman. Más del 85 por ciento de la población joven y económicamente activa sufre de dolores de espalda. Lo grave es que cualquier daño en la columna es irreparable

Tenemos una sola columna vertebral y es para toda la vida. No se puede reemplazar. Si se rompe o fractura, hay posibilidades de quedar inválido o morir. Soporta todo el peso de nuestro cuerpo y en su interior contiene uno de los centros nerviosos más importantes del organismo: la médula espinal.

Pese a su importancia, pareciera que no le prestamos suficiente atención. Las cifras así lo reflejan: más del 30 por ciento de las consultas al traumatólogo son por los dolores de espalda. Es la segunda causa de ausentismo laboral en nuestro país. Y afecta a más del 85 por ciento de las personas menores de 40 años.

Figura 9. Soporte de descompresión intradiscal, muscular y vertebral para la región lumbar de la espalda



Con este soporte queremos trabajar el sistema de DESCOMPRESION INTRADISCAL LUMBAR que permite la reducción de las hernias discales y la recuperación de los discos degenerados sin necesidad de cirugía.

Este método logra disminuir la presión del disco a niveles negativos, capaces de succionar el material nuclear y reducir las hernias, sin necesidad de operar. Además se fortalecen los músculos estabilizadores de la columna, cuya disfunción produce dolor lumbar.

4. FUNCIONAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DEL PROTOTIPO

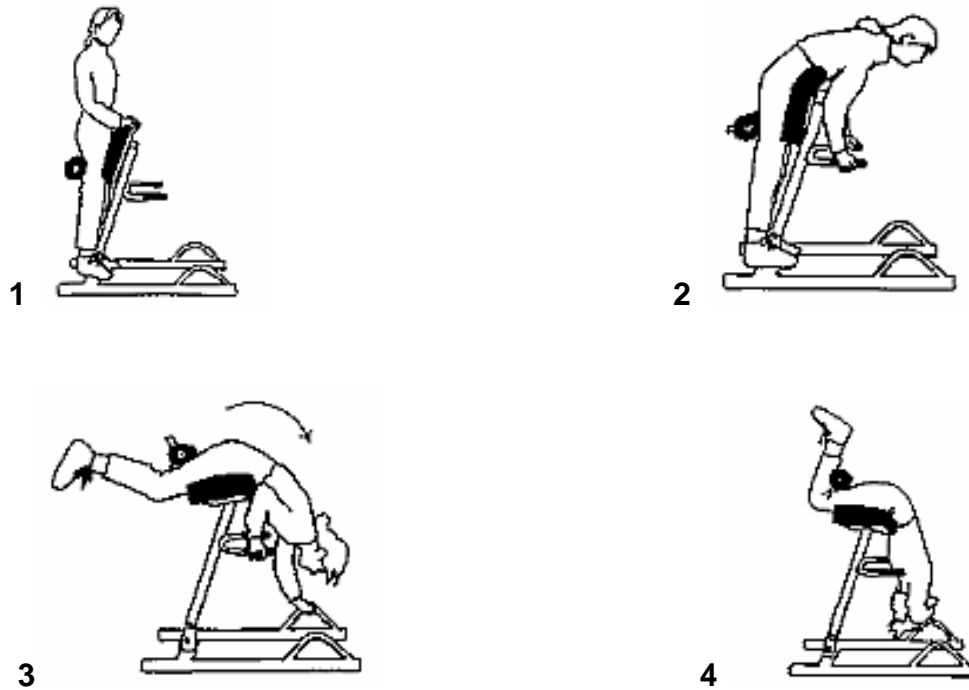
Cuando una persona desee hacer uso del soporte de descompresión debe subirse a la placa antideslizante que posee el marco estructural del soporte, dándole el frente a los cojines para poder ubicar el nivel de altura del árbol principal esto teniendo en cuenta a los cojines apoyadores de la parte frontal de los muslos, y el punto de mayor comodidad para la cadera. Además la persona debe cuadrar la distancia a la cual quiere colocar los cojines de rodillo para las pantorrillas, teniendo una medida adecuada de acuerdo a la persona, esto con la finalidad obtener una excelente comodidad para realizar la descompresión. Cuando ya se haya ubicado bien el nivel de altura del árbol principal, los cojines apoyadores de la parte frontal del de los muslos, y también la distancia adecuada de los cojines de rodillo para los gemelos, se puede iniciar el trabajo para llegar a la posición final de descompresión.

Para iniciar la inversión la persona debe colocarse de pie y dándole el frente al soporte apoyando la parte frontal de sus muslos en los cojines apoyadores para esto, entonces debe tomar un impulso apoyándose en la placa antideslizante. Cuando se inicie la inversión la persona debe apoyar sus manos sobre los mangos de soporte frontal para tener mayor control sobre la inversión y permitir una llegada suave al punto final para realizar la descompresión.

Cuando la persona se encuentre en esta posición tendrá diferentes formas de aplicación de la carga para llevar a cabo la descompresión, y las principales son:

1. Tracción por gravedad
2. Auto tracción
3. Tracción con carga

Figura 10. Paso para llegar a la posición final para realizar la descompresión

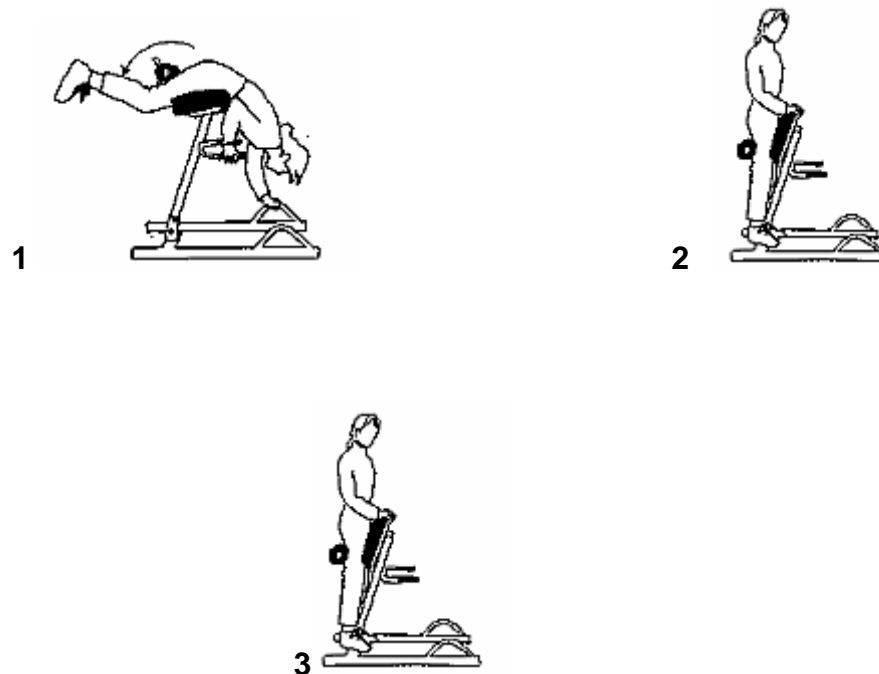


También se puede aplicar la carga en el ejercicio combinando cada uno de los métodos para obtener mejores resultados. Además se debe tener en cuenta el tiempo que se recomienda a las personas para que mantengan la posición final de la inversión como también la duración de la aplicación de las cargas.

Los tiempos sugeridos para mantener la posición final de inversión varían desde 10 segundos hasta los 120 segundos o 2min. Durante este tiempo se pueden ir variando las cargas o aplicarse de manera constante de acuerdo al objetivo que se persiga con el trabajo que se escoja para realizar la descompresión.

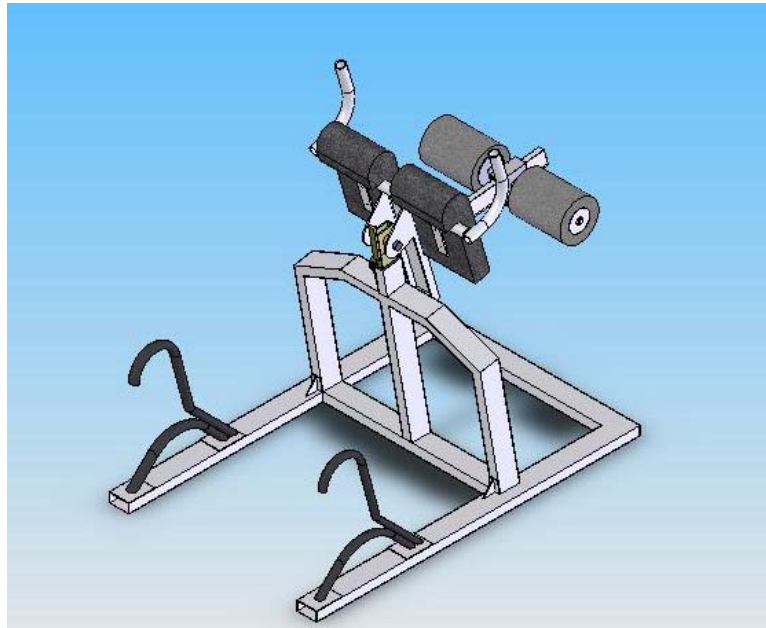
Para finalizar el ejercicio o retornar a la posición normal de la persona, esta debe tomar un impulso apoyando las manos en los mangos de soporte frontal y luego realizar el retorno con el giro en sentido contrario al de la inversión para que la persona tome su posición normal de pie ayudándose de la placa antideslizante

Figura 11. Pasos para retornar a la posición normal de pie



El concepto general del diseño del soporte de descompresión intradiscal, muscular y vertebral para la región lumbar de la espalda, consiste de una estructura que presenta todas las comodidades para realizar diferentes ejercicios para llevar a cabo la descompresión de esta región de la espalda ofreciendo la mayor comodidad a las personas que usen el soporte de descompresión.

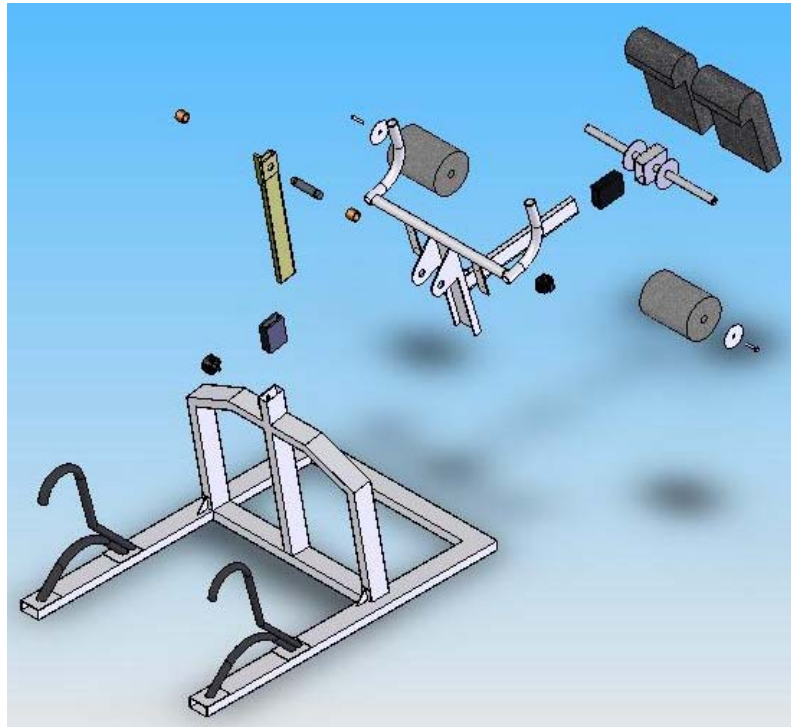
Figura 12. Aspecto Final del diseño



El soporte de descompresión intradiscal, muscular y vertebral para la región lumbar de la espalda lo constituyen las siguientes partes:

- Marco estructural
- Placa Antideslizante
- Árbol Principal
- Cojines de apoyo para la parte frontal de los muslos
- Cojines de rodillo para las pantorrillas
- Mangos de soporte frontal
- Estructura móvil

Figura 13. Partes del diseño

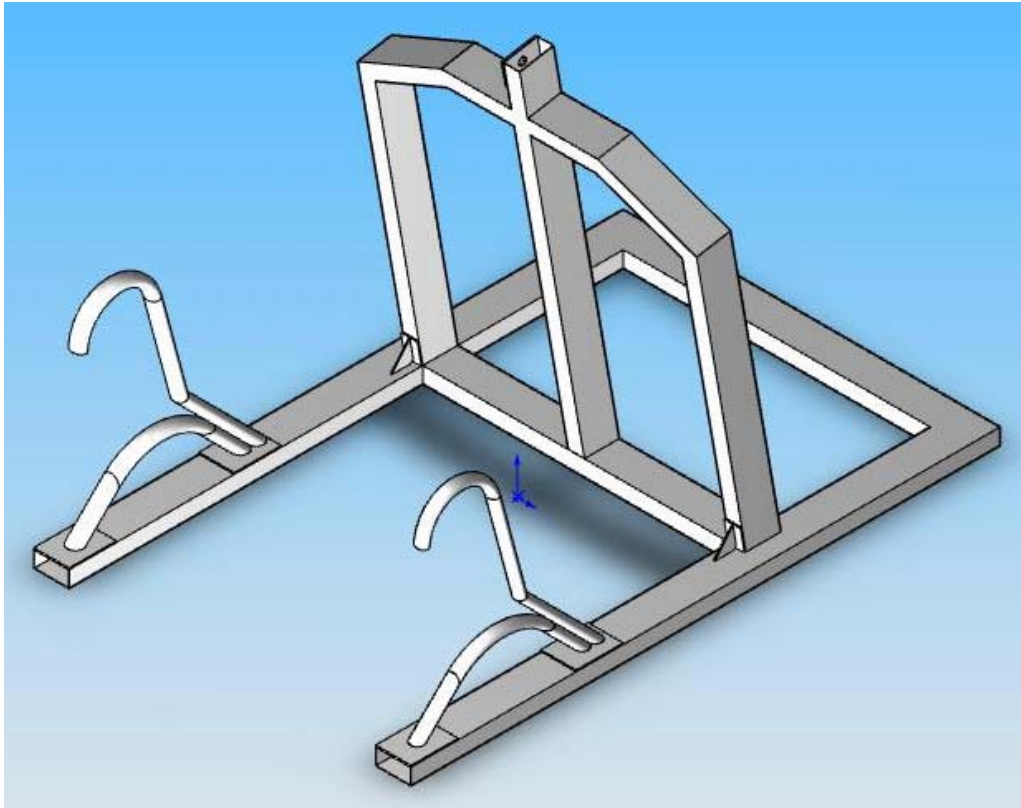


4.1 MARCO ESTRUCTURAL

El soporte cuenta con un marco estructural base construido en una tubería rectangular de 7.5 cm X 3.5 cm el cual sirve de apoyo, dándole gran estabilidad al soporte lo cual hace más eficaz el trabajo, además Los mangos consiste en dos tubos cada uno de 2,54 cm. (1pulg.) de diámetro, el primero funciona como la base de los mangos y el segundo con una forma semicircular en la parte superior sirviendo de mango. Los mangos de soporte frontal los cuales tienen como función hacer que la persona cuando este realizando la inversión, tenga control de la llegada a la posición final, y además cuando se haya ejecutado el ejercicio sea el punto para tomar la fuerza de impulso para retornar de la posición de inversión. El marco estructural ofrece una mayor facilidad a las personas para realizar la inversión, y el retorno a su posición normal de la manera más cómoda

posible. Esto generando un buen uso del soporte y evitando un mal desarrollo de los ejercicios.

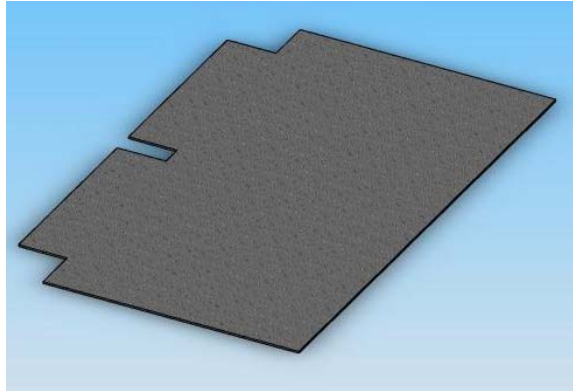
Figura 14. Marco estructural



4.2 PLACA ANTIDESLIZANTE

Esta es una placa rectangular que va sujeta al marco estructural y tiene como medidas 80 cm X 50 cm. Con unos cortes rectangulares en dos de sus esquinas y uno en la parte central de un borde 8 cm X 5 cm. La placa tiene un labrado para que se genere una mayor fricción, esto con el fin de hacer que la persona al momento de tomar el impulso al inicio o al momento de llegar a la posición final se resbale.

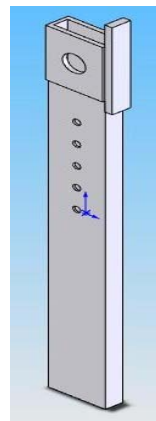
Figura 15. Placa antideslizante



4.3 ÁRBOL PRINCIPAL

Es un tubo rectangular que se construyo con dos laminas dobladas en U y luego soldadas, este tubo posee las siguientes medidas la U interna tiene a los lados 1.6 cm y en la base 5.8 cm y la u externa tiene a los lados 1.9 cm y en la base 6.2 cm el árbol principal presenta unos orificios los cuales con ayuda del tornillo de nivel le van a dar la altura adecuada para que la persona desarrolle el ejercicio, esto con el fin de ajustar el soporte en la posición mas cómoda de acuerdo a como lo requiera la persona, y llevar acabo la descompresión de la manera mas adecuada y evitar malos movimientos que generen lesión en las personas.

Figura 16. Árbol principal



4.4 COJINES DE APOYO PARA LA PARTE FRONTAL DE LOS MUSLOS

Esto son un par de cojines que en su extremo superior tienen una curvatura la cual es para realizar el ejercicio de manera más cómoda. Contienen espuma yumbolom por dentro y un forro de hule esto con el fin de dar mayor comodidad y evitar maltratar esta región del cuerpo la cual es muy sensible, en la parte inferior tiene un soporte de madera para darle estabilidad y facilitar la instalación al soporte.

Figura 17. Cojines de rectangulares



4.5 COJINES DE RODILLO PARA LAS PANTORRILLAS

Son dos cilíndricos que tienen las siguientes medidas 15 cm. de diámetro externo, 2,54 cm. (1 pulg.) de diámetro interno y 20 cm. De largo. Contienen un cilindro interno de yumbolom y uno externo de espuma con una cubierta de hule, los cojines van a hacer contacto con las pantorrillas de las personas cuando este en la posición final de ejercicio para realizar la descompresión.

Ellos van instalados en la estructura móvil del soporte, siendo estos insertados en un tubo redondo de 1 pulg. De diámetro externo.

Figura 18. Cojines de rodillo

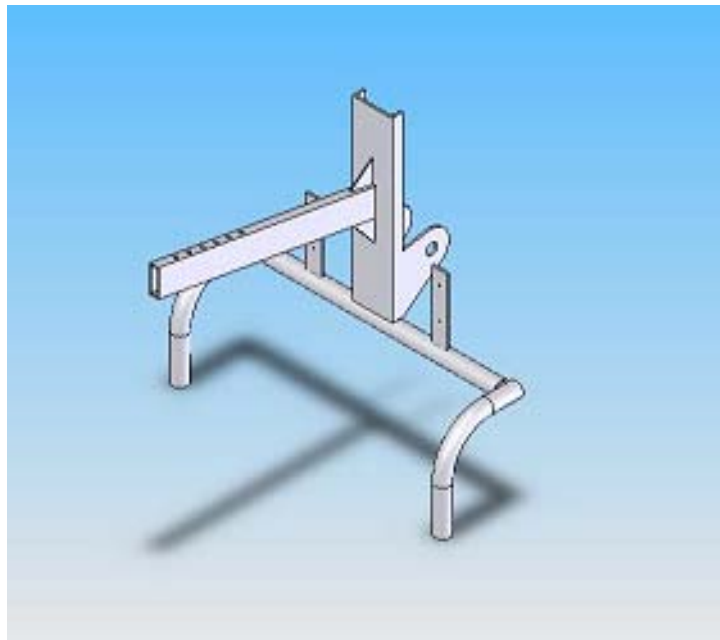


4.6 ESTRUCTURA MÓVIL

La estructural móvil consiste principalmente en una base la cual se hizo en una lámina de 5 mm de espesor, tiene una forma adecuada para servir de apoyo y punto giratorio para que el soporte realice la inversión. Posee también unido a él un tubo de 2,54 cm (1 pulg) de diámetro y 75 cm de longitud el cual sirve de base para los cojines de apoyo para los muslos junto con dos laminas que van unidas al tubo, además este tubo es el que sirve de apoyo a los mangos de auto tracción y empuje estos son dos tubos de 2.54 cm (1 pulg) que van unidos a un tubo de 70 cm de longitud el cual da la separación adecuada para realizar uno de los ejercicios que pueden ser trabajados con la ayuda del soporte para llevar a cabo la descompresión de la región lumbar de la espalda, además sirven para tomar un impulso adicional para realizar la inversión. También en la estructura móvil va un tubo

rectangular que lleva consigo unos orificios para darle el cambio de posición a los cojines de rodillo. Faltando ahora solamente un tubo rectangular construido con dos laminas dobladas en U y luego soldadas, este tubo posee las siguientes medidas la U interna tiene a los lados 1.6 cm y en la base 5.8 cm y la u externa tiene a los lados 1.9 cm y en la base 6.2 cm

Figura 19. Estructura móvil



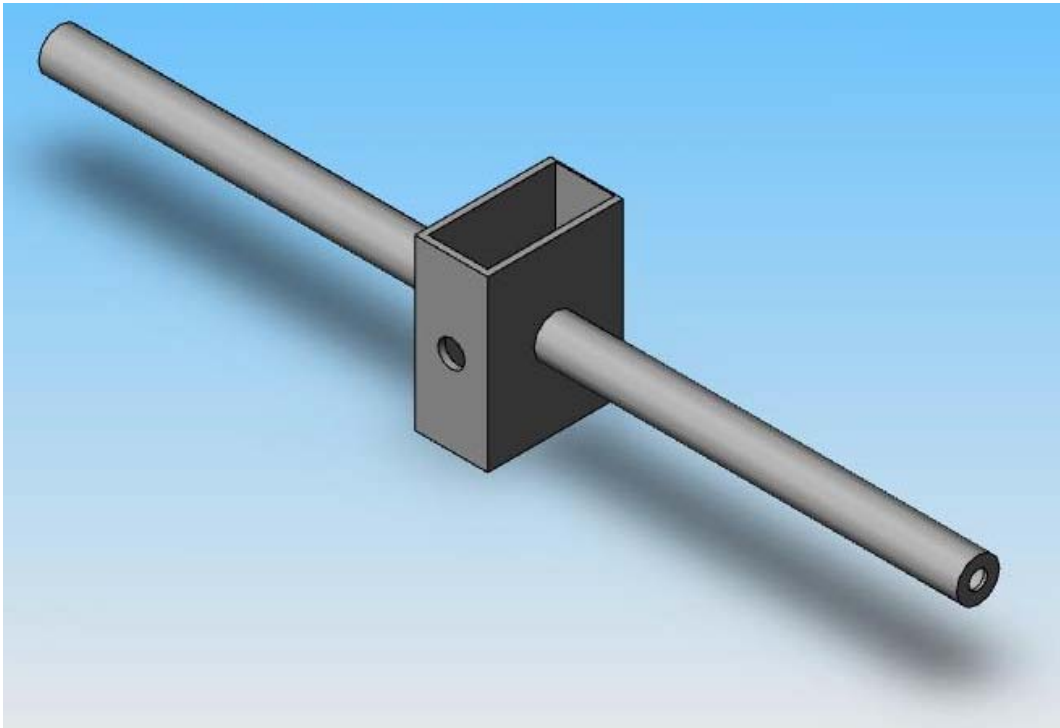
4.7 GUÍA DE LOS COJINES DE RODILLO PARA LAS PANTORRILLAS

Esta es un tubo rectangular de 7.5 cm X 3.5 cm y 10 cm de largo junto a el otro tornillo de nivel y dos tubos de 2,54 cm (1 pulg) de diámetro y 25 cm. de longitud cada uno para llevar insertados los cojines de rodillo.

El tubo desliza sobre el tubo rectangular de nivel que posee la estructura móvil que tiene como finalidad dar la posición adecuada para los cojines de rodillo. A ella se sujetaran dos topes de 8 cm de diámetro y 1 mm de

espesor cada uno a los lados externos de los tubos para evitar la salida de los cojines de la guía.

Figura 20. Guía de cojines de rodillo

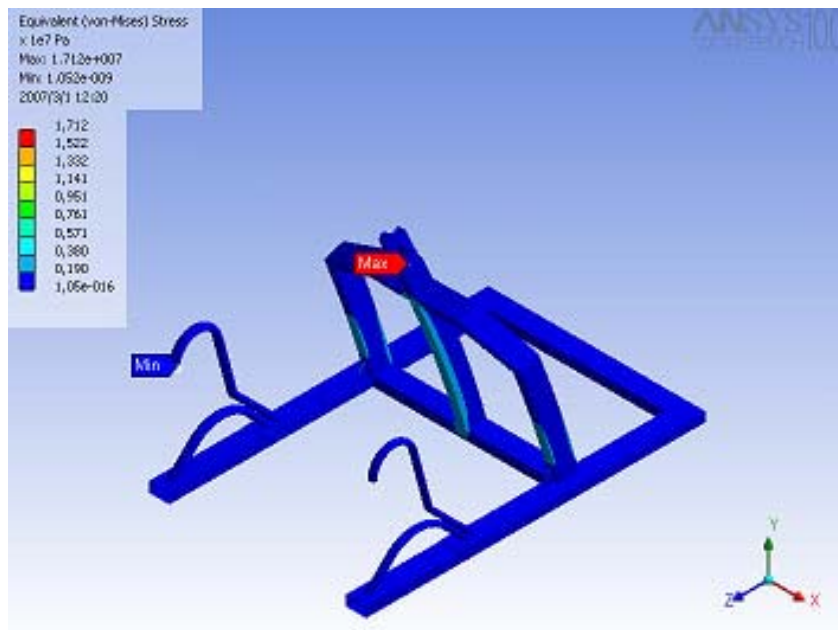


5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SOPORTE DE DESCOMPRESIÓN INTRADISCAL, MUSCULAR Y VERTEBRAL PARA LA REGIÓN LUMBAR DE LA ESPALDA

5.1 MARCO ESTRUCTURAL

Construido en su totalidad en tubería una tubería rectangular de con las siguientes dimensiones, 7.5 cm X 3.5 cm con un área de sección transversal de 2.2 cm², además tiene los mangos de soporte frontal que consiste en dos tubos de 1 pulgada de diámetro interior y con una sección transversal de 1.267 cm² las uniones del marco estructural se realizaron con soldadura tipo 7013 y 6013. Por otro lado el marco estructural esta protegido por una pintura electroestática la cual evita el desgaste de la tubería. El marco estructural ofrece la resistencia y rigidez necesaria para garantizar el correcto funcionamiento del soporte.

Figura 21. Análisis de Esfuerzos marco estructural y Árbol



En la figura observamos el resultado del análisis de esfuerzos del marco estructural y se observa que la este marco estructural no presentará fallas, según lo obtenido en el análisis.

5.2 ÁRBOL PRINCIPAL

Este elemento lo componen dos placa en U, una con medidas 1.6 cm a los lados y 5.8 cm en la base y la otra con 1.9 cm a los lados y 6.2 cm en la base, ambas con un espesor de 2 mm soldadas entre si. En uno de sus lados tiene 5 orificios de 8.5 mm de diámetro los cuales van a dar la altura del soporte de acuerdo a la necesidad de la persona que lo vaya a utilizar. En la parte superior del árbol principal va el eje para que gire la estructura móvil por esto el árbol tiene un orificio pasante de 1 pulgada de diámetro y a los lados unas placas de refuerzo de 7.5 cm X 6.5 cm y 4 mm de espesor. El análisis se observa en la figura 21.

5.3 PLACA ANTIDESLIZANTE

Esta placa de 80 cm. X 50 cm la cual posee tres cortes con medidas 8 cm. X 5 cm para unirse al marco estructural, su unión se al marco estructural con soldadura tipo 6013 y tiene como función la de aumentar la fricción en el apoyo de la persona cuando este utilizando el soporte. El análisis de la placa en la figura 22 se observa que no muestra riesgos considerables.

5.4 ESTRUCTURA MÓVIL

Esta consiste en una base principal la cual esta hecha en una lámina de 5 mm de espesor tiene una longitud de 40 cm y posee una forma única para poder cumplir con el objetivo del soporte, ella tiene dos dobleces a los lados, a estos se les hizo un orificio de 1 pulgada a cada uno para que pase el eje

del punto pivotante. Unido a la base va un tubo de 75 cm de largo, 3 mm de espesor y 1 pulgada de diámetro al cual van sujetos los mangos de autotracción y empuje como también las placas de soporte para los cojines de apoyo para la parte frontal del muslo, esta estructura tiene también el tubo que sirve de guía para el soporte de los cojines de rodillo para la pantorrilla el cual componen dos placas U, una con medidas 1.6 cm a los lados y 5.8 cm en la base y la otra con 1.9 cm a los lados y 6.2 cm en la base, ambas con un espesor de 2 mm soldadas entre si, el tubo tiene una inclinación de 80 grados con respecto a la base. El análisis se observa en la figura 23.

Figura 22. Análisis de esfuerzos Placa Antideslizante

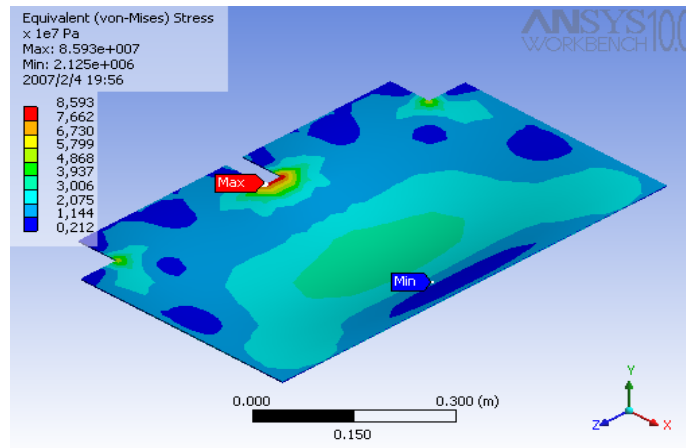
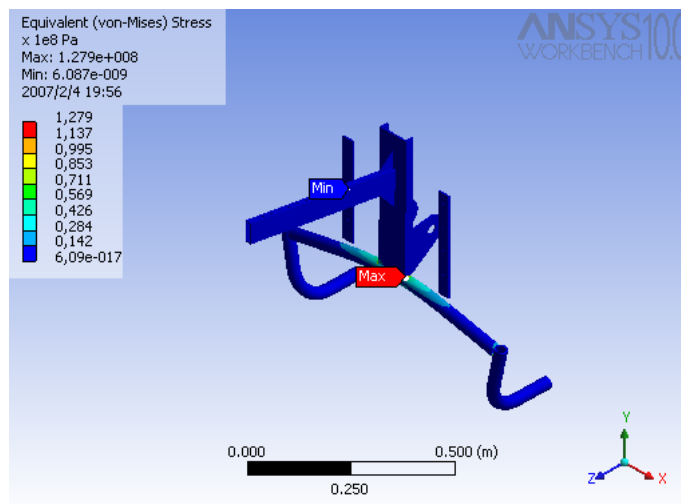


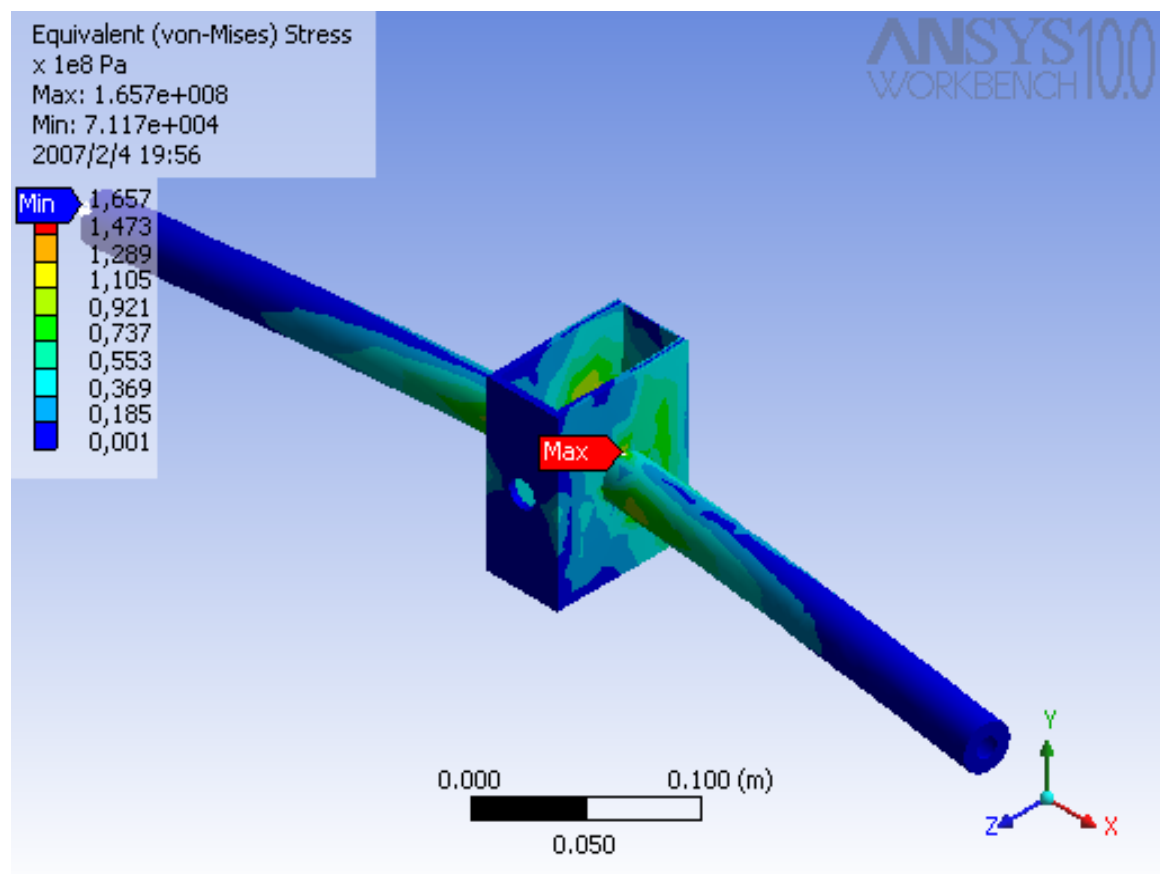
Figura 23. Análisis de esfuerzos estructura móvil



5.5 GUÍA DE LOS COJINES DE RODILLO PARA LAS PANTORRILLAS

Consiste en un tubo rectangular 7.5 cm X 3.5 cm y 10 cm de largo con un área de sección transversal de 2.2 cm², unido a sus lados van unas placas de refuerzo dos de 7.5 cm X 10 cm y una de 3.5 cm X de 10 cm además tiene dos tubos de 25 cm de largo y 1.267 cm² con área de sección transversal en los cuales se van a insertar los cojines de rodillo para pantorrilla. El análisis se observa en la figura 24.

Figura 24. Análisis de esfuerzos de la guía



5.6 EJE Y BUJES

El eje que se escogió tiene un diámetro de 1 pulgada y 11.5 cm de largo el cual tiene dos orificios para colocar la chavetas de ajuste para el eje.

Los bujes tienen una altura de 16 mm un diámetro interno de 1 pulgada y de espesor 4 mm y son necesarios para darle estabilidad a la estructura móvil.

Figura 25. Eje construido



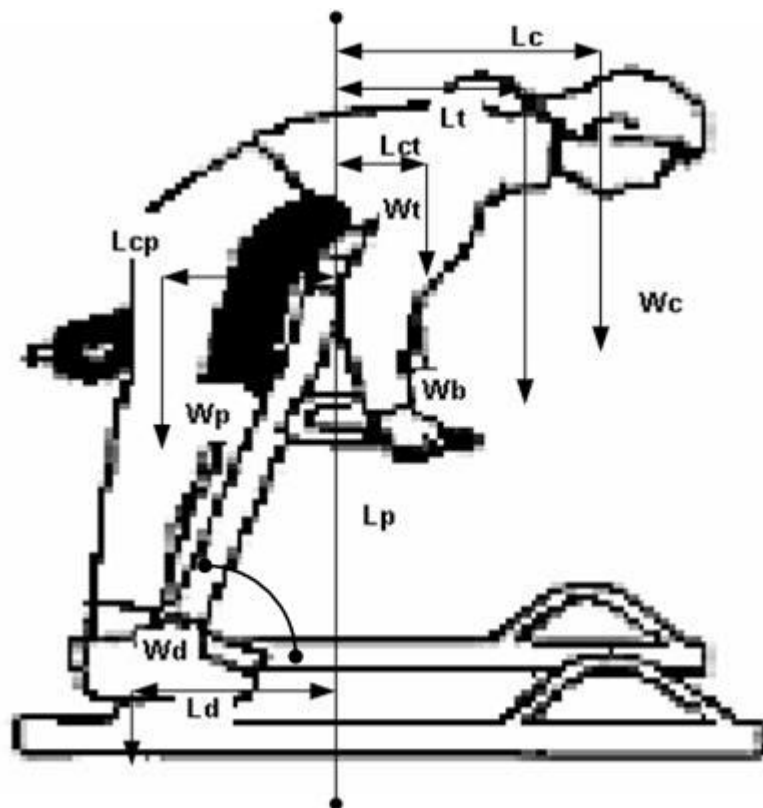
Figura 26. Bujes construidos



5.7 CÁLCULOS DE DISEÑO

Los cálculos para determinar el momento que genera el movimiento en el soporte se hicieron para una persona de 1.65 cm de estatura, 70 Kg de peso corporal y 70 grado la inclinación de las piernas de la persona respecto a la horizontal, tenemos además la siguiente información.

Figura 27. Diagrama de fuerzas para el diseño



WP: peso Corporal (70 Kg).

Le: ongitud de piernas (100 cm).

Wc: 0.08 WP

Wb: 0.12 WP

Wt: 0.4 WP

Wp: 0.36 WP

Wd: 0.04 WP

Wem: eso de la estructura móvil (8 Kg-m)

Lp: s la línea de pilotaje de la persona y del soporte respecto a esta se toma toda la longitud de los brazos.

Lc: longitud del Brazo de momento para la cabeza (57.5 cm)

Lt: longitud del brazo de momento para los brazos (50 cm)

Lct: longitud del brazo de momento para el tronco (25 cm)

Lcp: longitud del brazo de momento para las piernas (17.101)

Ld: longitud del brazo de momento para los pies. (34.2 cm)

Lem: longitud del brazo de momento para la estructura móvil (8.55 cm)

Realizaremos sumatoria de momentos respecto a la línea de pivotaje

Momentos horarios:

$$WcLc + WbLT + WtLct$$

$$7 \text{ Kg-m} + 4.9 \text{ Kg-m} + 2.73 \text{ Kg-m}$$

$$\mathbf{-14.63 \text{ Kg-m}}$$

Momentos antihorarios:

$$WpLcp + WdLd + WemLem$$

$$4.28 \text{ Kg-m} + 0.952 \text{ Kg-m} + 0.68 \text{ Kg-m}$$

$$\mathbf{5.912 \text{ Kg-m}}$$

Sumatoria total de momentos es igual a:

Sumatoria de momentos horarios + Sumatoria de momentos antihorarios

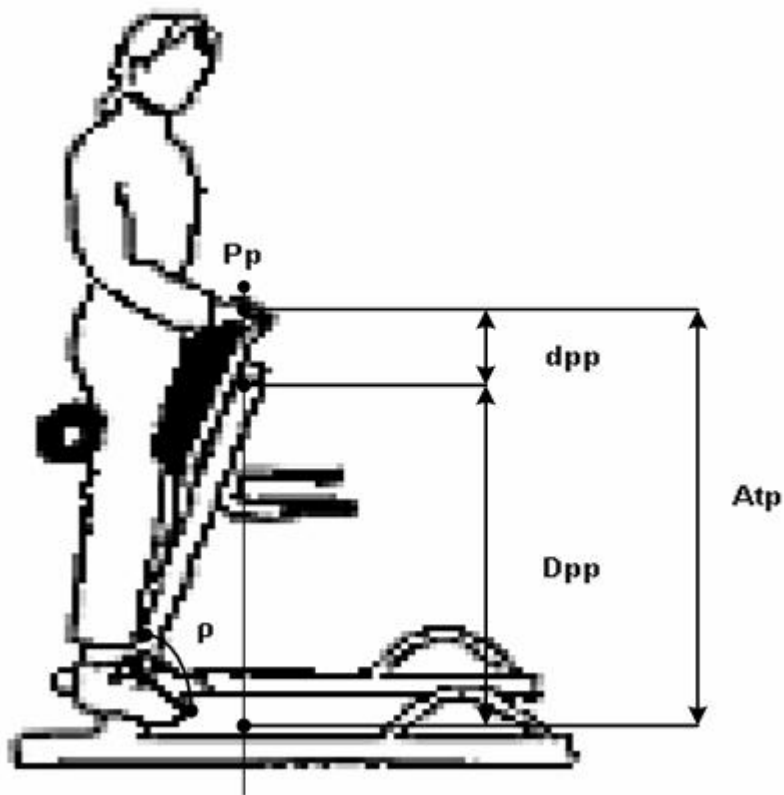
$$-14.63 \text{ Kg-m} + 5.912 \text{ Kg-m}$$

El resultado es un momento total antihorario lo cual produce la inversión de la persona

$$- 8.718 \text{ kg-m}$$

Ahora necesitamos calcular la altura a la cual debemos colocar el pivote respecto al ángulo de inclinación del soporte ρ el cual es de 80 grados:

Figura 28. Diagrama de distancias para el pivote



Atp: Es la altura total de los cojines (93.96 cm)

dpp: Altura del punto pivotante a los cojines (23 cm)

Dpp: Altura de la placa al punto pivotante

$$Dpp: Atp - dpp$$

$$Dpp: 93.96 \text{ cm} - 23 \text{ cm}$$

$$Dpp: 70.96 \text{ cm}$$

6. DISEÑO Y DESARROLLO DEL MUESTREO

El muestreo se va desarrollar utilizando el soporte de descompresión intradiscal, muscular y vertebral para la región lumbar de la espalda construido, esto con la finalidad de colocar a prueba el soporte.

Figura 29. Soporte de descompresión



Por tal motivo se escogieron diez (10) personas con diferentes ocupaciones en su diario vivir y de esta forma obtener una variedad de opiniones sobre los beneficios que ofrece la utilización del soporte para mejorar la calidad de vida en las personas.

El muestreo consiste en realizar 20 sesiones durante 10 días recogiendo datos de los parámetros a medir en dos puntos del muestreo los cuales son:

1. Antes de iniciar las sesiones
2. Finalizadas las sesiones

El formato para la recolección de datos se diseñó para obtener información sobre dos variables cualitativas que son funcionalidad y postura, y dos variables cuantitativas como son dolor y retracciones. Por tal motivo se diseñó un formato y de esta forma realizar una toma de datos que nos arrojen resultados de la utilización del soporte.

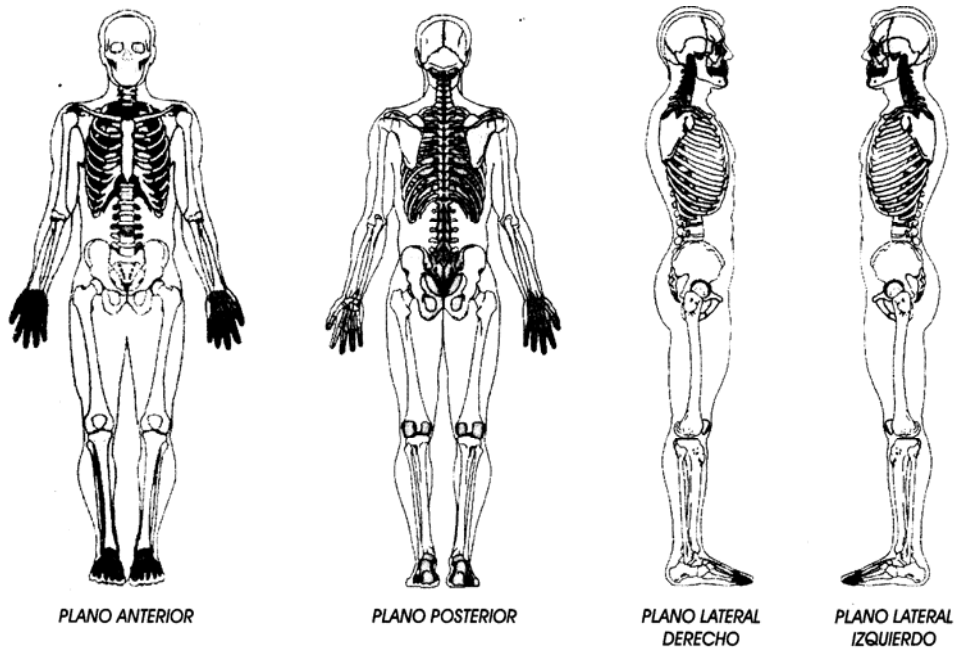
Para la variable de funcionalidad a cada persona se le hicieron en la primera evaluación las siguientes preguntas:

1. ¿La presencia de dolor le ocasiona dificultad para realizar alguna actividad de su vida cotidiana? Si _____ No _____ ¿Cuál?
2. ¿Ha tenido que cambiar su estilo de vida o hábitos por la molestia a nivel de la espalda? Si _____ No _____ ¿Por qué?

Para la variable postura, la persona se coloca en ropa interior y de pie observando su condición postural en cuatro posiciones:

1. De frente
2. De espalda
3. Lateral Derecho
4. Lateral Izquierdo

Figura 30. Planos del cuerpo



En cuanto el parámetro de dolor se ubico a cada persona en diferentes situaciones de la vida diaria las cuales fueron:

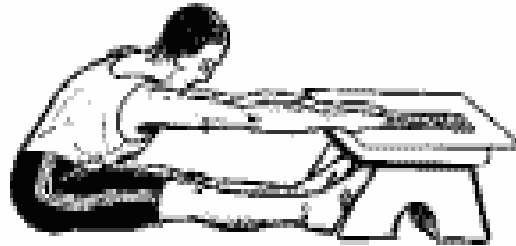
- Durante el reposo
- A la palpación de la espalda
- Durante los movimientos de la espalda
- Al dormir
- Al realizar deporte
- Durante las actividades laborales

Además tener en cuenta la siguiente escala de dolor:

- De 1 hasta 3 es leve
- De 4 hasta 7 moderado
- De 8 hasta 10 severo

En últimas se toman los datos del parámetro de flexibilidad donde la persona se coloca sentada con las piernas extendidas y se le pide que lleve sus manos al punto más lejano pasando sobre sus piernas siendo el punto cero la punta de los pies la escala positiva esta prolongada por delante de los pies y la escala negativa prolongada de la punta de los pies a su cuerpo.

Figura 31. Posición Sit and Reach



De esta forma se hace la evaluación de cada una de las diez personas escogidas para el muestreo y revisar su estado antes de iniciar la evaluación y al finalizar las sesiones.

La sesión de trabajo consiste en llevar a cada una de las personas a la posición final de la inversión, en la cual van a tomar una posición de doble escuadra, esta es la posición que se toma cuando la persona hace uso del soporte de descompresión (ver figura 29), en esta posición la persona permanece durante un tiempo aproximado de 2 minutos y toma un descanso que va de 1 minuto a cinco minutos realizando el ejercicio 5 veces por sesión de trabajo completando así un tiempo total de 10 minutos al finalizar la sesión y un total de 20 minutos por día.

Figura 32. Posición de Doble escuadra



Las sesiones de trabajo se desarrollaron en las instalaciones del gimnasio multifuerza de la ciudadela deportiva del INDERSANTANDER, realizando las sesiones de trabajo de la siguiente manera, la primera de cada día en las horas de la mañana y la segunda en las horas de la tarde.

Figura 33. Gimnasio Multifuerza del INDERSANTANDER



6.1 DATOS PERSONALES

La primera sesión de trabajo se realizó el día 27 de enero del 2007, los datos personales de las personas seleccionadas los vemos en la siguiente tabla.

Cuadro 3. Datos Personales de las personas escogidas para el desarrollo del muestreo

Nº	NOMBRE	OCUPACIÓN	EDAD
1	Willian Lorenzo García Delgado	Docente	45
2	Jorge Andrés Camargo Benítez	Trabajador	19
3	Ciro Andrés Díaz Rodríguez	Estudiante	21
4	Julián Andrés Franco Carvajal	Estudiante	18
5	Jonathan Bueno Fernández	Estudiante	19
6	Sergio Andrés Hoyos	Deportista	19
7	Oscar Mauricio Feria Fayad	Deportista	23
8	Gyovanny Vega Villamizar	Docente	24
9	Juan Fernando Prieto	Trabajador	20
10	Cristian Ortega Sinning	Estudiante	28

6.2 DATOS ANTES DE INICIAR EL MUESTREO

A continuación podremos observar los resultados de la primera toma de datos la cual se hizo antes de iniciar las sesiones de trabajo

Funcionalidad. A la pregunta:

¿La presencia de dolor le ocasiona dificultad para realizar alguna actividad de su vida cotidiana? Si _____ No _____ ¿Cuál?

Cuadro 4. Resultados a la primera pregunta de funcionalidad en la primera toma de datos

N°	SI	NO	CUAL
1		X	
2		X	
3		X	
4		X	
5		X	
6	X		Conducir Motocicleta
7	X		Durante los entrenamientos
8		X	
9	X		Al realizar deporte
10	X		Al realizar deporte

A la segunda pregunta ¿Ha tenido que cambiar su estilo de vida o hábitos por la molestia a nivel de la espalda? Si _____ No _____ ¿Por qué?

Cuadro 5. Resultados a la segunda pregunta de funcionalidad en la primera toma de datos

N°	SI	NO	PORQUE
1		X	
2		X	
3	X		Cambio de colchón
4	X		Cambio de posición al dormir
5		X	
6	X		Utilizar almohadas
7	X		Tolerar el dolor
8		X	
9		X	
10		X	

Dolor:

Cuadro 6. Resultados de la primera toma de datos del parámetro de dolor

N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACTIVIDAD	REPOSO	No	Leve 3	Leve 1	Leve 2	Leve 1	Leve 3	Leve 2	Leve 1	Leve 3	Leve 1
	PALPACIÓN	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
	MOVIMIENTO	No	No	Leve 2	No	No	Mod. 7	No	No	Mod. 4	Mod. 4
	DORMIR	No	Leve 3	Leve 3	Mod. 4	Leve 1	Sev. 8	Leve 2	Leve 1	Leve 3	Leve 2
	DEPORTE	No	Leve 1	Leve 3	Leve 1	Leve 1	Leve 1	Mod. 6	Leve 2	Leve 3	Mod. 7
	TRABAJO	No	Mod. 6	Leve 2	Leve 1	Leve 1	Mod. 5	Leve 3	Leve 2	Leve 2	Mod. 5

Flexibilidad: datos en centímetros

Cuadro 7. Resultados de la primera toma de datos de flexibilidad

N°	RESULTADO	N°	RESULTADO
1	-8	6	2
2	10	7	2
3	0	8	-10,5
4	-1	9	-18,5
5	8	10	0

Postura:

Cuadro 8. Resultados de la primera toma de datos de postura

Nº	OBSERVACIONES
1	Luxación hombro izquierdo y pie plano
2	Hiperlordosis
3	Debilidad en los músculos paravertebrales
4	Debilidad en paravertebrales y leve Genus Valgus en rodilla derecha
5	Mala higiene postural
6	Mala higiene postural y leve protucción abdominal
7	Hallux Valgus pie derecho y tendón de Aquiles
8	Hiperlordosis leve, leve protuccion abdominal y mala higiene postural
9	Hiperlordosis y protucción abdominal
10	Hipertrofia Paravertebrales izquierdo y Hallux Valgus bilateral

6.3 DATOS AL FINALIZAR EL MUESTREO

A continuación observaremos los datos que se tomaron al finalizar las sesiones de trabajo

Funcionalidad: a la pregunta:

¿La presencia de dolor le ocasiona dificultad para realizar alguna actividad de su vida cotidiana? Si _____ No _____ ¿Cuál?

Cuadro 9. Resultados a la primera pregunta de funcionalidad en la segunda toma de datos

N°	SI	NO	CUAL
1		X	
2		X	
3		X	
4	X		Al dormir
5		X	
6		X	
7		X	
8		X	
9		X	
10		X	

A la segunda pregunta ¿Ha tenido que cambiar su estilo de vida o hábitos por la molestia a nivel de la espalda? Si _____ No _____ ¿Por qué?

Cuadro 10. Resultados a la segunda pregunta de funcionalidad en la segunda toma de datos

N°	SI	NO	CUAL
1		X	
2		X	
3		X	
4	X		Cambio de posición al dormir
5		X	
6		X	
7		X	
8		X	
9		X	
10		X	

Dolor:

Cuadro 11. Resultados de la segunda toma de datos del parámetro de dolor

N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACTIVIDAD	REPOSO	No	Leve 1	Leve 1	Leve 1	Leve 1	Leve 1	Leve 1	Leve 1	Leve 2	No
	PALPACIÓN	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
	MOVIMIENTO	No	No	Leve 1	No	No	Leve 2	No	No	Leve 2	Leve 1
	DORMIR	No	Leve 1	Leve 2	Leve 3	Leve 1	Leve 2	Leve 1	Leve 1	Leve 1	No
	DEPORTE	No	Leve 1	Leve 1	Leve 1	Leve 1	Leve 1	Leve 2	Leve 2	Leve 1	Leve 2
	TRABAJO	No	Leve 1	Leve 2	Leve 1	Leve 1	Leve 3	Leve 2	Leve 2	Leve 1	Leve 1

Flexibilidad: datos en centímetros

Cuadro 12. Resultados de la segunda toma de datos de flexibilidad

N°	RESULTADO	N°	RESULTADO
1	-5	6	14
2	16	7	4
3	2	8	-9
4	4	9	-5
5	19	10	7

Postura:

Cuadro 13. Resultados de la segunda toma de datos de postura

Nº	OBSERVACIONES
1	Luxación hombro izquierdo y pie plano
2	Hiperlordosis
3	Debilidad en los musculos paravertebrales
4	Debilidad en paravertebrales y leve Genus Valgus en rodilla derecha
5	Mala higiene postural
6	Mala higiene postural y leve protucción abdominal
7	Hallux Valgus pie derecho y tendón de Aquiles
8	Hiperlordosis leve, leve protuccion abdominal y mala higiene postural
9	Hiperlordosis y protucción abdominal
10	Hipertrofia Paravertebrales izquierdo y Hallux Valgus bilateral

6.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de hacer un seguimiento a cada persona y conocer sus estilos de vida se iniciaron las sesiones de trabajo observando día a día su progreso, gracias a la periodicidad de las sesiones de trabajo, además de seguir ciertas recomendaciones hechas por un grupo interdisciplinario, el cual sirvió de apoyo para llevar cada una de las sesiones de trabajo de la mejor forma posible y poder desarrollarlo a cabalidad.

Teniendo en cuenta cada uno de los parámetros y analizando la información obtenida se observó lo siguiente:

1. Funcionalidad: en este parámetro se observó que en las situaciones de vida propuestas las personas mejoraron su comportamiento después del uso del soporte.

2. Dolor: en cuanto a este parámetro las personas notaron una gran disminución del dolor, en algunos el porcentaje de disminución fue mayor que en otros, pero en general mostraron notoria reducción del dolor.

3. Flexibilidad: fue el parámetro que nos dio mejores indicios de mejoría y el cual nos entregó la mejor información de la efectividad que tiene la utilización del soporte si se siguen las indicaciones correctas.

4. Postura: este parámetro fue el que no mostró cambios ya que estos deben ir acompañados de trabajos más específicos o son problemas irreparables

CONCLUSIONES

finalmente este proyecto llega a la construcción de un soporte de descompresión intradiscal, muscular y vertebral para la región lumbar de la espalda y poder darle a las personas que poseen molestias de dolor en la parte baja de la espalda una nueva opción de mejorar su condición de vida y poder mejorar su rendimiento en el desarrollo de su actividades en la vida diaria, no solo en su aspecto laboral si no también al realizar cualquier actividad familiar o recreativa, ya que las personas que poseen ese dolor tan incomodo terminan por aislarse de muchas actividades por como consecuencia de este problema. El resultado de este proyecto da el punto de inicio para realizar investigaciones en el desarrollo de nuevos métodos de trabajo en el área de la salud y salir de los tradicionales, Logrando así uno de los objetivos de la Universidad como lo es, el de avanzar y desarrollar tecnologías para el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, tanto a nivel regional como nacional.

Cabe destacar la variedad de conocimientos puestos en práctica como también los adquiridos en el inicio, desarrollo y final de este proyecto, como lo son el diseño de maquina, selección de materiales, procesos de manufactura, diseño asistido por computador entre otros. También la importancia de la interrelación de grupos de trabajo; es lo que conlleva a un buen final en los proyectos como el que se desarrollo; todo esto estimula el espíritu académico, investigativo y de trabajo de los futuros profesionales egresados de la Universidad.

Es importante resaltar que todos los materiales, elementos y procesos utilizados para la construcción del soporte de descompresión, son de fácil adquisición y elaboración, tanto para el mercado nacional como también el

local; de esta manera queda abierta la posibilidad de construir nuevos y mejorados soportes que conlleven a la producción en serie.

BIBLIOGRAFÍA

BACHMANN, Albert; FORBERG, Richard. DIBUJO TECNICO. Editorial labor, S.A.

GÓMEZ MORENO, Orlando José. Soldadura de Metales. Facultad de Ciencias Fisicoquímicas. Departamento de Ingeniería Metalurgia y ciencias de Materiales. 1989.

GÓMEZ MORENO, Orlando José. Metalurgia de la Soldadura. Facultad de Ciencias Fisicoquímicas. Departamento de Ingeniería Metalurgia y ciencias de Materiales. 1989.

GROOVER P, Mikell. Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales, Procesos y Sistemas. Prentice Hall. 1997.

HOPPENFELD, Stanley. Exploración física de la Columna Vertebral y las Extremidades. Editorial El Manual Moderno. México, DF 1979.

HORWITZ, Henry. Soldadura. Aplicaciones y práctica. Editorial alfaomega.1997.

LEÓN BARAJAS, Carlos Fernando. Diseño de Elementos para el Manejo de Información sobre mediciones Biométricas de la Antropometría, con énfasis en el tronco.

MOORE, Keith L. Anatomía con Orientación Clínica. Tercera Edición. Editorial Médica Panamericana. 1993.

MOTT Robert. Diseño de elementos de Maquinas. México: Editorial Prentice Hall hispano América S.A. 1992

NORTON, Robert L. Diseño de Máquinas. México DF. Prentice Hall – Pearson Editores. 1999.

PASCALE, María C. Cifosis y Lordosis. PubliCE Standard. 2001

PENDER, James A. SOLDADURA. Editorial McGRAW-HILL. Tercera edición.1990.

ROJAS GARCÍA, Hernán. Diseño de Máquinas II. Departamento de Ingeniería Mecánica – Universidad Industrial de Santander.1992.

SHIGLEY Mischke. Diseño en Ingeniería Mecánica Quinta Edición, Cuarta en Español. Mc Graw Hill 1990.

<http://www.iladiba.com/>

http://www.neuromedica.com.ec/publicaciones/pacientes/causal_del_dolor_d_e_esp

<http://www.pymedelara.com.ve/toiwr/concejosWR.do>

www.tusalud.co.mx

ANEXOS

Anexo A. LA SOLDADURA

Fundamentos. Para realizar una soldadura por arco eléctrico se induce una diferencia de potencial entre el electrodo y la pieza a soldar, con lo cual se ioniza el aire entre ellos y pasa a ser conductor, de modo que se cierra el circuito y se crea el arco eléctrico. El calor del arco funde parcialmente el material de base y funde el material de aporte, el cual se deposita y crea el cordón de soldadura.

Figura 1. Soldadura



Fuente: Wikipedia, la enciclopedia libre.htm

- **Elementos:**

Electrodo: son varillas metálicas preparadas para servir como polo del circuito; en su extremo se genera el arco. En algunos casos, sirven también como material fundente. La varilla metálica a menudo va recubierta de distintos materiales, en función de la pieza a soldar y del procedimiento empleado.

Plasma: está compuesto por electrones que transportan la corriente y que van del polo negativo al positivo, de iones metálicos que van del polo positivo al negativo, de átomos gaseosos que se van ionizando y estabilizándose conforme pierden o ganan electrones, y de productos de la fusión tales como vapores que ayudarán a la formación de una atmósfera protectora. Esta zona alcanza la mayor temperatura del proceso.

Llama: es la zona que envuelve al plasma y presenta menor temperatura que éste, formada por átomos que se disocian y recombinan desprendiendo calor por la combustión del revestimiento del electrodo. Otorga al arco eléctrico su forma cónica.

Baño de fusión: la acción calorífica del arco provoca la fusión del material, donde parte de éste se mezcla con el material de aportación del electrodo, provocando la soldadura de las piezas una vez solidificado.

Cráter: surco producido por el calentamiento del metal. Su forma y profundidad vendrán dadas por el poder de penetración del electrodo.

Cordón de soldadura: está constituido por el metal base y el material de aportación del electrodo y se pueden diferenciar dos partes: la escoria, compuesta por impurezas que son segregadas durante la solidificación y que posteriormente son eliminadas, y el sobre espesor, formado por la parte útil del material de aportación y parte del metal base, que es lo que compone la soldadura en sí.

Tipos de soldadura. Se distinguen los siguientes procesos de soldadura basados en el principio del arco eléctrico:

Soldadura por arco manual con electrodos revestidos

La característica más importante de la soldadura con electrodos revestidos, en inglés Shield Metal Arc Welding (SMAW) o Manual Metal Arc Welding (MMAW), es que el arco eléctrico se produce entre la pieza y un electrodo metálico recubierto. El recubrimiento protege el interior del electrodo hasta el momento de la fusión. Con el calor del arco, el extremo del electrodo funde y se quema el recubrimiento, de modo que se obtiene la atmósfera adecuada para que se produzca la transferencia de metal fundido desde el núcleo del electrodo hasta el baño de fusión en el material base.

Estas gotas de metal fundido caen recubiertas de escoria fundida procedente de la fusión del recubrimiento del arco. La escoria flota en la superficie y forma, por encima del cordón de soldadura, una capa protectora del metal fundido. Como son los propios electrodos los que aportan el flujo de metal fundido, será necesario reponerlos cuando se desgasten. Los electrodos están compuestos de dos piezas: el alma y el revestimiento.

El alma o varilla es alambre (de diámetro original 5.5 mm) que se comercializa en rollos continuos. Tras obtener el material, el fabricante lo decapa mecánicamente (a fin de eliminar el óxido y aumentar la pureza) y posteriormente lo trefila para reducir su diámetro.

El revestimiento se produce mediante la combinación de una gran variedad de elementos (minerales varios, celulosa, mármol, aleaciones, etc.) convenientemente seleccionados y probados por los fabricantes, que mantienen el proceso, cantidades y dosificaciones en riguroso secreto.

La composición y clasificación de cada tipo de electrodo está regulada por AWS (American Welding Society), organismo de referencia mundial en el ámbito de la soldadura.

Este tipo de soldaduras pueden ser efectuados bajo corriente tanto continua como alterna. En corriente continua el arco es más estable y fácil de encender y las salpicaduras son poco frecuentes; en cambio, el método es poco eficaz con soldaduras de piezas gruesas. La corriente alterna posibilita el uso de electrodos de mayor diámetro, con lo que el rendimiento a mayor escala también aumenta. En cualquier caso, las intensidades de corriente oscilan entre 10 y 500 amperios.

El factor principal que hace de este proceso de soldadura un método tan útil es su simplicidad y, por tanto, su bajo precio. A pesar de la gran variedad de procesos de soldadura disponibles, la soldadura con electrodo revestido no ha sido desplazada del mercado. La sencillez hace de ella un procedimiento práctico; todo lo que necesita un soldador para trabajar es una fuente de alimentación, cables, un portaelectrodo y electrodos. El soldador no tiene que estar junto a la fuente y no hay necesidad de utilizar gases comprimidos como protección. El procedimiento es excelente para trabajos, reparación, fabricación y construcción. Además, la soldadura SMAW es muy versátil. Su campo de aplicaciones es enorme: casi todos los trabajos de pequeña y mediana soldadura de taller se efectúan con electrodo revestido; se puede soldar metal de casi cualquier espesor y se pueden hacer uniones de cualquier tipo.

Sin embargo, el procedimiento de soldadura con electrodo revestido no se presta para su automatización o semiautomatización; su aplicación es esencialmente manual. La longitud de los electrodos es relativamente corta: de 230 a 700 mm. Por tanto, es un proceso principalmente para soldadura a pequeña escala. El soldador tiene que interrumpir el trabajo a intervalos regulares para cambiar el electrodo y debe limpiar el punto de inicio antes de empezar a usar electrodo nuevo. Sin embargo, aun con todo este tiempo muerto y de preparación, un soldador eficiente puede ser muy productivo.

Soldadura por electrodo no consumible protegido. El objetivo fundamental en cualquier operación de soldadura es el de conseguir una junta con la misma característica del metal base. Este resultado sólo puede obtenerse si el baño de fusión está completamente aislado de la atmósfera durante toda la operación de soldeo. De no ser así, tanto el oxígeno como el nitrógeno del aire serán absorbidos por el metal en estado de fusión y la soldadura quedará porosa y frágil. En este tipo de soldadura se utiliza como medio de protección un chorro de gas que impide la contaminación de la junta. Tanto este como el siguiente proceso de soldeo tienen en común la protección del electrodo por medio de dicho gas. La soldadura por electrodo no consumible, también llamada TIG (siglas de Tungsten Inert Gas), se caracteriza por el empleo de un electrodo permanente que normalmente, como indica el nombre, es de tungsteno.

Este método de soldadura se patentó en 1920 pero no se empezó a utilizar de manera generalizada hasta 1940, dado su coste y complejidad técnica.

A diferencia que en las soldaduras de electrodo consumible, en este caso el metal que formará el cordón de soldadura debe ser añadido externamente, a no ser que las piezas a soldar sean específicamente delgadas y no sea necesario. El metal de aportación debe ser de la misma composición o similar que el metal base; incluso, en algunos casos, puede utilizarse satisfactoriamente como material de aportación una tira obtenida de las propias chapas a soldar.

La inyección del gas a la zona de soldeo se consigue mediante una canalización que llega directamente a la punta del electrodo, rodeándolo. Dada la elevada resistencia a la temperatura del tungsteno (funde a 3410 °C), acompañada de la protección del gas, la punta del electrodo apenas se desgasta tras un uso prolongado. Es conveniente, eso sí, repasar la terminación en punta, ya que una geometría poco adecuada perjudicaría en

gran medida la calidad del soldado. Respecto al gas, los más utilizados son el argón, el helio, y mezclas de ambos. El helio, gas noble (inerte, de ahí el nombre de soldadura por gas inerte) es más usado en los Estados Unidos, dado que allí se obtiene de forma económica en yacimientos de gas natural. Este gas deja un cordón de soldadura más achatado y menos profundo que el argón. Este último, más utilizado en Europa por su bajo precio en comparación con el helio, deja un cordón más triangular y que se infiltra en la soldadura. Una mezcla de ambos gases proporcionará un cordón de soldadura con características intermedias entre los dos.

La soldadura TIG se trabaja con corrientes continua y alterna. En corriente continua y polaridad directa, las intensidades de corriente son del orden de 50 a 500 amperios. Con esta polarización se consigue mayor penetración y un aumento en la duración del electrodo. Con polarización inversa, el baño de fusión es mayor pero hay menor penetración; las intensidades oscilan entre 5 y 60 A. La corriente alterna combina las ventajas de las dos anteriores, pero en contra da un arco poco estable y difícil de cebar.

La gran ventaja de este método de soldadura es, básicamente, la obtención de cordones más resistentes, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión que en el resto de procedimientos, ya que el gas protector impide el contacto entre la atmósfera y el baño de fusión. Además, dicho gas simplifica notablemente el soldeo de metales no ferrosos, por no requerir el empleo de desoxidantes, con las deformaciones o inclusiones de escoria que pueden implicar. Otra ventaja de la soldadura por arco con protección gaseosa es la que permite obtener soldaduras limpias y uniformes debido a la escasez de humos y proyecciones; la movilidad del gas que rodea al arco transparente permite al soldador ver claramente lo que está haciendo en todo momento, lo que repercute favorablemente en la calidad de la soldadura. El cordón obtenido es por tanto de un buen acabado superficial, que puede mejorarse

con sencillas operaciones de acabado, lo que incide favorablemente en los costes de producción. Además, la deformación que se produce en las inmediaciones del cordón de soldadura es menor.

Como inconvenientes está la necesidad de proporcionar un flujo continuo de gas, con la subsiguiente instalación de tuberías, bombonas, etc., y el encarecimiento que supone. Además, este método de soldadura requiere una mano de obra muy especializada, lo que también aumenta los costes. Por tanto, no es uno de los métodos más utilizados sino que se reserva para uniones con necesidades especiales de acabado superficial y precisión.

Soldadura por electrodo consumible protegido

Este método resulta similar al anterior, con la salvedad de que en los dos tipos de soldadura por electrodo consumible protegido, MIG (Metal Inert Gas) y MAG (Metal Active Gas), es este electrodo el alimento del cordón de soldadura. El arco eléctrico está protegido, como en el caso anterior, por un flujo continuo de gas que garantiza una unión limpia y en buenas condiciones.

En la soldadura MIG, como su nombre indica, el gas es inerte; no participa en modo alguno en la reacción de soldadura. Su función es proteger la zona crítica de la soldadura de oxidaciones e impurezas exteriores. Se emplean usualmente los mismos gases que en el caso de electrodo no consumible, argón, menos frecuentemente helio, y mezcla de ambos.

En la soldadura MAG, en cambio, el gas utilizado participa de forma activa en la soldadura. Su zona de influencia puede ser oxidante o reductora, ya se utilicen gases como el dióxido de carbono o el argón mezclado con oxígeno.

El problema de usar CO₂ en la soldadura es que la unión resultante, debido al oxígeno liberado, resulta muy porosa. Además, sólo se puede usar para

soldar acero, por lo que su uso queda restringido a las ocasiones en las que es necesario soldar grandes cantidades de material y en las que la porosidad resultante no es un problema a tener en cuenta.

El punto común de los dos procedimientos es el empleo de un electrodo consumible continuo. Dicho electrodo, en forma de alambre, es a la vez el material a partir del cual se generará el cordón de soldadura, y llega hasta la zona de aplicación por el mismo camino que el gas o la alimentación. Dependiendo de cada caso, el ajuste de la velocidad del hilo conllevará un mayor o menor flujo de fundente en la zona a soldar.

En general, en este proceso se trabaja con corriente continua (electrodo positivo, base negativa), y en raras ocasiones con corriente alterna. Las intensidades de corriente fluctúan entre 20 y 500 amperios con corriente continua y polaridad directa, 5 y 60 con polaridad inversa, y 40 y 300 amperios con corriente alterna.

El uso de los métodos de soldadura MIG y MAG es cada vez más frecuente en el sector industrial. En la actualidad, es uno de los métodos más utilizados en Europa occidental, Estados Unidos y Japón en soldaduras de fábrica. Ello se debe, entre otras cosas, a su elevada productividad y a la facilidad de automatización, lo que le ha valido abrirse un hueco en la industria automovilística. La flexibilidad es la característica más sobresaliente del método MIG / MAG, ya que permite soldar aceros de baja aleación, aceros inoxidable, aluminio y cobre, en espesores a partir de los 0,5 mm y en todas las posiciones. La protección por gas garantiza un cordón de soldadura continuo y uniforme, además de libre de impurezas y escorias. Además, la soldadura MIG / MAG es un método limpio y compatible con todas las medidas de protección para el medio ambiente.

En contra, su mayor problema es la necesidad de aporte tanto de gas como de electrodo, lo que multiplica las posibilidades de fallo del aparato, además del lógico encarecimiento del proceso.

Soldadura por arco sumergido. El proceso de soldadura por arco sumergido, también llamado proceso SAW (Submerged Arc Welding), tiene como detalle más característico el empleo de un flujo continuo de material protector en polvo o granulado, llamado flux. Esta sustancia protege el arco y el baño de fusión de la atmósfera, de tal forma que ambos permanecen invisibles durante la soldadura. Parte del flux funde, y con ello protege y estabiliza el arco, genera escoria que aísla el cordón, e incluso puede contribuir a la aleación. El resto del flux, no fundido, se recoge tras el paso del arco para su reutilización. Este proceso está totalmente automatizado y permite obtener grandes rendimientos.

El electrodo de soldadura SAW es consumible, con lo que no es necesaria aportación externa de fundente. Se comercializa en forma de hilo, macizo o hueco con el flux dentro (de forma que no se requiere un conducto de aporte sino sólo uno de recogida), de alrededor de 0,5 mm de espesor.

El flux, o mejor dicho, los fluxes, son mezclas de compuestos minerales varios (SiO_2 , CaO , MnO , etc...) con determinadas características de escorificación, viscosidad, etc. Obviamente, cada fabricante mantiene la composición y el proceso de obtención del flux en secreto, pero, en general, se clasifican en fundidos (se obtienen por fusión de los elementos), aglomerados (se cohesionan con aglomerantes; cerámicos, silicato potásico, etc.) y mezclados mecánicamente (simples mezclas de otros fluxes). Ya que el flux puede actuar como elemento fundente, la adición en él de polvo metálico optimiza bastante el proceso, mejora la tenacidad de la unión y evita un indeseable aumento del tamaño de grano en el metal base. Dependiendo

del equipo y del diámetro del hilo de electrodo, este proceso se trabaja con intensidades de hasta 1600 amperios, con corrientes continuas (electrodo positivo y base negativa) o alternas.

Este proceso es bastante versátil; se usa en general para unir metales férricos y aleaciones, y para recubrir materiales contra la corrosión (overlay). Además, permite la soldadura de piezas con poca separación entre ellas. El arco actúa bajo el flux, evitando salpicaduras y contaminación del cordón, y alimentándose, si es necesario, del propio flux, que además evita que el arco se desestabilice por corrientes de aire. La soldadura SAW puede aplicarse a gran velocidad en posiciones de sobremesa, para casi cualquier tipo de material y es altamente automatizable. El cordón obtenido en estos soldeos es sano y de buen aspecto visual. Una característica mejora del proceso SAW es la soldadura en tándem, mediante la cual se aplican dos electrodos a un mismo baño. Así se aumenta la calidad de la soldadura, ya que uno de los electrodos se encarga de la penetración y el volumen del cordón, mientras que el segundo maneja los parámetros de geometría y tamaño.

En cambio, la mayor limitación de este proceso es que solo puede aplicarse en posiciones de sobremesa y cornisa, ya que de otra manera el flux se derramaría. Flux que ha de ser continuamente aportado, lo cual encarece el procedimiento y aumenta sus probabilidades de fallo (hay que alimentar tanto el rollo de electrodo como el flux); además, si se contamina por agentes externos, la calidad del cordón disminuye bastante. A pesar de que puede unir materiales poco separados, no es recomendable para unir espesores menores de 5mm. Este proceso tiene su mayor campo de aplicación en la fabricación de tuberías de acero en espiral y, en general, en la soldadura de casi cualquier tipo de aceros (especialmente los inoxidable).

W-210

Normas:

AWS E 6013 / 7013

Características mecánicas:

Resistencia a la tracción:

480 - 510 N/mm².

Límite elástico:

410 - 450 N/mm².

Resiliencia:

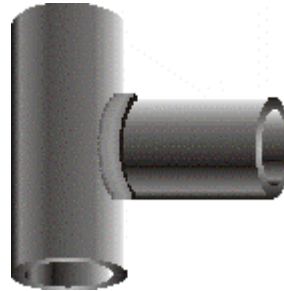
60 - 90 Julios.

Dureza aprox.:

150 HB.

Intensidades medias recomendadas:

Diámetros:	2.5 mm - 90 A
	3.2 mm - 140 A
	4.0 mm - 190 A



Aplicaciones:

Conducciones de agua (sin presión), muebles ,metálicos chapistería general.

Corriente de soldadura:

Alterna y continua (-)

W-215

Normas:

AWS E 6018 / 7018.

Características mecánicas:

Resistencia a la tracción:

510 - 550 N/mm².

Límite elástico:

420 - 450 N/mm².

Resiliencia:

110 - 150 Julios.

Intensidades medias recomendadas:

Diámetros:	2.5 mm - 90 A
	3.2 mm - 150 A
	4.0 mm - 190 A

Aplicaciones:

Soldadura de perfiles laminados, recipientes, piezas de acero moldeado, etc...

Corriente de soldadura:

Alterna y continua (+)



W-230

Normas:

AWS E 309 - 16.
DIN 8556. E 22

12 R 23.

Características mecánicas:

Resistencia a la tracción:

540 N/mm².

Límite elástico:

($l=5d$ aprox 40 %).

Resiliencia:

75 Julios.

Intensidades medias recomendadas:

Diámetros:	2.5 mm - 80 A
	3.2 mm - 110 A
	4.0 mm - 150 A

Aplicaciones:

Engranajes, columnas de acero de prensas, máquinas agrícolas, maquinaria de obras públicas, etc...

Corriente de soldadura:

Alterna y continua (+)



W-2000

Normas:

AWS E 312 - 16.

DIN

8556: F 29 9 R 23

Características mecánicas:

Resistencia a la tracción:

790 N/mm².

Límite elástico:

590 N/mm².

Resiliencia:

50 Julios.

Intensidades medias recomendadas:

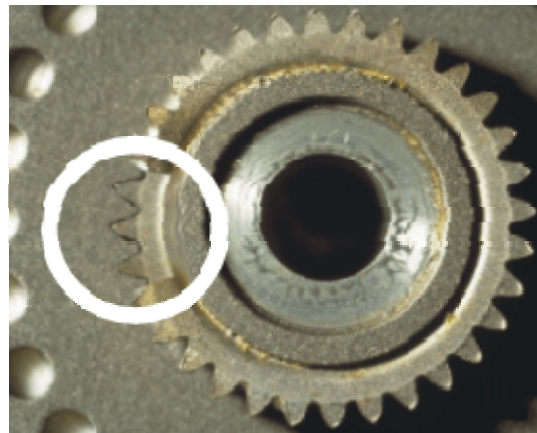
Diámetros:	2.0 mm - 60A
	2.5 mm - 80A
	3.2 mm - 110A
	4.0 mm - 150A

Aplicaciones:

Herramientas, utillajes de la industria del automóvil, engranajes, etc...

Corriente de soldadura:

Alterna y continua (+).



W-2555

Normas:

AWS E Ni Cr Fe - 3.

Din 1736:

S-NiCr. 15Fe Mn.

Características mecánicas:

Resistencia a la tracción:

700 - 750 N/mm².

Límite elástico:

420 - 490 N/mm².

Alargamiento:

(l=5d aprox 40 %).

Resiliencia:

70 -90 Julios.

Intensidades medias recomendadas:

Diámetros:	2.5 mm - 60 A
	3.2 mm - 90 A
	4.0 mm - 120 A

Aplicaciones:

Cestas para tratamientos térmicos, industria química, gases licuados, cambiadores de calor, herramientas, aros de rodaduras en industrias cementeras etc...

Corriente de soldadura:

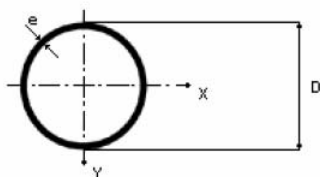
Continua

(+)



Anexo B. CATALOGO DE TUBERÍAS ESTRUCTURALES

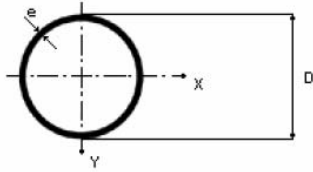
Tubos estructurales redondos



Características generales

Dimensiones		Masa p (kg/m)	Sección A (cm ²)	Momento de Inercia I (cm ⁴)	Módulo resistente elástico W _{el} (cm ³)	Módulo resistente plástico W _{pl} (cm ³)	Radio de giro i (cm)	Inercia a la torsión I _T (cm ⁴)
D (mm)	e (mm)							
50	2	2,37	3,01	8,7	3,48	4,61	1,7	17,4
	3	3,48	4,43	12,3	4,91	6,63	1,67	24,6
	4	4,54	5,78	15,4	6,16	8,46	1,63	30,8
60	2	2,86	3,64	15,3	5,11	6,73	2,05	30,7
	3	4,22	5,37	21,9	7,29	9,75	2,02	43,8
	4	5,52	7,03	27,7	9,24	12,54	1,99	55,5
	4,5	6,16	7,84	30,4	10,14	13,86	1,97	60,8
70	2	3,35	4,27	24,7	7,06	9,25	2,41	49,4
	3	4,95	6,31	35,5	10,14	13,47	2,37	71
	4	6,51	8,29	45,3	12,95	17,42	2,34	90,7
75	5	8,01	10,21	54,2	15,5	21,13	2,31	108,5
	2	3,6	4,58	30,6	8,15	10,66	2,58	61,2
	3	5,32	6,78	44	11,75	15,55	2,55	88,1
80	4	7	8,92	56,4	15,04	20,16	2,51	112,8
	5	8,63	10,99	67,7	18,05	24,5	2,48	135,4
	2	3,85	4,9	37,3	9,32	12,17	2,76	74,6
	3	5,69	7,25	53,9	13,47	17,79	2,73	107,7
90	4	7,49	9,55	69,1	17,29	23,1	2,69	138,3
	5	9,24	11,78	83,2	20,8	28,13	2,66	166,4
	2	4,34	5,53	53,6	11,9	15,49	3,11	107,1
100	3	6,43	8,2	77,7	17,26	22,71	3,08	155,3
	4	8,48	10,8	100,1	22,25	29,58	3,04	200,3
	5	10,48	13,35	121	26,89	36,13	3,01	242
	6	12,42	15,83	140,4	31,19	42,34	2,98	280,7
115	2	4,83	6,15	74	14,79	19,21	3,47	147,9
	3	7,17	9,14	107,6	21,52	28,23	3,43	215,2
	4	9,47	12,06	139,2	27,84	36,86	3,4	278,4
	5	11,71	14,92	168,8	33,76	45,13	3,36	337,6
	6	13,9	17,71	196,5	39,3	53,02	3,33	393
125	2	5,57	7,1	113,4	19,71	25,54	4	226,7
	3	8,28	10,55	165,6	28,81	37,63	3,96	331,3
	4	10,94	13,94	215,1	37,41	49,28	3,93	430,2
	5	13,56	17,27	261,9	45,54	60,5	3,89	523,8
	6	16,12	20,54	306,1	53,23	71,29	3,86	612,1
	7	18,64	23,74	347,7	60,48	81,65	3,83	695,5
125	3	9,02	11,49	214,1	34,25	44,65	4,32	428,1
	4	11,93	15,2	278,6	44,57	58,56	4,28	557,2
	5	14,79	18,84	339,9	54,38	72	4,25	679,8
	6	17,6	22,42	398,1	63,69	84,97	4,21	796,1
	7	20,36	25,94	453,2	72,52	97,47	4,18	906,5

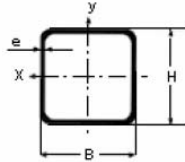
Tubos estructurales redondos



Características generales

Dimensiones		Masa	Sección	Momento de Inercia	Módulo resistente elástico	Módulo resistente plástico	Radio de giro	Inercia a la torsión
D	e	P	A	I	W_{el}	W_{pl}	i	I_T
(mm)	(mm)	(kg/m)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ³)	(cm ³)	(cm)	(cm ⁴)
133	4	12,72	16,2	337,5	50,76	66,56	4,56	675,1
	5	15,78	20,1	412,4	62,02	81,92	4,53	824,8
	6	18,78	23,93	483,7	72,74	96,77	4,5	967,4
139,7	7	21,74	27,69	551,6	82,94	111,13	4,46	1103,2
	4	13,38	17,04	392,9	56,24	73,66	4,8	785,7
	5	16,6	21,15	480,5	68,8	90,72	4,77	961,1
	6	19,77	25,19	564,3	80,78	107,25	4,73	1128,5
150	6,2	20,4	25,99	580,5	83,11	110,5	4,73	1161,1
	7	22,9	29,17	644,1	92,22	123,27	4,7	1288,3
	8	25,97	33,08	720,3	103,12	138,76	4,67	1440,6
	4	14,4	18,34	489,2	65,23	85,26	5,17	978,4
155	5	17,87	22,77	599,3	79,91	105,13	5,13	1198,6
	6	21,3	27,13	704,8	93,97	124,42	5,1	1409,6
	7	24,67	31,43	805,8	107,43	143,14	5,06	1611,5
	8	28	35,67	902,4	120,32	161,31	5,03	1804,8
159	4	14,89	18,97	541,2	69,83	91,2	5,34	1082,4
	5	18,49	23,55	663,4	85,6	112,5	5,31	1326,8
	6	22,04	28,07	780,7	100,73	133,21	5,27	1561,4
	7	25,54	32,53	893,1	115,24	153,33	5,24	1786,3
168,3	8	28,99	36,93	1000,9	129,15	172,87	5,21	2001,8
	4	15,28	19,47	585,3	73,63	96,1	5,48	1170,7
	5	18,98	24,18	717,9	90,3	118,58	5,45	1435,8
	6	22,63	28,83	845,2	106,31	140,45	5,41	1690,4
175	7	26,23	33,41	967,4	121,69	161,73	5,38	1934,8
	8	29,78	37,93	1084,7	136,44	182,41	5,35	2169,3
	4	16,2	20,64	697,1	82,84	107,98	5,81	1394,2
	5	20,13	25,64	855,8	101,7	133,33	5,78	1711,7
175	6	24	30,58	1008,7	119,87	158,05	5,74	2017,4
	7	27,83	35,45	1155,8	137,35	182,12	5,71	2311,6
	8	31,61	40,27	1297,3	154,16	205,57	5,68	2594,5
	4	16,86	21,48	785,9	89,81	116,96	6,05	1571,7
188	5	20,95	26,69	965,5	110,34	144,5	6,01	1931
	6	25	31,84	1138,7	130,14	171,37	5,98	2277,4
	7	28,99	36,93	1305,7	149,22	197,57	5,95	2611,4
	8	32,93	41,95	1466,5	167,6	223,11	5,91	2933,1
188	9	36,83	46,91	1621,4	185,31	248	5,88	3242,9
	4	18,14	23,11	979	104,15	135,42	6,51	1958
	5	22,55	28,73	1204,2	128,11	167,45	6,47	2408,4
	6	26,92	34,29	1422	151,28	198,74	6,44	2844
200	7	31,23	39,78	1632,5	173,67	229,33	6,41	3264,9
	8	35,5	45,22	1835,8	195,3	259,2	6,37	3671,6
	9	39,71	50,59	2032,2	216,19	288,37	6,34	4064,3
	5	24,03	30,62	1456,9	145,69	190,13	6,9	2913,7
200	6	28,69	36,55	1722	172,2	225,82	6,86	3444
	7	33,3	42,42	1978,8	197,88	260,74	6,83	3957,6
	8	37,86	48,23	2227,4	222,74	294,91	6,8	4454,9
	9	42,37	53,98	2468,1	246,81	328,33	6,76	4936,2
219	5	26,38	33,6	1925,3	175,83	228,98	7,57	3850,7
	6	31,5	40,13	2278,7	208,1	272,21	7,54	4557,5
	7	36,58	46,6	2622	239,46	314,61	7,5	5244,1
	8	41,61	53	2955,4	269,9	356,17	7,47	5910,9
219	9	46,59	59,35	3279,1	299,46	396,9	7,43	6558,2

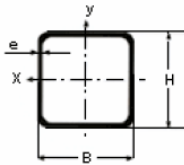
Tubos estructurales cuadrados



Características generales

Dimensiones		Peso p (kg/m)	Sección A (cm ²)	EJE X				Inercia a la torsión I _T (cm ⁴)
H X B (mm)	e (mm)			Momento de Inercia I _x (cm ⁴)	Módulo resistente elástico W _{x,el} (cm ³)	Módulo resistente plástico W _{x,pl} (cm ³)	Radio de giro i _x (cm)	
50 x 50	2,5	3,54	4,51	17,9	7,16	8,47	1,99	26,8
	3	4,22	5,37	20,8	8,34	9,95	1,97	31,1
	4	5,52	7,03	26,2	10,46	12,73	1,93	38,9
60 x 60	5	6,78	8,64	30,8	12,3	15,25	1,89	45,6
	2	3,6	4,58	26	8,68	10,1	2,38	39
	3	5,32	6,78	37,1	12,38	14,63	2,34	55,6
	4	7	8,92	47,1	15,69	18,85	2,3	70,2
70 x 70	5	8,63	10,99	55,9	18,64	22,75	2,26	83,2
	2	4,34	5,53	42	11,99	13,88	2,76	62,9
	3	6,43	8,2	60,3	17,22	20,21	2,71	90,2
	4	8,48	10,8	76,9	21,98	26,17	2,67	115
75 x 75	5	10,48	13,35	92,1	26,31	31,75	2,63	137,3
	2	4,54	5,78	51,9	13,84	15,99	3	77,8
	3	6,73	8,57	74,8	19,94	23,34	2,95	112
	4	8,87	11,3	95,7	25,53	30,28	2,91	143,2
80 x 80	5	10,97	13,97	114,9	30,64	36,81	2,87	171,5
	2	4,83	6,15	63,3	15,83	18,26	3,21	94,9
	3	7,17	9,14	91,4	22,86	26,69	3,16	137
	4	9,47	12,06	117,4	29,35	34,69	3,12	175,6
	5	11,71	14,92	141,3	35,31	42,25	3,08	210,9
90 x 90	6	13,9	17,71	163,2	40,79	49,39	3,04	243,1
	2	5,57	7,1	90,9	20,2	23,24	3,58	136,3
	3	8,28	10,55	131,9	29,3	34,07	3,54	197,6
	4	10,94	13,94	170	37,77	44,41	3,49	254,4
100 x 100	5	13,56	17,27	205,4	45,65	54,25	3,45	307,1
	6	16,12	20,54	238,3	52,95	63,61	3,41	355,6
	3	9,02	11,49	182,7	36,54	42,35	3,99	273,8
	4	11,93	15,2	236,3	47,27	55,33	3,94	353,9
	5	14,79	18,84	286,6	57,32	67,75	3,9	428,7
110 x 110	6	17,6	22,42	333,6	66,72	79,63	3,86	498,4
	7	20,36	25,94	377,5	75,5	90,99	3,82	563
	3	9,76	12,43	245,2	44,58	51,53	4,44	367,5
	4	12,92	16,45	318,1	57,83	67,45	4,4	476,4
	5	16,02	20,41	386,8	70,32	82,75	4,35	578,8
	6	19,08	24,3	451,4	82,08	97,45	4,31	674,9
	7	22,09	28,13	512,3	93,14	111,57	4,27	764,9

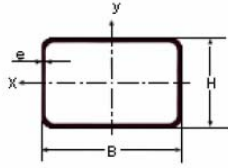
Tubos estructurales cuadrados



Características generales

Dimensiones		Peso P (kg/m)	Sección A (cm ²)	EJE X				Inercia a la torsión I _T (cm ⁴)
H X B	e			Momento de Inercia I _x (cm ⁴)	Módulo resistente elástico W _{x,el} (cm ³)	Módulo resistente plástico W _{x,pl} (cm ³)	Radio de giro i _x (cm)	
(mm)	(mm)							
120 x 120	3	10,87	13,85	320,5	53,42	61,61	4,81	480,5
	4	14,4	18,34	416,7	69,46	80,77	4,77	624,4
	5	17,87	22,77	507,9	84,65	99,25	4,72	760,4
	6	21,3	27,13	594,3	99,04	117,07	4,68	888,9
	7	24,67	31,43	675,9	112,66	134,25	4,64	1010
125 x 125	3	11,24	14,32	363,4	58,14	66,99	5,04	544,8
	4	14,89	18,97	472,9	75,67	87,88	4,99	708,6
	5	18,49	23,55	577	92,32	108,06	4,95	864
	6	22,04	28,07	675,8	108,12	127,56	4,91	1011,1
	7	25,54	32,53	769,4	123,11	146,37	4,86	1150,1
127 x 127	3	11,54	14,7	381,5	60,09	69,21	5,1	572
	4	15,28	19,47	496,8	78,23	90,81	5,05	744,3
	5	18,98	24,18	606,3	95,48	111,69	5,01	907,9
	6	22,63	28,83	710,4	111,87	131,88	4,96	1062,9
	7	26,23	33,41	809,1	127,42	151,37	4,92	1209,6
135 x 135	3	11,98	15,26	460,2	68,18	78,42	5,49	690
	4	15,87	20,22	600	88,9	103	5,45	899,2
	5	19,72	25,12	733,4	108,65	126,81	5,4	1098,5
	6	23,52	29,96	860,5	127,49	149,88	5,36	1288
	7	27,26	34,73	981,6	145,42	172,2	5,32	1468
140 x 140	4	16,86	21,48	671,4	95,91	111,01	5,59	1006,2
	5	20,95	26,69	821,3	117,32	136,75	5,55	1230,2
	6	25	31,84	964,4	137,77	161,71	5,5	1443,7
	7	28,99	36,93	1100,9	157,28	185,91	5,46	1646,8
	8	32,93	41,95	1231,2	175,88	209,34	5,42	1840
150 x 150	4	18,14	23,11	830,5	110,74	127,93	5,99	1244,9
	5	22,55	28,73	1017,4	135,66	157,75	5,95	1524,3
	6	26,92	34,29	1196,5	159,53	186,73	5,91	1791,6
	7	31,23	39,78	1367,9	182,39	214,89	5,86	2046,9
	8	35,5	45,22	1531,9	204,26	242,22	5,82	2290,6
160 x 160	4	19,33	24,62	1013	126,63	146,05	6,41	1518,6
	5	24,03	30,62	1242,6	155,32	180,25	6,37	1861,9
	6	28,69	36,55	1463,1	182,89	213,55	6,33	2191,4
	7	33,3	42,42	1674,9	209,36	245,97	6,28	2507,1
	8	37,86	48,23	1878,2	234,77	277,5	6,24	2809,4
175 x 175	5	26,39	33,61	1639,1	187,32	216,81	6,98	2456,5
	6	31,52	40,15	1933,2	220,93	257,16	6,94	2896,1
	7	36,6	46,62	2216,6	253,33	296,52	6,9	3319,1
	8	41,63	53,03	2489,7	284,53	334,92	6,85	3726

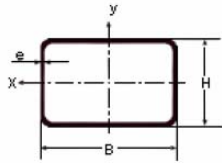
Tubos estructurales rectangulares



Características generales

Dimensiones		Peso P (kg/m)	Sección A (cm ²)	EJE Y				EJE X				Inercia a la torsión I _t (cm ⁴)
H X B	e			Momento de Inercia I _y (cm ⁴)	Módulo resistente elástico W _{y,el} (cm ³)	Módulo resistente plástico W _{y,pl} (cm ³)	Radio de giro i _y (cm)	Momento de Inercia I _x (cm ⁴)	Módulo resistente elástico W _{x,el} (cm ³)	Módulo resistente plástico W _{x,pl} (cm ³)	Radio de giro i _x (cm)	
(mm)	(mm)											
50 x 30	2,5	2,93	3,73	12,3	4,91	6,09	1,81	5,4	3,59	4,22	1,2	11,4
	3	3,48	4,43	14,2	5,69	7,13	1,79	6,2	4,12	4,91	1,18	13,1
	4	4,54	5,78	17,7	7,07	9,05	1,75	7,5	5,02	6,17	1,14	15,9
60 x 20	2,5	2,93	3,73	15,2	5,07	6,66	2,02	2,5	2,45	2,91	0,81	6,8
	3	3,48	4,43	17,6	5,88	7,79	2	2,8	2,77	3,35	0,79	7,6
	4	4,54	5,78	21,9	7,31	9,89	1,95	3,3	3,25	4,13	0,75	8,9
60 x 40	2,5	3,73	4,75	23,5	7,82	9,53	2,22	12,3	6,17	7,16	1,61	24,5
	3	4,44	5,65	27,4	9,13	11,21	2,2	14,3	7,16	8,39	1,59	28,4
	4	5,82	7,41	34,5	11,5	14,37	2,16	17,8	8,9	10,69	1,55	35,3
	5	7,15	9,11	40,8	13,58	17,25	2,12	20,8	10,38	12,75	1,51	41,2
70 x 30	2,5	3,73	4,75	28,5	8,15	10,34	2,45	7,3	4,86	5,59	1,24	18,1
	3	4,44	5,65	33,3	9,52	12,17	2,43	8,4	5,58	6,53	1,22	20,9
	4	5,82	7,41	42,1	12,02	15,61	2,38	10,2	6,83	8,25	1,18	25,6
	5	7,15	9,11	49,8	14,21	18,75	2,34	11,8	7,83	9,75	1,14	29,3
70 x 50	2	3,6	4,58	32,7	9,35	11,16	2,67	19,4	7,75	8,84	2,06	36,7
	3	5,32	6,78	46,8	13,37	16,19	2,63	27,5	10,99	12,77	2,01	52,2
	4	7	8,92	59,5	17	20,89	2,58	34,6	13,86	16,41	1,97	65,8
	5	8,63	10,99	70,9	20,26	25,25	2,54	40,9	16,37	19,75	1,93	77,8
80 x 40	2	3,6	4,58	39	9,74	12,02	2,92	13,1	6,56	7,38	1,69	30,3
	3	5,32	6,78	55,9	13,96	17,45	2,87	18,4	9,21	10,61	1,65	42,7
	4	7	8,92	71,1	17,78	22,53	2,82	23	11,5	13,57	1,61	53,5
	5	8,63	10,99	84,9	21,23	27,25	2,78	26,9	13,46	16,25	1,56	62,6
80 x 70	2	4,54	5,78	57,2	14,31	16,7	3,15	46,6	13,31	15,24	2,84	77,1
	3	6,73	8,57	82,5	20,64	24,38	3,1	67	19,15	22,22	2,8	110,9
	4	8,87	11,3	105,8	26,46	31,65	3,06	85,7	24,48	28,81	2,75	141,7
	5	10,97	13,97	127,2	31,79	38,5	3,02	102,7	29,33	35	2,71	169,8
90 x 50	2	4,34	5,53	59,9	13,32	16,2	3,29	24	9,6	10,76	2,08	52,5
	3	6,43	8,2	86,4	19,21	23,63	3,25	34,1	13,65	15,59	2,04	74,9
	4	8,48	10,8	110,8	24,62	30,65	3,2	43,1	17,25	20,09	2	94,8
	5	10,48	13,35	133,1	29,57	37,25	3,16	51,1	20,43	24,25	1,96	112,5
90 x 60	2	4,54	5,78	67,7	15,04	17,96	3,42	36,1	12,05	13,58	2,5	71,4
	3	6,73	8,57	97,8	21,73	26,24	3,38	51,8	17,26	19,76	2,46	102,5
	4	8,87	11,3	125,6	27,91	34,09	3,33	65,9	21,97	25,57	2,41	130,7
	5	10,97	13,97	151,2	33,59	41,5	3,29	78,7	26,22	31	2,37	156,1
90 x 70	2	4,83	6,15	75,4	16,76	19,72	3,5	51,2	14,63	16,6	2,88	91,8
	3	7,17	9,14	109,1	24,25	28,85	3,46	73,7	21,07	24,23	2,84	132,4
	4	9,47	12,06	140,4	31,19	37,53	3,41	94,4	26,97	31,45	2,8	169,6
	5	11,71	14,92	169,3	37,61	45,75	3,37	113,3	32,36	38,25	2,76	203,5
	6	13,9	17,71	195,6	43,53	53,53	3,33	130,4	37,26	44,65	2,71	243,3

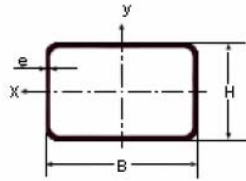
Tubos estructurales rectangulares



Características generales

Dimensiones		Peso p (kg/m)	Sección A (cm ²)	EJE Y				EJE X				Inercia a la torsión I _t (cm ⁴)
H X B (mm)	e (mm)			Momento de Inercia I _y (cm ⁴)	Módulo resistente elástico W _{y,el} (cm ³)	Módulo resistente plástico W _{y,pl} (cm ³)	Radio de giro i _y (cm)	Momento de Inercia I _x (cm ⁴)	Módulo resistente elástico W _{x,el} (cm ³)	Módulo resistente plástico W _{x,pl} (cm ³)	Radio de giro i _x (cm)	
100 x 40	2	4,34	5,53	67,9	13,58	17,06	3,51	16	8	8,9	1,7	40,8
	3	6,43	8,2	98	19,6	24,89	3,46	22,5	11,27	12,83	1,66	57,7
	4	8,48	10,8	125,7	25,14	32,29	3,41	28,2	14,11	16,45	1,62	72,4
	5	10,48	13,35	151,1	30,22	39,25	3,36	33,1	16,54	19,75	1,57	85
100 x 50	2	4,53	5,78	77,5	15,5	19,02	3,75	26,3	10,52	11,72	2,18	60,6
	3	6,73	8,57	112,1	22,42	27,8	3,7	37,4	14,98	17	2,14	86,6
	4	8,87	11,3	144,1	28,83	36,13	3,65	47,4	18,95	21,93	2,09	109,9
	5	10,97	13,98	173,7	34,73	44	3,61	56,2	22,47	26,5	2,05	130,5
100 x 60	2	4,83	6,15	87,1	17,42	20,98	3,76	39,5	13,17	14,74	2,53	82,8
	3	7,17	9,14	126,2	25,25	30,71	3,72	56,7	18,88	21,47	2,49	119,1
	4	9,47	12,06	162,6	32,51	39,37	3,67	72,2	24,07	27,81	2,45	152,1
	5	8,63	10,99	70,9	20,26	25,25	2,54	40,9	16,37	19,75	1,93	77,8
	6	13,9	17,71	227,4	45,48	57,07	3,58	98,9	32,97	39,31	2,36	208,9
100 x 80	2	5,57	7,1	106,3	21,27	24,9	3,87	75,5	18,87	21,38	3,26	132,8
	3	8,28	10,55	154,5	30,89	36,53	3,83	109,2	27,31	31,31	3,22	192,4
	4	10,94	13,94	199,5	39,89	47,65	3,78	140,5	35,13	40,77	3,17	247,6
	5	13,56	17,27	241,4	48,24	58,25	3,74	169,4	42,35	49,75	3,13	298,6
	6	16,12	20,54	280,5	56,1	68,35	3,7	196,1	49,02	58,27	3,09	345,6
110 x 70	3	8,28	10,55	176,5	32,09	38,69	4,09	87,2	24,92	28,25	2,88	177,2
	4	10,94	13,94	228,1	41,48	50,49	4,05	111,8	31,95	36,73	2,83	227,6
	5	13,56	17,27	276,4	50,26	61,75	4	134,4	38,4	44,75	2,79	274
120 x 40	6	16,12	20,54	321,5	58,46	72,49	3,96	155,1	44,31	52,33	2,75	316,4
	2	4,83	6,15	107,7	17,96	22,9	4,18	18,9	9,45	10,42	1,75	51,6
	3	7,17	9,14	156,2	26,04	33,53	4,13	26,7	13,33	15,05	1,71	73
	4	9,47	12,06	201,4	33,56	43,65	4,09	33,4	16,71	19,33	1,66	91,8
	5	11,71	14,92	243,3	40,54	53,25	4,04	39,3	19,63	23,25	1,62	108
120 x 60	6	13,9	17,71	282,1	47,01	62,35	3,99	44,2	22,12	26,83	1,58	121,8
	2	5,57	7,1	135,6	22,6	27,62	4,37	46,2	15,41	17,06	2,55	106,5
	3	8,28	10,55	197,3	32,88	40,55	4,32	66,4	22,14	24,89	2,51	153,4
	4	10,94	13,94	255,2	42,53	52,93	4,28	84,8	28,26	32,29	2,47	196,3
	5	13,56	17,27	309,4	51,57	64,75	4,23	101,4	33,81	39,25	2,42	235,3
	6	16,12	20,54	360,1	60,02	76,03	4,19	116,5	38,82	45,79	2,38	270,7
120 x 80	3	9,02	11,49	238,4	39,73	47,57	4,55	127	31,76	35,93	3,32	251
	4	11,93	15,2	309	51,51	62,21	4,51	163,6	40,91	46,85	3,28	323,8
	5	14,79	18,84	375,6	62,6	76,25	4,46	197,6	49,4	57,25	3,24	391,5
	6	17,6	22,42	438,2	73,03	89,71	4,42	229	57,25	67,15	3,2	454,3
120 x 100	7	20,36	25,94	496,9	82,82	102,61	4,38	258	64,51	76,57	3,15	512,2
	3	9,61	12,25	279,5	46,58	54,59	4,78	210,9	42,19	48,17	4,15	361,1
	4	12,72	16,2	362,9	60,48	71,49	4,73	273,2	54,64	63,01	4,11	468
	5	15,78	20,1	441,8	73,63	87,75	4,69	331,8	66,35	77,25	4,06	568,5
	6	18,78	23,93	516,2	86,04	103,39	4,64	386,7	77,34	90,91	4,02	662,5
	7	21,74	27,69	586,4	97,74	118,43	4,6	438,2	87,63	104,01	3,98	750,6

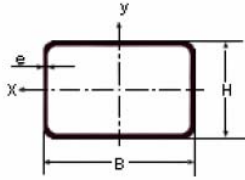
Tubos estructurales rectangulares



Características generales

Dimensiones		Peso p (kg/m)	Sección A (cm ²)	EJE Y				EJE X				Inercia a la torsión I _T (cm ⁴)
H X B	e			Momento de Inercia I _y (cm ⁴)	Módulo resistente elástico W _{y,el} (cm ³)	Módulo resistente plástico W _{y,pl} (cm ³)	Radio de giro i _y (cm)	Momento de Inercia I _x (cm ⁴)	Módulo resistente elástico W _{x,el} (cm ³)	Módulo resistente plástico W _{x,pl} (cm ³)	Radio de giro i _x (cm)	
(mm)	(mm)											
140 x 60	3	9,02	11,49	289,3	41,32	51,59	5,02	76,2	25,39	28,31	2,57	188,6
	4	11,93	15,2	375,3	53,62	67,49	4,97	97,3	32,44	36,77	2,53	241,7
	5	14,79	18,84	456,6	65,23	82,75	4,92	116,6	38,86	44,75	2,49	290,2
	6	17,6	22,42	533,1	76,16	97,39	4,88	134	44,68	52,27	2,45	334,2
	7	20,36	25,94	605,2	86,46	111,43	4,83	149,8	49,93	59,35	2,4	374
140 x 80	3	9,61	12,25	345,6	49,37	59,81	5,31	144,8	36,21	40,55	3,44	312
	4	12,72	16,2	449,4	64,19	78,37	5,27	186,8	46,69	52,93	3,4	403,1
	5	15,78	20,1	547,8	78,25	96,25	5,22	225,8	56,44	64,75	3,35	488,2
	6	18,78	23,93	640,9	91,56	113,47	5,18	261,9	65,48	76,03	3,31	567,3
	7	21,74	27,69	729,1	104,16	130,05	5,13	295,5	73,87	86,79	3,27	640,6
140 x 100	3	10,87	13,85	401,9	57,41	68,03	5,39	239,2	47,84	53,99	4,16	452,8
	4	14,4	18,34	523,4	74,77	89,25	5,34	310,1	62,02	70,69	4,11	587,8
	5	17,87	22,77	638,9	91,27	109,75	5,3	376,9	75,38	86,75	4,07	715,1
	6	21,3	27,13	748,8	106,97	129,55	5,25	439,8	87,95	102,19	4,03	835
	7	24,67	31,43	853,1	121,87	148,67	5,21	498,8	99,76	117,03	3,98	947,7
150 x 50	3	9,02	11,49	311,4	41,52	53,15	5,21	54	21,61	24,05	2,17	147,6
	4	11,93	15,2	404,1	53,88	69,53	5,16	68,6	27,43	31,13	2,12	187,9
	5	14,79	18,84	491,6	65,54	85,25	5,11	81,6	32,63	37,75	2,08	224,1
	6	17,6	22,42	574	76,54	100,33	5,06	93,1	37,26	43,93	2,04	256,2
	7	20,36	25,94	651,6	86,88	114,79	5,01	103,4	41,35	49,69	2	284,6
150 x 70	3	9,61	12,25	376,2	50,16	61,97	5,54	114,2	32,62	36,29	3,05	272
	4	12,72	16,2	489,4	65,25	81,21	5,5	146,7	41,92	47,29	3,01	350,4
	5	15,78	20,1	596,8	79,57	99,75	5,45	176,8	50,5	57,75	2,97	423
	6	18,78	23,93	698,5	93,14	117,61	5,4	204,4	58,39	67,69	2,92	490
	7	21,74	27,69	794,9	105,98	134,81	5,36	229,7	65,63	77,13	2,88	551,6
150 x 100	4	14,78	18,97	617,3	82,31	98,73	5,71	328,6	65,71	74,53	4,16	649,4
	5	18,49	23,55	754,5	100,6	121,5	5,66	399,5	79,9	91,5	4,12	790,6
	6	22,04	28,07	885,2	118,03	143,53	5,62	466,3	93,26	107,83	4,08	923,8
	7	25,54	32,53	1009,8	134,63	164,84	5,57	529,1	105,83	123,54	4,03	1049,2
	8	28,99	36,93	1128,2	150,43	185,42	5,53	588,1	117,63	138,62	3,99	1167
150 x 120	4	15,87	20,22	702,6	93,68	110,41	5,89	497,5	82,92	94,69	4,96	875,8
	5	19,72	25,12	859,7	114,62	136	5,85	607,2	101,19	116,5	4,92	1069,4
	6	23,52	29,96	1009,7	134,63	160,81	5,81	711,3	118,56	137,59	4,87	1253,4
	7	27,26	34,73	1153	153,74	184,86	5,76	810,2	135,03	157,98	4,83	1428
	8	30,96	39,44	1289,7	171,96	208,14	5,72	903,9	150,65	177,66	4,79	1593,3

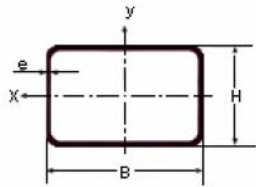
Tubos estructurales rectangulares



Características generales

Dimensiones		Peso	Sección	EJE Y				EJE X				Inercia a la torsión
H X B	e			Momento de Inercia	Módulo resistente elástico	Módulo resistente plástico	Radio de giro	Momento de Inercia	Módulo resistente elástico	Módulo resistente plástico	Radio de giro	
(mm)	(mm)	p (kg/m)	A (cm ²)	I _y (cm ⁴)	W _{y,el} (cm ³)	W _{y,pl} (cm ³)	i _y (cm)	I _x (cm ⁴)	W _{x,el} (cm ³)	W _{x,pl} (cm ³)	i _x (cm)	I _T (cm ⁴)
160 x 60	3	9,61	12,25	404,5	50,56	63,83	5,75	85,9	28,64	31,73	2,65	224,5
	4	12,72	16,2	526,2	65,78	83,65	5,7	109,9	36,63	41,25	2,6	288
	5	15,78	20,1	641,8	80,22	102,75	5,65	131,8	43,92	50,25	2,56	346,1
	6	18,78	23,93	751,3	93,91	121,15	5,6	151,6	50,53	58,75	2,52	399
	7	21,74	27,69	855	106,88	138,87	5,56	169,6	56,52	66,77	2,47	446,9
160 x 80	3	10,87	13,85	478,4	59,8	73,25	5,88	162,6	40,66	45,17	3,43	374,7
	4	14,4	18,34	623,6	77,95	96,13	5,83	209,9	52,47	59,01	3,38	484,7
	5	17,87	22,77	761,9	95,24	118,25	5,79	253,9	63,48	72,25	3,34	587,6
	6	21,3	27,13	893,7	111,71	139,63	5,74	294,9	73,72	84,91	3,3	683,5
	7	24,67	31,43	1019	127,37	160,29	5,69	332,9	83,22	97,01	3,25	772,8
160 x 90	3	11,24	14,32	515,4	64,43	77,96	6	211,4	46,97	52,34	3,84	458,8
	4	14,89	18,97	672,3	84,03	102,37	5,95	273,6	60,8	68,49	3,8	595
	5	18,49	23,55	822	102,75	126	5,91	332	73,78	84	3,75	723,3
	6	22,04	28,07	964,8	120,6	148,87	5,86	386,7	85,94	98,89	3,71	843,7
	7	25,54	32,53	1101	137,62	171	5,82	437,9	97,31	113,18	3,67	956,7
160 x 120	4	16,86	21,48	818,3	102,29	121,09	6,17	524,4	87,4	99,33	4,94	963,1
	5	20,95	26,69	1002,3	125,28	149,25	6,13	640,3	106,71	122,25	4,9	1176,8
	6	25	31,84	1178,4	147,3	176,59	6,08	750,4	125,06	144,43	4,85	1380,1
	7	28,99	36,93	1346,9	168,37	203,13	6,04	854,9	142,49	165,89	4,81	1573,2
	8	32,93	41,95	1508,1	188,52	228,86	6	954,2	159,03	186,62	4,77	1756,5
170 x 80	3	11,24	14,32	555,3	65,32	80,42	6,23	171,5	42,88	47,48	3,46	406,6
	4	14,89	18,97	724,4	85,23	105,61	6,18	221,4	55,36	62,05	3,42	526,2
	5	18,49	23,55	886	104,24	130	6,13	268	67	76	3,37	638,1
	6	22,04	28,07	1040,2	122,38	153,61	6,09	311,3	77,83	89,35	3,33	742,6
	7	25,54	32,53	1187,3	139,68	176,46	6,04	351,6	87,9	102,12	3,29	839,9
170 x 100	3	11,98	15,26	638,9	75,17	90,44	6,47	281,5	56,31	62,72	4,3	596,4
	4	15,87	20,22	834,7	98,2	118,89	6,42	365,4	73,09	82,21	4,25	775,4
	5	19,72	25,12	1022,2	120,25	146,5	6,38	444,7	88,93	101	4,21	945
	6	23,52	29,96	1201,7	141,37	173,29	6,33	519,4	103,88	119,11	4,16	1105,4
	7	27,26	34,73	1373,4	161,58	199,28	6,29	589,8	117,96	136,56	4,12	1256,7

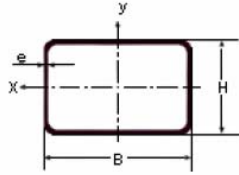
Tubos estructurales rectangulares



Características generales

Dimensiones		Peso	Sección	EJE Y				EJE X				Inercia a la torsión
H X B	e			Momento de Inercia	Módulo resistente elástico	Módulo resistente plástico	Radio de giro	Momento de Inercia	Módulo resistente elástico	Módulo resistente plástico	Radio de giro	
(mm)	(mm)	p (kg/m)	A (cm ²)	I _y (cm ⁴)	W _{y,el} (cm ³)	W _{y,pl} (cm ³)	i _y (cm)	I _x (cm ⁴)	W _{x,el} (cm ³)	W _{x,pl} (cm ³)	i _x (cm)	I _T (cm ⁴)
180 x 70	3	11,24	14,32	592,4	65,82	82,58	6,43	134,4	38,4	42,32	3,06	345,8
	4	14,89	18,97	773	85,89	108,45	6,38	172,9	49,4	55,21	3,02	446,1
	5	18,49	23,55	945,5	105,06	133,5	6,34	208,5	59,57	67,5	2,98	539,1
	6	22,04	28,07	1110,2	123,36	157,75	6,29	241,3	68,96	79,21	2,93	625,3
	7	25,54	32,53	1267,3	140,81	181,22	6,24	271,6	77,59	90,36	2,89	704,7
180 x 90	3	11,98	15,26	686,4	76,26	93,2	6,71	234,1	52,02	57,56	3,92	538,9
	4	15,87	20,22	896,9	99,65	122,53	6,66	303,2	67,38	75,37	3,87	699,5
	5	19,72	25,12	1098,7	122,07	151	6,61	368,2	81,81	92,5	3,83	851
	6	23,52	29,96	1291,9	143,55	178,63	6,57	429,1	95,36	108,97	3,78	993,6
	7	27,26	34,73	1476,9	164,11	205,44	6,52	486,2	108,06	124,8	3,74	1127,6
180 x 100	4	16,86	21,48	958,9	106,54	129,57	6,68	383,9	76,78	86,05	4,23	839,6
	5	20,95	26,69	1175,3	130,58	159,75	6,64	467,3	93,45	105,75	4,18	1023,7
	6	25	31,84	1382,8	153,64	189,07	6,59	545,9	109,19	124,75	4,14	1197,8
	7	28,99	36,93	1581,8	175,75	217,55	6,54	620,1	124,02	143,07	4,1	1362,4
	8	32,93	41,95	1772,3	196,93	245,18	6,5	690	137,99	160,7	4,06	1517,6
180 x 120	4	18,14	23,11	1082,8	120,31	143,65	6,84	578,3	96,38	108,61	5	1142
	5	22,55	28,73	1328,4	147,6	177,25	6,8	706,4	117,74	133,75	4,96	1396,6
	6	26,92	34,29	1564,5	173,84	209,95	6,75	828,4	138,07	158,11	4,92	1639,4
	7	31,23	39,78	1791,4	199,04	241,77	6,71	944,4	157,4	181,71	4,87	1870,7
	8	35,5	45,22	2009,2	223,24	272,7	6,67	1054,7	175,78	204,54	4,83	2090,7
180 x 140	4	19,33	24,62	1206,7	134,08	157,73	7	819,4	117,05	132,77	5,77	1469,1
	5	24,03	30,62	1481,6	164,62	194,75	6,96	1003,6	143,37	163,75	5,73	1800,5
	6	28,69	36,55	1746,3	194,03	230,83	6,91	1180	168,57	193,87	5,68	2118,1
	7	33,3	42,42	2001	222,33	265,99	6,87	1348,8	192,69	223,15	5,64	2422,2
	8	37,86	48,23	2246,01	249,56	300,22	6,82	1510,3	215,75	246,62	5,6	2713

Tubos estructurales rectangulares



Características generales

Dimensiones		Peso	Sección	EJE Y				EJE X				Inercia a la torsión
H X B	e			Momento de Inercia	Módulo resistente elástico	Módulo resistente plástico	Radio de giro	Momento de Inercia	Módulo resistente elástico	Módulo resistente plástico	Radio de giro	
(mm)	(mm)	p (kg/m)	A (cm ²)	I _y (cm ⁴)	W _{y,el} (cm ³)	W _{y,pl} (cm ³)	i _y (cm)	I _x (cm ⁴)	W _{x,el} (cm ³)	W _{x,pl} (cm ³)	i _x (cm)	I _T (cm ⁴)
200 x 70	3	11,98	15,26	772,6	77,26	97,82	7,12	147,9	42,25	46,34	3,11	395,9
	4	15,87	20,22	1009,8	100,98	128,61	7,07	190,3	54,38	60,49	3,07	511
	5	19,72	25,12	1237,2	123,72	158,5	7,02	229,7	65,62	74	3,02	617,9
	6	23,52	29,96	1455,1	145,51	187,51	6,97	266	76	86,89	2,98	717
	7	27,26	34,73	1663,7	166,37	215,66	6,92	299,5	85,56	99,18	2,94	808,5
200 x 80	4	16,86	21,48	1086,6	108,66	136,45	7,11	256,1	64,03	71,17	3,45	652,6
	5	20,95	26,69	1332,3	133,23	168,25	7,07	310,3	77,56	87,25	3,41	792,2
	6	25	31,84	1568	156,8	199,15	7,02	360,7	90,18	102,67	3,37	922,8
	7	28,99	36,93	1794,2	179,42	229,17	6,97	407,7	101,93	117,45	3,32	1044,7
200 x 100	4	18,14	23,11	1240,3	124,03	152,13	7,33	420,8	84,15	93,73	4,27	970
	5	22,55	28,73	1522,4	152,24	187,75	7,28	512,4	102,48	115,25	4,22	1183,4
	6	26,92	34,29	1793,9	179,39	222,43	7,23	599	119,81	136,03	4,18	1385,6
	7	31,23	39,78	2055	205,5	256,19	7,19	680,8	136,16	156,09	4,14	1577
200 x 120	4	19,33	24,62	1394	139,4	167,81	7,52	632,1	105,35	117,89	5,07	1325,5
	5	24,03	30,62	1712,6	171,26	207,25	7,48	772,6	128,76	145,25	5,02	1622,2
	6	28,69	36,55	2019,8	201,98	245,71	7,43	906,5	151,08	171,79	4,98	1905,7
	7	33,3	42,42	2315,9	231,59	283,21	7,39	1033,9	172,32	197,53	4,94	2176,1
200 x 150	4	37,86	48,23	2601,1	260,11	319,74	7,34	1155,2	192,53	222,46	4,89	2433,8
	5	26,39	33,61	1997,8	199,78	236,5	7,71	1280,3	170,71	194	6,17	2351,4
	6	31,52	40,15	2358,6	235,86	280,63	7,66	1507,7	201,02	229,93	6,13	2770,7
	7	36,6	46,62	2707,2	270,72	323,74	7,62	1726	230,14	264,94	6,08	3173,8
200 x 80	8	41,63	53,03	3043,7	304,37	365,82	7,58	1935,6	258,09	299,02	6,04	3560,8
	4	18,14	23,11	1381,8	125,62	159,01	7,73	279,3	69,82	77,25	3,48	738,3
	5	22,55	28,73	1696,4	154,22	196,25	7,68	338,4	84,6	94,75	3,43	896,6
	6	26,92	34,29	1999,3	181,75	232,51	7,64	393,7	98,41	111,55	3,39	1044,9
250 x 100	7	31,23	39,78	2290,7	208,24	267,81	7,59	445,1	111,28	127,67	3,34	1183,5
	8	35,5	45,22	2570,8	233,71	302,14	7,54	493	123,26	143,1	3,3	1312,6
	5	26,39	33,61	2652,8	212,23	266,5	8,88	625,3	125,07	139	4,31	1593,3
	6	31,52	40,15	3134,6	250,77	316,33	8,84	731,7	146,35	164,23	4,27	1867,7
250 x 100	7	36,6	46,62	3600,8	288,06	365,04	8,79	832,4	166,48	188,64	4,23	2128
	8	41,63	53,03	4051,8	324,14	412,62	8,74	927,6	185,51	212,22	4,18	2374,5

LÁMINA COLD ROLLED**DIMENSIONES Y PESOS DE LAMINAS DE ACERO LAMINADO EN FRIO**

CALIBRE	ESPESOR	M2	1,00 X 2,00 M.		1,22 X 2,44 M.	
M.S.G.	MILIMETROS	Kg.	Kg.	LAM./TON.	Kg.	LAM./TON.
11	3,038	24,43	48,86	20	72,72	13
12	2,657	21,37	42,74	22	63,61	15
14	1,897	15,25	30,50	32	45,40	22
16	1,519	12,21	24,42	40	36,35	27
18	1,214	9,76	19,52	50	29,05	34
20	0,912	7,33	14,66	67	21,82	45
22	0,759	6,10	12,20	80	18,16	54
23	0,683	5,49	10,98	86	16,34	58
24	0,607	4,88	9,76	100	14,53	67
26	0,455	3,66	7,32	133	10,90	90

LÁMINA HOT ROLLED

DIMENSIONES Y PESOS DE LAMINAS DE ACERO LAMINADO EN CALIENTE

CALIBRE	ESPESOR	M2	1,00 X 2,00 M.	1,22 X 2,44 M.	1,83 X 6,09 M.	2,44 X 6,09 M.
PULGADAS	MILIMETROS	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
	1,50	11,78	23,56	35,07	131,28	175,05
	1,90	14,92	29,84	44,41	166,28	221,71
	2,50	19,63	39,26	58,43	218,77	291,69
	2,66	20,89	41,78	62,19	232,81	310,42
	3,00	23,56	47,12	70,13	262,57	350,09
1/8"	3,17	24,90	49,80	74,12	277,50	370,00
	4,00	31,42	62,84	93,53	350,17	466,89
	4,50	35,34	70,68	105,20	393,85	525,14
3/16"	4,76	37,38	74,76	111,27	416,59	555,45
	5,00	39,27	78,54	116,90	437,65	583,54
	6,00	47,12	94,24	140,27	525,14	700,18
1/4"	6,35	49,87	99,74	148,45	555,79	741,05
5/16"	7,94	62,36	124,72	185,63	694,98	926,64
	8,00	62,83	125,66	187,03	700,22	933,63
	9,00	70,69	141,38	210,43	787,82	1.050,43
3/8"	9,53	74,85	149,70	222,81	834,18	1.112,24
	10,00	78,54	157,08	233,90	875,30	1.167,07
	12,00	94,25	188,50	280,56	1.050,39	1.400,52
1/2"	12,70	99,75	199,50	296,94	1.111,68	1.482,25
	13,00	102,10	204,20	303,93	1.137,87	1.517,17
	15,00	117,81	235,62	350,70	1.312,96	1.750,61
5/8"	15,88	124,72	249,44	371,27	1.389,97	1.853,29
	16,00	125,66	251,32	374,06	1.400,44	1.867,26
	19,00	149,23	298,46	444,23	1.663,12	2.217,50
3/4"	19,05	149,62	299,24	445,39	1.667,47	2.223,29
	22,00	172,79	345,58	514,36	1.925,69	2.567,59
7/8"	22,23	174,59	349,18	519,72	1.945,75	2.594,34
	25,00	196,35	392,70	584,49	2.188,26	2.917,68
1"	25,40	199,49	398,98	593,84	2.223,26	2.964,34
1,1/4"	31,75	249,36	498,72	742,29	2.779,04	3.705,39
	32,00	251,33	502,66	748,16	2.801,00	3.734,66
	38,00	298,45	596,90	888,43	3.326,14	4.434,85
1,1/2"	38,10	299,24	598,48	890,78	3.334,94	4.446,59
	50,00	392,70	785,40	1.168,99	4.376,52	5.835,36
2"	50,80	398,98	797,96	1.187,68	4.446,51	5.928,68
	62,00	486,95	973,90	1.449,55	5.426,91	7.235,88
2,1/2"	63,50	498,73	997,46	1.484,62	5.558,20	7.410,93
	75,00	589,05	1.178,10	1.753,48	6.564,79	8.753,05
3"	76,20	598,47	1.196,94	1.781,53	6.669,77	8.893,02
	100,00	785,40	1.570,80	2.337,98	8.753,05	11.670,73
4"	101,60	797,96	1.595,92	2.375,37	8.893,02	11.857,37

Anexo C. LA FLEXIBILIDAD

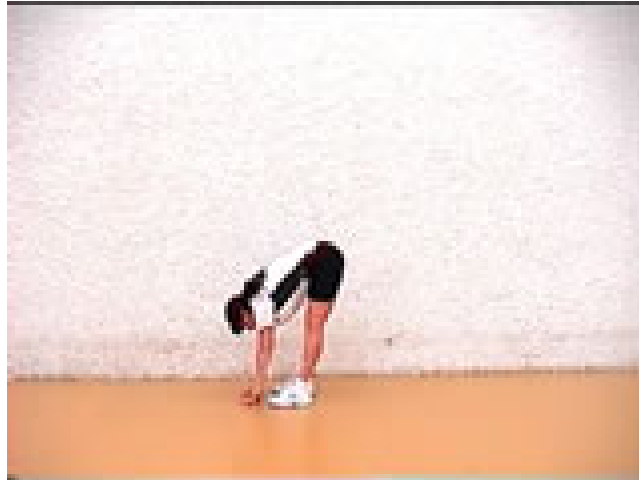
La flexibilidad expresa la capacidad física para llevar a cabo movimientos de amplitud de las articulaciones así como la elasticidad de las fibras musculares. Álvarez del Villar (1987) la define: "...como la cualidad que, con base en la movilidad articular y elasticidad muscular, permite el máximo recorrido de las articulaciones en posiciones diversas, permitiendo al sujeto realizar acciones que requieran gran agilidad y destreza".

Para Grosser y Müller (1992) los periodos de una gran flexibilidad se mantienen hasta los doce años, a partir de aquí, la flexibilidad evolucionará de una forma negativa, haciéndose cada año más limitada, como consecuencia de la estabilización del esqueleto y aumento, debido la liberalización de andrógenos y estrógenos, de la hipertrofia de la musculatura.

McDougall (1993) afirma que aunque son múltiples las formas de realizar una medición del grado de movilidad articular de un sujeto, lo más importante, antes de realizar una prueba de flexibilidad encaminada a asignar un correcto entrenamiento posterior en el individuo, es conocer si la actividad que la persona va a realizar demanda una flexibilidad especial; en caso negativo, resultaría poco justificado el stretching encaminado a obtener una hipermovilidad articular que resultaría innecesaria. Estas son algunas definiciones que le dan a la flexibilidad la cual es una condición física muy importante, ya que se ha comprobado que las personas con mayor grado de flexibilidad son susceptibles a menos lesiones musculares y ligamentosas.

En la actualidad se utiliza algunas pruebas para medir la flexibilidad, pero antes de que se desarrolle una prueba de flexibilidad se deben tener en cuenta algunos aspectos que se observan en el cuadro 1

Figura 2. Flexibilidad



Cuadro 1. Recomendaciones para realizar una prueba de flexibilidad

Tip's importantes para ti

No realices la prueba si tus pulsaciones en reposo son malas, en tal caso consulta a tu médico.

Recuerda que estas pruebas son personales.

- Quizá te resulte útil trabajar con un compañero para asegurarte de que anotas los resultados adecuados.
- Las pruebas no son competencias, todos somos diferentes y, por lo general, lo que para una persona es fuerte, en otra es débil.
- Asegúrate de hacer un buen calentamiento antes de comenzar las pruebas.
- Respira profundamente y con normalidad durante la realización de los ejercicios.
- No te desanimes si sus resultados no son tan óptimos como los de otra persona o si parece que mejoras más lentamente que los demás.
- Anota la mejora a medida que vayas progresando en los distintos niveles de condición física.

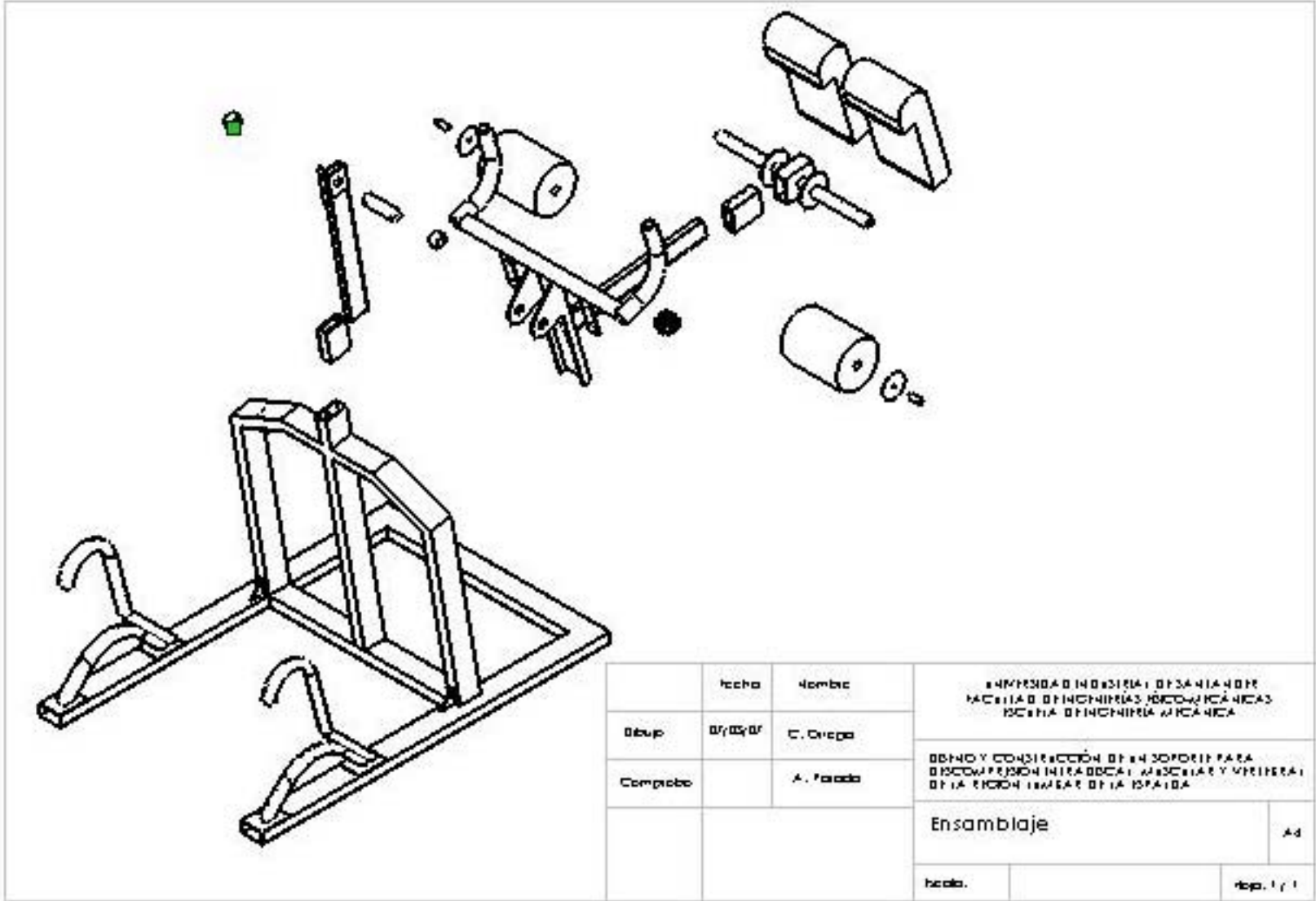
Fuente: www.efdeportes.com

Se tiene a continuación una escala de nivel a tener en cuenta para evaluar la condición de flexibilidad de las persona en una de las pruebas con mayor porcentaje de uso a nivel mundial como lo es el test de flexibilidad Sit and Reach y ubicarlo de acuerdo a la valoración en el nivel que se encuentra

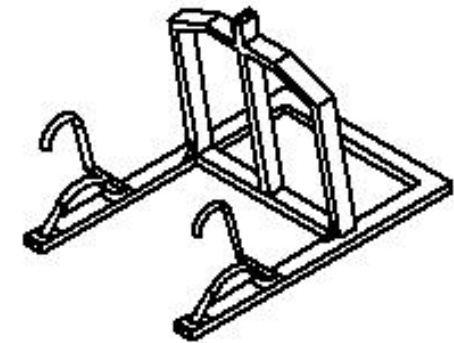
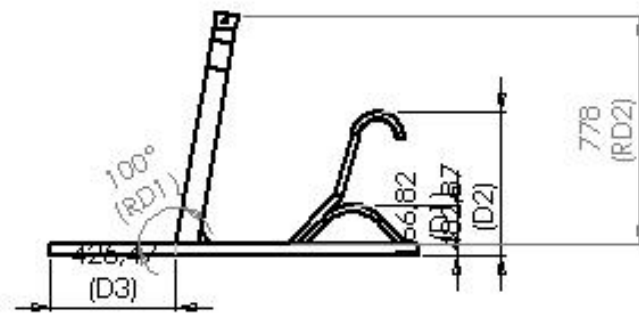
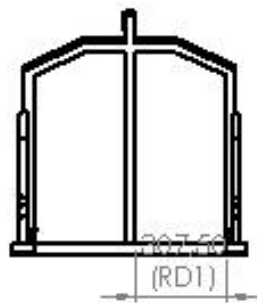
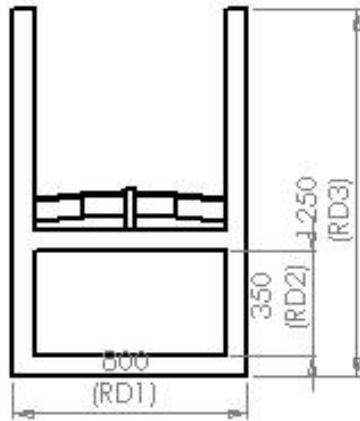
Cuadro 2. Tabla de nivel de valoración para un test de flexibilidad

Valoración de flexibilidad		
Nivel	Hombre	Mujer
"A"	Espinillas	
"B"	Empeine del pie	
"C"	Puntas de los pies	

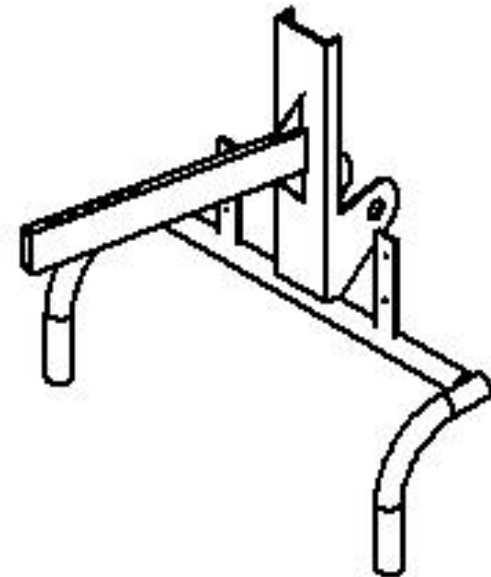
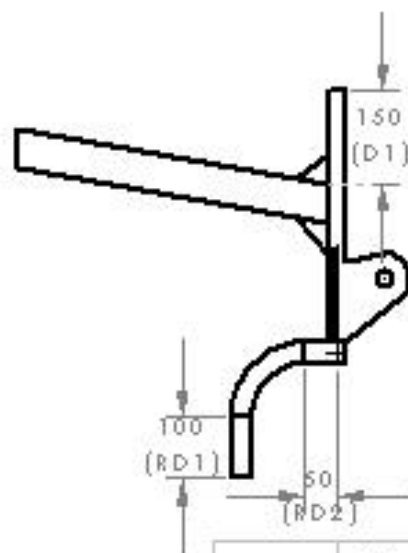
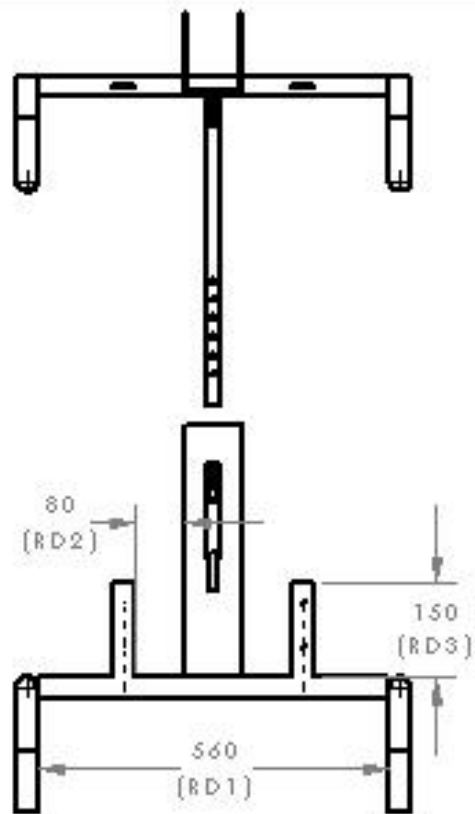
Fuente. www.efdeportes.com



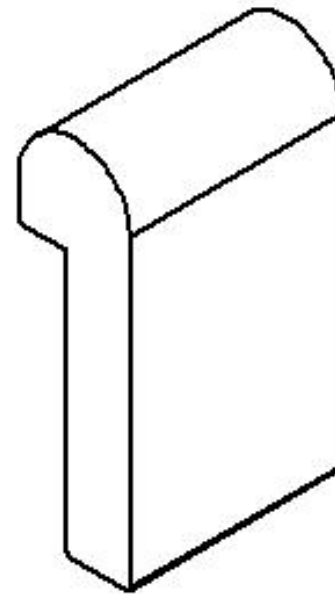
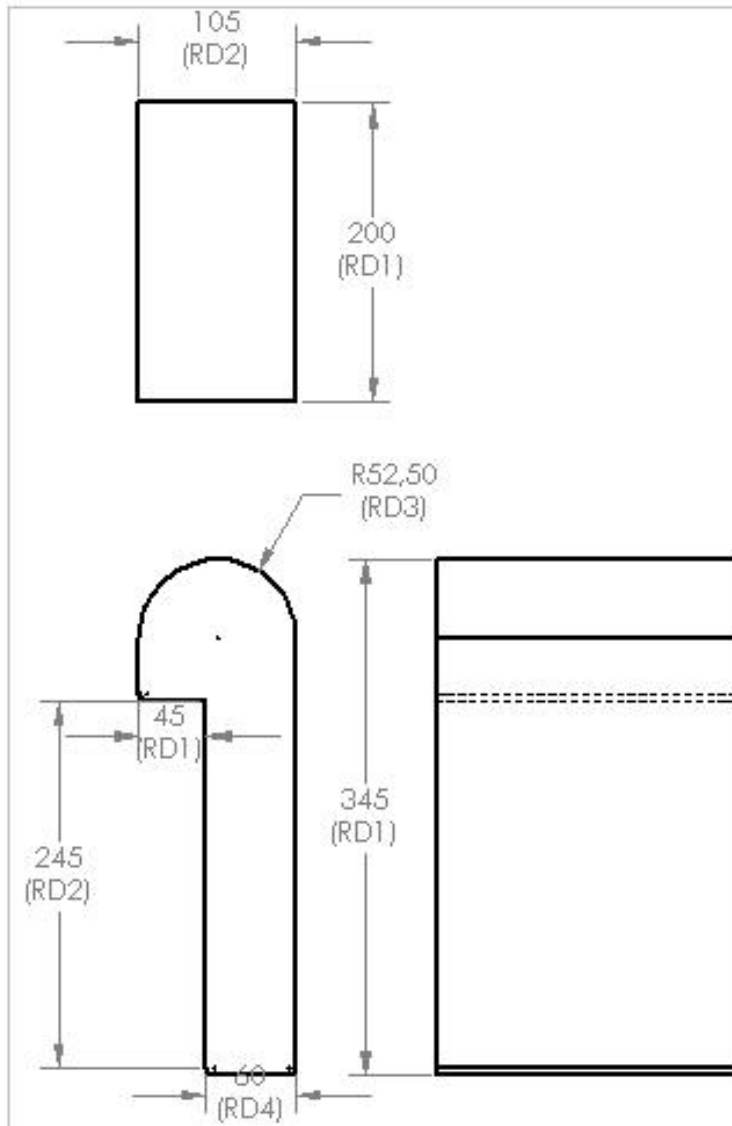
	Fecha	Nombre	EMPRESA INDUSTRIAL DE SANTIAGO FACULTAD DE INGENIERIAS MECANICAS Y ELECTRICAS ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
Dibuj	07/03/07	C. Ortega	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE PARA DISPOSITIVOS INTRAORCALES MANDIBULARES Y VERTEBRALES DE LA TIPOLOGIA DE LA ISPAIDSA	
Comprob		A. Parada		
			Ensamblaje	A4
			Fecha:	Hoja: 1 / 1



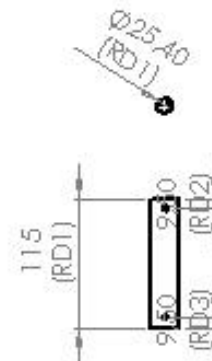
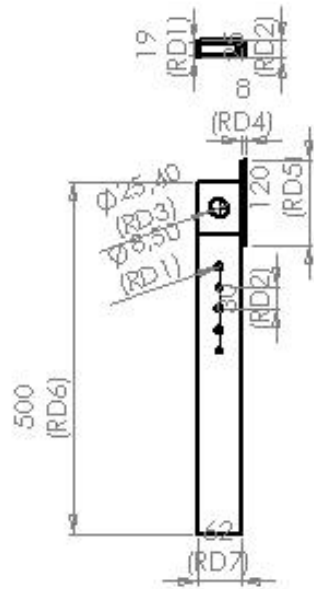
	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTIANDER FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
Diseño	31/D1/D7	C. Omega	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE PARA DESCOMPRESIÓN INERADICAL MUSCULAR Y VERTEBRAL DE LA REGION LUMBAR DE LA ESPALDA	
Comprobado	06/D2/D7	A. Parada		
			base	AA
Escala:				Hoja: 3 / 7



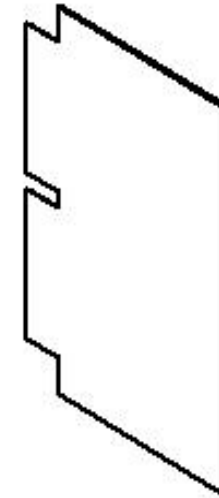
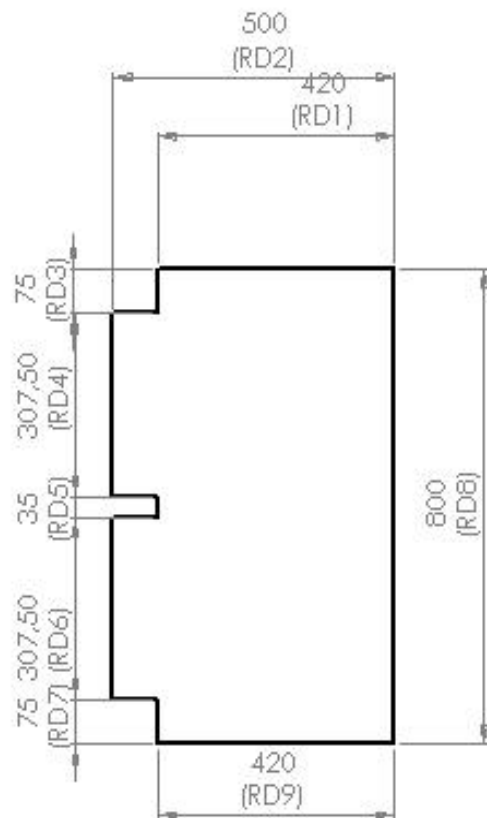
	Fecha	Nombre	EMPRESA INDUSTRIAL DE SANIA NOROCCIDENTAL DE INGENIERIAS MECANICAS Y ELECTRICAS Escuela DE INGENIERIA MECANICA	
Dibuj	07/05/07	C. Ortega	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE PARA DISCOS APRIADOS EN LA BOCA DE MACHIAS Y METERAS DE LA REGION LAGUNAR DE LA ISPAIDA	
Comprobo		A. Parada	Base de la Estructura Movil	
			hoja.	Hoja. 1 / 1



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANIANDER FACULTAD DE INGENIERIAS MECANICAS ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
Dibujo	D7/D3/D7	C. Omega	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SOPORTE PARA DESCOMPRESION INTRADISCAL MUSCULAR Y VERTEBRAL DE LA REGION LUMBAR DE LA ESPALDA	
Comprobado		A. Parada	Cojin	
			Escala:	Hoja: 1 / 1



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SAN JUAN DEL CAJÓN FACULTAD DE INGENIERÍAS MECÁNICAS Y METALÚRGICAS ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Diseño	31/01/07	C. Omega	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE PARA DESCOMPRESIÓN INIRADICAL MUSCULAR Y VERIEBRAI DE LA REGIÓN LUMBAR DE LA ESPALDA	
Comprobado	06/02/07	A. Parada		
			arbol	AA
			Escala:	Hoja: 4 / 7



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANANDER FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	
Diseño	31/01/07	C. Omega	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE PARA DESCOMPRESIÓN INTRADECAL MUSCULAR Y VERTEBRAL DE LA REGIÓN LUMBAR DE LA ESPALDA	
Comprobado	05/02/07	A. Parada		
			lamina	A4
			Escala:	Hoja: 7 / 7