

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MECATRÓNICO QUE INTEGRE
LOS ELEMENTOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS EN LA EJECUCIÓN DE LA
PRUEBA QUEEN COLLEGE.**

AUTORES

CLAUDIA YANETH FLOREZ POVEDA

ANGELA MARIA ORTIZ RAMIREZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2011

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO MECATRÓNICO QUE INTEGRE
LOS ELEMENTOS DE MEDICIÓN UTILIZADOS EN LA EJECUCIÓN DE LA
PRUEBA QUEEN COLLEGE.**

CLAUDIA YANETH FLOREZ POVEDA

ANGELA MARIA ORTIZ RAMIREZ

Proyecto de grado como requisito para optar el título de
Diseñador Industrial

Director de proyecto:

D.I. JUAN CARLOS MORENO MUÑOZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2011

AGRADECIMIENTOS

En nuestra etapa de formación profesional son muchas las personas e instituciones que han participado y han hecho posible la realización de este proyecto.

A nuestros padres por el apoyo y acompañamiento incondicional, a aquellas personas que por nuestra calidad de estudiantes siempre estuvieron dispuestas a cooperar y asesorarnos en la medida en que les fuera posible, a la escuela de Diseño Industrial, especialmente a los maestros que aún se esmeran por mejorar la calidad profesional del Diseñador Industrial UIS .

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	24
1. DESCRIPCION DEL PROYECTO	25
1.1. TITULO	25
1.2. ORIGEN DEL PROYECTO	25
1.3. OBJETIVOS	26
1.3.1. Objetivo General	26
1.3.2. Objetivos Específicos	26
1.4. USUARIOS	26
1.4.1. Primarios. Usuarios de manipulación.	26
1.4.2. Secundarios: Participantes.	27
1.4.3. Terciarios:	27
2. FASE EXPLORATORIA	28
2.1. MARCO TEÓRICO	28
2.1.1. El Consumo máximo de Oxígeno (VO ₂ . Máx)	28
2.1.1.1. Pruebas indirectas.	29
2.1.1.2. Pruebas directas.	30
2.1.2. Prueba de Queen College	30
2.1.3. Protocolo de realización de la prueba	33
2.2. ESTADO DEL ARTE	34
2.2.1. Equipos ergométricos existentes	34
2.2.1.1. Definición.	34
2.2.1.2. Banda rodante	36
2.2.1.3. Bicicleta ergométrica	37

2.2.1.4. Cicloergómetro	38
2.2.1.5. Remoergómetro	39
2.2.2. Análisis de los elementos de medición empleados en la prueba	40
2.2.2.1. Sistema para medir la Frecuencia Cardíaca	40
2.2.3. Empresas productoras de estos equipos y/o afines.	48
2.2.4. Síntesis del estado del arte	48
2.3. SISTEMAS Y MECANISMOS DE ELEVACION EXISTENTES	49
2.3.1. Mecanismo Gato Tornillo	49
2.3.2. Mecanismo Gato mecánico de 4 barras	51
2.3.3. Mesa elevadora de Tijera	54
2.4. NORMATIVIDAD	56
2.4.1. Factores técnicos	56
2.5. IDENTIFICACION DE LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS	58
2.5.1. Análisis postura de la ejecución de prueba por observación	58
2.5.2. Conclusiones análisis por observación	62
2.5.3. Fórmula mediante la cual se podría calcular la altura del escalón en función de la longitud del fémur.	62
2.5.4. Determinación de la altura mínima del escalón por muestreo antropométrico.	63
2.5.4.1. Protocolo muestreo antropométrico niños	63
2.5.4.2. Resultados Muestreo antropométrico	68
2.5.4.3. Análisis de resultados y conclusiones.	68
2.5.5. Validación de la aplicabilidad de la fórmula $H_f = L_f \cdot (1 - \cos(73.3^\circ))$	68
2.5.5.1. Análisis por software (SAPO).	72
2.5.5.2. Observaciones y conclusiones	74
2.6. OTROS DATOS ANTROPOMETRICOS	74
2.7. INTERPRETACION DE LAS NECESIDADES SEGÚN EL ANALISIS POSTURAL Y EL ESTADO DEL ARTE	74
2.7.1. Jerarquización de las necesidades	77
2.8. REQUERIMIENTOS SEGÚN SU CARÁCTER.	78

2.8.1. Formal	78
2.8.2. Técnico	78
2.8.3. Productivo	79
2.8.4. De uso	80
2.9. ASPECTOS PARA TENER EN CUENTA EN LA MANIPULACION	80
2.10. REQUERIMIENTOS Y PARAMETROS.	82
2.11. ESTRUCTURACION DEL PROYECTO	85
3. FASE CREATIVA	86
3.1. DISEÑO ESTRUCTURAL MECANISMO DE ELEVACION	86
3.1.1. Alternativas de soporte y freno del mecanismo	86
3.1.2. Prueba técnica	89
3.1.2.1. Diseño de la prueba	89
3.1.2.2. Ejecución de la prueba	91
3.1.2.3. Conclusiones de la prueba técnica	93
3.1.2.4. Etapa 2 prueba técnica: estudio de cargas y materiales mediante un software. (solidworks y ansis)	94
3.1.2.5. Resultados análisis Solid works	96
3.1.2.6. Análisis de cargas estáticas en ansys	98
3.2. DISEÑO FORMAL DEL ESCALÓN GRADUABLE	103
3.2.1. Extracción de la forma	103
3.2.2. Generación de alternativas evolucionadas	107
3.2.3. Evaluación de las alternativas	109
3.2.4. Justificación alternativa seleccionada	111
3.2.5. Diseño del sistema plegable y Configuración tridimensional	113
3.3. DISEÑO DE UN DISPOSITIVO AUXILIAR RECEPTOR: ANTENA	114
3.3.1. Opciones de ubicación	114
3.3.2. Definición formal del dispositivo receptor	117
3.3.3. Evaluación y selección	118

3.4. DISEÑO DE LA INTERFAZ DE INTERACCION CON EL SOFTWARE INTEGRADOR.	120
3.4.1. Diseño de la prueba ergonómica	121
3.4.2. Ejecución de la prueba	122
3.4.2.1. Evaluación heurística	125
3.4.2.1. Propuesta final: Evolución	139
3.4.2.2. Ejecución de la prueba	140
3.4.2.3. Conclusiones de la prueba ergonomica	143
3.4.3. Propuesta final de la interfaz	144
3.4.3.1. Justificación del diseño gráfico de la interfaz propuesta	145
3.5. DISEÑO ELECTRÓNICO DEL PRODUCTO	151
3.5.1. Descripción general de la configuración electrónica del equipo.	152
4. ANALISIS DEL MERCADO DEL PRODUCTO	155
4.1. OBJETIVOS	155
4.2. ANTECEDENTES	155
4.3. DETERMINACION DEL MERCADO	156
4.3.1. Sector educativo:	156
4.3.2. Sector comercial.	156
4.4. CONCLUSIONES	161
5. FASE DE CONSTRUCCION Y VALORACION	162
5.1. DEFINICIÓN FORMAL	162
5.2. PLANOS TECNICOS	163
5.2.1. Planos técnicos mecanismo de elevación	163
5.2.2. Planos técnicos Carcasas	163
5.2.3. Planos técnicos dispositivo de recepción de frecuencia cardiaca	163
5.3. DETERMINACIÓN DE MATERIALES Y PROCESOS DE MANUFACTURA	163
5.3.1. Materiales	163

5.3.2. Procesos de manufactura	164
5.4. DETERMINACION DE COSTOS DE FABRICACION.	167
5.4.1. Fase 1. Construcción del escalón graduable	168
5.4.2. Fase2. Dispositivo de recepción	169
5.4.3. Fase 3. Programación electrónica	169
5.4.4. Costo total de fabricación por equipo	170
5.5. CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO	170
5.6. PRUEBA DE COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO Y EL USO DEL EQUIPO	173
5.6.2. Diseño de la prueba de funcionamiento y de uso del equipo	174
5.6.3. Determinación de la funcionalidad de la configuración electrónica	183
5.6.4. Ejecución de la comprobación final del funcionamiento y el uso del equipo	185
5.6.5. Conclusiones de la comprobación final del funcionamiento y el uso del equipo	188
5.7. MANUAL DE USUARIO	190
6. CONCLUSIONES	191
7. BIBLIOGRAFIA	193
8. ANEXOS	195

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Escalón de 41.3 cm de altura	32
Figura 2. Metrónomo	32
Figura 3. Cronómetro	32
Figura 4. Banda polar	33
Figura 5. Banda rodante	36
Figura 6. Bicicleta ergométrica de laboratorio	37
Figura 7. Cicloergómetro	38
Figura 8. Remoergómetro	39
Figura 9. Pulsómetro	41
Figura 10. Banda polar	42
Figura 11. Gato tornillo	49
Figura 12. Tornillo helicoidal gato de tornillo	50
Figura 13. Esquema de funcionamiento gato tornillo	50
Figura 14. Gato de 4 barras	51
Figura 15. Partes de un gato de 4 barras	52
Figura 16. Funcionamiento gato de 4 barras	53
Figura 17. Mesa elevadora de tijera	54
Figura 18. Esquema de funcionamiento mesa elevadora	55
Figura 19. Postura crítica ejecución de la prueba	58
Figura 20. Puntos de la pierna donde se mide la longitud del fémur	59

Figura 21. Relación de los músculos de la pierna que intervienen en la ejecución de la prueba	60
Figura 22. Angulo que forma la vertical y el fémur del participante 1	61
Figura 23. Angulo formado entre la vertical y el fémur participante 2	62
Figura 24. Variables que intervienen en la fórmula para calcular la altura del escalón	63
Figura 25. Variables muestreo antropométrico	64
Figura 26. Esquema de medición ángulo de 73.3° en niños	65
Figura 27. Imagen interfaz programa SAPO	72
Figura 28. Análisis del Angulo vertical	71
Figura 29. Planteamiento mecanismo de doble tornillo helicoidal	76
Figura 30. Planteamiento mecanismo con único tornillo helicoidal	87
Figura 31. Definición de dimensiones preliminares	88
Figura 32. Instalación de dos tornillos paralelos que accionen el mecanismo de cuatro barras.	91
Figura 33. Pieza que une las barras con la acción del tornillo, permite el desplazamiento y lo frena simultáneamente.	91
Figura 34. Instalación del tornillo helicoidal central.	92
Figura 35. Vista frontal de los apoyos del tornillo helicoidal.	92
Figura 36. Posición inicial .Altura mínima requerida.	92
Figura 37. Posición final. Altura máxima requerida	93
Figura 38. Evolución del mecanismo de elevación	94
Figura 39. Vista 2 Evolución	94
Figura 40. Planos del mecanismo accionado por un único tornillo helicoidal	95
Figura 41. Resultados análisis en solid Works	96
Figura 42. Reacciones estáticas de todo el sistema	97

Figura 43. Deformación máxima en barra	98
Figura 44. Factor de seguridad barra	99
Figura 45. Vida útil barra	99
Figura 46. Esfuerzo equivalente barra	100
Figura 47. Deformación total tornillo	100
Figura 48. Vida útil tornillo	101
Figura 49. Factor de seguridad Tornillo	101
Figura 50. Esfuerzo equivalente tornillo	102
Figura 51. Curvas Generadoras de la forma	103
Figura 52. Generación de la forma aplicando conceptos de diseño	104
Figura 53. Generación de otro módulo	105
Figura 54. Generación de alternativas	105
Figura 55. Boceto mejorado propuesta de forma alternativa 1.	107
Figura 56. Propuesta modelada alternativa 1.	107
Figura 57. Boceto mejorado alternativa 2	108
Figura 58. Propuesta modelada alternativa 2	108
Figura 59. Boceto mejorado Alternativa 3	109
Figura 60. Alternativa seleccionada	111
Figura 61. Indicación del uso del escalón	111
Figura 62. Configuración tridimensional	113
Figura 63. Sistema plegable	113
Figura 64. Alternativa final	114
Figura 65. Ubicación dispositivo opción 1	115
Figura 66. Ubicación dispositivo opción 2	116

Figura 67. Generación de alternativas.	117
Figura 68. Alternativas dispositivo	118
Figura 69. Alternativa final dispositivo	119
Figura 70. Evolución de la alternativa.	120
Figura 71. Propuestas diseño de interfaz de usuario	123
Figura 72 .Propuesta final de interfaz	139
Figura 73. Resultados variable claridad	142
Figura 74. Resultados variable comprensión	143
Figura 75. Propuestas diseño grafico de la interfaz	145
Figura 76. Generación de la forma del Logotipo	146
Figura 77. Primera propuesta de logotipo	147
Figura 78. Evolución logo símbolo para mejorar su lectura	147
Figura 79. Fondos	148
Figura 80. Interfaz para programación	148
Figura 81. Esquema general del diseño electrónico	154
Figura 82. Distribución del mercado 1.	157
Figura 83. Distribución del mercado 2.	158
Figura 84. Distribución del mercado 3.	158
Figura 85. Definición formal Escalón Graduable	162
Figura 86. Definición formal Dispositivo Receptor o antena.	162
Figura 87. Flujo grama de producción mecanismo de elevación	165
Figura 88. Flujograma de producción carcasas	166
Figura 89. Flujograma de producción dispositivo receptor	167
Figura 90. Mecanismo de elevación	170

Figura 91 Escalón graduable altura máxima	171
Figura 92. Escalón graduable altura mínima	171
Figura 93. Sistema completo	172
Figura 94. Uso del equipo	172
Figura 95. Disposición del laboratorio de fisioterapia	177
Figura 96. Planteamiento de interfaz desde la ingeniería electrónica y de sistemas	183
Figura 97. Tabulación datos prueba de uso	186
Figura 98. Análisis en SAPO ángulo de 73.3°	188

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tabulación de resultados muestreo antropométrico	66
Tabla 2. Tabulación de datos para determinar altura mínima	67
Tabla 3. Tabulación de datos obtenidos	71
Tabla 4. Datos antropométricos	74
Tabla 5. Jerarquización necesidades	77
Tabla 6. Requerimientos y parámetros	82
Tabla 7. Evaluación de las alternativas formales del escalón	110
Tabla 8. Evaluación de alternativas del dispositivo	119
Tabla 9. Evaluación Heurística 1	125
Tabla 10. Evaluación heurística 2	127
Tabla 11. Evaluación heurística 3	128
Tabla 12. Evaluación heurística 4.	129
Tabla 13. Evaluación heurística 5.	131
Tabla 14. Evaluación heurística 6.	132
Tabla 15. Evaluación heurística 7.	133
Tabla 16. Evaluación heurística 8.	135
Tabla 17. Evaluación heurística 9	136
Tabla 18. Evaluación heurística 10.	137
Tabla 19. Tabulacion resultados prueba de interfaz	140
Tabla 20. Muestra de empresas dedicadas al acondicionamiento físico en Colombia	159

Tabla 21. Costos totales Fase 1	168
Tabla 22. Costos electrónicos	169
Tabla 23. Costo total de fabricación	170
Tabla 24. Evaluación mecanismo de elevación	173
Tabla 25. Lista de verificación de variables	179
Tabla 26. Formato de ejecución de prueba	181
Tabla 27. Verificación de variables	185
Tabla 28. Pregunta directa al usuario. Tabulación de los resultados	186
Tabla 29. Análisis del ángulo en SAPO	187

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Descripción de pruebas indirectas	195
Anexo B. Formato de aplicación de La prueba ergonómica 1	198
Anexo C. Formularios prueba ergonómica diligenciados	199
Anexo D. Esquemas de apoyo configuración electrónica	204
Anexo E. Lista de empresas dedicadas al acondicionamiento físico registradas en el país.	206
Anexo F. Planos técnicos mecanismo de elevación	211
Anexo G. Planos técnicos carcasas	222
Anexo H. Planos técnicos dispositivo de recepción	225
Anexo I. Características Acero Aisi 1020	226
Anexo J. Características del poliestireno	227
Anexo K. Características del Polimetilmetacrilato o Acrílico	229
Anexo L. Cartas de producción escalón graduable	236
Anexo M. Cartas de producción dispositivo de recepción	259
Anexo N. Datos prueba de uso	260
Anexo Ñ. Manual de usuario	268

ANEXOS DIGITALES

Anexo 1. Video de ejecución de la prueba

Anexo 2. Videos de análisis en solid Works

Anexo 3. Videos de comprobación técnica 1.

Anexo4. Videos prueba ergonómica 1.

Anexo 5. Montaje en flash de la interfaz de usuario (ejecutable)

Anexo digital 6. Muestra fotografías para análisis y videos de ejecución de prueba.

Anexo digital 7. Instalador software de aplicación de la prueba

RESUMEN*

TÍTULO: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College

AUTORES: Ángela María Ortiz Ramírez, Claudia Yaneth Flórez Poveda **

PALABRAS CLAVE: Prueba Queen College, diseño escalón graduable, medición, integración, equipo mecatrónico.

DESCRIPCION:

La medida del Consumo Máximo de Oxígeno (VO_2 máx.) es un criterio que establece la aptitud física de una persona para ejercicios de larga duración (aeróbicos). Para determinar dicha medida, se debe realizar un ejercicio que requiera una intensidad elevada y se emplean elementos especializados que implican un alto grado de tecnificación.

Con respecto a la realización de las pruebas indirectas para determinar este parámetro, es conocida y utilizada en el medio de la fisioterapia la prueba de Queen College también llamada: "Step de 3 minutos", para la cual se han venido desarrollando estrategias de adaptación de los elementos y aparatos utilizados según el protocolo de ejecución de la prueba; sin embargo el método con el que se cuenta actualmente requiere la utilización de numerosos artefactos, y los resultados que se obtienen se ven afectados por la complicación que existe debido a que el escalón utilizado no es adecuado para los percentiles de talla y altura de la cadera para la población colombiana ya que la posición del fémur respecto al cuerpo del participante incide en lo anterior aumentando el esfuerzo físico del paciente.

En este sentido, este proyecto propone implementar, para la realización de la prueba Queen College un escalón graduable cuyo mecanismo estaría debidamente programado para adaptarse a los percentiles de la población colombiana, logrando también la integración de éste con las demás herramientas auxiliares y de medición que se emplean como lo son el metrónomo, cronometro, la banda POLAR y el pulsímetro en un software que cuenta con un diseño de interfaz apto y que además permite al usuario controlar la ejecución de la prueba. Todo esto se logra gracias al modelo de ingeniería concurrente, un trabajo paralelo con la rama de la ingeniería electrónica que se interesó también en impedir que los elevados costos de la tecnología limiten el fácil acceso del producto en el mercado nacional.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingenierías físico Mecánicas, Escuela de Diseño Industrial,
Director: D.I. JUAN CARLOS MORENO MUÑOZ

ABSTRACT*

TITLE: Design and construction of a mechatronic team that integrates the measurement items used in the test execution Queens College

AUTHORS: Angela Maria Ortiz Ramirez, Claudia Yaneth Flórez Poveda **

KEYWORDS: Test, Queen College, adjustable step, step, design, measurement, integration.

DESCRIPTION:

The measurement of maximal oxygen uptake (VO₂ max.) is a criterion that establishes the fitness of a person in a long time exercise routine (aerobics). To find out this measure, the test should include high intensity exercises and use specialized elements that involve a high level of technology.

About the develop of indirect tests to determine this parameter is known and used in physiotherapy the Queen College test, also called "Tree minutes Step". This test has been developing adaptation strategies of elements and devices used in the test execution protocol. However the method used currently requires the use of many devices but until now, it wasn't successful because the step used is not adjustable for the percentiles of waist and hip height of the Colombian population.

In this way, this project proposes the implementation of the Queens College test with an adjustable step, according to the Colombian population percentiles, also making the integration of auxiliary and measurement tools as the metronome, chronometer, and the POLAR band and heart rate monitor in software that has a suitable interface design allowing the user controls the test execution. All this is achieved through the concurrent engineering model, a joint effort between the industrial design and electronic engineering. This design not only seeks to implement the test, it also offers a cheaper product.

* Graduation project

** Physic - Mechanic Faculty of Engineer , School Industrial Design School,
Director: D.I. JUAN CARLOS MORENO MUÑOZ

INTRODUCCION

La medida del Consumo Máximo de Oxígeno (VO_2 máx.) es un criterio que establece la aptitud de una persona para ejercicios de larga duración (aeróbicos). Su determinación exige realizar un ejercicio que requiera un esfuerzo físico durante tres minutos y la utilización de elementos especializados que requieren un alto grado de tecnificación.

Para determinar este parámetro se conocen varios tipos de pruebas directas donde el valor hallado es inmediato, y las pruebas indirectas que toman valores en función de otras variables, dentro de estas últimas es conocida y utilizada en el medio de la fisioterapia la prueba de Queen College, también llamada del *step* de 3 minutos. Al respecto la escuela de fisioterapia de la Universidad Industrial de Santander ha venido desarrollando estrategias de adaptación de los elementos y aparatos utilizados para la realización de esta prueba, dado que el método con el que se cuenta actualmente requiere la utilización de numerosos artefactos, además de la complicación que existe debido a que el escalón utilizado no es adecuado para los percentiles de talle y altura de la cadera para la población colombiana.

En este sentido, este proyecto busca brindar un equipo que respetando el protocolo de ejecución de la prueba Queen College permita implementar la ejecución de la misma de manera ergonómica mediante un escalón graduable adecuado a los percentiles de la población colombiana integrando al mismo tiempo las diferentes herramientas auxiliares y de medición que se emplean en la prueba como lo son el sonómetro, cronometro, la banda POLAR y el pulsímetro sin que los elevados costos de la tecnología impidan su fácil acceso en el mercado nacional.

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.1. TITULO

Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

1.2. ORIGEN DEL PROYECTO

La medida del Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂ máx.) es un excelente criterio de aptitud a los ejercicios de larga duración (aeróbicos). Su determinación exige la realización de un ejercicio de intensidad elevada y la utilización de equipos especializados¹ que requieren un alto grado de tecnificación.

Dentro de las pruebas que determinan este parámetro, es conocida y utilizada en el medio de la fisioterapia la prueba de Queen College, también llamada del “step¹ de 3 minutos”. Para la cual la escuela de fisioterapia de la Universidad Industrial de Santander ha venido desarrollando estrategias de adaptación de los elementos y aparatos utilizados para la realización de esta prueba, ya que el método con el que se cuenta actualmente utiliza numerosos artefactos. Además se ha encontrado en el desarrollo de estas investigaciones que el escalón utilizado no es adecuado para los percentiles de talla y altura de la cadera para la población colombiana.

Adicionalmente adquirir elementos graduables integrales que permitan desarrollar este tipo de pruebas es costoso y requiere la importación de variados equipos tecnológicos, por lo cual se quiere brindar un equipo que permita la realización efectiva y la integración de la prueba a un solo elemento, y una vez adecuado a las medidas estándar de la población colombiana, comprobar que el diseño tiene un ciclo de vida adecuado para la secuencia de uso que implique la prueba.

¹ Traducción inglesa de Paso.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Diseñar y construir de un sistema mecatrónico que integre el escalón y los elementos de medición necesarios para la aplicación de la prueba Queen College, determinando y comprobando un ciclo de vida adecuado para su frecuencia de uso.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar las necesidades de los usuarios y determinar los requerimientos de diseño del producto, tras una previa indagación en el contexto para aplicarlas en el diseño y fabricación del prototipo que compruebe su ciclo de vida.
- Determinar el perfil formal del producto según conceptos de diseño.
- Construir un prototipo que permita la comprobación del equipo propuesto.
- Aplicar y comprobar la utilización de un mecanismo de elevación para la graduación de altura del escalón de *step* empleado en la realización de la prueba de Queen College, mediante elementos electrónicos.
- Desarrollar una herramienta de comunicación gráfica o interfaz para un software que controle el sistema integrado.

1.4. USUARIOS

Aquellos que ayudan a definir puntualmente cada requerimiento del equipo.

1.4.1. Primarios. Usuarios de manipulación. Son aquellos encargados de manipular la interfaz, puede referirse al fisioterapeuta o a un asistente particular.

Edad: Adultos no mayores.

Características: Personas con conocimientos en el área de fisioterapia o salud ocupacional que puedan ejecutar el protocolo de realización de la prueba Queen College o del Step de tres minutos.

1.4.2. Secundarios: Participantes.

Los que tienen contacto directo con el producto, pero no lo manipulan.

Edad: Adultos y pediátricos (se excluyen los neonatos)

Características: Niños de 6 años en adelante y adultos menores de 60 años sin ningún tipo de limitación física para someterse a la prueba de capacidad aeróbica.

1.4.3. Terciarios:

Aquellos que interactúan con el equipo fuera del contexto de uso. Personal de soporte técnico y producción.

2. FASE EXPLORATORIA

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. El Consumo máximo de Oxígeno (VO₂. Máx)

Si bien es cierto que el organismo está en condiciones de producir energía por otras vías metabólicas las cuales no precisan oxígeno, la capacidad energética por estas reacciones alternas no es muy grande y se agota fácilmente, alrededor de 4, 5 o 6 minutos bajo exigencias físicas extremas. Esta posibilidad de producir energía rápida sin recurrir al oxígeno es apenas un mecanismo de reserva que sabiamente fue dispuesto para solucionar situaciones de apremio físico, sin embargo es conveniente reiterar que su duración es muy limitada. Parece claro entonces, que la sobrevivencia del organismo se fundamenta en su capacidad para producir energía en forma permanente y prolongada a partir de los diversos nutrientes y contando claro está, con un suministro adecuado de oxígeno. Lo anterior implica decir que mientras mayor sea la capacidad de un individuo para consumir oxígeno y para procesarlo intracelularmente, mayores serán sus posibilidades de producir energía durante las exigencias físicas vigorosas y de larga duración. Esta posibilidad de los seres vivos para aprovechar metabólicamente el oxígeno se conoce como: "CAPACIDAD AEROBICA" y se expresa para fines comparativos en mililitros de oxígeno por minuto y por kilogramo de peso corporal (ml.O₂/kg./min.).²

La medición del potencial aeróbico de un individuo se hace con base en el consumo máximo de OXIGENO y se implementa a través de diversos procedimientos.

Se consideran DIRECTAS las pruebas que evalúan la cantidad de oxígeno que el sujeto consume mientras se halla conectado a un sistema analizador de gases y se somete a la realización de un esfuerzo progresivo hasta el agotamiento.

Se llaman INDIRECTAS aquellas evaluaciones que no miden propiamente los gases, sino que a través de ejercicios unas veces máximos, otras submáximos,

² MARTINEZ Elkin. La capacidad aeróbica. Medellín, 7 (1-2), Ene.-Dic. 1985. (oline). Consultado 25 Marzo de 2011. Disponible en <http://revinut.udea.edu.co/index.php/educacionfisicaydeporte/article/viewFile/4681/4114>.

calculan el potencial aeróbico total aplicando relaciones ya bien establecidas de ésta variable fisiológica con la frecuencia cardíaca durante el ejercicio o bien con la carga de trabajo que se realiza.

El volumen máximo de oxígeno, conocido como **VO₂ máx.**, es el máximo transporte de oxígeno que nuestro organismo puede generar en un minuto bajo condiciones de fatiga.

¿Para qué sirve?

Es la manera más eficaz de medir la capacidad aeróbica de un individuo, Cuanto mayor sea el VO₂ max, mayor será capacidad cardiovascular de esta.

¿Cómo se mide?

Se mide en ml/kg/min, pero si lo multiplicamos por nuestro peso corporal, el resultado se expresará en litros.

Ejemplo: Una persona se toma el test y obtiene 51.01 ml/kg/min y si multiplica por su peso 60 kg obtendrá 3060.6 mililitros que equivalen a 3.06 litros de consumo de oxígeno por minuto

Lo más común es que veamos expresado el VO₂ máx. de una persona en litros. Los atletas, corredores de maratón son los que registran los niveles más altos de VO₂ máx., algunos de ellos alcanzan los 6 litros cuando una persona normal tiene unos 2 litros

¿Cómo se calcula?

Para calcularlo la medicina utiliza la espirometría un estudio que mide el consumo de oxígeno, Los entrenadores utilizan TEST INDIRECTOS (test de campo o en el laboratorio).O TEST DIRECTOS (obligatoriamente dentro de un laboratorio).

2.1.1.1. Pruebas indirectas.

La imposibilidad de contar en todas partes con equipos, personal y recursos apropiados para la medición directa del máximo consumo de oxígeno, impulsó a los investigadores a diseñar procedimientos más simples, de fácil ejecución, bajo costo, mínima implementación, pero al mismo tiempo que tuvieran un alto índice de validez. Gracias al esclarecimiento de una muy buena relación entre el consumo de oxígeno y la carga de trabajo que un individuo realiza fue posible

desarrollar tablas y ecuaciones que facilitan el cálculo de las equivalencias entre estas dos variables. También se establecieron las correspondientes relaciones con el requerimiento calórico para diversas actividades según el grado de intensidad al cual son ejecutadas.

La actividad cardiocirculatoria ofrece dos indicadores fidedignos del nivel de forzamiento al cual se encuentra funcionando, ellos son la presión arterial y la frecuencia cardiaca. Esta última se evalúa fácilmente por medios palpatorios, auscultatorios y electro cardiográficos, lo cual la convierte en una herramienta tremendamente útil en la determinación del trabajo corporal y del consumo de oxígeno bajo condiciones de estado estable.

Además existen métodos que varían estas pruebas. (Anexo A. Tipos de pruebas indirectas - Descripción)

2.1.1.2. Pruebas directas.

Se trata de pruebas de esfuerzo que se prolongan hasta el agotamiento realizadas en un aparato ergométrico, generalmente la bicicleta o la banda rodante e implican el registro simultáneo de funciones cardíaca y respiratoria. Usualmente se mide además del oxígeno consumido por el individuo, el gas carbónico producido, la ventilación pulmonar por minuto y también algunos volúmenes y capacidades respiratorias. La medición de los gases plantea dos clases de sistemas espirométricos: unos de **circuitos cerrado** otros de **circuito abierto**. Los primeros permiten el suministro controlado de oxígeno y una corriente de aire que fluye por un circuito mecánico al cual está conectado el sujeto, precisa así mismo la eliminación del gas carbónico lo cual implica aditamentos voluminosos con cal sódica para absorberlo y cuantificarlo.

El circuito abierto permite el diseño de aparatos más compactos en los cuales se calibra electrónicamente la concentración de oxígeno y gas carbónico en el aire del ambiente, este aire será inspirado por el examinado después de lo cual se recogen muestras del volumen espirado para calcular sistemáticamente las cantidades de oxígeno sustraído y de gas carbónico adicionado en la unidad de tiempo.

2.1.2. Prueba de Queen College

La prueba de Queen College, también llamada del *step* o escalón de 3 minutos, tiene como fin determinar la capacidad aeróbica que posee una persona en función del cálculo de VO₂ Máx. (Consumo máximo de oxígeno), es decir, el

consumo de oxígeno del cuerpo cuando éste se encuentra bajo condiciones de exigencia física y fatiga.

Fue desarrollada en la Universidad de Queen en Estados Unidos hacia 1990 y aplicada a programas de acondicionamiento físico integral, al respecto se han hecho validaciones de la aplicabilidad de la prueba en países como India, Brasil, Argentina, España, entre otros; determinando la factibilidad en la ejecución de la misma.

Esta prueba se considera de carácter indirecto, es decir, el nivel máximo de oxígeno se calcula en función de otra medida (en este caso la frecuencia cardiaca) y no directamente como en otro tipo de pruebas más especializadas.

Se encuentra que los datos obtenidos no presentan sesgos elevados en comparación con pruebas de medición directa, por lo cual se acepta su aplicabilidad para más del 90% de los estudios realizados.³

Básicamente la prueba consiste en subir y bajar un escalón durante 3 minutos a un ritmo constante, el cual varía según el género del participante, 22 pasos por minuto en mujeres y 24 pasos por minuto en hombres, durante este tiempo se toma la frecuencia cardiaca del participante y ésta se utiliza para calcular el nivel máximo de oxígeno VO₂.

La fórmula del cálculo de VO₂ se aplica según el género de la siguiente manera:

En mujeres: $VO_2 \text{ Max} = 68.81 - (0.1847 * \text{Frec. Cardiaca})$

En hombres: $VO_2 \text{ Max} = 111.33 - (0.42 * \text{Frec. Cardiaca})$

Actualmente el escalón utilizado en el país tiene 41.3 cm de altura (figura 1), lo que es perjudicial para gran parte de la población colombiana, dado que este es muy alto en comparación con el talle promedio del país.

Debido a lo anterior se realizaron validaciones en la aplicación de fórmulas para determinar la altura acorde al escalón según la longitud del fémur del participante acorde con las dimensiones de la población colombiana

³ Referenciar en: Bibliografía que sustenta la aplicabilidad de la prueba Queen college.

Figura 1. Escalón de 41.3 cm de alto



Fuente: Fotografía tomada el 25/08/2010, 5:20 pm.

Además para la ejecución de la prueba se utilizan otros aparatos como son (figuras 2-4):

Metrónomo para marcar el ritmo

Figura 2. Metrónomo



Fuente: Fotografía tomada el 25/08/2010.

Cronometro para medir el tiempo de ejecución

Figura 3. Cronometro



Fuente: Fotografía tomada el 25/08/2010.

Medidor de frecuencia cardiaca marca polar.

Figura 4. Banda Polar



Fuente: Fotografía tomada el 25/08/2010.

Las características de estos elementos se evaluarán más adelante.

2.1.3. Protocolo de realización de la prueba

El protocolo que se lleva a cabo en la escuela de fisioterapia de la Universidad Industrial de Santander, el cual esta estandarizado en países como Estados Unidos, india y Brasil, entre es el siguiente:

Condiciones de la prueba.

- Edades dentro de las cuales se puede practicar: de 6 a 68 años.
- Vestimenta apropiada: el participante debe realizar la prueba con ropa deportiva (tenis, camiseta, licra, pantaloneta o sudadera), deben ser prendas que le permitan el movimiento con facilidad y que permitan al participante sentirse cómodo en la ejecución de la misma.

Protocolo de actividades.

1º Inicio

- El participante ingresa al laboratorio de prueba

- Se ubican los elementos necesarios: metrónomo, cronometro, cámara de filmación, medidor de frecuencia cardiaca (o se toma manual).
- Se toman las medidas necesarias y los datos del participante preliminarmente: edad, peso, talla, género, entre otras.
- Se le indica al participante que debe sentarse o acostarse durante 5 minutos para tomar la frecuencia cardiaca de reposo.
- Se le indica al participante como llevar a cabo la prueba

2º Desarrollo

- Se inicia la prueba, se enciende el metrónomo y el cronometro.
- Cuando han transcurrido 3 minutos, se le indica al participante que se coloque de pie y haga ejercicios de recuperación.

3º Finalización

- Se toma la frecuencia cardiaca para el cálculo de VO₂ máx., cuando se utiliza la banda, solo se toma la ultima en el 3 minuto y esa se usa para el cálculo y cuando se hace manual, se le indica al participante que se la tome y cuente para determinar la frecuencia cardiaca final; se aclara que este ultimo procedimiento genera sesgos elevados en los datos obtenidos.
- Se realiza el cálculo de VO₂ máximo utilizando las formulas mencionadas anteriormente.
- Se le indica al participante que realice ejercicios de estiramiento y relajación.

2.2. ESTADO DEL ARTE

2.2.1. Equipos ergométricos existentes

2.2.1.1. Definición.

Al determinar la capacidad aeróbica se precisa como es obvio, que el individuo sea sometido a una prueba de esfuerzo para lo cual se utilizan diversos instrumentos y también diversas clases de ejercicios. Bien sea que se traten de pruebas directas o indirectas, **la bicicleta ergométrica y la banda rodante** son los aparatos más comúnmente utilizados, en los cuales el sujeto examinado realiza el ejercicio mientras es revisado o monitoreado permanentemente en sus

funciones cardiocirculatorios y/o respiratorios. En la bicicleta estática el evaluado pedalea a un ritmo constante movilizand o muy activamente las piernas pero manteniendo relativamente quietos el tronco y los brazos lo cual permite un mejor registro de los datos cardiorespiratorios. En la banda rodante se realiza un ejercicio tal vez más integral como lo es caminar, trotar y eventualmente correr, la movilización del cuerpo es tal que hace difícil el proceso de registro, pero los valores de consumo máximo de oxígeno obtenidos por este medio son (8-10%) mayores que con la bicicleta

También se emplean para este tipo de evaluaciones otros elementos: tales como escalas, piscinas, pistas atléticas y algunos aparatos especiales de reciente diseño y fabricación como remoergómetros y ergómetros de esquí. La proliferación de elementos para medición busca adaptarse lo más cercanamente posible a los distintos tipos de ejercicios en los cuales se especializan los atletas y eliminar de esta forma las posibles causas de error que de termina la desadaptación del ser humano en el laboratorio. Se ha visto claramente que cada deportista muestra un mejor registro aeróbico cuando es examinado en un aparato que reproduce el movimiento básico de su deporte específico, de esta forma conviene medir a los atletas en una banda rodante, a los ciclistas en una bicicleta ergométrica, a los remeros en un remoergómetro. etc. Desde luego esta evaluación discriminada no está al alcance de la inmensa mayoría de los presupuestos. La escala, la bicicleta y la banda rodante son los ergómetros de mayor solicitud, dados su mayor accesibilidad y la simplicidad de su utilización.

2.2.1.2. Banda rodante

Figura 5. Banda rodante



VENTAJAS:

- Fiabilidad, precisión y orientación especializada.
- Permite una evaluación momentánea y sucesiva del estado metabólico del individuo durante el esfuerzo y también posibilita la constatación de los criterios que denotan cuando un individuo ha alcanzado el máximo consumo de oxígeno.
- Se pueden identificar las razones de un VO_2 máx bajo: reserva cardíaca pobre, limitación de la ventilación u otras patologías pulmonares coexistentes, claudicación de miembros inferiores, problemas musculoesqueléticos, pobre tolerancia al esfuerzo o des acondicionamiento físico.

DESVENTAJAS:

- El sistema de medición directa se hace en laboratorios bien implementados y requiere de equipo sofisticado, personal bien adiestrado y recursos físicos apropiados, esto hace que se convierta en una metodología poco asequible para grupos grandes de personas y entidades de limitados recursos económicos.
- Requiere numerosas conexiones y capacitación en el manejo.
- Requiere disponer de un espacio bastante considerable.

2.2.1.3. Bicicleta ergométrica

Figura 6. Bicicleta ergométrica en laboratorio



VENTAJAS:

- Fiabilidad, precisión y orientación especializada.
- Permite una evaluación momentánea y sucesiva del estado metabólico del individuo durante el esfuerzo y también posibilita la constatación de los criterios que denotan cuando un individuo ha alcanzado el máximo consumo de oxígeno.

DESVENTAJAS:

- El sistema de medición directa se hace en laboratorios bien implementados y requiere de equipo sofisticado, personal bien adiestrado y recursos físicos apropiados, esto hace que se convierta en una metodología poco asequible para grupos grandes de personas y entidades de básicos recursos económicos.
- Requiere numerosas conexiones y capacitación en el manejo.
- Solo puede instalarse con la disposición de un espacio bastante considerable.
- Diversidad de Protocolos que confunden al usuario.
- Altos costos

2.2.1.4. Cicloergómetro

Figura 7. Cicloergómetro



VENTAJAS:

- Fiabilidad y precisión.
- Permite una evaluación momentánea y sucesiva del estado metabólico del individuo durante el esfuerzo y también posibilita la constatación de los criterios que denotan cuando un individuo ha alcanzado el máximo consumo de oxígeno.

DESVENTAJAS:

- Requiere equipos sofisticados, personal bien adiestrado, disponer de áreas amplias y recursos físicos apropiados, esto hace que se convierta en una metodología poco asequible para grupos grandes de personas y entidades de básicos recursos económicos.
- Utiliza demasiadas conexiones por lo cual debe ilustrarse el manejo del equipo por un experto.
- Diversidad de Protocolos
- Altos costos

2.2.1.5. Remoergómetro

Figura 8. Remoergómetro



VENTAJAS:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Fiabilidad y precisión. |
| <ul style="list-style-type: none">• Permite una evaluación momentánea y sucesiva del estado metabólico del individuo durante el esfuerzo y también posibilita la constatación de los criterios que denotan cuando un individuo ha alcanzado el máximo consumo de oxígeno. |
| <ul style="list-style-type: none">• Es un sistema debidamente programado que no necesita acompañamiento especializado ni largas jornadas de capacitación |
| <ul style="list-style-type: none">• Costo considerable |
| <ul style="list-style-type: none">• No requiere numerosas conexiones |

DESVENTAJAS:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Solo es recomendable para deportistas muy vinculados a la actividad de remar y /o similares. |
| <ul style="list-style-type: none">• Solo puede instalarse con la disposición de un espacio demasiado amplio |
| <ul style="list-style-type: none">• Los usuarios perciben con dificultad la programación. |
| <ul style="list-style-type: none">• El usuario debe aplicar demasiada carga física y el tronco y los brazos permanecen en movimiento |

Todas las distintas clases de pruebas plantean como hechos comunes una fase previa de calentamiento a baja intensidad y una progresión ascendente de la

carga hasta llegar al agotamiento. Así mismo se articula un sistema registrado de gases el cual varía en grado de sofisticación según tenga o no controles electrónicos automatizados.

Para tener certeza en la medición directa de haber alcanzado el nivel máximo de capacidad aeróbica se admiten algunas indicaciones:

- El consumo de oxígeno debe haberse estabilizado a pesar de un adicional incremento de la carga.
- El cociente respiratorio que relaciona el gas carbónico producido con el consumo de oxígeno por minuto (COJ/OJI) debe haber superado el valor de uno (1).
- La frecuencia cardiaca debe hallarse muy cerca al valor teórico máximo esperado, dado por la fórmula $220 - \text{edad}$ en años.

2.2.2. Análisis de los elementos de medición empleados en la prueba

2.2.2.1. Sistema para medir la Frecuencia Cardiaca

Dentro del diseño y construcción del equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College, debe incorporarse un dispositivo o subsistema que se encargue de la toma y registro de la frecuencia cardiaca, en este caso el objetivo es encontrar cuál de los sistemas de medición cardiaca existentes podría instalarse, adaptarse e integrarse mediante un software a todo el sistema: Escalón- banda-programa.

- **Pulsómetros**

Los pulsómetros son aparatos concebidos para detectar los latidos que tiene el corazón y mostrarnos su frecuencia por minuto.

Figura 9. Pulsómetros



VENTAJAS:

- Fiabilidad y precisión.
- Es un sistema debidamente programado que no necesita acompañamiento especializado ni largas jornadas de capacitación
- Costo considerable y asequible
- No requiere conexiones ni adecuación de espacios.

DESVENTAJAS:

- Debido a que el producto no necesita ser manipulado por personal especializado, los fisioterapeutas suelen interpretar mal los datos que este suministra o escogen una actividad de consumo energético según su criterio sin conocer si esta es o no la mas adecuada.
- Puede ser un artículo complementario de la prueba Queen College, pero no la implementa totalmente.

- **Características de la Banda Polar**

Figura 10. Banda Polar



ESPECIFICACIONES

Comunicación de datos

- Compatible con polarpersonaltrainer.com – opc. con Interface Polar IrDA USB
- Compatible con software Polar ProTrainer – opc. con Interface Polar IrDA USB

Funciones básica

- Batería reemplazable por el usuario
- Bloqueo de botones

Si activas la función de bloqueo de botones, se bloquearán los botones del training computer, por lo que si accidentalmente presionases uno de ellos, por ejemplo, durante el entrenamiento, esto no causaría ningún tipo de problema.

- Cronómetro

El cronómetro puede utilizarse para, por ejemplo, registrar los tiempos realizados en las vueltas a un circuito. En algunos productos, el cronómetro te informa del tiempo total del entrenamiento.

- Fecha y día de la semana
- Hora (12/24h) con alarma visual y sonora
- Indicador de batería baja
- Luz
- Pantallas en inglés, alemán, francés, portugués, castellano e italiano
- Recordatorio de entrenamiento
- Recordatorios

Podrás programar recordatorios para que te avisen de las diferentes tareas o sesiones de entrenamiento, como por ejemplo para recordarte que debes beber durante una sesión de entrenamiento.

- Resistencia al agua - 30m
- Zona horaria 2

Funciones de altímetro y barómetro

- Altitud con tendencia gráfica - visible en software Polar ProTrainer 5
- Altitud, ascenso y descenso - metros, grados y porcentaje
- Temperatura

Funciones de entrenamiento

- Ajuste zoom de pantalla

La función de ajuste zoom de pantalla te permite ampliar el tamaño de la información que aparece en pantalla durante el entrenamiento.

- Bloqueo de zona

La función del bloqueo de zona te ayuda a entrenar a cierta intensidad. Podrás bloquear una zona antes de realizar tu sesión de entrenamiento, o durante la misma, con simplemente pulsar un botón cuando te encuentres en la zona deseada.

- Ejercicios por intervalos - Frecuencia Cardíaca / ritmo / distancia
- Indicador gráfico de zona objetivo

Esta función muestra en la pantalla un gráfico de la zona en la que te encuentras durante una sesión de entrenamiento. Esta información te ayudará a mantenerte en la zona de intensidad deseada.

- Intervalos basados en tiempo y distancia
- Número de laps - 99
- Pantallas configurables por el usuario - todas las líneas
- Registro automático de laps

Esta función te permite programar el training computer para que indique las vueltas dadas a un circuito, basándose en una distancia previamente programada de, por ejemplo, 1 km.

- ZonePointer

El ZonePointer es un símbolo visible y móvil que aparece en la pantalla del training computer y que te indica si te encuentras dentro de tu zona objetivo preprogramada. Esta función te ayuda a alcanzar tus objetivos de intensidad/ritmo/velocidad/cadencia.

Funciones de Frecuencia Cardíaca

- FC basada en zonas objetivo con alarma visual y sonora
- Fcmáx (basada en el Polar Fitness Test)
- Fcmáx (basada en la edad)
- Frecuencia Cardíaca - ppm / % / %FCR
- Frecuencia Cardíaca media y máxima en cada lap
- Frecuencia Cardíaca media, mínima y máxima del entrenamiento
- Índice de relajación durante el entrenamiento
- Polar Fitness Test (test de condición física)
- Polar OwnCal® – gasto calórico con calibración de altímetro
- Polar OwnCode® (2.4 GHz W.I.N.D.) – transmisión codificada
- Polar OwnOptimizer – evita el sobre e infraentrenamiento
- Polar OwnZone® – zona personal de Frecuencia Cardíaca
- Polar sport zones

Las Polar sport zones te proporcionan una manera sencilla de seleccionar y realizar un seguimiento de la intensidad de tu propio entrenamiento y de seguir los programas de entrenamiento basados en las diferentes sport zones. El entrenamiento se divide en un total de cinco zonas en función de los porcentajes de tu Frecuencia Cardíaca máxima: muy suave (50-60%FCmáx), suave (60-70%FCmáx), moderada (70-80%FCmáx), intensa (80-90%FCmáx) y máxima (90-100%FCmáx).

- Variabilidad R-R / Variabilidad FC Online

La Variabilidad R-R / Variabilidad FC online mide los intervalos entre latido y latido y refleja la actividad del sistema nervioso autónomo en la regulación de los latidos del corazón. La medición de la variabilidad R-R es de mayor utilidad en intensidades bajas y en reposo. El índice de relajación indica el estado de tu recuperación física.

- Zona objetivo automática basada en la edad - ppm / % / % HRR
- Zona objetivo manual - ppm / % / %FCR

Funciones de registro

- Archivos de entrenamiento (con resúmenes) - 99
- Combinación de archivos de entrenamiento

Esta función te permite combinar sesiones de entrenamiento consecutivas. Si empiezas una nueva sesión de entrenamiento dentro de un período de una hora desde el momento de finalizar la sesión anterior, podrás combinar la nueva sesión con la anterior.

- Indicador de memoria disponible
- Resumen semanal

El resumen semanal recoge todos los datos de tu entrenamiento semanal. Si seleccionas una semana concreta, podrás revisar los datos de entrenamiento de esa semana.

- Totales

Los totales incluyen los datos de tu entrenamiento a partir de la última reprogramación, lo que te permitirá seguir tu entrenamiento a largo plazo.

- Variación R-R

Funciones del sensor de cadencia W.I.N.D.

- Ajustes de bicicleta - para dos bicicletas
- Cadencia - actual, media y máxima
- Cadencia - basada en zonas objetivo con alarma visual y sonora
- Límites ciclistas

Esta función será útil para mantener un cierto nivel de intensidad en tu entrenamiento. Podrás programar límites superiores e inferiores para tu

Frecuencia Cardíaca, cadencia, velocidad y potencia. Si tu índice de ciclismo sale fuera del rango predeterminado, el training computer te avisará mediante alarmas sonoras y visuales.

Funciones del sensor de velocidad s3

- Cadencia - actual, media y máxima
- Distancia - entrenamiento, lap y total
- Elección de zapatilla - ajustes para 3 zapatillas
- Longitud media de zancada
- Running Index

El Running Index está basado en los datos correspondientes a la Frecuencia Cardíaca y a la velocidad medidos durante la carrera. Esta función te proporciona información diaria acerca de tu nivel de rendimiento, tanto de tu condición aeróbica como de tu economía de la carrera. La mejora de la eficacia de la carrera indica una mayor economía del rendimiento.

- Velocidad - ritmo - basados en zonas objetivo con alarma visual y sonora
- Velocidad/ritmo - actual, media, máxima

Funciones del sensor de velocidad W.I.N.D.

- Ajustes de bicicleta - para dos bicicletas
- Autostart/stop
- Distance – training, lap, trip y total
- Distancia basada en intervalos
- Distancia basada en tiempo de recuperación
- Inclinación

Límites ciclistas

Esta función será útil para mantener un cierto nivel de intensidad en tu entrenamiento. Podrás programar límites superiores e inferiores para tu Frecuencia Cardíaca, cadencia, velocidad y potencia. Si tu índice de ciclismo sale fuera del rango predeterminado, el training computer te avisará mediante alarmas sonoras y visuales.

- SpeedPointer

La función SpeedPointer te informa de tu propia velocidad dentro de los límites de velocidad programados

- Velocidad - actual, media y máxima
- Velocidad - basada en zonas objetivo con alarma visual y sonora

Funciones del sensor GPS G3 W.I.N.D.

- Distancia - entrenamiento, lap y total
- Distancia basada en intervalos
- Distancia basada en tiempo de recuperación
- Inclinación

La inclinación te informa de la subida o bajada de forma numérica, ayudándote así a ajustar tu esfuerzo de pedaleo a la inclinación del terreno. Esta función te muestra la inclinación de subida/bajada en porcentajes y en grados.

- Límites ciclistas

Esta función será útil para mantener un cierto nivel de intensidad en tu entrenamiento. Podrás programar límites superiores e inferiores para tu Frecuencia Cardíaca, cadencia, velocidad y potencia. Si tu índice de ciclismo sale fuera del rango predeterminado, el training computer te avisará mediante alarmas sonoras y visuales.

- Registro de ruta en mapa - opc. con software Polar ProTrainer 5
- Running Index

El Running Index está basado en los datos correspondientes a la Frecuencia Cardíaca y a la velocidad medidos durante la carrera. Esta función te proporciona información diaria acerca de tu nivel de rendimiento, tanto de tu condición aeróbica como de tu economía de la carrera. La mejora de la eficacia de la carrera indica una mayor economía del rendimiento.

- SpeedPointer

La función SpeedPointer te informa de tu propia velocidad dentro de los límites de velocidad programados

- Velocidad - basada en zonas objetivo con alarma visual y sonora
- Velocidad/ritmo - actual, media, máxima
-

VENTAJAS:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Permite la integración con otros sistemas en Pc o Ipod |
| <ul style="list-style-type: none">• Fácil acceso |
| <ul style="list-style-type: none">• Practico. |
| <ul style="list-style-type: none">• Las dimensiones se adecuan a un percentil alto entre la población colombiana. |
| <ul style="list-style-type: none">• La toma de frecuencia cardiaca no registra ruidos altos, ello le da precisión y fiabilidad a los datos obtenidos. |

DESVENTAJAS:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Costo relativamente alto. |
| <ul style="list-style-type: none">• Puede ser un artículo complementario de la prueba Queen College, pero no la implementa totalmente. |

2.2.3. Empresas productoras de estos equipos y/o afines.

En Colombia no se encuentran compañías dedicadas a la producción de equipos ergométricos, por ello que se referirá a empresas en el extranjero como Ergoline o Polar con sede en Estados Unidos.

2.2.4. Síntesis del estado del arte

En resumen son muchos los protocolos propuestos para evaluar la capacidad aeróbica de un individuo. Un laboratorio bien implementado permitirá la escogencia de pruebas directas con análisis automatizado de los datos y un alto nivel de confiabilidad en los resultados. En otras circunstancias las pruebas indirectas serán adoptadas, especialmente cuando se desea evaluar grandes grupos humanos, como es el caso planteado para el desarrollo de este proyecto, en el cual se requiere evaluar varias personas en un lapso corto de tiempo (escuela fisioterapia de la UIS). Para rehabilitación cardiaca se prefieren esquemas graduados de baja intensidad en bicicleta o banda rodante. La evaluación de los deportistas puede también realizarse con un buen grado de confianza a través de pruebas de campo. En última instancia la selección de la prueba ergométrica más apropiada se rige por las condiciones específicas de la infraestructura con que cuentan el evaluador y el evaluado.

En el país no existen compañías que se dediquen a la producción masiva y especializada de un equipo ergométrico en serie, dado que las metalúrgicas del país no se especializan en este tipo de elementos tecnológicos.

Así mismo en el mercado no existen equipos que cumplan con las características que plantea el proyecto, dado que se encuentran investigaciones, modelos y prototipos como resultado de las mismas como lo es la Universidad de Sao Paulo en Brasil, quienes desarrollaron un banco graduable por accionamiento mecánico.

Con respecto a las bandas para medir la frecuencia cardiaca, se encuentra que existen bandas como la polar que permiten ser integradas a otros sistemas mediante un micro controlador electrónico que permite recibir la frecuencia en zonas de hasta 1 y 2 metros. Es así que se determina que es posible su integración y uso como parte del desarrollo de este proyecto.

2.3. SISTEMAS Y MECANISMOS DE ELEVACION EXISTENTES

2.3.1. Mecanismo Gato Tornillo

Figura 11. Gato Tornillo



Descripción: El gato de tornillo consiste en una manivela que mueve un tornillo sin fin (figura 11) . La distancia de la empuñadura de la manivela hasta el eje del tornillo es L, por cada vuelta que da la manivela el tornillo desplaza la horquilla 1

cm.

Entre los dos extremos del tornillo está la horquilla y en la unión de la horquilla un soporte. Por cada vuelta que da la manivela la horquilla se va cerrando y el soporte se va levantando (figura 12). El desplazamiento del soporte es muy pequeño comparado el desplazamiento de la manivela y el peso que se mueve sobre el soporte es mucho mayor que la fuerza que se ejerce simplificando así el proceso.

Figura 12. Tornillo helicoidal del gato de tornillo



Uso:

El gato de tornillo es un aparato de alta calidad que se utiliza para facilitar el levantamiento de pesos.

El gato de tornillo se utiliza comúnmente para levantar coches (figura 13) cuando se desea, por ejemplo, cambiar un neumático

Figura 13. Esquema de funcionamiento gato tornillo.



Análisis

El rango de alturas que según la población colombiana se necesitan para realizar la prueba en una plataforma o escalón graduable, se logra cómodamente con este mecanismo.

El mecanismo es relativamente liviano (750gr). Es recomendable que el peso del mecanismo sea menor para evitar que el equipo sea muy pesado.

Pese a que el mecanismo resulta bastante estable en la tarea de levanta cargas, es importante mencionar que para la plataforma planteada para el equipo se requiere una superficie de apoyo mucho mayor que además le de estabilidad al usuario y permita que la ejecución de la prueba sea 100% segura.

Las reducción de fuerza con la manivela es optima, sin embargo el numero de revoluciones que actúan cierta distancia de elevación retardan en parte el proceso.

2.3.2. Mecanismo Gato mecánico de 4 barras

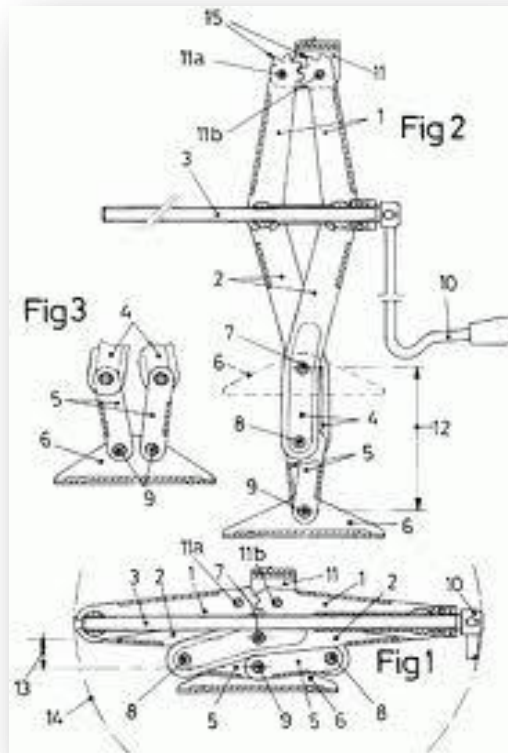
Figura 14. Gato de 4 barras



Descripción:

Un gato mecánico o "gata" como le dicen en algunos países, es un dispositivo mecánico usado para ejercer grandes fuerzas o levantar pesos considerables (figura 14). Para su funcionamiento, el gato mecánico emplea ya sea un cilindro hidráulico o un hilo (o roscada, como en los tornillos) para convertir fuerzas, resultando en una considerable fuerza lineal, las partes se relacionan en la figura 15.

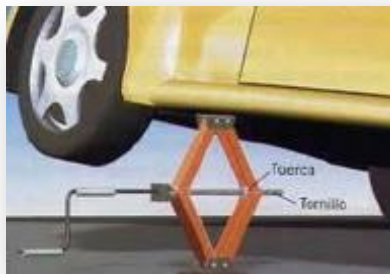
Figura 15. Partes de una gato de 4 barras



Uso:

El uso más común es la del carro o automóvil, que se usa para levantarlo para realizar algún tipo de mantenimiento (figura 16); la idea es permitir a una persona cuya fuerza es normal, levantar el peso del automóvil usando solo fuerza manual. Para ajustarla al carro, normalmente tienen un punto de apoyo donde se "engancha", para así evitar resbalones y posibles accidentes.

Figura 16. Funcionamiento de un gato de 4 Barras



Evolución:

El gato hidráulico usa un fluido incompresible para ejercer la fuerza; el fluido se fuerza dentro de un cilindro usando una bomba, y el fluido es típicamente aceite, por ser auto-lubricante.

Origen:

Sobre el inventor de este dispositivo, no hay mucha información; las primeras "gatas" corresponden a los primeros tornillos con rosca modificados, y fueron hechas de madera y usadas para aplicar fuerzas en prensas de olivos, y en aplicaciones similares. Sobre la gata o gato hidráulico, se considera a Richard Dudgeon como su inventor, y consiguió una patente por su invento en 1851.

Análisis.

Este mecanismo coincide con el anterior en que el rango de alturas que según la población colombiana se necesitan para realizar la prueba en una plataforma o escalón graduable, se logra cómodamente, sin embargo la diferencia entre ambos radica en que la estructura plegada que genera la altura mínima (17 cm) ocupa un espacio mucho mayor y haría el equipo integrado mas robusto y pesado.

En términos estabilidad se mantiene la problemática para la plataforma o el área que debe sostener al paciente durante la prueba ya que el movimiento del mismo implica que la parte mecánica abarque una superficie mucho mayor que mantenga seguro al paciente y para el caso del gato mecánico el área de contacto sobre la cuál se ejercería el apoyo de cada persona no excede los 20 centímetros cuadrados lo cual resulta mínimo e inestable. Si se ampliara esta área de contacto

del mecanismo, se entraría a generar una estructura en voladizo altamente peligrosa y perjudicaría el tiempo de vida útil del producto. Aun si se usaran dos mecanismos iguales como apoyo la estructura permanecería inestable, ello obviando el aumento de peso y volumen que se produciría.

2.3.3. Mesa elevadora de Tijera

Descripción:

Como su nombre lo indica es una estructura de tijera, construida en acero reforzado, que permite el ascenso o descenso de una plataforma (situada

En la parte superior de la mesa), la cual recibe y soporta el material a trasladar. El ángulo de la base permite a la estructura de tijera recorrerse conforme va ganando altura, y viceversa, manteniendo una estable posición horizontal, su descripción se evidencia mejor en la figura 17..

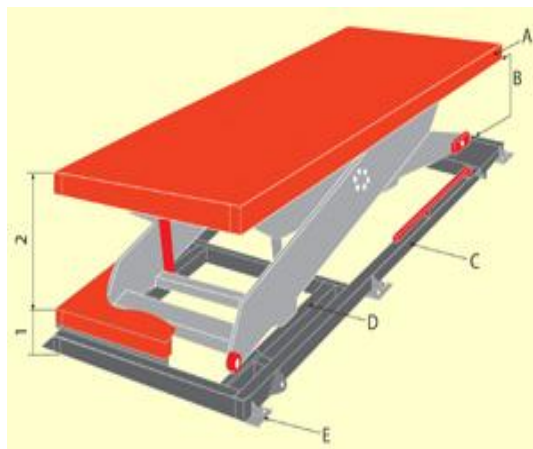
Figura 17. Mesa elevadora de tijera



Evolución:

Tienen un funcionamiento electro-hidráulico, para lo cual utilizan un motor de corriente alterna, de 127 a 440 V dependiendo el modelo y la aplicación.

Figura 18. Esquema de funcionamiento mesa elevadora



- A. Marco superior con plataforma.
- B. Mecanismo de sustentación.
- C. Marco inferior.
- D. Guías de rodamiento.

- E. Anclajes para suelo.
- 1. Altura de construcción.
- 2. Elevación útil o carrera.

Uso:

Hay un sinnúmero de aplicaciones y variaciones de mesas de tijera, dependiendo del uso, de su locación en la bodega, la diferencia entre los pisos a cubrir, anchos y largos de plataforma, así como los materiales de la misma y sus capacidades. Las mesas de tijera son equipos muy útiles para la logística de un almacén o bodega, al permitir mover mercancías de un nivel a otro y dado el caso también personas.

Análisis.

EL sistema anterior cuenta por definición estructural con una superficie horizontal, además la superficie de apoyo cuenta con una estructura mucho más estable que las anteriores. Se presenta además como un marco mecánico que le brinda a esta alternativa la cualidad de ser mucho más liviana respecto a los anteriores, sus partes se han relacionado en la figura 18.

La forma en que el mecanismo es frenado en las mesas elevadoras, puede tornar su fabricación y programación algo compleja y costosa, sin embargo dado el peso máximo que se requiere soportar con la estructura (150 kg), es posible que el sistema hidráulico que usualmente se encuentra en este equipo se desprecie para aplicarlo a la plataforma móvil.

2.4. NORMATIVIDAD

2.4.1. Factores técnicos

Normas para fabricación de mesas elevadoras

CE norma EN1570: 1999. EUROPA

Para las mesas elevadoras, la norma europea es la **EN 1570**, aprobada por el CEN (Comité Europeo de las Normas) el 7 de mayo de 1998 y publicada en el GUCE (boletín oficial de estado de las Comunidades Europeas) el 15 de octubre de 1998.

En el preámbulo de esta norma se escribe que ésta tiene valor de norma nacional en todos los países miembros del CEN dentro de noviembre de '98 y que todas las reglas nacionales contra ésta tenían que ser eliminadas dentro de esa fecha.

Los miembros del CEN tienen que respetar las reglas comunes del CEN/CENELEC que definen las modalidades según las cuales se debe dar la condición de norma nacional a la norma europea sin modificarla.

Esta norma debe considerarse conjuntamente con las siguientes disposiciones:

EN 292 Seguridad de la máquina, conceptos de base, principios generales de diseño

Parte 1 : Términos de base, método.

Parte 2 : Principios técnicos y especificaciones.

EN 294 Seguridad de la máquina: distancias de seguridad de la máquina para impedir que uno alcance zonas peligrosas con las extremidades superiores.

EN 349 Seguridad de la máquina: distancias mínimas para evitar cizallado de partes del cuerpo.

EN 414 Seguridad de la máquina: reglas para preparar los estándares de seguridad

EN 418 Seguridad de la máquina: dispositivos de parada de emergencia: aspectos del funcionamiento

EN 954 Seguridad de la máquina: detalles de seguridad de los sistemas de control - parte 1

EN 982 Seguridad de la máquina: requisitos de seguridad concernientes los sistemas y sus componentes para transmisiones.

EN 60204 Seguridad de la máquina: instalaciones eléctricas de las máquinas – parte 1, criterios generales

EN 60529 Grados de protección; protección de los elementos eléctricos contra contactos, cuerpos extraños y agua.

EN 60947 Interruptores de baja tensión y dispositivos de mando : parte 4-1, contadores electromecánicos y starter – motores

HD 419.2 Interruptores a baja tensión y dispositivo de mando : semiconductores

HD 364 Plantas eléctricas ; parte 4 ; protecciones por seguridad ; capítulo 41 ; protecciones contra choques eléctricos

HD 364 Plantas eléctricas ; parte 4 ; protecciones por seguridad ; capítulo 47 ; aplicación de las medidas de protección por seguridad.

La Norma EN 1570 confirma además los requisitos fundamentales de las directivas UE siguientes:

2006/42/CE Disposición de las Máquinas (del 17 de mayo de 2006 – sustituye la directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo – llamada « directiva máquinas” – publicada en la Gazzetta Oficial del 07/12/1998, que se refería a todo tipo de maquinaria y a sus componentes de seguridad puestos aisladamente en el mercado – y a su vez modificaba la directiva 89/392CEE del consejo, del 14 de junio de 1989)

2006/95/CE Disposiciones baja Tensión

2004/108/CE Disposiciones sobre la compatibilidad electromagnética EMC

DIBUJOS – FASCÍCULO TÉCNICO

Cada mesa elevadora está completa de fascículo técnico concerniente los cálculos de la estructura y las medida de seguridad utilizadas.

Este fascículo técnico está disponible a petición de las autoridades de control para averiguar la conformidad de la máquina con los requisitos de seguridad.

LISTA DE LOS RIESGOS

Las mesas elevadoras incluyen todas las medidas de seguridad necesarias para eliminar, en lo posible, Cualquier riesgo.

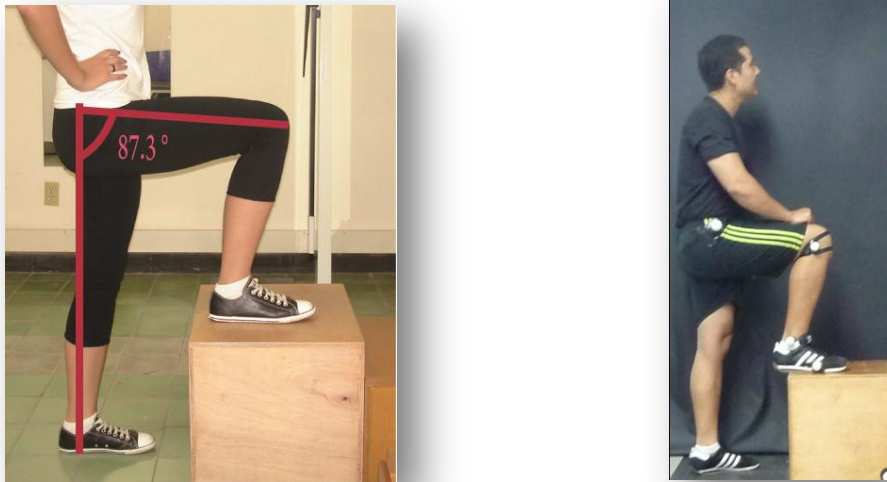
Los riesgos y los remedios relativos a las plataformas están listados en los requerimientos de seguridad.

2.5. IDENTIFICACION DE LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS

2.5.1. Análisis postura de la ejecución de prueba por observación

En la figura 19 se relaciona la postura de ejecución de la prueba para determinar un estudio ergonómico más detallado.

Figura 19. Postura crítica en la ejecución de la prueba



Anexo Digital 1. Video de ejecución de la prueba

Dimensiones del Cajón usado actualmente:

Largo: 70 cm

Ancho: 45 cm

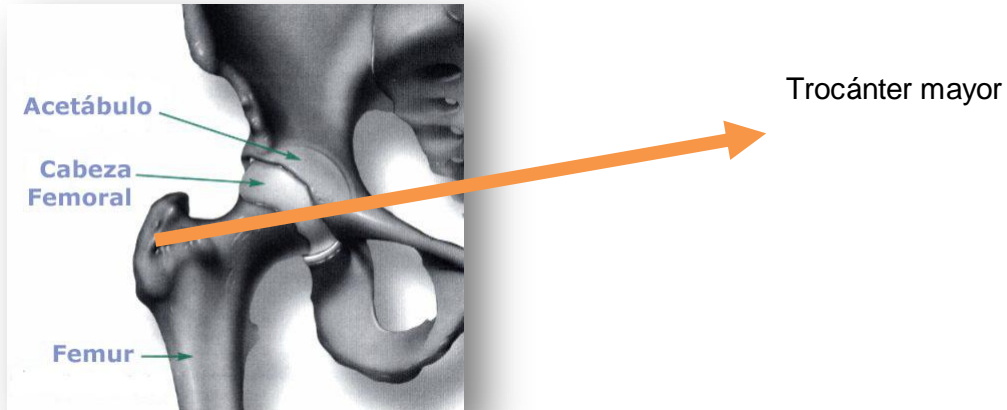
Alto: 41.3 cm

Estas según norma de ejecución de acuerdo a la norma Estadounidense, de modo que estas dimensiones son acordes a los percentiles estadounidenses según estudios.

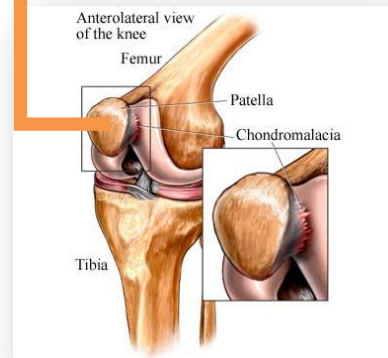
Angulo aceptable formado entre la vertical y el fémur: $73,3^{\circ} \pm 2^{\circ}$. (setenta y tres punto tres grados con un sesgo de más o menos dos grados), la medida se toma desde el punto trocánter mayor hasta el punto de la línea articular de la rodilla por lo que el escalón empleado Según la Figura 19 resulta ineficiente.

A continuación relacionamos la ubicación de los puntos de la pierna para la medición a realizar (figura 20).

Figura 20. Puntos de la pierna donde se mide le Longitud del Fémur



Punto de la línea articular de la rodilla

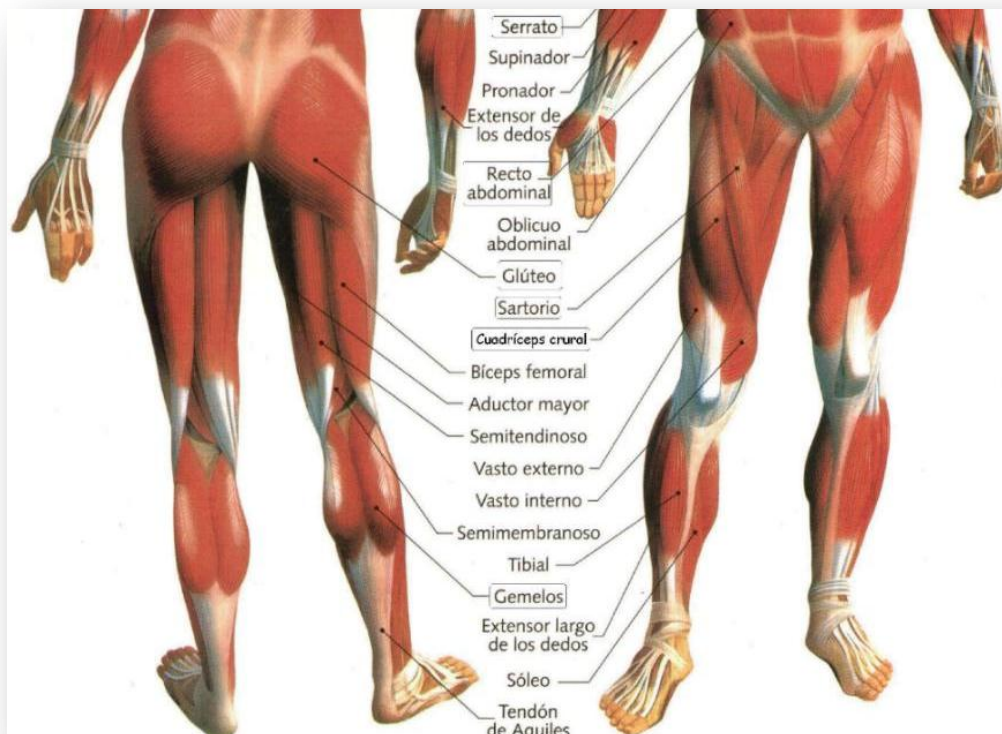


En la ejecución del ejercicio hay una constante flexión y extensión de los músculos de las piernas, es por ello que se debe evitar que el ángulo formado entre la vertical y el fémur sea superior a 73.3° , para prevenir molestias y sobrecargas musculares que determinan un sesgo elevado en la toma de la medida de frecuencia cardíaca.

Músculos que intervienen en la ejecución de la prueba:

Tenemos que todos los músculos de los miembros inferiores intervienen en la ejecución de la prueba, de modo que se estiran y contraen según el movimiento repetitivo de las piernas al subir y bajar el escalón, los cuales se mencionan a continuación en la figura 21.

Figura 21. Relación de los músculos de las piernas que intervienen en la ejecución de la prueba



Se encuentra que las dimensiones del cajón actual sobrepasan el límite de 73.3° en el ángulo de flexión del fémur en relación con la vertical, lo que genera fatiga excesiva en los músculos de los miembros inferiores.

Angulo de flexión del fémur con la ejecución actual.

En la figura 22 se relaciona el ángulo formado entre la vertical y el fémur para un participante con las siguientes características:

Género	Edad	Talle	Longitud de fémur	Percentil poblacional al que pertenece	Angulo del fémur
Masculino	22 años	1.74 m	35 cm	90	79.6°

Figura 22. Angulo formado entre la vertical y el fémur participante 1.



Así mismo en la figura 23 se relaciona el mismo ángulo para un segundo participante.

Género	Edad	Talle	Longitud de fémur	Percentil poblacional al que pertenece	Angulo del fémur
Femenino	24 años	1.62 m	37 cm	75	87.3°

Figura 23. Angulo formado entre la vertical y el femur participante 2



2.5.2. Conclusiones análisis por observación

Se encuentra que incluso para percentiles poblacionales altos el Angulo formado por la vertical y el fémur es muy superior a 73.3° , por lo cual el participante debe realizar esfuerzos mayores a los recomendados para lograr cumplir con la prueba, de ahí que el hecho de que la altura se ajuste según cada persona sea un factor determinante dentro de la ejecución de este tipo de pruebas, dado que los músculos no deben experimentar cansancio o fatiga excesiva para que el consumo máximo de oxígeno pueda ser calculado sin la utilización de estos sesgos de medición.

2.5.3. Fórmula mediante la cual se podría calcular la altura del escalón en función de la longitud del fémur.

Según estudios realizados en Estados Unidos para la validación de la prueba en jóvenes entre 18 y 25 años, se determinó que hay una relación entre la longitud del fémur y la altura máxima del escalón para no superar el ángulo de 73.3° . De

estos estudios se concluye que es posible utilizar una relación matemática la cual está en función del coseno del ángulo:

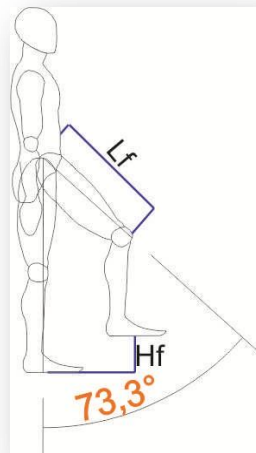
$$H_f = L_f \cdot (1 - \cos(73.3^\circ))$$

Donde: H_f = Altura del escalón

L_f = Longitud del fémur

En la figura 24 se relacionan las variables que intervienen en la fórmula.

Figura 24. Variables fórmula para calcular la altura del escalón



2.5.4. Determinación de la altura mínima del escalón por muestreo antropométrico.

La altura mínima del escalón debe determinarse según el ángulo formado por la vertical y el fémur, por lo tanto y no existiendo en el país un registro de estas dimensiones se realizó un muestreo antropométrico en niños de 6 y 7 años de edad, que permitiera: primero determinar la altura mínima del escalón (percentil 5) y segundo determinar si la fórmula mencionada anteriormente es aplicable a niños de esta edad.

2.5.4.1. Protocolo muestreo antropométrico niños

Objetivo General: determinar la altura mínima de la plataforma horizontal, mediante un muestreo a niños de 6 y 7 años.

Objetivos Específicos:

- Validar la aplicación de una fórmula en función de la longitud del fémur para determinar la altura de la superficie horizontal. ($H_f = L_f \cdot (1 - \cos 73^\circ)$)
- Determinar la altura mínima la plataforma.

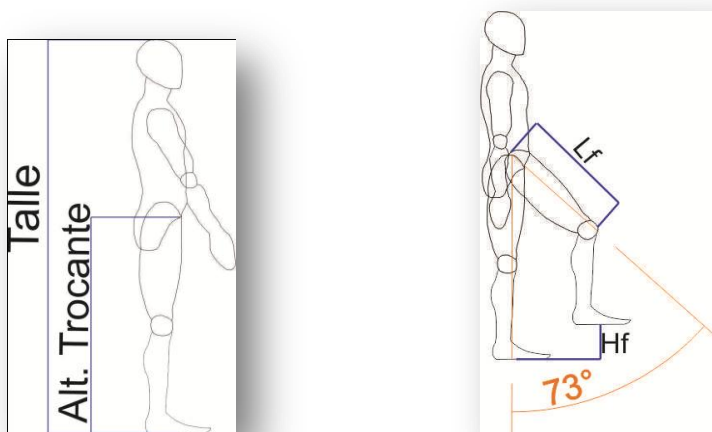
Características del muestreo: se tomarán medidas a 30 niños y niñas de 6 y 7 años de un colegio de la zona metropolitana de Bucaramanga. Se determinaran 4 dimensiones básicas: talla, altura piso-cadera, altura piso pie derecho con flexión de la pierna a 73° y largo del fémur.

Procedimiento a seguir:

Se tomaran las medidas ubicando a los niños contra una pared en la que se colocara una regleta con la medición de altura, con esta se indicara el talla. Después se coloca al menor mirando hacia la derecha y se le tomara la altura piso-cadera, la cual se medirá del piso al punto trocante mayor.

Posteriormente se le pedirá al niño que levante la pierna derecha y se tomara la longitud del fémur, que va desde el trocante mayor hasta la rodilla. Después se determinará el Angulo de 73° y se tomara la altura del pie derecho al piso en esta posición, en la figura 25 se explican los esquemas de medición a tener en cuenta.

Figura 25. Variables muestreo antropométrico



Las 2 personas que tomaran las medidas se distribuirán de la siguiente manera durante el procedimiento. Una tomara los datos mientras la otra llevara el registro grafico y numérico de los mismos.

Ejecución:

El muestreo se llevó a cabo el 20 de octubre de 6 a 9 am en un colegio de la zona metropolitana de Bucaramanga, con niños del grado primero de 6 y 7 años. Se tomaron las medidas a 13 niñas y 17 niños, como se muestra en la figura 26.

Figura 26. Esquema de medición ángulo 73.3° en niños



Observaciones:

Los niños presentaron errores en la postura adecuada para tomar la medida de la H_f , por lo cual se presenta un sesgo alto en cuanto a la exactitud de la misma, por lo cual se determinara una desviación estándar no superior a 3 en la tabulación de los datos.

La incertidumbre de medida se tomara sobre 1 cm por medida registrada, por lo cual cada medida oscilara entre + 1 o - 1. En la tabla 1 se encuentra la tabulación de los datos del muestreo antropométrico y en la tabla 2 los resultados obtenidos para la altura mínima del escalón.

Tabla 1. Tabulación de resultados muestreo antropométrico

TABULACION DE RESULTADOS (Medidas en cm)						
PARTICIPANTE	SEXO	EDAD	TALLE	ALTURA PISO CADERA	LONGITUD DEL FEMUR	ALTURA PISO-PIE CON PIERNA FLEXIONADA 73°
1	F	6	120	60	27,5	17,5
2	M	6	127	57,5	31	18,5
3	F	7	130	56,3	31	16,5
4	M	6	122,5	59,5	29	22,5
5	M	7	128	54,5	31	19,5
6	M	6	124	61	26	15,5
7	M	6	131	62	29	24
8	F	6	124,5	60	26,5	21
9	F	7	126,5	62	30	22,5
10	M	6	122,5	58,5	30	21
11	M	6	128	60	30,5	23,5
12	M	6	132	61	31,5	21
13	F	6	131	65	34,5	24
14	F	6	128	65	32,5	23
15	M	6	118	57	28	17,5
16	F	7	130,5	65	30	18
17	M	7	126,5	60	30	23
18	F	6	124,2	64	28	22
19	M	6	129	64	29,5	19,5
20	F	6	121,5	62,5	27,5	20,5
21	M	6	119,5	55,5	27	19,5
22	F	6	118,5	59,5	26	19
23	M	6	134	62,5	33	24
24	F	6	125	65	32	18,5
25	M	6	122,5	59	29	19
26	M	6	129	60,5	30,5	20,5
27	M	7	119	54,5	29	22
28	F	6	137,5	65	33,5	19
29	F	6	125,5	63	30	22
30	M	7	120,5	56	29,5	20

Tabla 2. Tabulación de datos para determinar altura mínima

N°	ALTURA PISO-PIE CON PIERNA FLEXIONADA 73°	Hf-lf*(1-cos 73°)	Diferencia Numerica	Diferencia relativa	% error	VALIDACION CON % DE ERROR INFERIOR A 15
1	17,5	19,4	1,9	1,1	9,6	SI
2	18,5	21,8	3,3	1,2	15,2	NO
3	16,5	21,8	5,3	1,3	24,4	NO
4	22,5	20,4	-2,1	0,9	-10,3	SI
5	19,5	21,8	2,3	1,1	10,6	SI
6	16,5	18,3	1,8	1,2	15,3	NO
7	24	20,4	-3,6	0,9	-17,6	NO
8	21	18,6	-2,4	0,9	-12,6	SI
9	22,5	21,1	-1,4	0,9	-6,6	SI
10	21	21,1	0,1	1,0	0,5	SI
11	23,5	21,5	-2,0	0,9	-9,5	SI
12	21	22,2	1,2	1,1	5,3	SI
13	24	24,3	0,3	1,0	1,1	SI
14	23	22,9	-0,1	1,0	-0,6	SI
15	17,5	19,7	2,2	1,1	11,2	SI
16	18	21,1	3,1	1,2	14,7	SI
17	23	21,1	-1,9	0,9	-8,9	SI
18	22	19,7	-2,3	0,9	-11,7	SI
19	19,5	20,8	1,3	1,1	6,1	SI
20	20,5	19,4	-1,1	0,9	-5,9	SI
21	19,5	19,0	-0,5	1,0	-2,6	SI
22	19	18,3	-0,7	1,0	-3,8	SI
23	24	23,2	-0,8	1,0	-3,3	SI
24	18,5	22,5	4,0	1,2	17,8	NO
25	19	20,4	1,4	1,1	6,9	SI
26	20,5	21,5	1,0	1,0	4,5	SI
27	22	20,4	-1,6	0,9	-7,8	SI
28	19	23,6	4,6	1,2	19,4	NO
29	22	21,1	-0,9	1,0	-4,2	SI
30	20	20,8	0,8	1,0	3,7	SI

2.5.4.2. Resultados Muestreo antropométrico

Promedio rango de datos: 20,5

Desviación estándar muestra 2,3%

Altura mínima determinada: 16,5 cm

Aproximación al entero más Cercano 17 cm

2.5.4.3. Análisis de resultados y conclusiones.

Se presentó un sesgo alto en la toma de datos, pero la desviación estándar estuvo por debajo de lo esperado, por lo cual los resultados se validan para el 80% de los datos.

La mínima distancia Hf es de 16.5 cm y aproximando al entero más cercano se determina que la altura mínima de la plataforma será de 17 cm.

La fórmula $Hf = Lf \cdot (1 - \cos(73^\circ))$, es válida para el 80% de los datos recogidos, por lo cual se concluye que es aplicable a niños de 6 años de edad en adelante. Por lo tanto la altura final de la plataforma quedara en función de la longitud del fémur, para esta parte de la población.

2.5.5. Validación de la aplicabilidad de la fórmula $Hf = Lf \cdot (1 - \cos(73.3^\circ))$, para ajustar la altura del escalón población adolescente y adulta.

Usuario:

Personas hombres y mujeres con edades entre los 15 y 45 años, sin problemas cardiacos, tensión arterial u otra enfermedad que le impida la realización de cualquier tipo de esfuerzo físico.

Variables:

Independientes:

- Ambiental
El muestreo se realizara en un cuarto cerrado, con una fuente lumínica superior a 200 lux.
El escalón se ubicara contra una pared.
- Instrumental
Elementos que harán parte de la prueba: Mecanismo de elevación con superficie de apoyo superior.
Cinta métrica de 0 a 41.3 cm para determinar la altura del escalón
Señalización de identificación de los puntos necesarios para la toma de medidas.
Cinta métrica de 0 a 150 cm para determinar longitud del fémur.
Cámara de video que registrara todo el proceso en cada participante.

Dependientes:

Altura del escalón en función de la longitud del fémur cumpliendo el Angulo entre la vertical y el fémur de 73.3° .

Selección de participantes:

Se seleccionarán 17 participantes hombres y mujeres de forma aleatoria, los cuales serán estudiantes de la Universidad Industrial de Santander, que no presenten enfermedades cardio respiratorias ni otras que le impidan la realización de algún tipo de actividad física.

Equipo experimental:

El equipo experimental estará conformado por 2 personas, de las cuales la primera tomara los datos y vigilara la grabación.

Elaboración de Test

Se elaborara un test que permita la toma de datos y registro de información en función de los datos obtenidos.

Locación:

En un salón del edificio Federico Mamita Bayer se ubicara el mecanismo de elevación contra una pared, se instalara la regla métrica de 0 a 41.3 cm junto a este, la cámara a una distancia de 2.5 m para evitar distorsiones sobre un trípode.

Desarrollo:

Se seleccionara la persona aleatoriamente.

Se le pedirán algunos datos básicos, como nombre, edad, sexo.

Se le marcarán los puntos de medición con señales visuales: (cintura (alineado con el piso), punto de rotación del fémur, trocante mayor y punto más prominente de la rodilla.)

Se tomara la medida de longitud del fémur la cual va desde el punto de rotación del fémur al punto más prominente de la rodilla.

Se aplicara la formula $H_f = L_f \cdot (1 - \cos(73,3^\circ))$ y según este resultado se graduara la altura del escalón.

Después se le indicara a la persona que ubique la pierna sobre el escalón y se tomara la medida del ángulo que hay entre la vertical y el fémur.

En esta parte se tomara una fotografía del participante para posterior análisis por software (SAPO).

De ser necesario se repetirán las mediciones para evitar sesgos y corroborar datos.

Los resultados se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Tabulacion de datos obtenidos

N°	GE NE RO	EDA D	ESTAT URA (cm)	LF	Hf FORMU LA	ANGULO MEDICIO N MANUAL	ANGUL O ANALIS SOFWA RE*	DESVIAC ION MEDICIO N	APLICABI LIDAD DE LA FORMULA POR PARTICIP ANTE
1	F	24	157	43,5	31,0	78	74,1	5%	NO
2	M	23	170	36,5	26,0	75	72,2	4%	SI
3	M	21	183	45	32,1	73	73,2	0%	SI
4	F	21	160	38	27,1	76	74,3	2%	SI
5	M	21	183	42	29,9	75	71,8	4%	SI
6	F	23	165	41,5	29,6	80	77,8	3%	NO
7	F	18	150	36,5	26,0	77	75,9	1%	SI
8	F	25	163	41	29,2	77	75,3	2%	SI
9	F	21	160	40,5	28,9	74	73,4	1%	SI
10	F	22	178	47,5	33,9	78	76,6	2%	SI
11	M	21	172	44	31,4	71	70,2	1%	SI
12	M	27	180	42	29,9	77	75	3%	SI
13	F	18	162	39,5	28,1	74	73,2	1%	SI
14	M	20	168	40,5	28,9	76,5	72,3	6%	NO
15	F	21	158	42,5	30,3	70	70,6	-1%	SI
16	M	31	168	41,5	29,6	73	72	1%	SI
17	F	24	168	43	30,6	75	74,9	0%	SI

VALIDACION DESVIACION	SEGÚN
82%	

CRITERIOS TENIDOS EN CUENTA:

1. SI EL VALOR DEL ANGULO ES IGUAL A $73,3^{\circ} \pm 2$
2. SI LA DESVIACION ESTANDAR DE LA MEDICION ES INFERIOR AL 4%

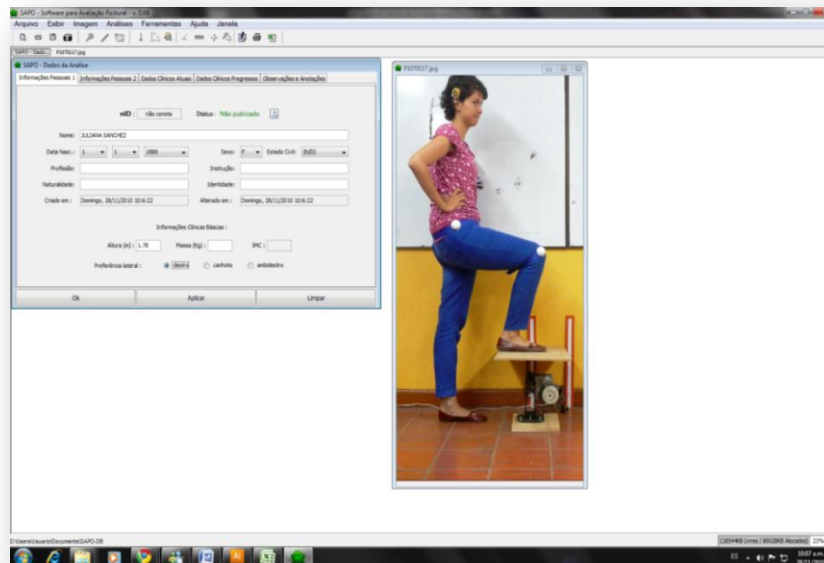
MARGEN DE ERROR MEDICION

UNIDADES EN CM 0,1
 ANGULOS EN
 GRADOS 1°

2.5.5.1. Análisis por software (SAPO).

Se hizo un análisis mediante el programa SAPO/PAS, software de análisis postural desarrollado por un grupo de investigación de la universidad de Rio De Janeiro en Brasil, el cual permite mediante la toma de fotografías un análisis postural efectivo.

Figura 27. Imagen de la interfaz del programa SAPO



En primer lugar se digitan los datos del participante como nombre, genero , edad y cualquier otro relevante para el análisis. Posteriormente se realiza el análisis mediante la medición libre o por protocolo de distancias, ángulos, etc. En este caso particular se tomo la medida el ángulo vertical formado por el punto trocante mayor y el punto de la línea articular de la rodilla.

Este análisis se hizo con el fin de verificar la toma de la medida del ángulo manual que se llevo a cabo durante la prueba, lo cual permitirá determinar si la formula de graduación de altura es aplicable a la población colombiana, algunos resultados se presentan en la figura 28.

Análisis del ángulo en función de la altura del escalón, aplicando la formula $H_f = L_f \cdot (1 - \cos 73.3^\circ)$

Figura 28. Análisis del ángulo vertical



Lf= 43.5 cm
Hf= 31 cm
 $\phi = 74.1^\circ$



Lf= 27 cm
Hf= 32 cm
 $\phi = 74.3^\circ$



Lf= 44 cm
Hf= 34 cm
 $\phi = 70.2^\circ$

Lf= 42 cm
Hf= 30 cm
 $\phi = 72^\circ$



2.5.5.2. Observaciones y conclusiones

Para el 80% de la muestra el rango de ángulo (71.3° a 75.3°) se cumple.

El análisis determina que es aplicable la formula $H_f = L_f \cdot (1 - \cos 73.3^\circ)$.

El rango de error de medición del ángulo generalmente es por encima de 73.3°.

La altura del escalón se acomoda a la mitad de la pantorrilla para la mayoría de los participantes.

Se valida la aplicación de la formula como referente para calcular la altura del escalón, ya que el porcentaje de acierto en la muestra es del 82% de los participantes.

2.6. OTROS DATOS ANTROPOMETRICOS

En la tabla 4 se relacionan algunos valores antropométricos tenidos en cuenta en el desarrollo del proyecto.

Tabla 4. Datos antropométricos

Descripción	Percentil	Valor	Unidades
Longitud del pie	95	29	Cm
Anchura total del cuerpo	95	54	Cm
Talla	95	190	Cm
Peso	95	150	Kg
Diámetro del brazo	5	10	cm
Diámetro del brazo	95	35 cm	cm

2.7. INTERPRETACION DE LAS NECESIDADES SEGÚN EL ANALISIS POSTURAL Y EL ESTADO DEL ARTE

1. El equipo debe ser coherente formalmente.

- Los colores deben ser acordes al entorno en que se ejecuta la PQC.(salud/ fisioterapia)
- Los elementos técnicos deben acoplarse a la solución estético formal.

2. El equipo debe integrar todos los elementos que se utilizan en la realización de la PQC

- El equipo debe controlar el tiempo de ejecución de la PQC
 - El equipo debe medir la frecuencia cardiaca.(lat. x seg.)
 - El equipo debe marcar una ritmo de ejecución de la PQC que depende del género del participante.
 - El equipo de permitir que la altura del escalón empleada en la realización de la PQC en cada paciente este en función de la longitud del fémur.
3. El equipo debe tener el menor número posible de conexiones para integrar los elementos que lo componen.
4. Los materiales y la estructura del equipo deben proporcionarle un ciclo de vida adecuado
5. El equipo debe estar programado para calcular a partir de la toma de datos el consumo máximo de oxígeno ($V_{o\ Max}$) y archivar los resultados de cada paciente.
- Los datos calculados por el equipo deben ser mas precisos posibles.
6. el equipo debe resistir hasta un peso de 150 kg (percentil 100 poblacional para Colombia)
7. Los sistemas electrónicos o mecánicos utilizados para la integración de elementos deben estar totalmente protegidos, de modo que se evite su deterioro.
8. La parte eléctrica del equipo debe estar aislada del contacto directo con el usuario.
9. El equipo debe contar con un sistema de alarma que permita determinar los limites submaximos de 170 lts/s e indique al operador que se debe suspender la ejecución de la prueba.
- Se debe contar con un subsistema de “paro” de modo que sea posible detener la prueba en cualquier momento de su ejecución

10. El equipo debe ser estable para que el usuario primario se sienta seguro al usarlo.
11. El equipo debe contar con una fuente de energía permanente.
12. Los elementos técnicos deben acoplarse a la solución estético formal
13. El costo del sistema para producir en serie debe competir con el existente en mercado actual de los elementos ergo métricos.
14. Los materiales y la estructura del equipo deben proporcionarle un ciclo de vida adecuado.
15. El lenguaje de uso del equipo debe ser claro en relación a los usuarios primario y secundario.
 - El equipo debe contar con una interfaz clara de uso.
16. La localización de los elementos en el desarrollo de la PQC en el paciente no deben obstruir ni limitar su movilidad
17. La integración de los elementos debe generar el menor número de errores posibles en la ejecución de la PCQ.
18. El equipo debe permitir la secuencia ordenada del protocolo de realización de la prueba
19. Cada uno de los elementos que conforman el sistema deben adecuarse a los percentiles de la población colombiana.
20. El equipo no debe ocupar mucho espacio.
21. El diseño formal del equipo debe permitir el mantenimiento y reparación del mismo.
 - El equipo debe tener el menor número posible de conexiones para integrar los elementos que lo componen.

2.7.1. Jerarquización de las necesidades

Tabla 5. Jerarquización necesidades

Necesidad	Importancia
El equipo debe ser coherente formalmente	1
El equipo de integrar todos los elementos que se utilizan en la realización de la PQC	1
El equipo debe tener el menor número posible de conexiones para integrar los elementos que lo componen.	2
Los materiales y la estructura del equipo deben proporcionarle un ciclo de vida adecuado	1
El equipo debe estar programado para calcular a partir de la toma de datos el consumo máximo de oxígeno (Vo Max) y archivar los resultados de cada paciente.	2
el equipo debe resistir hasta un peso de 150 kg (percentil 100 poblacional para Colombia)	1
Los sistemas electrónicos o mecánicos utilizados para la integración de elementos deben estar totalmente protegidos, de modo que se evite su deterioro.	2
La parte eléctrica del equipo debe estar aislada del contacto directo con el usuario.	1
El equipo debe contar con un sistema de alarma que permita determinar los límites submáximos de 170 lts/s e indique al operador que se debe suspender la ejecución de la prueba.	2
El equipo debe ser estable para que el usuario primario se sienta seguro al usarlo	2
El equipo debe contar con una fuente de energía permanente	2
Los elementos técnicos deben integrarse a la solución estético formal	2
El costo del sistema para producir en serie debe competir con el existente en mercado actual de los elementos ergo métricos	1
El lenguaje de uso del equipo debe ser claro en relación a	1

los usuarios primario y secundario.	
La localización de los elementos en el desarrollo de la PQC en el paciente no deben obstruir ni limitar su movilidad	2
El equipo debe permitir la secuencia ordenada del protocolo de realización de la prueba	1
Cada uno de los elementos que conforman el sistema deben adecuarse a los percentiles de la población colombiana.	1
El equipo no debe ocupar mucho espacio	3
El diseño formal del equipo debe permitir el mantenimiento y reparación del mismo.	3

2.8. REQUERIMIENTOS SEGÚN SU CARÁCTER.

2.8.1. Formal

1. El equipo debe ser coherente formalmente.
 - Los colores deben ser acordes al entorno en que se ejecuta la PQC.(salud/ fisioterapia)
 - Los elementos técnicos deben acoplarse a la solución estético formal.

2.8.2. Técnico

1. El equipo de integrar todos los elementos que se utilizan en la realización de la PQC
 - El equipo debe controlar el tiempo de ejecución de la PQC
 - El equipo de medir la frecuencia cardíaca.(lat. x seg.)
 - El equipo debe marcar una ritmo de ejecución de la PQC que depende del genero del participante.

- El equipo debe permitir que la altura del escalón empleada en la realización de la PQC en cada paciente este en función de la longitud del fémur.
2. El equipo debe tener el menor número posible de conexiones para integrar los elementos que lo componen.
 3. Los materiales y la estructura del equipo deben proporcionarle un ciclo de vida adecuado
 4. El equipo debe estar programado para calcular a partir de la toma de datos el consumo máximo de oxígeno ($V_{O\ Max}$) y archivar los resultados de cada paciente.
 - Los datos calculados por el equipo deben ser mas precisos posibles.
 5. el equipo debe resistir hasta un peso de 150 kg (percentil 100 poblacional para Colombia)
 6. Los sistemas electrónicos o mecánicos utilizados para la integración de elementos deben estar totalmente protegidos, de modo que se evite su deterioro.
 7. El equipo debe contar con un sistema de alarma que permita determinar los límites submáximos de 170 lts/s e indique al operador que se debe suspender la ejecución de la prueba.
 - Se debe contar con un subsistema de “paro” de modo que sea posible detener la prueba en cualquier momento de su ejecución
 8. El equipo debe ser estable para que el usuario primario se sienta seguro al usarlo.
 9. El equipo debe contar con una fuente de energía permanente.
 10. Los elementos técnicos deben acoplarse a la solución estética formal

2.8.3. Productivo

11. El costo del sistema para producir en serie debe competir con el existente en mercado actual de los elementos ergo métricos.
12. Los materiales y la estructura del equipo deben proporcionarle un ciclo de vida adecuado.
13. Los sistemas de producción planteados deben ser de alta calidad y ejecutables en su mayoría en el país

2.8.4. De uso

14. El lenguaje de uso del equipo debe ser claro en relación a los usuarios primario y secundario.
 - El equipo debe contar con una interfaz clara de uso.
15. La localización de los elementos en el desarrollo de la PQC en el paciente no deben obstruir ni limitar su movilidad
16. La integración de los elementos debe generar el menor número de errores posibles en la ejecución de la PQC.
17. El equipo debe permitir la secuencia ordenada del protocolo de realización de la prueba
18. El equipo debe contar con un sistema de alarma que permita determinar los límites submáximos de 170 lts/s e indique al operador que se debe suspender la ejecución de la prueba.
 - Se debe contar con un subsistema de “paro” de modo que sea posible detener la prueba en cualquier momento de su ejecución.
19. Cada uno de los elementos que conforman el sistema deben adecuarse a los percentiles de la población colombiana.
20. El equipo no debe ocupar mucho espacio.
21. El diseño formal del equipo debe permitir el mantenimiento y reparación del mismo.
 - El equipo debe tener el menor número posible de conexiones para integrar los elementos que lo componen.

2.9. ASPECTOS PARA TENER EN CUENTA EN LA MANIPULACION

Funciones Paso a Paso que debe cumplir el equipo en función del protocolo de ejecución de la PQC

Antes de iniciar cualquier operación se debe ejecutar el programa en el pc, que permita la realización de la prueba.

1. **TOMA Y REGISTRO DE DATOS:** el auxiliar de fisioterapia toma los datos básicos del participante (nombre, edad, género, talla, peso, longitud del fémur) y los registra en la plataforma

2. PREPARACION DEL PARTICIPANTE: Se le coloca la banda al participante y se le indica que debe descansar en posición sedente o acostado durante 5 minutos.
3. ENCENDER LOS OTROS COMPONENTES DEL EQUIPO: A los 5 minutos el auxiliar de fisioterapia enciende los demás elementos del equipo (la banda y el escalón).
4. TOMA DE FRECUENCIA CARDIACA DE REPOSO: Mediante el registro de la frecuencia cardiaca en el software el posible obtener la frecuencia cardiaca de reposo mediante una orden (botón) que dejara el registro en pantalla.
5. CALCULAR LA ALTURA DEL ESCALON: se acciona el comando (Calcular altura del escalón) y el sistema hace el calculo en función de la formula $Hf = Lf \cdot (1 - \cos 73.3^\circ)$ con exactitud al mm y envía la señal inalámbrica al escalon para que este posicione a la altura según este valor.
6. INICIAR PRUEBA: Se le indica al participante que se ubique frente a la plataforma con las manos en la cintura, además que debe seguir un ritmo constate de 22 o 24 pasos por minuto según el género de la persona, el ritmo será marcado por una pista monofónica que sonara durante 3 minutos.

El auxiliar podrá accionar el comando INICIAR PRUEBA

7. EJECUCION DE LA PRUEBA: el cronometro en pantalla empezara a avanzar de 0 a 3 min , la pista para marcar el ritmo empezara a sonar y se tomará la frecuencia cardiaca constantemente, teniendo en pantalla la grafica de la misma. Asi mismo se tendrá un registro numérico en latidos por segundo.
8. DETENER PRUEBA: es importante para este tipo de pruebas programar un control de alarma que se active cuando la frecuencia cardiaca del participante exceda los 170 latidos por segundo, emitiendo una señal de alerta (sonora o lumínica), esto para indicar al participante que se detenga y

asi mismo el sistema quede en stop, dejando un registro de los datos hasta ese momento.

9. CALCULAR EL VO2 MAXIMO: Al transcurrir los 3 minutos de ejecución de la prueba el sistema dejara registrada la ultima frecuencia cardiaca, valor con el cual se realizara el calculo de Vo2 maximo, según el genero del participante aplicando las siguientes formulas:

En mujeres: $VO_2 \text{ Max} = 68.81 - (0.1847 * \text{Frec. Cardiaca})$

En hombres: $VO_2 \text{ Max} = 111.33 - (0.42 * \text{Frec. Cardiaca})$

10. GUARDAR: es indispensable guardar todos los registros en una base de datos para cada paciente en un formato (-----)

11. NUEVA PRUEBA: el auxiliar seleccionara e comando nueva prueba, para que el sistema vuelva a su posición inicial.

12. APAGAR: al finalizar todas las pruebas del día se apaga el sistema.

2.10. REQUERIMIENTOS Y PARAMETROS.

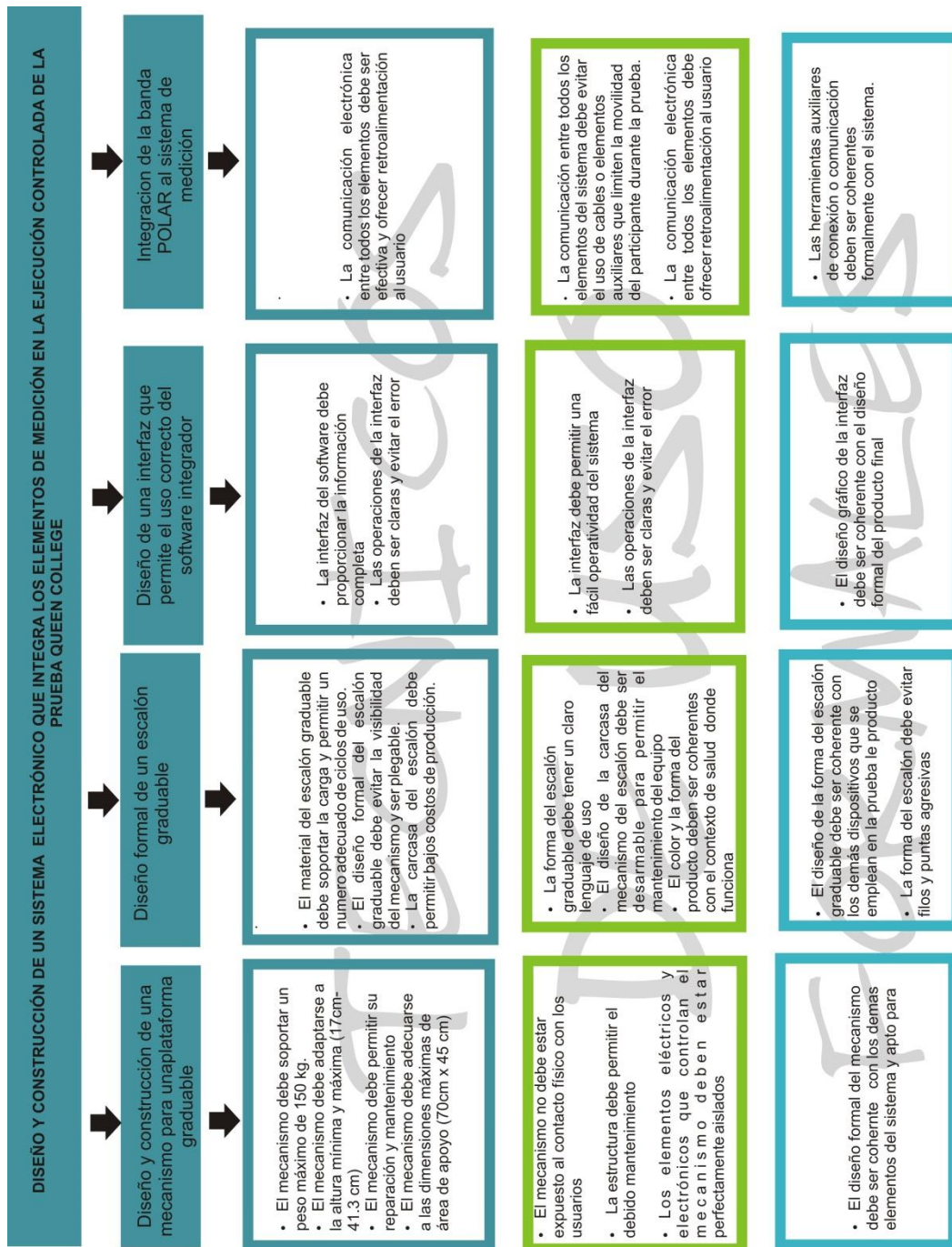
Tabla 6. Requerimientos y parámetros

REQUERIMIENTOS	PARAMETRO	UNIDAD	NECESIDAD
FORMALES			
El equipo debe ser coherente formalmente	---	Grado de sensibilidad	1
Los elementos que lo conforman deben interpretarse como un todo.	---	---	1
TECNICOS			
El equipo debe contar con todos los elementos necesarios para la realización de la prueba, esto es. Sistema para medir el tiempo Sistema para marcar el ritmo Medidor de frecuencia	5	Número de funciones	2 Y 5

cardiaca Escalón graduable según formula validada Programación para calcular el consumo de VO2 max.			
Debe tener el menor numero de conexiones posibles	----	Conexiones	3
El ciclo de vida del equipo debe ser adecuado		AÑOS	
La toma de datos y calculo de formulas deben ser exactas.	170	lts/s	5
El equipo debe resistir un peso que se ajuste a los percentiles de la población colombiana	150	kg	6
Los subsistemas mecánicos y electrónicos del equipo deben estar protegidos para evitar su deterioro	---	---	7
La parte eléctrica del equipo debe estar aislada del contacto directo con el usuario.	---	S/m (siemens por metro)	8
El equipo debe contar con un sistema de alarma que permita determinar los limites submáximos de 170 lts/s e indique al operador que se debe suspender la ejecución de la prueba.	---	segundos	9
El equipo debe ser estable para que el usuario primario se sienta seguro al usarlo.			10
El equipo debe contar con una fuente de energía permanente.	---	W	11
Los elementos técnicos deben acoplarse a la solución estético formal	---	---	12
El costo del sistema para producir en serie debe	---	Pesos	13

competir con el existente en mercado actual de los elementos ergo métricos.			
Los materiales y la estructura del equipo deben proporcionarle un ciclo de vida adecuado.	---	N_f Número de ciclos hasta rotura	14
El lenguaje de uso del equipo debe ser claro en relación a los usuarios primario y secundario.	---	Numero de errores	15
La localización de los elementos en el desarrollo de la PQC en el paciente no deben obstruir ni limitar su movilidad	---	Numero de errores	16
La integración de los elementos debe generar el menor número de errores posibles en la ejecución de la PCQ.	---	Numero de errores	17
El equipo debe permitir la secuencia ordenada del protocolo de realización de la prueba	---	---	18
Cada uno de los elementos que conforman el sistema deben adecuarse a los percentiles de la población colombiana.	5- 95	Percentiles	19
El equipo no debe ocupar mucho espacio.	---	Cm^3	20
El diseño formal del equipo debe permitir el mantenimiento y reparación del mismo.	---	---	21

2.11. ESTRUCTURACION DEL PROYECTO



3. FASE CREATIVA

3.1. DISEÑO ESTRUCTURAL MECANISMO DE ELEVACION

Análisis de mecanismos existentes:

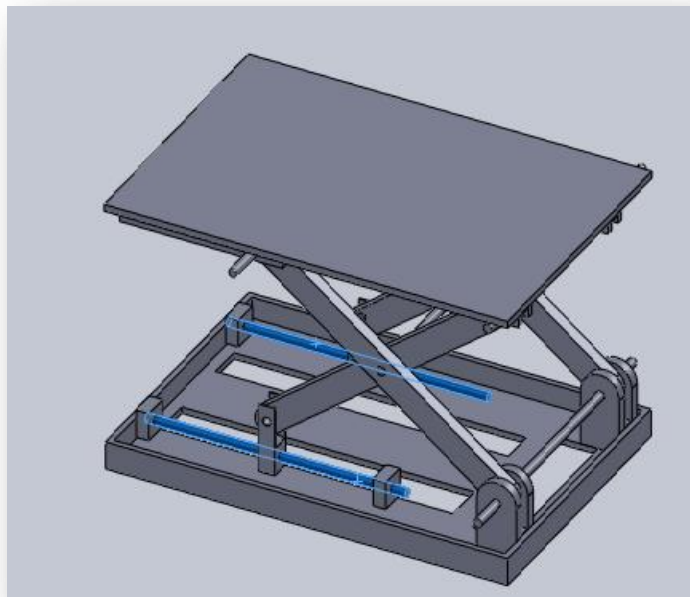
Según Fase 1. El mecanismo seleccionado más adecuado para la función es el mecanismo de barras articuladas tipo tijera o pantógrafo, el cual será utilizado para subir y bajar la plataforma adaptándose a las dimensiones máximas que puede tener el escalón que son: 70*45*41.3 cm.

3.1.1. Alternativas de soporte y freno del mecanismo

De acuerdo al análisis de mecanismos se plantearán alternativas de solución al diseño estructural del escalón graduable, según figuras 29 y 30.

OPCION 1

Figura 29. Planteamiento mecanismo doble tornillo helicoidal

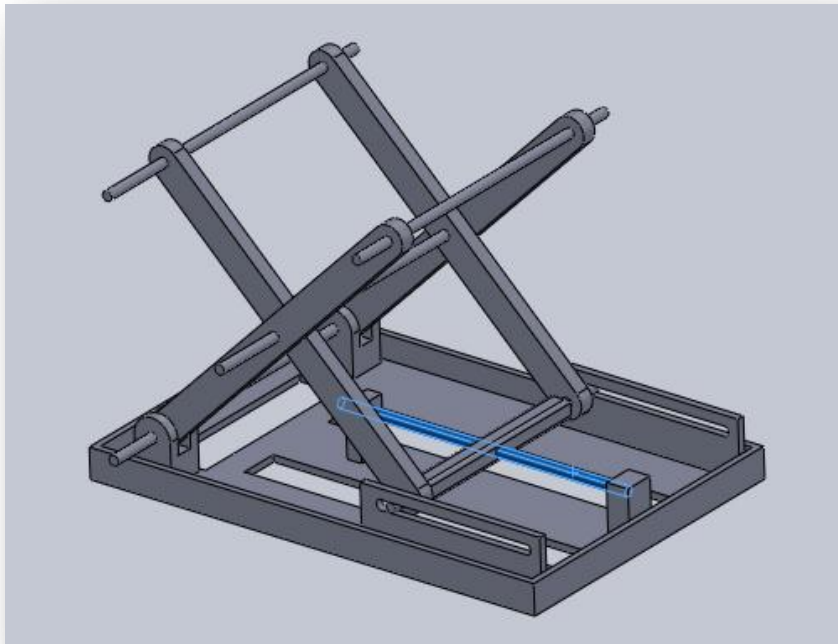


Análisis

- El desplazamiento se impulsa con la acción paralela de dos tornillos helicoidales (sin fin) en dos de los cuatro puntos de apoyo inferiores de las barras.
- Se conserva la superficie horizontal y la graduación entre los 17 y 43 cm, de altura.

OPCION 2

Figura 30. Planteamiento mecanismo único tornillo helicoidal



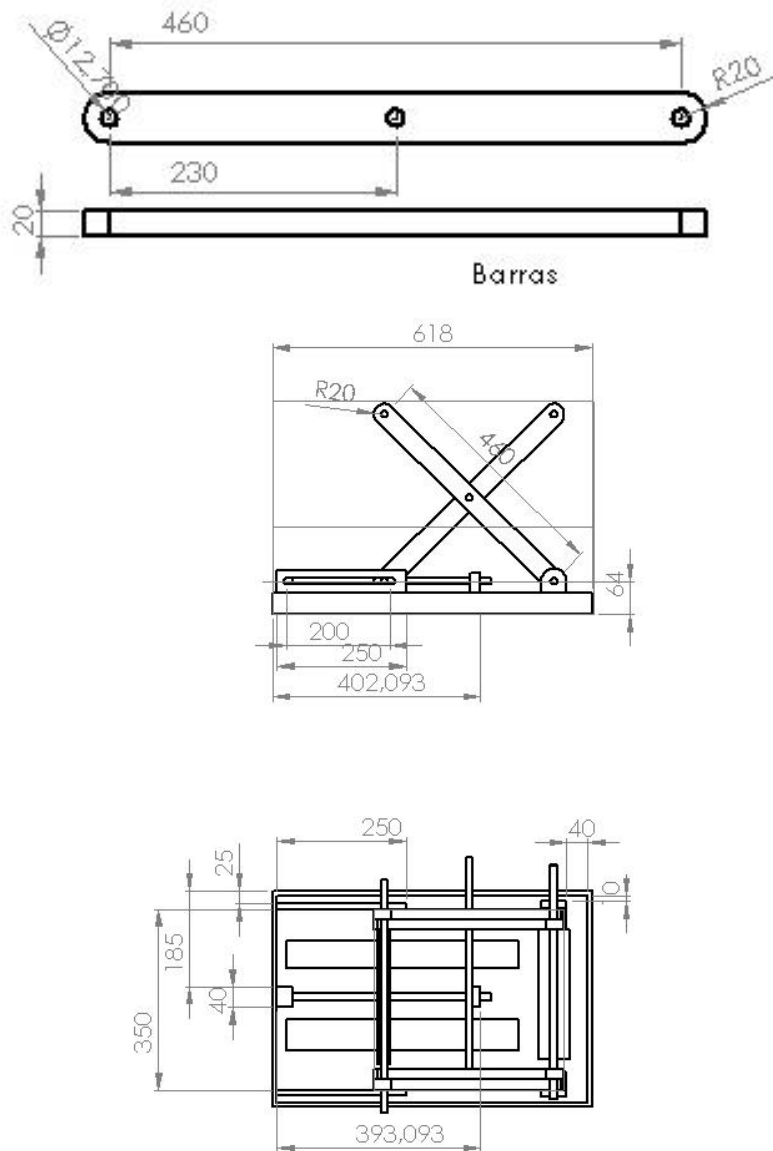
Análisis

- El desplazamiento se impulsa con la acción única de un tornillo helicoidal (sin fin) sujeto a un travesaño que une dos de los cuatro puntos de apoyo inferiores de las tijeras mecánicas.
- Se conserva la superficie horizontal y la graduación entre los 17 y 43 cm, de altura.

Dimensión de las barras

Para ambas opciones se mantiene la longitud de las barras, en la figura 31 se muestra un acercamiento preliminar a las dimensiones del mecanismo de elevación.

Figura 31. Determinación dimensiones preliminares



3.1.2. Prueba técnica

3.1.2.1. Diseño de la prueba

- **Definición del problema.**

El escalón que se desea integrar en un sistema electrónico de medición para la prueba de resistencia cardiaca QUEEN COLLEGE, debe adecuarse a un rango de alturas para la probación colombiana que según la validación descrita oscila entre los 17 cm y 41.3 cm, ello implica la aplicación de mecanismos de elevación los cuales fueron estudiados en la etapa anterior.

Una vez propuesto el mecanismo de tijera fue necesario implementar un sistema de frenado que además de proporcionarle resistencia a la plataforma garantizara que la altura indicada para cada paciente se mantendría durante la ejecución de la prueba.

- **Objetivo.**

- Comprobar la eficiencia del mecanismo en la graduación de alturas sin que el área horizontal de la plataforma sobrepase las dimensiones adecuadas (70 cm x 45 cm)
- Evaluar la carga máxima que soporta la plataforma (mínimo 150 kg) por medio de software.
- Comprobar que el mecanismo de elevación propuesto puede ser accionado y precisado mediante la acción conjunta o individual de motores en su base que impulsen la estructura.
- Calcular el tiempo de adaptación de la plataforma a la altura máxima
- Evaluar la eficacia del mecanismo de tornillo helicoidal como herramienta de freno para la estructura.

- **Perfil de los participantes.**

La prueba podrá llevarse a cabo bajo la orientación de los estudiantes de diseño Industrial e Ingeniería electrónica.

- **Diseño de la prueba.**

La primera etapa de la prueba se llevara a cabo mediante el diseño y la construcción de un modelo en MDF de la estructura del step o escalón que evidencia las dimensiones reales de la plataforma y compruebe la función del mecanismo de tijera para graduar la altura.

Seguido a ello se adecuaran dos tornillos helicoidales a la base de la estructura para frenar el mecanismo, con los frenos instalados, la segunda etapa de la prueba se ejecutara con la acción de uno o dos motores, según se demuestre que impulsen la estructura.

Es importante señalar que dada la condición física del material (MDF), no se plantea la comprobación con pacientes estáticos ni en movimiento, este cálculo se pretende obtener mediante el empleo de un software (solidworks) que permita la conversión del material y evaluar así la resistencia mecánica del mismo.

- **Listado de tareas.**

- Fabricación del modelo de la estructura en tablero MDF
- Fabricación de los frenos adecuando tornillos helicoidales.
- Accionamiento del motor: se accionara el motor y se determinara si el movimiento se cumple según el diseño
- Verificar alturas máxima y mínima: Se accionara el mecanismo en la altura mínima dejando que alcance la altura máxima para tomar el tiempo que de ejecución.

- **Recursos empleados.**

- Modelo funcional del sistema mecánico (MDF)
- Tornillos Helicoidales con sus respectivas tuercas.
- Motores
- Cronometro

- **Variables dependientes**

- Eficacia del mecanismo de elevación para cumplir con las alturas requeridas y el recorrido establecido: de 17cm a 41.3 cm
- Resistencia estática del mecanismo: el cual se determinara con la ayuda de un software.
- Efectividad del accionamiento con motor: la cual se determinara según las características del motor

- **Medidas de evaluación.**

- Segundos (Tiempo).

3.1.2.2. Ejecución de la prueba

En primer lugar se construye un modelo en mdf para determinar la funcionalidad del mecanismo, en las figuras 32 a 37 se denota la evolución del modelo hasta su conclusión final para análisis de cargas.

Construcción del modelo preliminar

Figura 32. Instalación de dos tornillos paralelos que accionen el mecanismo de cuatro barras.



Figura 33. Pieza que une las barras con la acción del tornillo, permite el desplazamiento y lo frena simultáneamente.



Adecuación del mecanismo a la acción de un único tornillo helicoidal (sin fin) que une las barras desde la parte inferior del mecanismo

Figura 34. Instalación del tornillo helicoidal central.



Figura 35. Vista frontal de los apoyos del tornillo helicoidal.

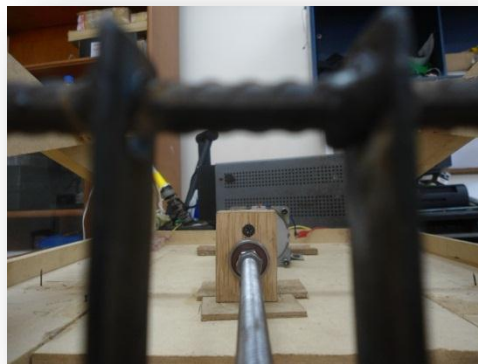


Figura 36. Posición inicial .Altura mínima requerida.



Figura 37. Posición final. Altura máxima requerida



Anexo digital 2. Videos ejecución prueba técnica

3.1.2.3. Conclusiones de la prueba técnica

- El mecanismo logra las alturas mínima y máxima requeridas aun si se disminuyera la longitud de las barras principales en hasta 3cm.
- El tornillo helicoidal funciona como eje central del mecanismo y en los apoyos de este deben existir rodamientos de fuerza axial y radial que permitan el desplazamiento en ambas direcciones sin alterar el funcionamiento del motor.
- Todos los puntos que comunican las cuatro barras principales del mecanismo deben estar adecuados con los respectivos apoyos fijos o rodamientos según sea el caso.
- Los canales que funcionan como quía en los dos apoyos inferiores y dos apoyos superiores evitan la inestabilidad del sistema.
- El recorrido horizontal del tornillo helicoidal central es de 10 centímetros para lograr las alturas requeridas.
- El tiempo de subida del mecanismo esta entre 19 y 22 segundos, lo cual es aceptable para el material del modelo, no para el material real.
- El tiempo de bajada del mecanismo es de 29 segundos en el modelo empleado.

- Con el motor empleado para probar el modelo de 142 rpm y con un consumo energético de 2 Amperios la respuesta de ascenso y descenso del mecanismo es aceptable.

3.1.2.4. Etapa 2 prueba técnica: estudio de cargas y materiales mediante un software. (solidworks y ansis)

Utilizando software tipo cad y cae se hará una evaluación general de las cargas que debe soportar el mecanismo de elevación, para determinar su vida útil y su resistencia a la fatiga, en las figuras 38 a 40 se muestra el diseño del mecanismo para análisis y sus planos técnicos.

Figura 38. Evolución del mecanismo de elevación.



Figura 39. Vista 2 Evolución

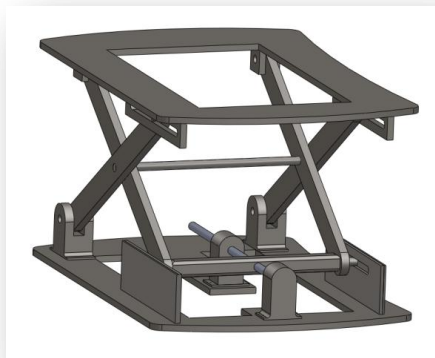
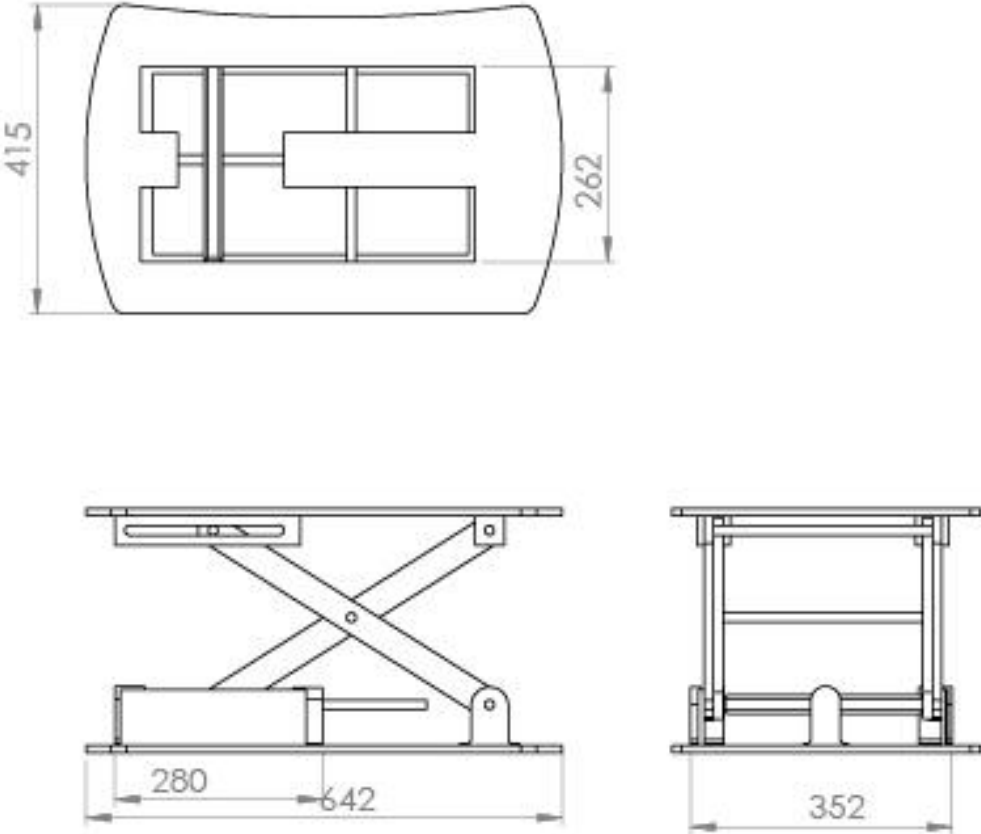
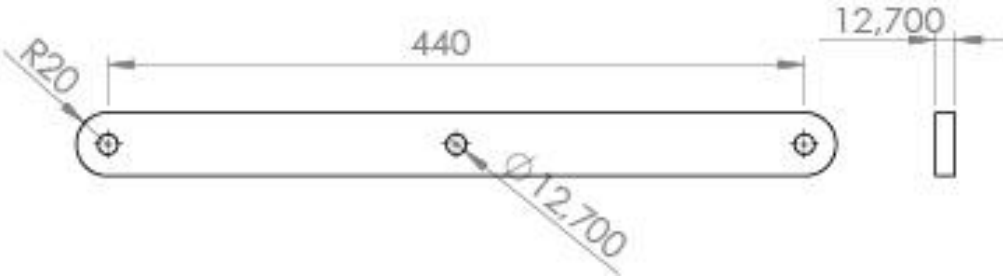


Figura 40. Planos del mecanismo accionado por un único tornillo helicoidal



Vistas generales



Vistas barra principal

3.1.2.5. Resultados análisis Solid works

Datos de entrada:

Velocidad angular del motor: 142 rpm

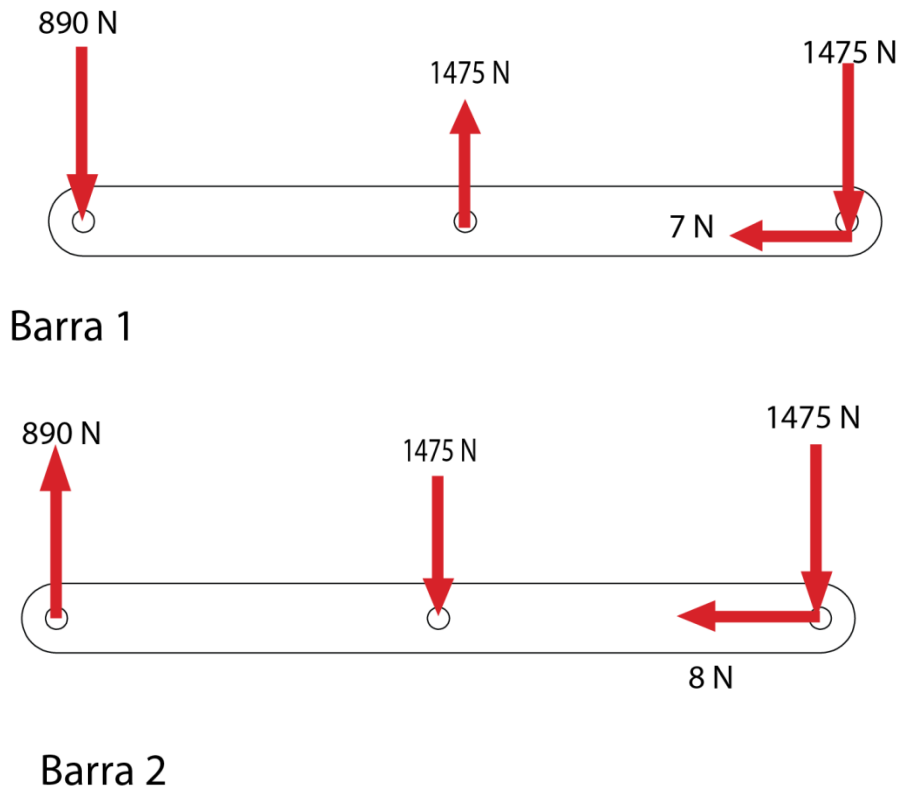
Carga aplicada: 150 kg= 1745 N

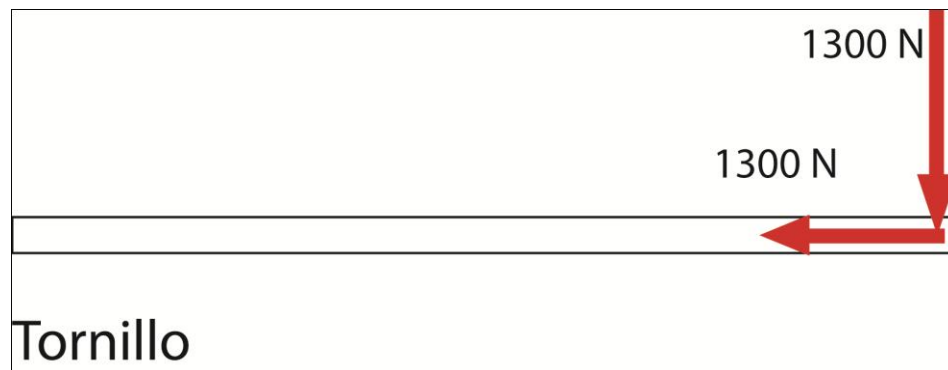
Paso tornillo helicoidal: 1 rev/mm

Resultados análisis de movimiento en solid Works:

Las reacciones de los apoyos se describen en la figura 41.

Figura 41. Resultados análisis en solid works





Tiempo de subida:

1,02 minutos

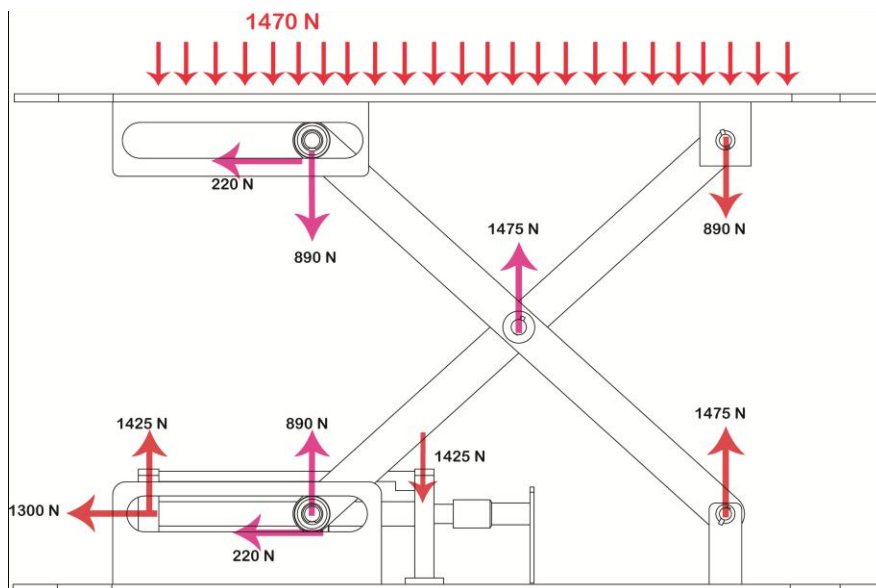
Tiempo de bajada:

1:40 minutos

Peso del sistema: 38.5 kg.

Las reacciones estáticas se relacionan y explican en la figura 42.

Figura 42. Reacciones estáticas de todo el sistema



Anexo digital 3. Videos análisis en Solid Works

Conclusión:

Se debe cambiar el motor por uno que nos proporcione una velocidad de giro más amplia para que el tiempo de subida y de bajada sea menor y la respuesta para el usuario sea más efectiva.

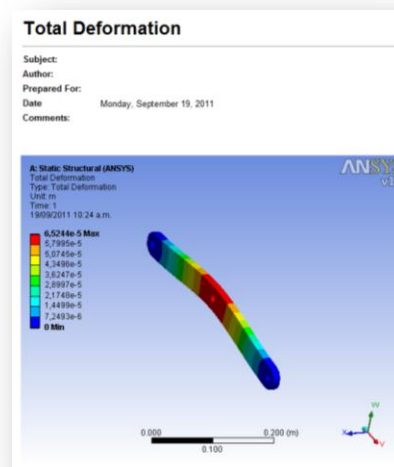
En el caso de que el cambio de motor implique un consumo de energía más alto o altere el sistema, debe considerarse el aumentar el paso del tornillo helicoidal que soporta el sistema.

Siendo el actual 1 rev/mm

3.1.2.6. Análisis de cargas estáticas en ansys

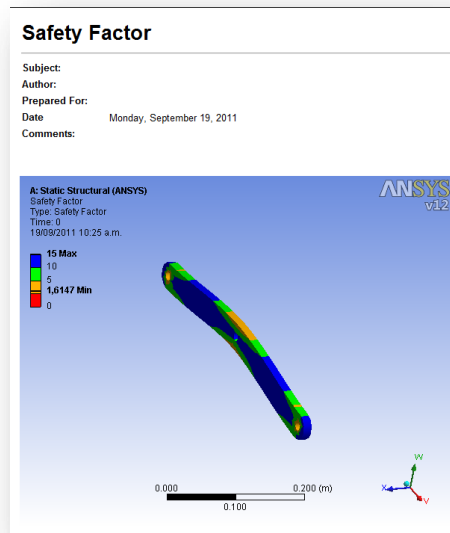
En las figuras 43 a 50 se presentan los análisis estructurales realizados en el programa ANSYS 12.0 con sus respectivas interpretaciones.

Figura 43. Deformación máxima en barra



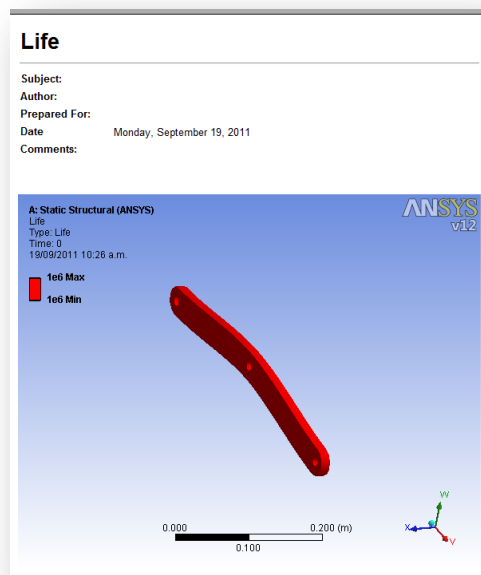
Deformación máxima: $6,5244 \times 10^{-5}$ cm

Figura 44. Factor de seguridad barra



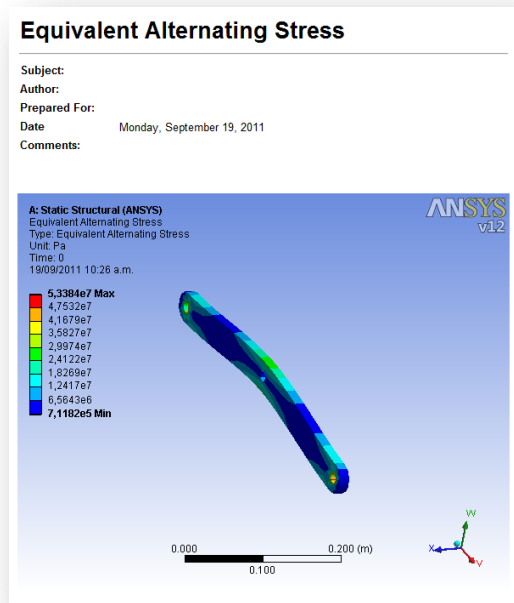
Factor de seguridad: 1.6

Figura 45. Vida útil barra



Vida útil: $1 * e^6$ ciclos

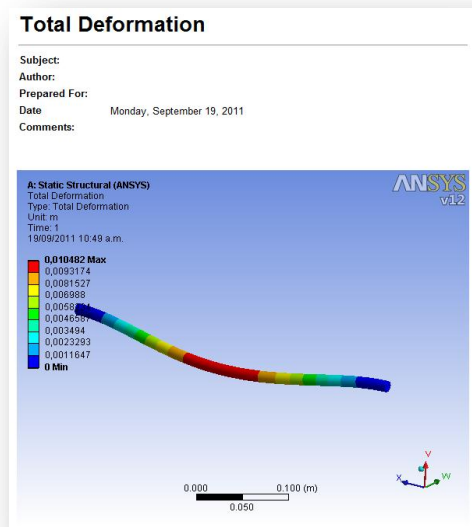
Figura 46. Esfuerzo equivalente barra



Esfuerzo equivalente: 6.38×10^7 pa

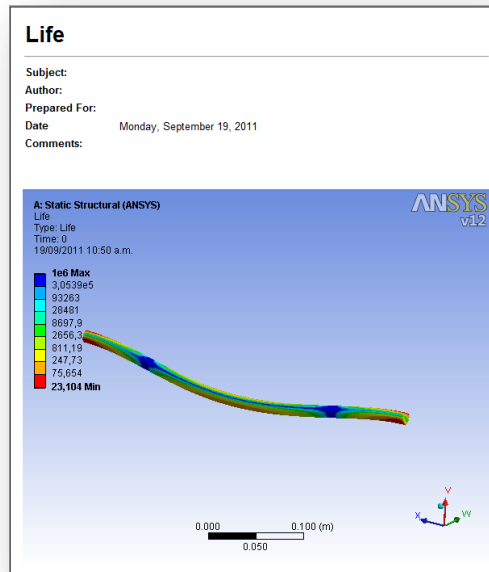
Tornillo.

Figura 47. Deformación total tornillo



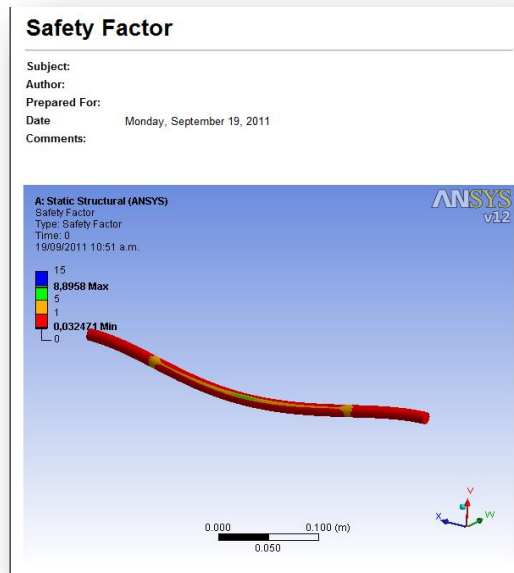
Deformación total: 0,010482 cm

Figura 48. Vida útil tornillo



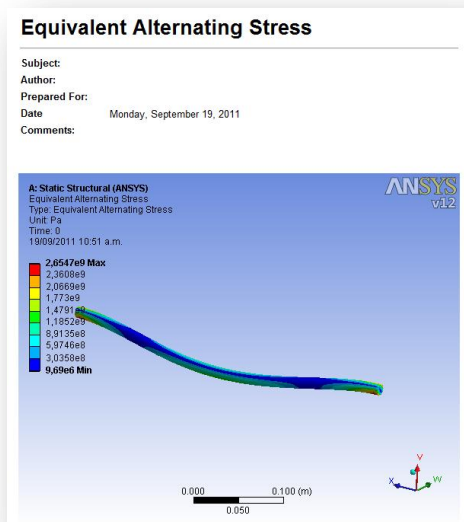
Vida útil mínima: 23.104 ciclos

Figura 49. Factor de seguridad Tornillo



Factor de seguridad. 0,032

Figura 50. Esfuerzo equivalente tornillo



Esfuerzo equivalente: $2,6 \text{ e } ^9\text{Pa}$

Observación: para este análisis se ha suprimido el apoyo intermedio para poder determinar una flexión relativa del tornillo.

CONCLUSIONES:

- La vida útil del equipo está determinada por la vida del tornillo que son 23104 ciclos de 3 minutos.
- La deformación en las barras es despreciable
- El sistema es seguro en su geometría y construcción.
- El material propuesto para análisis Acero Aisi 1020 laminado en frio es adecuado para la construcción del equipo.

3.2. DISEÑO FORMAL DEL ESCALÓN GRADUABLE

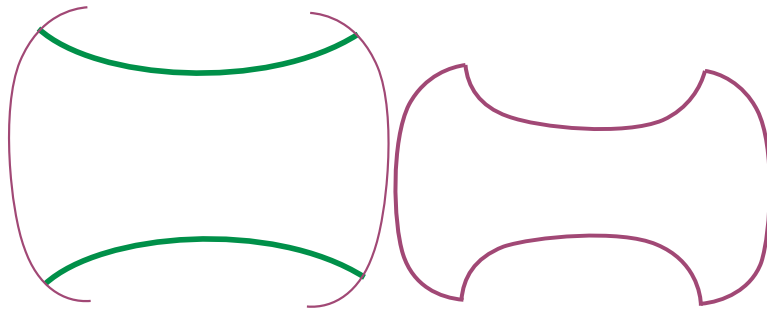
3.2.1. Extracción de la forma

Curvas generadoras

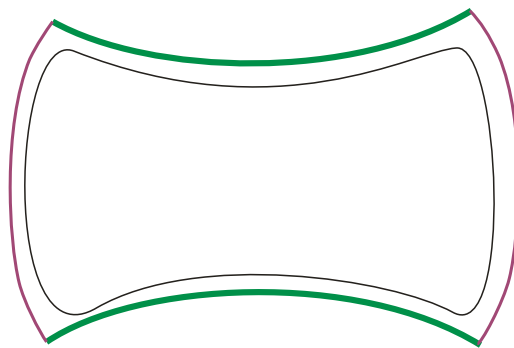
Figura 51. Curvas Generadoras de la forma



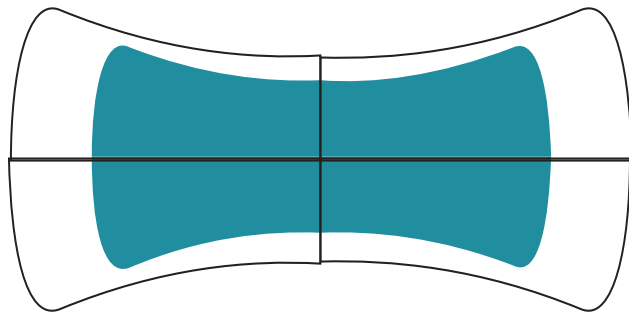
Figura 52. Generación de la forma aplicando conceptos de diseño



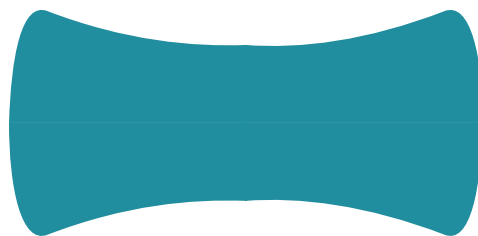
USO DE ARCOS CON SIMETRIA



SUAVIZANDO LA FORMA



GEOMETRIZACION DEL MÓDULO



MÓDULO FINAL

Figura 53. Generación de otro módulo

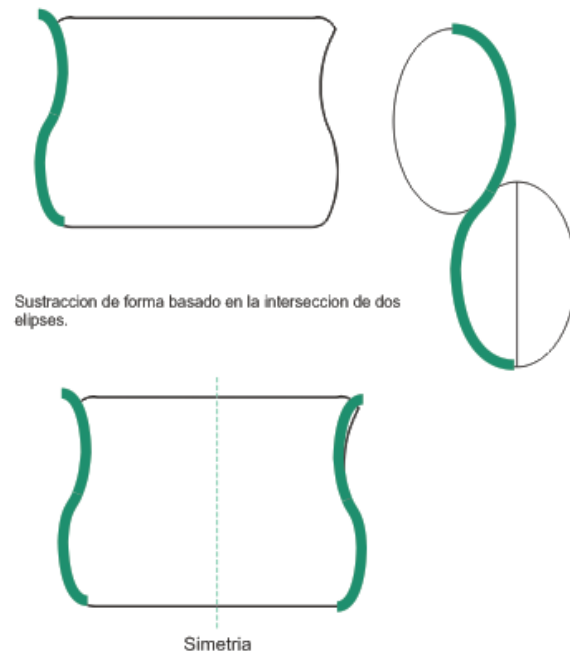
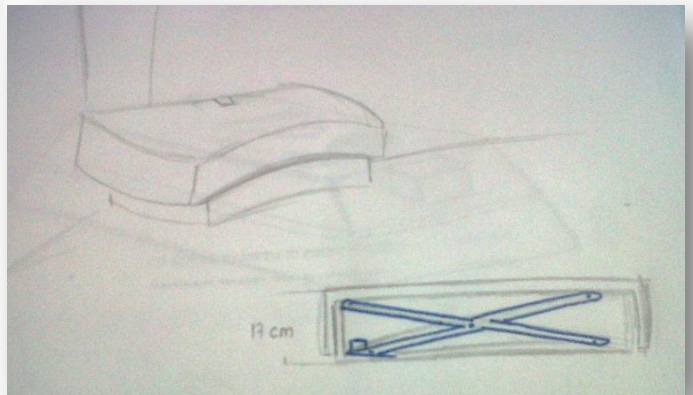
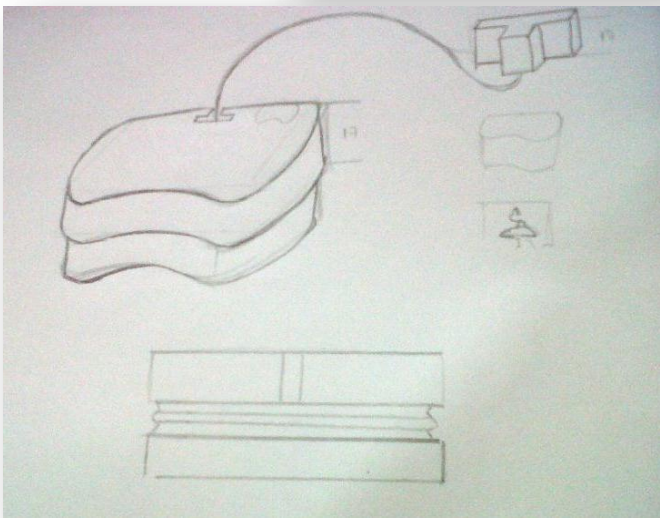
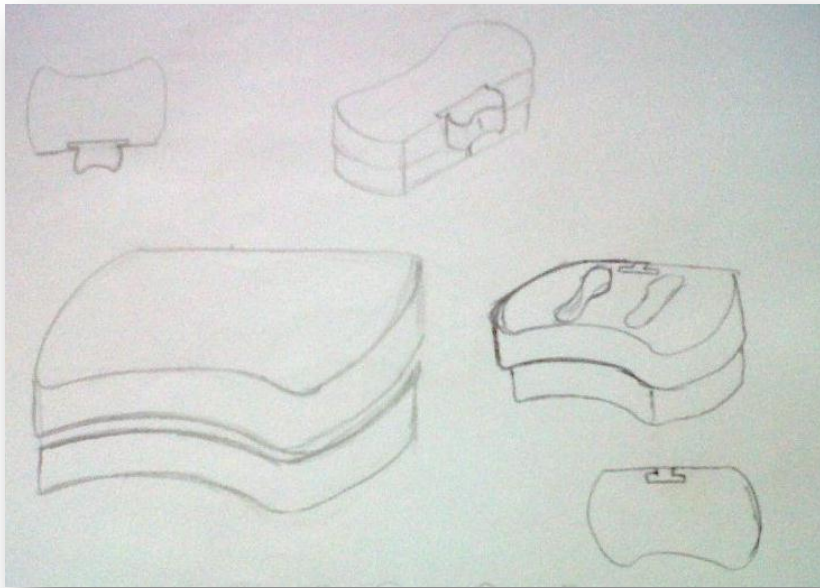


Figura 54. Generación de alternativas





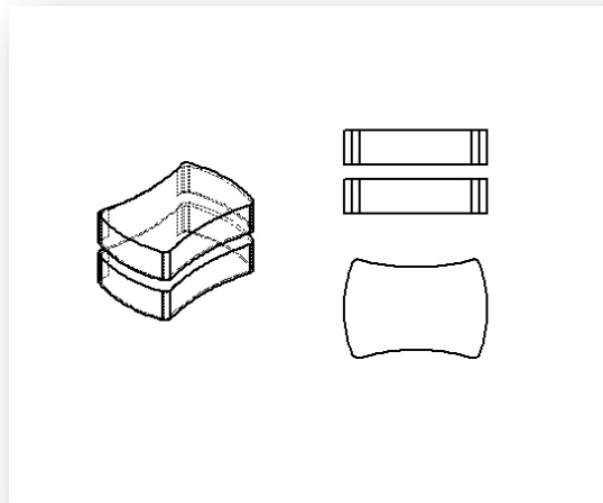
3.2.2. Generación de alternativas evolucionadas

Alternativa 1.

Figura 55. Boceto mejorado propuesta de forma alternativa 1.



Figura 56. Propuesta modelada alternativa 1.

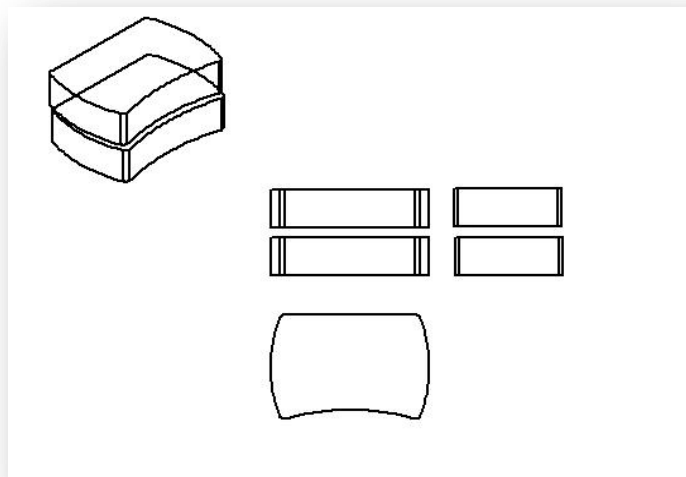


Alternativa 2.

Figura 57. Boceto mejorado alternativa 2

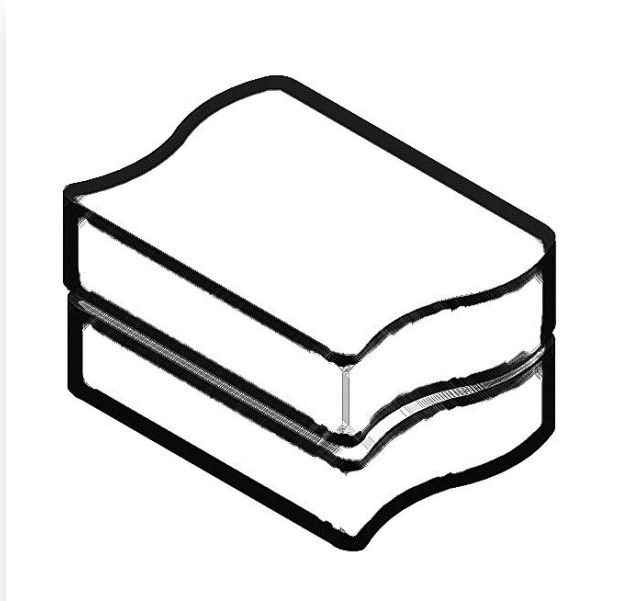


Figura 58. Propuesta modelada alternativa 2



Alternativa 3.

Figura 59. Boceto mejorado Alternativa 3



3.2.3. Evaluación de las alternativas

Una vez se sintetizaron las alternativas formales en tres propuestas, se procede a evaluarlas según los requerimientos formales, técnicos y de uso que se encuentren sujetos a la definición formal del producto.

La escala de valoración es de 1 a 5 siendo:

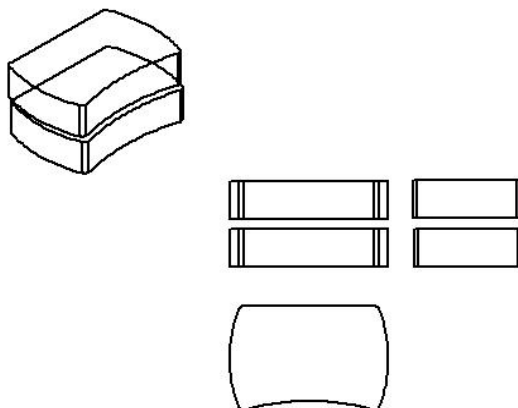
1. No Cumple y 5.Cumple totalmente

Tabla 7. Evaluación de las alternativas formales del escalón

Requerimiento Evaluado	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
1. El equipo debe ser coherente formalmente	5	5	2
2. Los elementos que lo conforman deben interpretarse como un todo.	5	5	5
3. El equipo debe ser estable para que el usuario primario se sienta seguro al usarlo.	5	5	5
4. El costo del sistema para producir en serie debe competir con el existente en mercado actual de los elementos ergo métricos.	5	5	5
5. Los materiales y la estructura del equipo deben proporcionarle un ciclo de vida adecuado.	5	5	5
6. El lenguaje de uso del escalón) debe ser claro en relación a los usuarios primario y secundario.	2	5	2
7. La localización de los elementos en el desarrollo de la PQC en el paciente no deben obstruir ni limitar su movilidad	5	5	5
8. El equipo no debe ocupar mucho espacio.	5	5	5
9. El diseño técnico y formal del equipo debe permitir el mantenimiento y reparación del mismo.	5	5	5
Total	42	45	39

Alternativa seleccionada: N° 2.

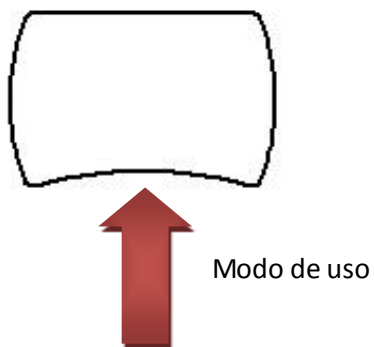
Figura 60. Alternativa seleccionada



3.2.4. Justificación alternativa seleccionada

Uso: la forma seleccionada le indica claramente al usuario como usar el escalón se ha utilizado la curva en una de sus aristas mayores para indicar como se debe posicionar el participante de la prueba en el escalón y evitar confusiones de este tipo.

Figura 61. Indicación del uso del escalón



Por otra parte la forma mantiene relación con los percentiles establecidos según dos criterios:

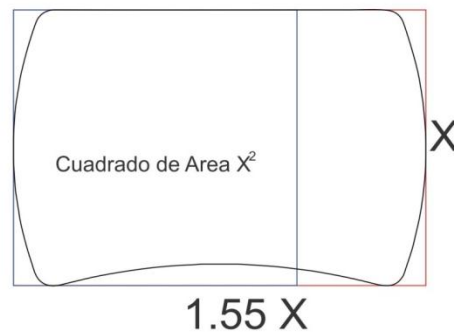
Ancho máximo del cuerpo: Percentil 95: 54 cm + 16 cm para evitar que el usuario se sienta incomodo y se sienta seguro al pararse sobre el banco, de modo que no crea que se puede caer, es por ello que la superficie es bastante amplia para él.

Longitud máxima de la planta del pie: percentil 95: 30 cm + 15 cm para evitar que el participante al pisar pueda resbalarse o hacer mal el esfuerzo.

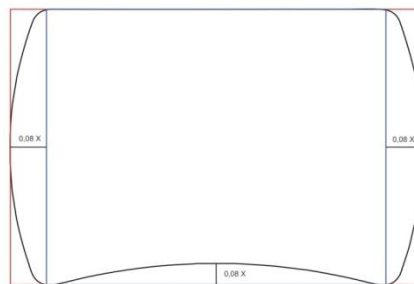
Construcción del equipo: para los procesos de manufactura se debe tener en cuenta que de acuerdo al mecanismo seleccionado, se deberá aprovechar al máximo el espacio de 70*45 cm, de modo que se pueda tener un producto que no exceda los limites planteados anteriormente, es por ello que teniendo en cuenta que el mecanismo interno tiene 62*40 cm, el rango para poder trabajar formalmente es de 8*5 cm, los cuales se aprovecharon al seleccionar esta alternativa que se adecua a las dimensiones del mecanismo interno.

Además por ahorro de material su configuración permite ahorrar en una buena escala.

Métrica:



Radios para construccion

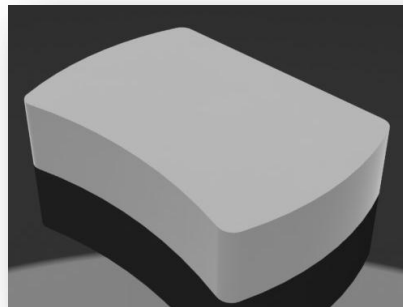


Se mantiene una escala de 70*45 cm que se definen de acuerdo a los percentiles de la población colombiana.

Tendiendo una proporción de 1.55 como lo indica la imagen.

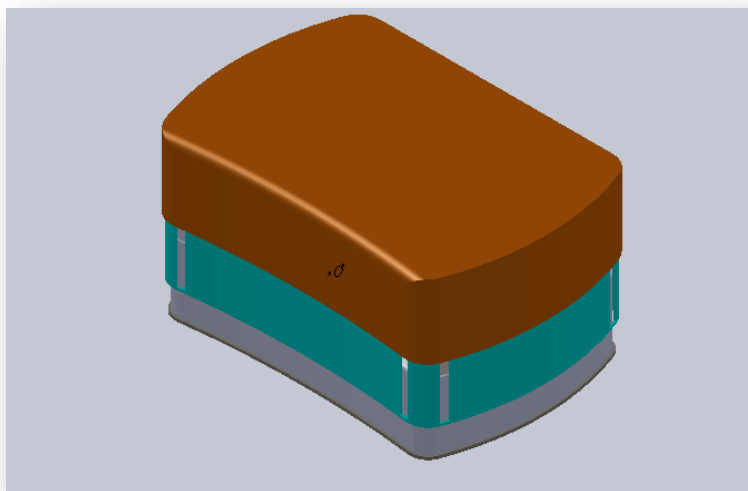
Configuración tridimensional

Figura 62. Configuración tridimensional



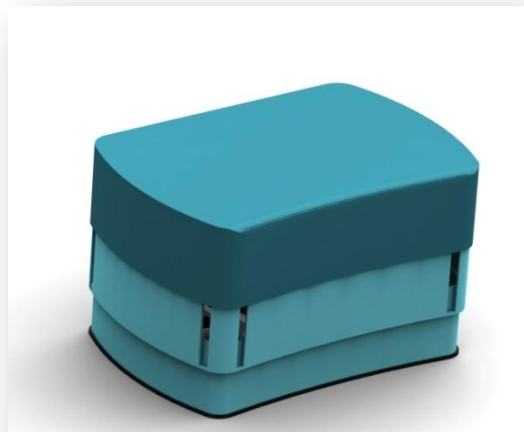
3.2.5. Diseño del sistema plegable y Configuración tridimensional

Figura 63. Sistema plegable



EVOLUCION FORMAL: Alternativa final

Figura 64. Alternativa final



3.3. DISEÑO DE UN DISPOSITIVO AUXILIAR RECEPTOR: ANTENA

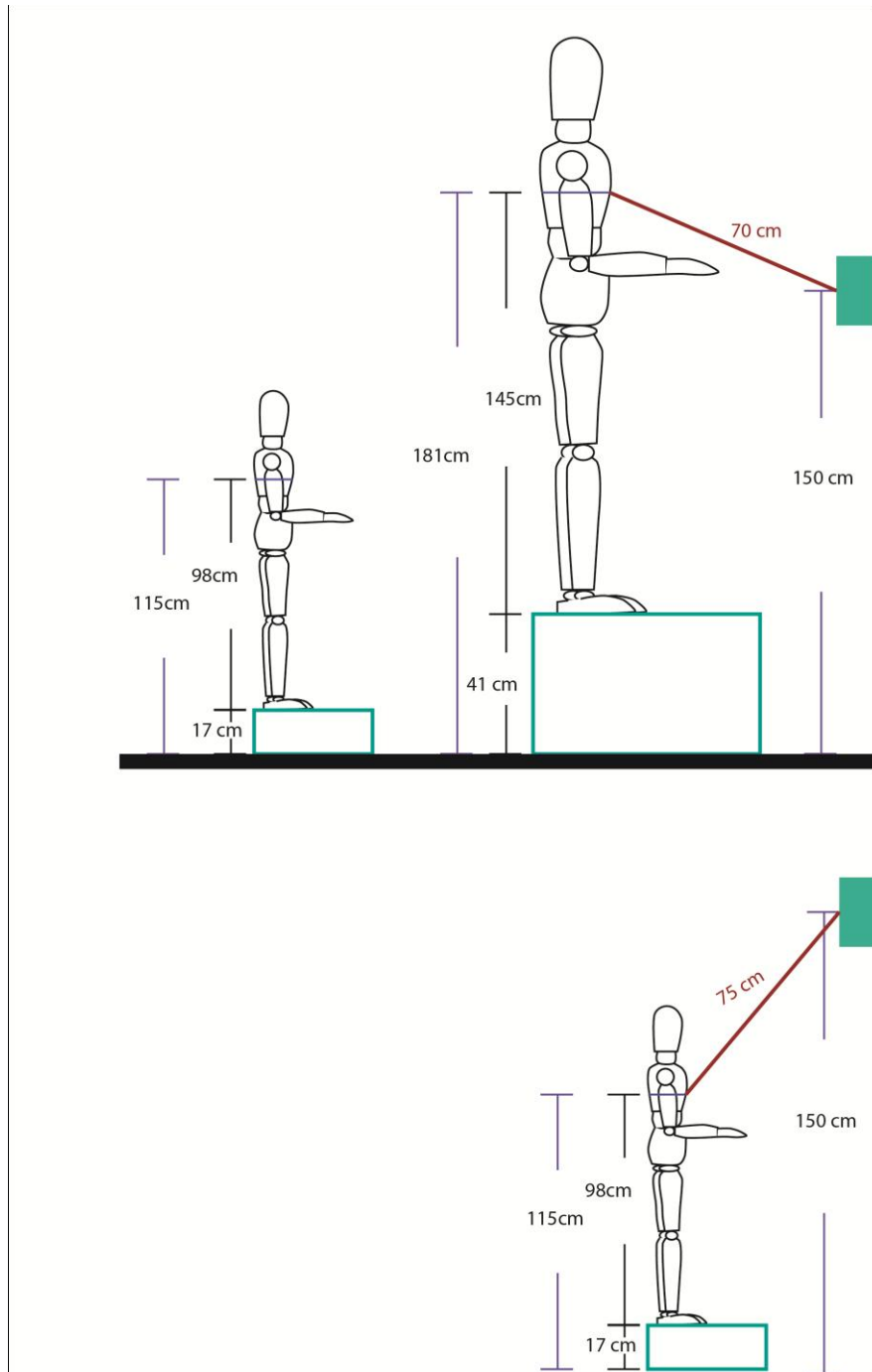
Según la descripción técnica del funcionamiento electrónico, la banda POLAR que sugiere el sistema integrado cuenta con un alcance máximo de 65 cm de distancia entre el receptor del pulso cardiaco o antena (inalámbrico) y la banda (también inalámbrica). Debido a ello fue necesario incorporar un elemento básico cuyo objetivo dentro del sistema se limitara a la recepción de pulsos de manera eficiente, esto implica instalar el dispositivo auxiliar lo más cercano posible a la altura de la banda una vez se adecua al cuerpo del participante.

3.3.1. Opciones de ubicación

Se hizo necesario el estudio de los alcances del cuerpo humano para llegar a la determinación final del dispositivo dado que en este caso primará la funcionalidad ante cualquier otro concepto.

OPCION 1: Dispositivo instalado en la pared lateral más cercana al área de ejecución de la prueba.

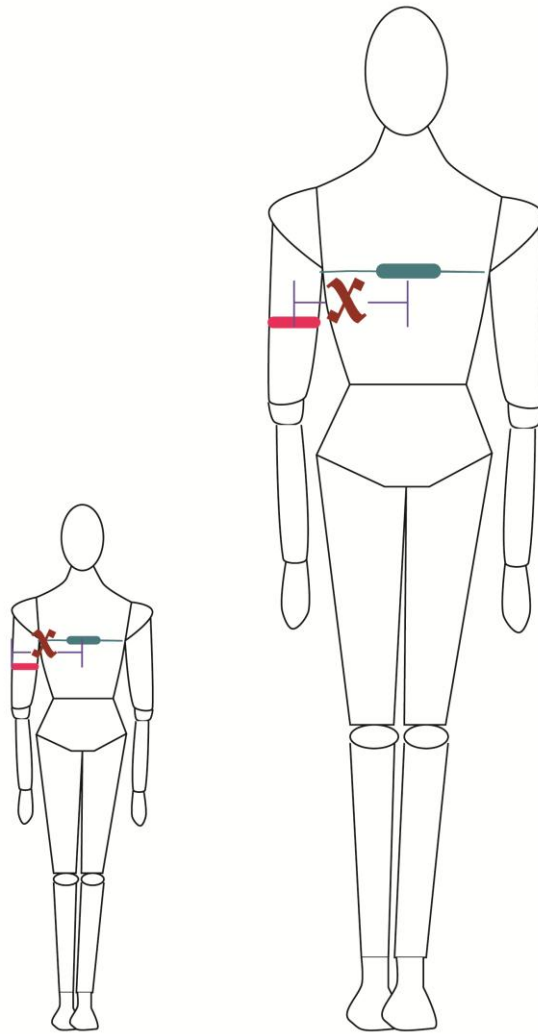
Figura 65. Ubicación dispositivo opción 1



* Distancias tomadas según muestreo antropométrico en niños de 6 años y Percentil 95 de altura - altura subescapular adultos

OPION 2. Dispositivo adecuado al brazo del participante

Figura 66. Ubicación dispositivo opción 2



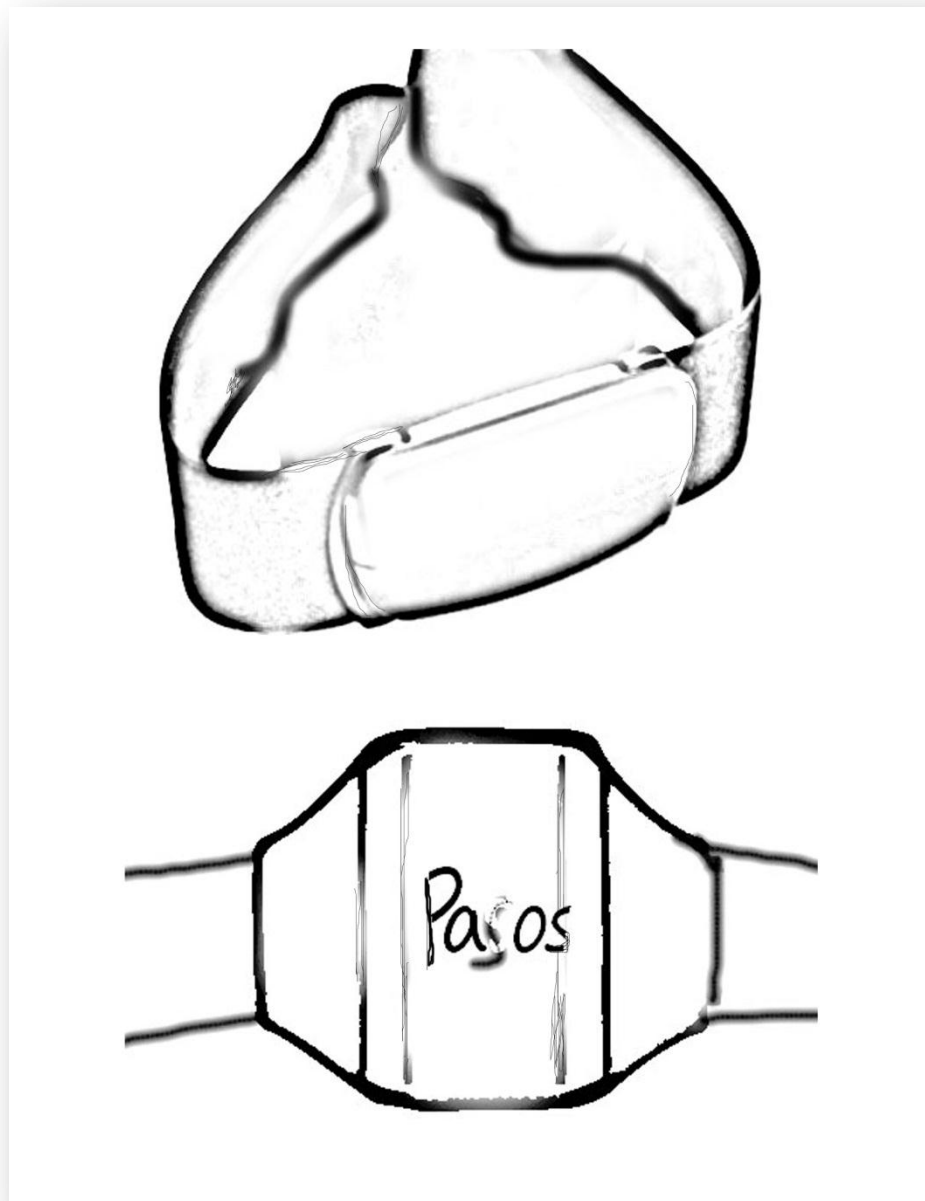
X = Alcance del brazo que mas se puede separar de la banda:

X en niños: 18 cm

X en adultos: 50 cm

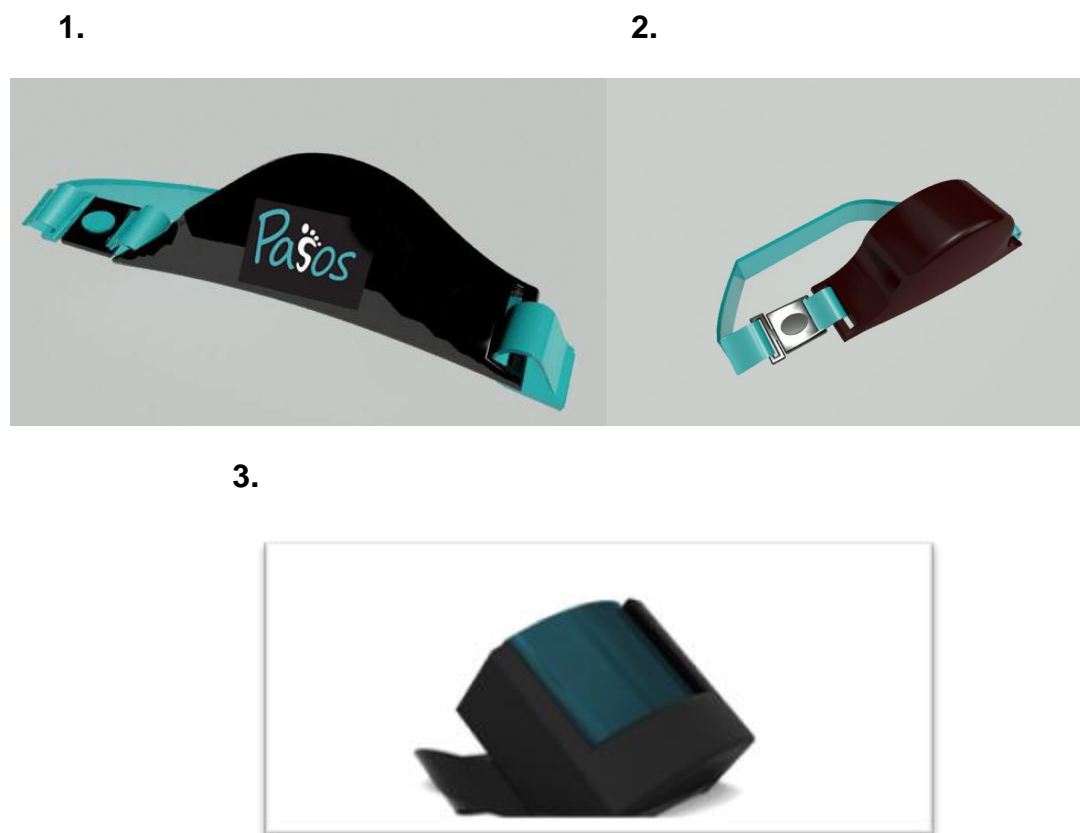
3.3.2. Definición formal del dispositivo receptor

Figura 67. Generación de alternativas.



Evolución de las alternativas.

Figura 68. Alternativas dispositivo



3.3.3. Evaluación y selección

Para la selección de una alternativa final se establecieron cinco parámetros de evaluación que se calificaron de 1 a 5 de la siguiente manera:

1. No Cumple
2. No cumple para la mayoría de los casos
3. Cumple para el 50% de los casos
4. Cumple en la mayoría de los casos
5. Cumple totalmente

Tabla 8. Evaluación de alternativas del dispositivo

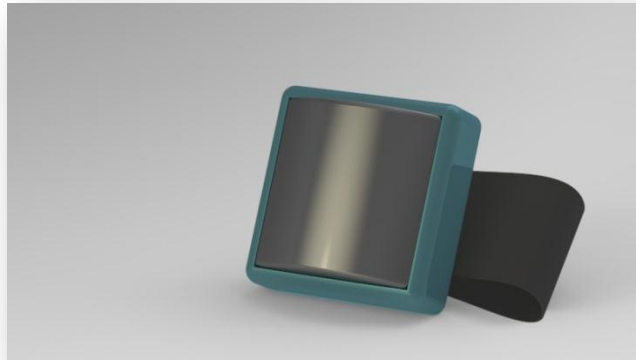
PARAMETRO	Opción 1.	Opción 2.	Opción 3.
El dispositivo debe permitir la movilidad y ser cómodo para el participante	4	4	4
El diseño del dispositivo debe permitir el cambio de batería respectivo.	5	5	5
El sistema de sujeción al brazo debe ser suficientemente elástico y cómodo para percentiles bajos y altos.	2	2	4
Las dimensiones de la caja que protege la tarjeta electrónica deben mantener la proporción en el diseño formal del dispositivo.	4	2	5
El diseño formal del dispositivo debe ser coherente con el diseño de las demás herramientas del sistema integrado PASOS	5	3	5
TOTALES	20	16	23

Alternativa final

Figura 69. Alternativa final dispositivo



Figura 70. Evolución de la alternativa.



3.4. DISEÑO DE LA INTERFAZ DE INTERACCION CON EL SOFTWARE INTEGRADOR.

En primer lugar, a la hora de diseñar el sistema de comunicación entre el software y el usuario primario, debemos tener en cuenta las peculiaridades de los usuarios potenciales del equipo. Las características de los usuarios pueden afectar al modo de trabajo y condicionar el proceso de comunicación con el sistema o interfaz. Por ejemplo, los factores humanos pueden condicionar el tiempo de aprendizaje, el rendimiento (tiempo para realizar una tarea), la frecuencia de errores cometidos, grado de retención (memoria de uso) o de satisfacción del usuario. A la hora de diseñar la aplicación, se puede realizar por encargo directo (por lo que existe un cliente), o bien, dirigirlo a un colectivo más o menos amplio de potenciales usuarios (niños, profesionales, estudiantes, etc.).¹

En este caso el usuario primario de la interfaz corresponde a adultos no mayores que manipularan directamente el sistema y conocen el protocolo de ejecución de la prueba. Tienen conocimientos en el área de fisioterapia, salud ocupacional entre otros sectores de la salud.

3.4.1. Diseño de la prueba ergonómica

- **Definición del problema.**

El sistema que integra los elementos de medición empleados en la ejecución de la prueba Queen College, estará coordinado desde un software en el cual, el diseño de la interfaz garantice el uso adecuado del equipo, por ello es fundamental el estudio de las alternativas graficas que finalmente serán el medio de comunicación entre el usuario y la herramienta.

- **Objetivo.**

- Comprobar la eficiencia en el manejo de interfaz propuesta
- Evaluar el número de errores que existen en la interacción con la interfaz.
- Evaluar la respuesta del usuario ante la alternativa gráfica de comunicación.

- **Perfil de los participantes.**

La prueba podrá llevarse a cabo bajo la orientación de los estudiantes de diseño Industrial.

Los participantes serán los usuarios primarios del producto que en este caso corresponde a adultos no mayores que manipularan directamente el sistema y conocen el protocolo de ejecución de la prueba.

Número de participantes: 10

- **Diseño de la prueba.**

La primera etapa de la prueba consiste en plantear tras una documentación en diseño de interfaz dos alternativas, que verifiquen los parámetros de diseño, una de ellas estará enfocada al uso de iconografía mientras la otra describe los mas sintéticamente posible la función del botón.

Una vez planteadas las propuestas, mediante el siguiente cuadro evaluador se calificara categóricamente cada una de las heurísticas para cada alternativa, seguido a ello el valor de evaluación total, enunciara cual alternativa cumple mejor

con los requerimientos de uso, así, teniendo las fortalezas y debilidades de cada alternativa, será oportuno evolucionar la opción con mayor puntaje de calificación y proseguir a evaluar la interfaz (previamente mejorada) con el usuario en una segunda etapa.

La evaluación con el usuario detectara el número de errores presentados para llevar a cabo el protocolo de la prueba y evidenciara las falencias que presenta la alternativa para una tercera etapa de diseño y evolución que por supuesto será evaluada nuevamente.

- **Listado de tareas.**
 - Diseño del modelo grafico de dos alternativas gráficas.
 - Evaluación conjunta de las alternativas.
 - Evaluación dirigida de la alternativa más acertada con usuarios primarios.
 - Registro y toma de datos de la prueba con usuarios.
-
- **Recursos empleados.**
 - Modelo gráficos.
 - Cuadros evaluadores.
-
- **Variables dependientes**
 - Eficacia del uso de iconografía en el diseño gráfico de la interfaz.
 - Numero de errores presentados por cada usuario participante en la ejecución del protocolo de la prueba.
-
- **Medidas de evaluación.**
 - Eficiencia

3.4.2. Ejecución de la prueba

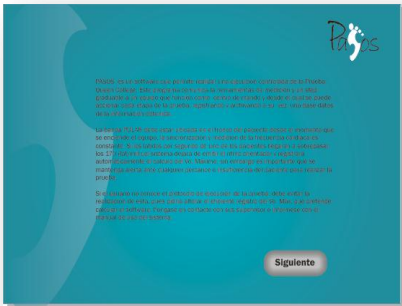
Planteamiento de evaluación heurística

Se evaluarán las dos propuestas de acuerdo a los siguientes criterios de 1 a 5, siendo esta la escala general donde:

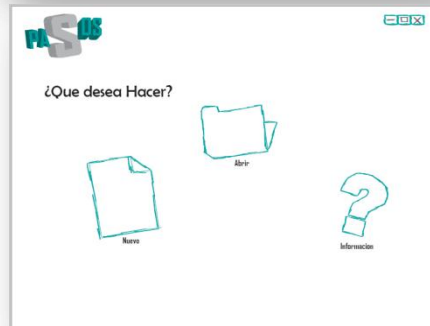
1. No Cumple
2. No cumple para la mayoría de los casos
3. Cumple para el 50% de los casos
4. Cumple en la mayoría de los casos
5. Cumple totalmente

Figura 71. Propuestas diseño de interfaz de usuario

Propuesta 1.



Propuesta 2.



INFORMACIÓN DEL PACIENTE

Nombre(s):

Apellidos:

Edad: Peso: Taille:

Longitud del Fémur: Cm.

Observaciones:

Datos del Paciente

Nombre:

Edad: Años

Taille: cm

Peso: kg

Observaciones:

Longitud de Fémur: cm

Este se activa cuando se va la digitada Longitud del Fémur

INFORMACIÓN DEL PACIENTE

Espere mientras el escalón se gradúa a la altura de:

cm

INFORMACIÓN DEL PACIENTE

Por favor espere mientras se gradúa a una altura de:

cm

Este se activa cuando se va la digitada Longitud del Fémur

SELECCIONE EL GENERO DEL PACIENTE

FEMENINO MASCULINO

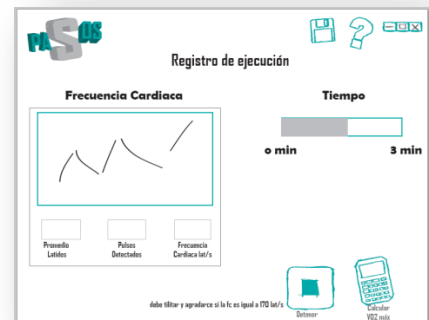
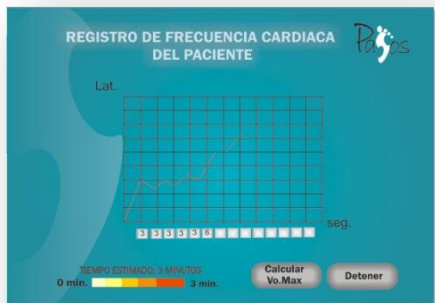
RITMO: pasos/min

Selección del género del participante

Femenina Masculina

Ritmo: Pasos por minuto

Si todos los datos suministrados son correctos por favor inicie la prueba



RESUMEN

RESULTADOS DE LA PRUEBA

Paciente:

Vo. Max: l/min

Observaciones:

Resultados

Nombre:

Edad:

Long. Fémur:

Género:

Altura escalón:

Ritmo:

F. cardiaca última:

VO2 máxima:

3.4.2.1. Evaluación heurística

Según la heurística a evaluar:

HEURISTICA 1.

Visibilidad del estado del sistema

1. Totalmente Invisible
2. A veces Invisible
3. Visible
4. Visible en la mayoría de los casos
5. Totalmente visible

Tabla 9. Evaluación Heurística 1

Ítem	Evaluación propuesta 1	Evaluación propuesta 2
Cada parte de la interfaz comienza con un título o encabezamiento que describa el contenido de la pantalla.	5	5
El esquema de diseño de los iconos y su estética es consistente en todo el sistema	4	5
Cuando se selecciona un icono rodeado por otros iconos, se distingue claramente cual fue el icono seleccionado	5	5
Los menús de instrucciones, puntos de entrada de datos y mensajes de error, ¿aparecen en el mismo lugar de la pantalla o en el mismo menú?	3	3
En pantallas múltiples para entrada de datos, ¿cada página esta etiquetada para mostrar su relación con las otras?	5	5
En los cuadros de inserción de información, ¿hay información visible de cual se encuentra activado?	5	5
Si se utilizan ventanas emergentes para carga o mensajes de error, ¿permiten estas ventanas al usuario visualizar el error o el estado del cargador?	5	5
¿Hay algún tipo de retroalimentación para	5	5

cada acción u operación?		
¿ Hay algún tipo de retroalimentación cuando los objetos de la interfaz son seleccionados?	5	5
El estado actual de cada icono, ¿ es claramente indicado?	1	1
Cuando se requiere esperar a que el sistema ejecute alguna acción, ¿el usuario es informado que debe esperar y que acción se esta ejecutando?	5	5
¿Los tiempos de respuesta son adecuados para cada tarea?	5	5
El tiempo en ejecutar cada tarea está entre 2 y 4 segundos para tareas comunes	4	4
La terminología manejada en los menús, ¿es consistente con el dominio del conocimiento del usuario en relación a la tarea a realizar?	5	5
TOTALES	62	63
EL SISTEMA CUMPLE CON LA HEURISTICA DE VISIBILIDAD DEL SISTEMA?	SI	SI

CONCLUSIÓN: Ambas propuestas cumplen con las heurísticas de visibilidad.

HEURISTICA 2.

Lenguaje de los usuarios (comprensibilidad)

1. Totalmente incomprensible
2. Ocasionalmente comprensible
3. Comprensible
4. Ocasionalmente incomprensible
5. Totalmente comprensible

Tabla 10. Evaluación heurística 2

Ítem	Evaluación propuesta 1	Evaluación propuesta 2
Los iconos son concretos y familiares para el usuario?	4	4
Las opciones de cada menú están ordenadas en la manera más lógica para el usuario?	5	5
La secuencia implementada se adecua al esquema mental del usuario?	5	5
Las formas de los objetos que configuran la pantalla, ¿conducen con las convenciones culturales de los usuarios?	5	4
Los colores seleccionados, ¿corresponden a valores esperados según los códigos de los usuarios?	5	5
Los botones están etiquetados de acuerdo a la acción que ejecutan dentro del sistema	5	5
Cuando se ingresan datos en la pantalla, ¿la terminología utilizada para describir el dato correspondiente es familiar para los usuarios?	5	5
El lenguaje de comandos empleado, ¿utiliza la jerga de los usuarios evitando el uso de vocablos computacionales específicos?	5	5
Son entendibles los espacios destinados al ingreso de datos por parte del usuario?	5	5
Las fuentes o combinaciones de estas, son claras y legibles para el usuario?	5	5
Es obvia y clara la manera en que el sistema indica "ahora haga esto"?	5	5
TOTALES	54	53
EL SISTEMA CUMPLE CON LA HEURISTICA LENGUAJE DE LOS USUARIOS?	SI	SI

CONCLUSIÓN: Las dos propuestas de interfaz son comprensibles

HEURISTICA 3.

Control y libertad para el usuario

1. Totalmente Libre
2. Ocasionalmente Libre
3. Ocasionalmente controlado.
4. Controlado la mayoría de las ocasiones.
5. Totalmente controlado.

Tabla 11. Evaluación heurística 3

Ítem	Evaluación propuesta 1	Evaluación propuesta 2
Es fácil para el usuario cambiar de una ventana a otra?	3	3
Cuando la tarea efectuada por el usuario se completa, ¿el sistema espera alguna señal del usuario antes de procesar la tarea?	5	5
Se pregunta al usuario que confirme acciones que tendrán consecuencias drásticas, negativas o destructivas?	1	1
Existe una función para “deshacer” para cada acción simple, cada entrada de datos y cada grupo de acciones completadas?	3	3
Los usuarios pueden cancelar operaciones en progreso?	1	1
La edición de caracteres esta permitda en los comandos?	5	5
Se puede cambiar la secuencia de ejecución de la prueba por parte del usuario?	5	5
El sistema permite utilizar atajos del teclado?	5	5
Existen botones que le permitan al usuario regresar en determinado momento al inicio de la secuencia y son claros en que momento se pueden utilizar y en cuáles no?	5	5
Los usuarios siempre pueden moverse hacia adelante o hacia atrás en la interfaz?	3	3

Los usuarios pueden configurar la apariencia de su propio sistema, sesión, archivo y valores por defecto para la pantalla?	5	5
TOTALES	41	41
EL SISTEMA CUMPLE CON LA HEURISTICA DE CONTROL POR PARTE DEL USUARIO?	SI	SI

CONCLUSION: Ninguna de las dos alternativas permite que en el momento en que la altura del escalón se gradúa, se pueda detener, minimizar o controlar el sistema. El usuario es libre

HEURISTICA 4.

Consistencia y estándares

1. No Cumple
2. No cumple para la mayoría de los casos
3. Cumple para el 50% de los casos
4. Cumple en la mayoría de los casos
5. Cumple totalmente

Tabla 12. Evaluación heurística 4.

Ítem	Evaluación propuesta 1	Evaluación propuesta 2
El abuso de letras mayúsculas en la pantalla ha sido evitado?	4	5
Las abreviaturas no incluyen punto?	3	5
Los iconos poseen etiqueta		
No hay mas de 12/20 tipos de iconos	5	3
Cada ventana posee un titulo	5	5
La estructura del sistema coincide con la estructura de tareas?	5	5
Los menús son presentados de manera vertical	5	5
Si una opción el menú es la de "salir", esta	1	5

aparece como un ítem del menú o en un icono altamente reconocible?		
Las instrucciones de uso son accesibles en cualquier punto de la secuencia de uso de la interfaz?	1	4
Las etiquetas de los botones y otros campos mantienen una forma consistente entre una pantalla y otra?	5	5
Las técnicas para atraer la atención del usuario están utilizadas de manera cuidadosa?	4	3
Hay de 4 a 6 colores como máximo y pertenecen todos estos colores al espectro visible?	3	5
Se evitan pares de colores espectralmente extremos y altamente cromáticos?	4	4
Las acciones del usuario están nombradas de manera consistente a lo largo de los diferentes apuntadores del sistema?	5	5
Los comandos son utilizados de manera similar y poseen el mismo significado en todas las partes del sistema?	5	5
Los comandos de texto son consistentes, naturales y poseen una fácil sintaxis fácil de memorizar?	5	5
La estructura de entrada de datos es consistente entre las diferentes pantallas?	5	5
Las pantallas del sistema están numeradas de manera secuencial?	1	1
Los colores altamente cromáticos son utilizados para atraer la atención del usuario?	5	3
TOTALES	71	78
EL SISTEMA CUMPLE CON LA HEURISTICA DE ESTANDARES?	SI	SI

CONCLUSION: Debe implementarse la atención del usuario empleando un color llamativo sin exceder el máximo número de colores sugerido.

Se de intervenir la puntuación final de las abreviaturas.

HEURISTICA 5.

Ayuda a los usuarios, reconocimiento, diagnóstico y recuperación de errores.

1. No Cumple
2. No cumple para la mayoría de los casos
3. Cumple para el 50% de los casos
4. Cumple en la mayoría de los casos
5. Cumple totalmente

Tabla 13. Evaluación heurística 5.

Ítem	Evaluación propuesta 1	Evaluación propuesta 2
Se utilizan sonidos para indicar alarmas o errores?	1	1
Los apuntadores implican que el usuario tiene el control?	5	5
Los apuntadores son inequívocos?	5	5
Se manejan mensajes de error?	1	1
Los mensajes de error son gramaticalmente correctos?	1	1
Los mensajes de error colocan al sistema bajo el control del usuario?	1	1
El lenguaje de comandos utiliza la sintaxis habitual acción-objeto?	5	5
El lenguaje de comandos evita el uso de signos no conocidos por el usuario?	5	4
Si se detecta un error en el campo de entrada de datos, ¿el sistema posiciona el cursor en ese campo o lo resalta de alguna manera?	1	1
Los mensajes de error sugieren la causa del problema que los ha ocasionado?	1	1
Los mensajes de error indican que acción debe realizar el usuario para corregir el error correspondiente?	1	1
TOTALES	27	26
EL SISTEMA CUMPLE CON LA HEURISTICA AYUDA AL USUARIO RECONOCIMIENTO, DIAGNOSTICO Y RECUPERACION DE ERRORES?	NO	NO

CONCLUSIÓN: En esta primera intervención en el diseño de la interfaz, se desconocen los posibles errores del usuario, sin embargo es necesario implementar ya sea en la programación, o en el diseño un método que permita evidenciar dichos errores, además de incorporar el manual de ayuda.

HEURISTICA 6.

Prevención de errores

1. No Cumple
2. No cumple para la mayoría de los casos
3. Cumple para el 50% de los casos
4. Cumple en la mayoría de los casos
5. Cumple totalmente

Tabla 14. Evaluación heurística 6.

Ítem	Evaluación propuesta 1	Evaluación propuesta 2
Las elecciones disponibles en los menús son lógicas, distinguidas entre si y mutuamente excluyentes?	5	5
Las entradas de datos son no sensibles a mayúsculas siempre se sea posible?	5	5
La navegación entre ventanas es simple y visible?	5	5
Se ha evitado el uso de comandos acción de teclado?	5	5
El sistema previene a los usuarios de cometer errores siempre que esto es posible?	1	1
El sistema alerta a los usuarios si están a punto de cometer un error potencialmente serio?	4	4
Los campos de entradas de datos, contienen valores por defecto cuando corresponde?	4	4
TOTALES	29	29
EL SISTEMA CUMPLE CON LA HEURISTICA PREVENCIÓN DE ERRORES?	SI	SI

CONCLUSIÓN: Debe verificarse el cumplimiento de esta heurística, una vez se analicen los posibles errores que comete el usuario.

HEURISTICA 7.

Reconocimiento antes que cancelación

1. No Cumple
2. No cumple para la mayoría de los casos
3. Cumple para el 50% de los casos
4. Cumple en la mayoría de los casos
5. Cumple totalmente

Tabla 15. Evaluación heurística 7.

Ítem	Evaluación propuesta 1	Evaluación propuesta 2
Existen pistas visuales y espacios en blanco para distinguir preguntas, apuntadores, cuadros de inserción de datos, entre otros?	5	5
Las etiquetas de datos están posicionadas de manera horizontal?	5	5
Todos los datos que el usuario va necesitando se muestran en cada paso de la interfaz?	5	5
Los apuntadores, pistas visuales y demás están ubicados en una posición donde es probable que el usuario dirija su atención?	5	5
Existe distinción visual en los menús?	5	5
Se han agrupado ítem en zonas lógicas de datos?	5	5
Las zonas han sido separadas por líneas, color, letras, títulos resaltados o áreas sombreadas?	5	5
Las etiquetas de los botones están cercanas a los mismos?	5	5
Se utiliza tamaño de letra, realce de fuente, subrayado, color, sombreado o tipografía especial para mostrar la	5	4

cantidad relativa o importancia de los diferentes ítems de la pantalla?		
Se ha utilizado el mismo color para agrupar elementos relacionados?	5	5
La codificación de color es consistente dentro de todo el sistema?	4	5
Existe buen contraste y brillo de color entre los colores usados para imágenes y fondo?	5	5
Los colores suaves, brillantes y saturados se han utilizado para enfatizar datos, mientras que los colores oscuros, opacos y no saturados han sido usados para des-enfatizar datos?	4	4
La primera palabra de las etiquetas de datos y botones es la más importante?	5	5
Los botones hacen que resulte obvio donde es posible realizar una selección?	5	5
TOTALES	73	73
EL SISTEMA CUMPLE CON LA HEURISTICA RECONOCIMIENTO ANTES QUE CANCELACION?	SI	SI

CONCLUSIÓN: Aunque es necesario usar un color que no sea blanco de fondo (Opción 2), el tono azul (opción 1), debe ser menos intenso para evitar saturar al usuario.

HEURISTICA 8.

Flexibilidad y eficiencia de uso

1. No Cumple
2. No cumple para la mayoría de los casos
3. Cumple para el 50% de los casos
4. Cumple en la mayoría de los casos
5. Cumple totalmente

Tabla 16. Evaluación heurística 8.

Ítem	Evaluación propuesta 1	Evaluación propuesta 2
El sistema está en capacidad de soportar usuarios tanto inexpertos como expertos en el manejo de software computacional?	5	5
Permite el sistema que los usuarios asocien los comandos de la forma más simple y común?	5	5
Se pueden guardar datos dentro del proceso de uso o solo al final?	5	5
Se pueden seleccionar ítems solo moviendo el cursor sin presionar sobre el botón?	5	5
El sistema ofrece atajos a los usuarios?	5	5
En las pantallas de entrada de datos se hace click sobre el campo o se pueden utilizar atajos del teclado.	5	5
TOTALES	30	30
EL SISTEMA CUMPLE CON LA HEURISTICA FLEXIBILIDAD Y EFICIENCIA DE USO?	SI	SI

CONCLUSION: Las dos propuestas son lo suficientemente flexibles para el usuario y permiten un uso efectivo del sistema según la heurística 8.

HEURISTICA 9.

Estética de diálogos y diseño minimalista.

1. No Cumple
2. No cumple para la mayoría de los casos
3. Cumple para el 50% de los casos
4. Cumple en la mayoría de los casos
5. Cumple totalmente

Tabla 17. Evaluación heurística 9

Ítem	Evaluación propuesta 1	Evaluación propuesta 2
Es mostrada en la pantalla solo la información esencial para tomar decisiones?	5	5
Los iconos son visualmente distinguibles de acuerdo a su significado conceptual?	5	5
Cada icono esta resaltado con respecto a su fondo?	5	5
Los grupos de ítems con significado semejante, están separados por espacios en blanco?	5	5
Cada pantalla posee un titulo simple, corto, claro y suficientemente distintivo?	5	5
Las etiquetas de campos y botones son familiares y descriptivas?	5	5
Cada opción seleccionada está asociada con solo una acción del nivel superior?	5	5
Los títulos de los menús son breves pero suficientemente claros para comunicar su contenido?	5	5
Los datos se pueden ingresar de diferentes manera, mayúsculas, combinado, minúsculas?	5	5
TOTALES	45	45
EL SISTEMA CUMPLE CON LA HEURISTICA ESTETICA DE DIALOGOS Y DISEÑO MINIMALISTA?	SI	SI

CONCLUSIÓN: El diseño minimalista del diseño de cada interfaz es adecuado y permite que aunque sintética la comunicación sea clara.

HEURISTICA 10.

Ayuda general y documentación

1. No Cumple
2. No cumple para la mayoría de los casos
3. Cumple para el 50% de los casos
4. Cumple en la mayoría de los casos
5. Cumple totalmente

Tabla 18. Evaluación heurística 10.

Ítem	Evaluación propuesta 1	Evaluación propuesta 2
Todas las partes del sistema entran sincronizadas entre si?	5	5
Las instrucciones del menú ayuda se distinguen visualmente?	1	3
Las instrucciones siguen la secuencia de las acciones del usuario?	5	5
Hay ayuda de memoria para los comandos, como etiquetas de datos o referencias del menú ayuda?	1	4
La función de ayuda del menú es visible?	1	4
La interfaz de ayuda es consistente con el resto del sistema?	1	1
La información es fácil de encontrar?	1	3
Presentación: la información es fácil de encontrar?	1	4
La información presentada es relevante?	1	1
La información presentada es exacta, completa y comprensible?	1	1
La ayuda el explica muy bien al usuario que puede hacer con el programa?	1	1
Los posibles errores son altamente descritos, le explican al usuario el motivo del error y como corregirlo?	1	1
Pueden los usuarios cambiar fácilmente entre la ayuda y su	1	4

trabajo?		
Tras haber ingresado a la ayuda, puede el usuario volver a la pantalla donde llevaba su trabajo?	1	4
TOTALES	22	40
EL SISTEMA CUMPLE CON LA HEURISTICA AYUDA GENERAL Y DOCUMENTACION?	NO	NO

CONCLUSIÓN: Debe diseñar se una interfaz con la opción de ayuda implementada siendo coherente con el diseño resto del sistema.

Síntesis de las conclusiones según la evaluación heurística

- Debe diseñar se una interfaz con la opción de ayuda implementada siendo coherente con el diseño resto del sistema.
- El diseño minimalista del diseño de cada interfaz es adecuado y permite que aunque sintética la comunicación sea clara.
- Las dos propuestas son lo suficientemente flexibles para el usuario y permiten un uso efectivo del sistema según la heurística 8.
- Aunque es necesario usar un color que no sea blanco de fondo (Opción 2), el tono azul (opción 1), debe ser menos intenso para evitar saturar al usuario.
- Debe verificarse el cumplimiento de esta heurística, una vez se analicen los posibles errores que comete el usuario
- En esta primera intervención en el diseño de la interfaz, se desconocen los posibles errores del usuario, sin embargo es necesario implementar ya sea en la programación, o en el diseño un método que permita evidenciar dichos errores, además de incorporar el manual de ayuda.
- Debe implementarse la atención del usuario empleando un color llamativo sin exceder el máximo número de colores sugerido.
- Se de intervenir la puntuación final de las abreviaturas.
- Ninguna de las dos alternativas permite que en el momento en que la altura del escalón se gradúa, se pueda detener, minimizar o controlar el sistema. El usuario es libre
- Las dos propuestas de interfaz son comprensibles
- Ambas propuestas cumplen con las heurísticas de visibilidad

3.4.2.1. Propuesta final: Evolución

Síntesis de la propuesta según las conclusiones de la evaluación heurística.

Figura 72 .Propuesta final de interfaz



Una vez generada una alternativa única de interfaz, el paso a seguir es la evaluación directa con el usuario primario tal como se propuso en el diseño de la prueba ergonómica. La siguiente es una ficha evaluadora que permite conocer que tan clara resulta la propuesta y que tan fácil es su manejo.

3.4.2.2. Ejecución de la prueba

Para la ejecución de la prueba se realizaron filmaciones (Anexos digitales 4- Videos prueba ergonómica 1)

También se uso un formulario de encuesta para los participantes (Anexo B)

Tabulación de los resultados

Los resultados se tabulan de acuerdo al Anexo C.

Tabla 19. Tabulacion resultados prueba de interfaz

Participante	Nombre	Edad(años)	Qué tan clara le parece la propuesta?	Qué tan fácil fué la nevegacion por la interfaz?	Observaciones
1	Ingy johanna Ardila A.	33	4	4	Cambiar la palabra step por cajón , aclarar que equipo debe estar encendido, utilizar la plabara participante en lugar de paciente , revisar la programación cuando el participante alcance 170 l/min y usar la sigla Vo2.max.
2	Lizeth Astddrid Zarate Rodri	22	4	4	
3	Javier Parra Patiño	45	4	5	Ortografía, Registrar la FC aunque no haga cálculo de Vo2. max, cruzar la información con tablas de referencia de Vo2. mas. Para conocer el resultado del valor.
4	Jesus David Ramos	22	5	5	
5	Maria Solange Patiño	48	5	5	
6	Mary Luz rios Correa	27	5	5	Es sencillo pero no me concentré.
7	Adriana Atuesta	24	5	5	
8	Diana Villarreal Dulcey	24	4	4	
9	Nathali Ramirez Galán	26	4	4	Debería aparecer un cuadro de texto para saber si debe guardarse la información o abrir uno nuevo y saber un poco más de la prueba antes de ejecutarla.
10	Diana Camargo	47	5	5	En la introducción debe hablarse de participante y no de paciente , agregar tablas de referencia para valorar Iso resultados, indicador de finalizó la prueba, hacerlo llamativo con mas contrastes.

Deteccion de errores

PARICIPANTE 1.

Uso comandos de teclado para avanzar por los cuadros de introducción de texto.

La ubicación de la opción guardar genera confusión, el participante no sabe si usarla al inicio o solo al final.

PARICIPANTE 2.

La ubicación del comando guardar genera confusión en la selección del paso siguiente a ejecutar.

La presentación de los datos de salida de la frecuencia cardiaca generan confusión, por lo cual se debe indicar cuál es el valor que se debe tener en cuenta para detener y hacer el cálculo de VO₂ máx.

PARICIPANTE 3.

No hay diferenciación de la casilla de nombre y apellidos que se encuentran por separado.

La ubicación del comando guardar le hace preguntarse si se debe hacer al inicio o al final de la ejecución de la prueba.

PARICIPANTE 4.

No hay diferenciación de la casilla de nombre y apellidos que se encuentran por separado.

PARICIPANTE 5.

No hay diferenciación de la casilla de nombre y apellidos que se encuentran por separado.

PARICIPANTE 6.

No hay diferenciación de la casilla de nombre y apellidos que se encuentran por separado.

PARICIPANTE 7.

No hay diferenciación de la casilla de nombre y apellidos que se encuentran por separado.

PARTICIPANTE 8.

No hay diferenciación de la casilla de nombre y apellidos que se encuentran por separado.

Utiliza la función guardar en todas las etapas donde se puede usar.

PARTICIPANTE 9.

Asume que el primer paso es abrir un documento en lugar de crear uno nuevo.

No hay diferenciación de la casilla de nombre y apellidos que se encuentran por separado.

Los valores presentados en la gráfica no son suficientemente claros para ella, por lo cual da *click* en la función detener sin que sea necesario.

PARTICIPANTE 10.

No hay diferenciación de la casilla de nombre y apellidos que se encuentran por separado.

Análisis de los resultados

Figura 73. Resultados variable claridad

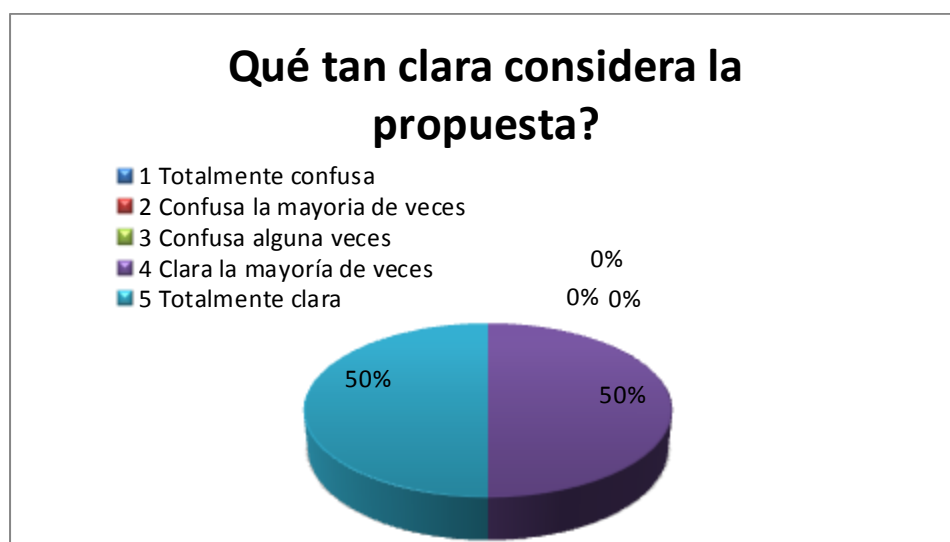
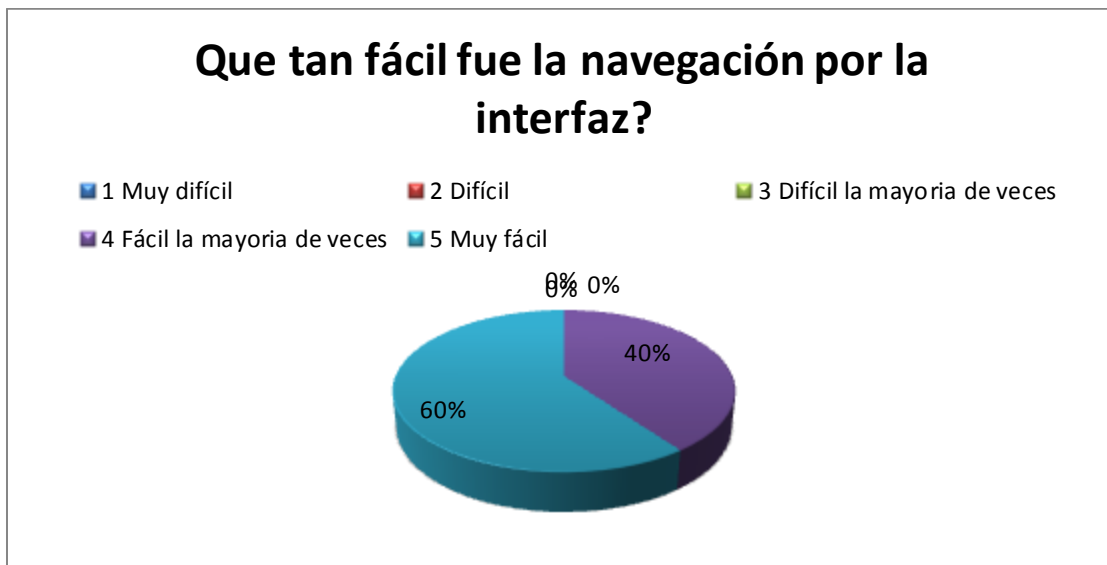


Figura 74. Resultados variable comprensión



3.4.2.3. Conclusiones de la prueba ergonomica

- Un 50% de las personas que aplicaron la prueba consideraron la interfaz TOTALMENTE CLARA, pero el otro 50 % catalogo el diseño como CLARA LA MAYORIA DE VECES, por lo cual se encontraron sugerencias y observaciones que podrían garantizar que un mayor porcentaje de usuarios entiendan en su totalidad la propuesta de comunicación del software.
- El 60 % de los usuarios que probaron la interfaz ignoraron algun tipo de error durante la navegación por la interfaz propuesta.
- El texto de introducción al software que aparece en la entrada de la interfaz debe profundizarse un poco más, además de mencionar a quienes apliquen la prueba como participantes y no como usuarios y de evitar los extranjerismos como “step” en la redacción.

- Es importante que el usuario comprenda en que momento debe guardar los datos, el boton de guardar esta presenta en la mayoria de las ventanas y confunde a este respecto la operación que debe ejecutar.
- Cuando la prueba termina el usuario debe alertarse o informarse para que comprenda que debe seguir con el procedimiento.
- Una vez el progarma calcula el consumo de Vo2. Max. El sistema debe enseñar unos valores de referencia para que tanto el usuario como los participantes puedan analizar los resultados del valor calculado.
- Se debe considerar la supresion de las casillas Nombre y Apellidos dado que no hay diferenciacion y no se adecuan al modelo mental del usuario y unificar estas dos en una sola casilla donde el usuario no se confunda y pierda tiempo innecesario borrando datos.
- En la ventana de ejecucion de la prueba (grafica), se debe indicar cual es el valor de la frecuencia cardiaca que se debe tener en cuenta para parar la prueba y hacer el calculo de VO2 máx.
- Cuando los latidos por minuto sobrepasen el limite submaximo el sistema debe indicar como detener la prueba, seguir regristando el valor de frecuencia cardiaca y no permitir el calculo de Vo2 máx, ya que el valor obtenido no seria exacto. (Previa consulta tecnica con programadores).

3.4.3. Propuesta final de la interfaz

Después de hacer un análisis de los resultados, se hacen los cambios pertinentes para proponer una interfaz final, la cual será montada en un archivo flash y posteriormente será evaluada por dos estudiantes de ingeniería electrónica para su programación e integración con el sistema general.

(Anexos digitales 5- montaje de la interfaz en un archivo flash)

3.4.3.1. Justificación del diseño gráfico de la interfaz propuesta

La primera etapa del diseño de la interfaz consiste en definir el nombre y el logotipo del producto, para lo cual se hace fundamental justificar el nombre de la marca.

La prueba es conocida internacionalmente como “PRUEBA DE QUEEN COLLEGE” O “**PRUEBA DEL STEP DE TRES MINUTOS**”, éste último nombre al traducirse al español adoptaría el nombre de “ PRUEBA DEL PASO DE TRES MINUTOS” ó “**PRUEBA DE PASOS DE TRES MINUTOS**” nombre que a diferencia de Queen College se asemeja más al contenido de la prueba, del mismo modo el producto con el que se pretende implementar la prueba se conoce en los centros de acondicionamiento físico y entidades afines como escalón, cajón o *step*. Es así que se trata de incorporar el concepto de STEP a una posible marca producto, sin embargo el americanismo en un producto colombiano se suprime y tratando de conservar un nombre corto y simbólico del producto central se concluye el proceso de selección con el nombre de **PASOS** como alternativa final.

Una vez seleccionado un nombre llamativo y de fácil recordación para la marca del producto, lo siguiente es llevar a dos dimensiones el diseño de la marca para visualmente sea también reconocible.

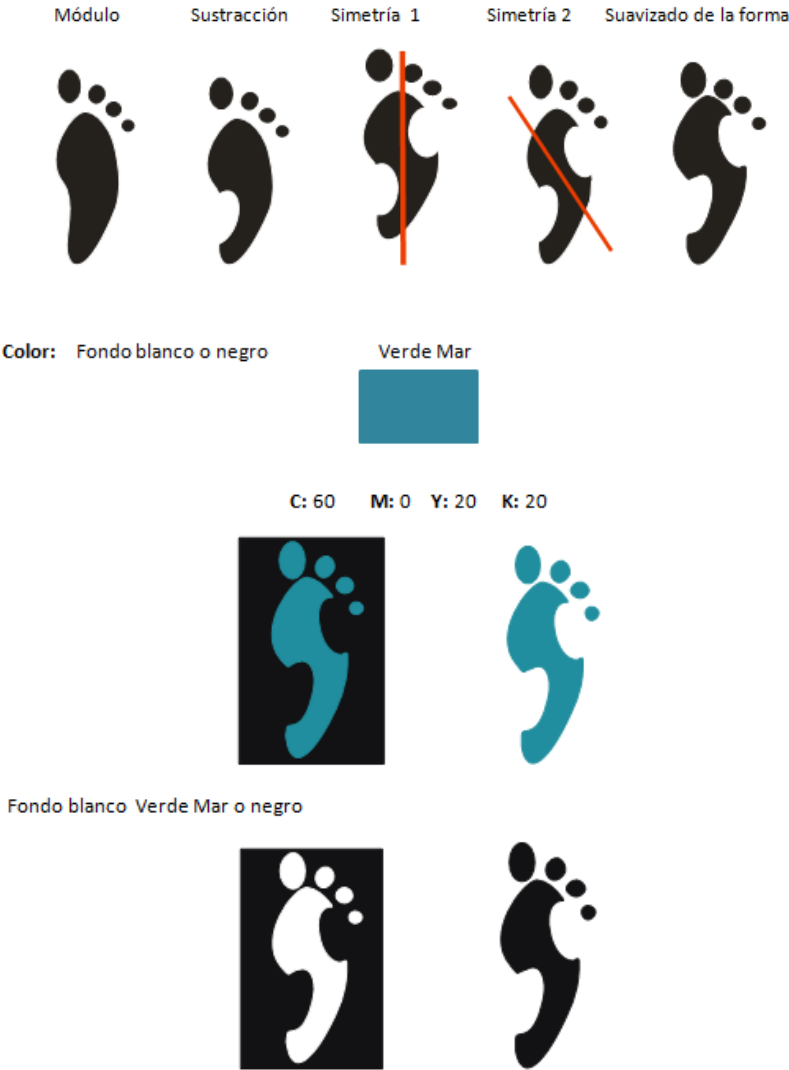
Se trabaja un logotipo incorporado en la tipografía del nombre, se proponen alternativas mezclando fuentes, distribución, logo símbolos y se hace uso de colores afines con el área de la salud logren un contraste y capten la atención del usuario sin cansar la vista.

Figura 75. Propuestas diseño grafico de la interfaz



Finalmente se selecciona un logo símbolo que representa el nombre de la marca y una forma que simboliza la realización la prueba (pasos), seguido a esto fue preciso lograr un reconocimiento de la forma del logo con una lectura simultanea de la "S" que se quiere sustituir en el centro.

Figura 76. Generación de la forma del Logotipo



Propuesta lograda

Fuente: Segoe Print Normal

Color: Negro (fondo verde mar o blanco) ó Blanco (fondo negro o verde mar)

Figura 77. Primera propuesta de logotipo



Figura 78. Evolución logo símbolo para mejorar su lectura



Diseño de fondos

Figura 79. Fondos

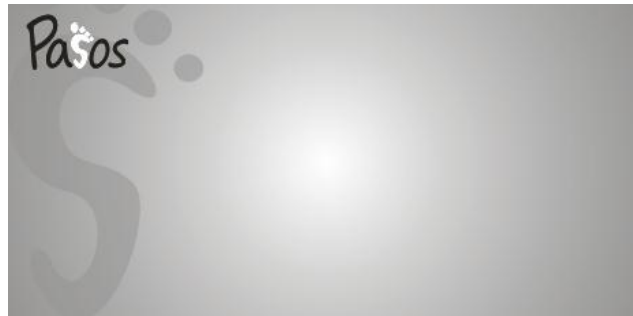


Figura 80. Interfaz para programación



Pasos

PASOS es un software que permite realizar una ejecución controlada de la Prueba Queen College. Este comunica un escalón graduable y las herramientas electrónicas de medición cardíaca con un dispositivo inalámbrico a un equipo (PC) que funciona como centro de mando y desde el cual se puede accionar cada etapa de la prueba, registrando y archivando a su vez una base de datos de la información obtenida.

La banda POLAR debe estar ubicada en el tronco del paciente antes de encender los equipos, seguido a ello el dispositivo auxiliar que registra los latidos que percibe el electrodo de la banda se situará en la pared más cercana al participante a una ____ cm del piso.

La sincronización y medición de la frecuencia cardíaca es constante. Si los latidos por segundo de uno de los participantes llegara a sobrepasar los 170lat/min, el sistema dejará de emitir el ritmo orientador, seguirá registrando los latidos, hasta que la banda sea retirada, pero no realizará el cálculo de Voz.máx, ya que dado el caso dicho cálculo sería errado.

Si el usuario no conoce el protocolo de ejecución de la prueba, debe evitar ejecutarla, pues podría obtener un cálculo errado o tener problemas con el manejo del software. Póngase en contacto con sus supervisores o recurra al manual de uso del sistema.

Es importante que el usuario tenga la opción de accionar el botón de guardar en cada ventana de registro de datos para evitar la pérdida de información si se produce alguna falla en el sistema.

Para comenzar acción el botón "siguiente" y prosiga accionando el botón "nuevo" que aparecerá a continuación

Siguiente

Pasos

¿ Qué desea hacer ?

Nuevo

Abrir

Ayuda

Pasos

INFORMACION DEL PARTICIPANTE

Nombre:

Edad: **Peso:** kg **Talla:** cm

Longitud del Fémur: cm

Observaciones:

Volver **Guardar** **Ayuda** **Calcular altera escalón**

Pasos

Por favor no accione ningún botón. Si cometió algún error, espere mientras el escalón se gradúa e inicie nuevamente el procedimiento.

Altura calculada: **27,8** cm
63%

Ver Volver Guardar Ayuda Calcular altura escalón

Pasos

SELECCIONE EL GÉNERO DEL PARTICIPANTE

Femenino **Masculino**

Ritmo: pasos/min

Volver Guardar Ayuda Iniciar prueba

Pasos

REGISTRO DE FRECUENCIA CARDIACA DEL PACIENTE

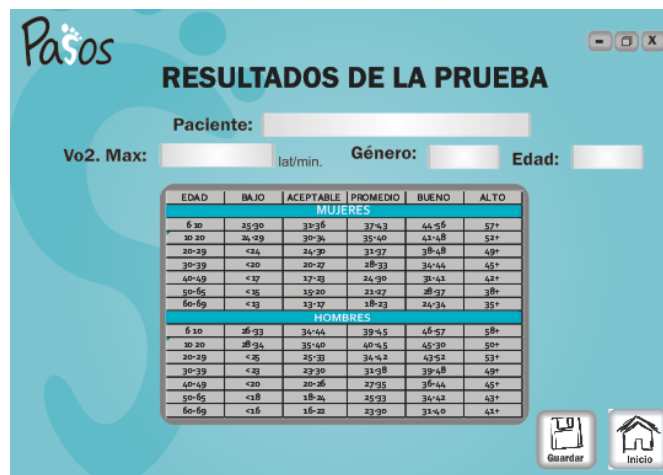
Lat

Promedio Latidos Pulso Detectados Frecuencia Cardiaca LatSeg

Tiempo estimado: 3 minutos.

0 min 3 min

Detener Calcular Vo2, Máx



3.5. DISEÑO ELECTRÓNICO DEL PRODUCTO

El esquema de programación electrónica debe contar con los siguientes requisitos:

- La altura del escalón debe poder graduarse en función de la medida de LF con la formula $HF = (Lf * (1 - \cos 73.3^\circ))$.
- La recepción de la señal de frecuencia cardiaca debe tener el menor ruido posible y no presentar interferencias.
- El escalón debe tener una respuesta máxima de 4 minutos en subir y bajar

- Se debe garantizar el aislamiento de todos los sistemas electrónicos del contacto con el usuario
- Los cálculos deben hacerse en función de las variables determinadas.
- La configuración de la interfaz debe asemejarse en un buen porcentaje a la propuesta de diseño anterior
- La integración de todos los elementos (cronometro-metrónomo) debe ser adecuada y cumplir con los estándares generales.
- Debe permitir la consulta de datos
- Debe permitir la retroalimentación en todos los sentidos.

3.5.1. Descripción general de la configuración electrónica del equipo.

La comunicación de todo el equipo se establecerá mediante una conexión bluetooth de todos los elementos, la cual crea una cadena de comunicación inalámbrica.

El escalón se conecta a la red eléctrica que le suministra la energía a una fuente de (24V) que es la que le da energía al motor de corriente continua que activa el mecanismo de elevación.

Para controlar el sistema se cuenta con un software operable desde un computador (PC) mediante un archivo ejecutable (.exe) de la interfaz de usuario; la comunicación estará en funcionamiento cuando el dispositivo bluetooth del computador este plenamente reconocida (esto se verificara en el panel de control del equipo PC). Posteriormente cada uno de los comandos de la interfaz activara una parte de la secuencia electrónica para cada una de las funciones.

El comando calcular altura del escalón activara el circuito del puente H del motor y permitirá la graduación de altura según la fórmula aplicada. Esta decodificación final se hará en función del número de vueltas que da el tornillo helicoidal en relación a la distancia vertical con el piso. En este punto se establecerá un rango de datos óptimos para el funcionamiento, teniendo en cuenta que para que el mecanismo funcione debe estar en los rangos de altura de 17 cm a 41.3 cm, se deberá establecer un rango de valores para la Longitud del fémur que va desde 24 cm a 57 cm, de modo que se logre llegar a la mínima y máxima altura.

Cuando el escalón se gradúa el usuario obtiene una retroalimentación en el cambio de pantalla de la interfaz y en el sonido de activación del motor que este hace como retroalimentación para indicar su funcionamiento.

Posteriormente el comando iniciar prueba, acciona el sonido del metrónomo, el cronometro y la lectura de pulsos cardiacos mostrando en tiempo real las pulsaciones mientras el participante realiza la prueba.

Para lograr la lectura el sistema cuenta con la banda POLAR, un chip lector de los pulsos de marca POLAR, que recibe las transmisiones de la banda en un radio de 60 cm, por lo cual el equipo cuenta con un dispositivo receptor ubicado en el brazo del participante, este toma los datos y los transmite al circuito ubicado en el escalón y este a su vez los envía al dispositivo del computador, estableciendo así un sistema de comunicación cerrado.

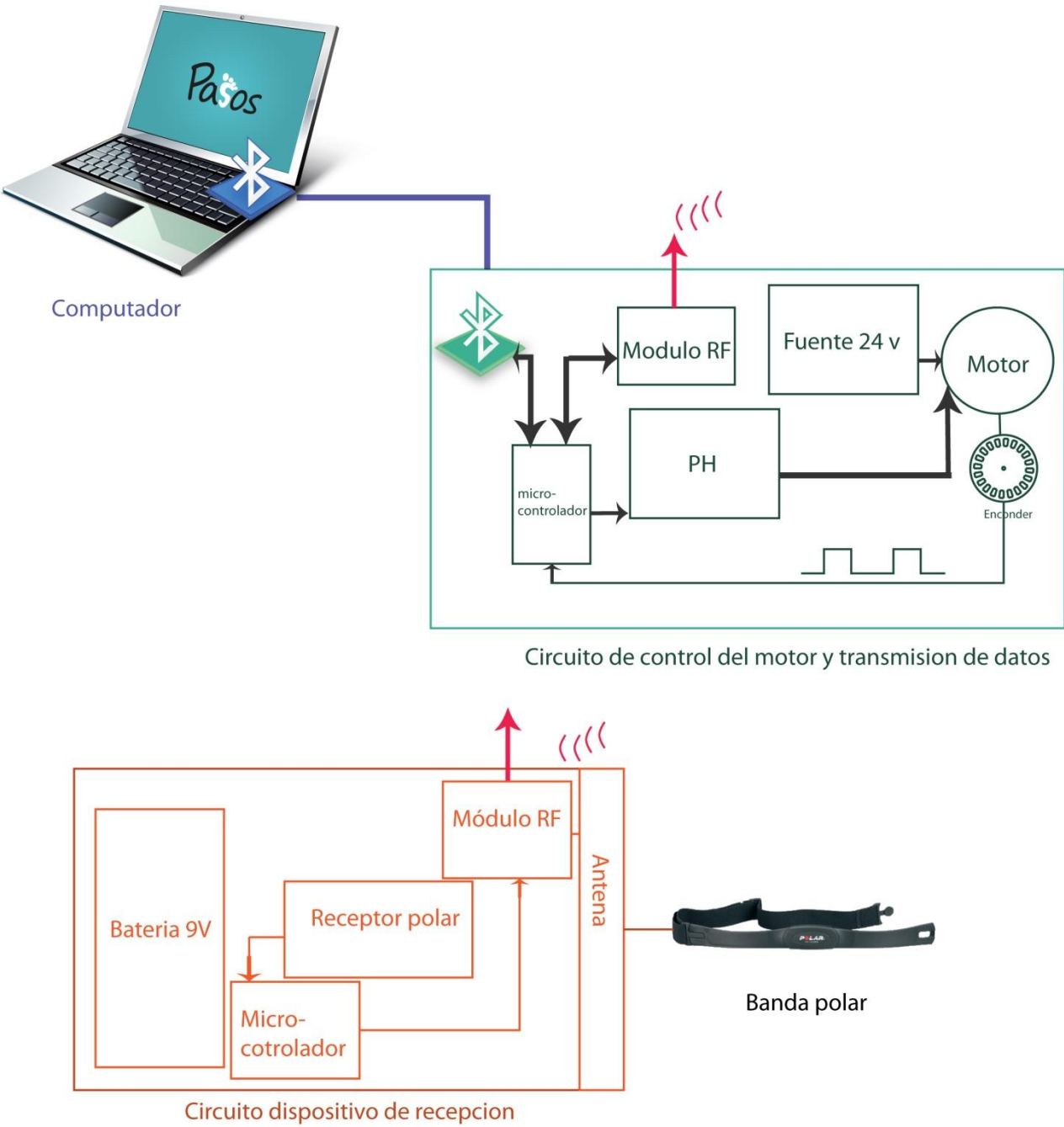
Una vez se finaliza la prueba el software hace los cálculos respectivos, cuando se activa el comando ir al inicio, el escalón empieza a graduarse hasta llegar a la altura mínima, lo cual indica que se empezara una nueva prueba.

La interfaz almacenará en una base datos en el equipo la información por participante, la fecha y resultados obtenidos por cada prueba, así mismo le permitirá al fisioterapeuta su consulta y análisis. En la figura 81 se presenta un esquema básico de la configuración electrónica.

En este sentido en cuanto al diseño de la interfaz se utilizará un programador de JAVA de modo que la interfaz que se obtendrá se acoplará a los requerimientos de diseño antes planteados en lo más cercano al mismo, de acuerdo a la capacidad del programador para copiar estas características, en este sentido se esta sujeto al manejo del programador empleado para lograr dicho acercamiento.

Anexo D. Esquemas de apoyo configuración electrónica

Figura 81. Esquema general del diseño electrónico



4. ANALISIS DEL MERCADO DEL PRODUCTO

4.1. OBJETIVOS

- Identificar las necesidades del cliente a través de indagación directa para la determinación del mercado aparente al que se puede enfocar el producto.
- Identificar los clientes potenciales y determinar el tipo de pruebas de esfuerzo que realizan y si cuentan con equipos especializados o no.
- Determinar un número aproximado de unidades a producir en serie para una primera incursión en el mercado del producto.

4.2. ANTECEDENTES

El presente estudio de mercado permitirá determinar el número de establecimientos comerciales y/o educativos que podrían llegar a adquirir nuestro producto, de igual forma se pretende determinar el número de unidades a producir en primera instancia para la incursión del equipo en el mercado nacional.

En primer lugar cabe resaltar que este proyecto surge de una necesidad académica de un grupo de investigación de la escuela de Fisioterapia de la Universidad industrial de Santander y por ello primero se estudiarán universidades y similares que podrían estar interesados en adquirir el producto.

En segundo lugar aclararemos que por tratarse de un producto nuevo para aplicar una prueba poco conocida en el país, no se espera un mercado aparente abundante.

4.3. DETERMINACION DEL MERCADO

4.3.1. Sector educativo:

Facultades de fisioterapia en el país que realizan investigación en este campo:

- Universidad industrial de Santander (aplicativo también a los sectores de bienestar universitario, Favuis y al hospital universitario de Santander)
- Universidad nacional de Colombia: Laboratorio de marcha
- Universidad Manuela Beltran (Bogota y Bucaramanga)
- Universidad metropolitana barranquilla
- Universidad Libre Barranquilla
- Facultad de Ciencias de la Salud / Universidad del Valle / Cali, Colombia
- Universidad Cooperativa de Colombia, Seccional Bogotá, D.C.
- Universidad Autonoma De Manizales
- Fundación Universitaria María Cano
- Universidad Manuela Beltrán
- Universidad de Santander UDES
- Facultad de ciencias de la Salud - Universidad de Boyacá
- Facultad ciencias de la Salud. Universidad del Cauca. Colombia

Las anteriores cuentan con laboratorios de marcha y planes de acondicionamiento físico para sus estudiantes, por lo tanto se consideran posibles clientes de nuestro producto.

4.3.2. Sector comercial.

Según registros de la Cámara de comercio se encuentran inscritas 420 empresas dedicadas a la fisioterapia, de las cuales el 80% se centran en la rehabilitación postraumática y atención a personas con discapacidad física, solo el 20 % ofrecen otro tipo de servicios, entre los cuales podrían estar incluidos servicios de acondicionamiento físico.

De las 84 empresas contempladas anteriormente se encontró que solo 36 de ellas realizan este tipo de pruebas, bien sea con equipos como la bicicleta ergométrica o la banda rodante, incluso algunos incluyen el test de Cooper y otras, motivo por

el cual se acudirá a hacer una búsqueda en centros de acondicionamiento físico en todo el país. (Anexo E. Lista de empresas registradas en el país)

En las figuras 82 a 84 se muestra una distribución del mercado en el sector comercial a tener en cuenta en la determinación del mercado objetivo del producto final.

Figura 82. Distribución del mercado 1.

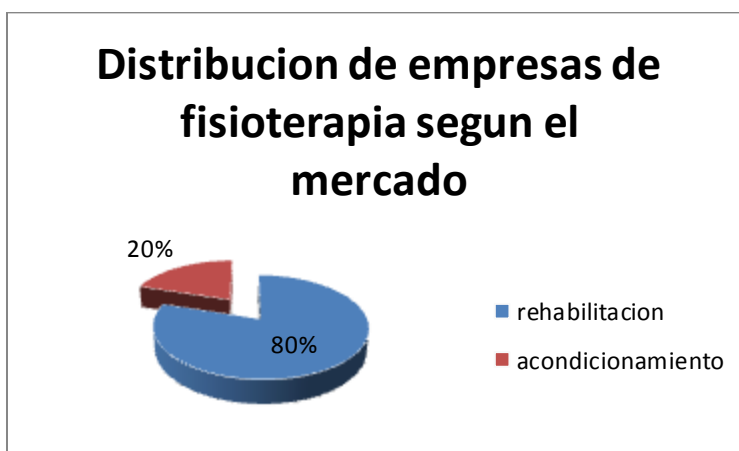
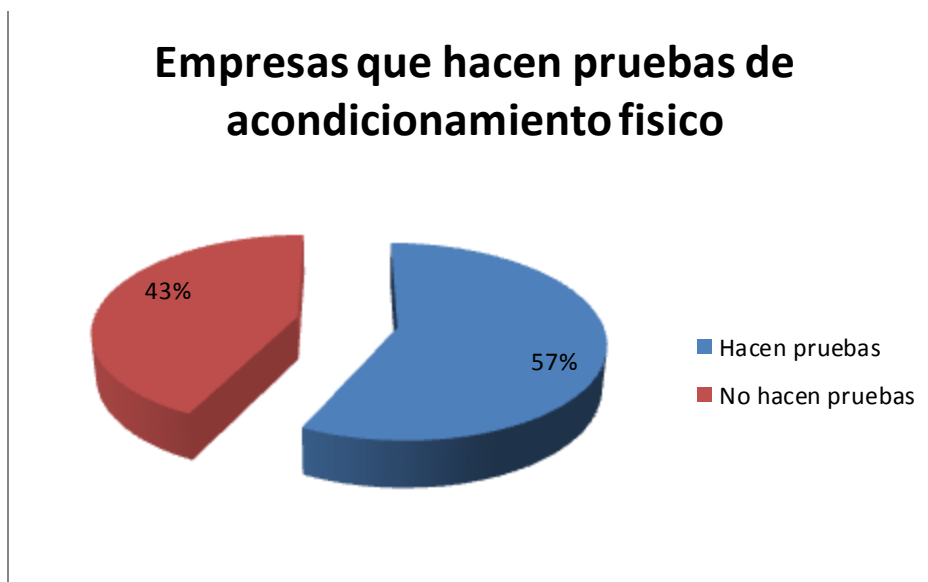
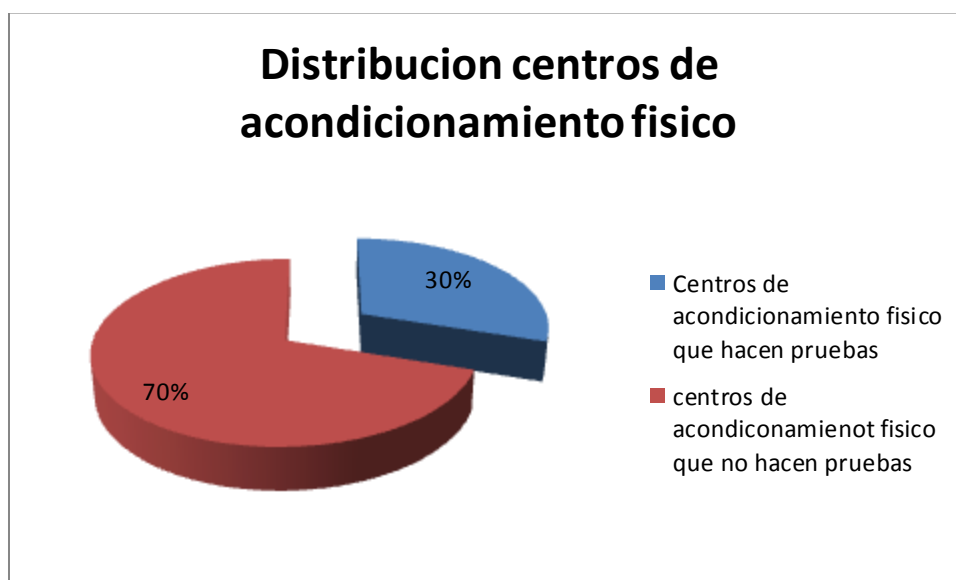


Figura 83. Distribución del mercado 2.



En el campo del acondicionamiento físico como tal, se encuentran registradas en el país 956 centros especializados en acondicionamiento físico y deportivo, de los cuales el 70% son gimnasios no especializados y el 30% restante hace alusión a centros donde se ofrecen planes completos de acondicionamiento y se remite a pruebas estandarizadas para la determinación de la condición física de cada persona que acude a ellos, se encuentran entre este 30% centros de preparación deportiva de alto nivel y grandes instituciones comerciales dedicadas a esta labor.

Figura 84. Distribución del mercado 3.



Ahora bien, se hará un tanteo del mercado con los más grandes centros de acondicionamiento para determinar el tipo de pruebas de esfuerzo físico que realizan y los equipos que emplean para tal fin, se buscara descartar del mercado aparente a empresas que ya cuentan con equipos especializados para la ejecución este tipo de pruebas y se determinará entonces el porcentaje del mercado a atacar y un número inicial de producción en serie con el cual se buscara el posicionamiento en el mercado del producto.

Para esta determinación se recurrirá al contacto telefónico o via e-mail para determinar el tipo de servicios y equipos, de igual forma se pretenderá determinar si estarían dispuestos a adquirir otros equipos para tal fin.

A continuación relacionamos una lista de empresas que según investigación del mercado podrían ejecutar pruebas de esfuerzo físico en el país y el tipo de pruebas y equipos que emplean para tal fin.

Tabla 20. Muestra de empresas dedicadas al acondicionamiento físico en Colombia

NOMBRE	UBICACION	REALIZACION PRUEBAS DE ESFUERZO
Acondicionamiento en fisioterapia y estética hera	Medellín	Si, de tipo casero (test de Cooper).
Ag fisioterapia medicina estética s a s	Bogotá	Si, con bicicleta ergométrica y banda
Ápex Ltda. - spa y fisioterapia	Bogotá	Si, con banda rodante
Arthros centro de fisioterapia y ejercicio s.a.s.	Medellín	Si, Banda rodante
Balance estética y fisioterapia integral	Palmira	Si (Test de Cooper y de flexibilidad de Harvard)
Cefes e u centro de fisioterapia especializado	Cali	Si, con banda rodante.
Bodytechcolombia	Principales ciudades, (28 sedes en todo el país)	Banda rodante y Bicicleta ergometría (pruebas directas)
Centro de estética y fisioterapia dunter	Medellín y cucuta	Si, test de cooper
Clínica de Fisioterapia y Rehabilitación	Bogotá	Si, Banda rodante, toma de frecuencia con medidor de frecuencia cardiaca.

Fisiointegral	Medellín	Si, Suben y bajan escalones de acuerdo a la edad.
Centro de acondicionamiento físico Body&Soul	Barranquilla	Si, Banda rodante y toman frecuencia cardiaca con banda.
Bioactiva IPS	Popayán	Si, Banda rodante y bicicleta ergométrica.
Fitness park	Cali	Si, Banda rodante y bicicleta ergométrica.
Centro de acondicionamiento físico Universidad Sergio Arboleda	Santa Martha	Si, banda rodante.
Centro de acondicionamiento fernando benitez	Cali	Si, Bicicleta ergométrica
Centro de acondicionamiento físico actual gym villa del rio	Bogotá	Si, Test de cooper
Centro de acondicionamiento físico cardio pilates	Cali	Si, Test de Harvard.
Vivo centro de acondicionamiento físico	Bogotá	Si, Banda rodante com banda de frecuencia cardíaca (indirecta)
Centro de acondicionamiento físico cuerpos perfectos	Bucaramanga	No
Centro de acondicionamiento físico y deportivo del guaviare	San José del Guaviare	Si, Test de banda por 10 minutos
Centro medico deportivo de acondicionamiento físico sport body sa que también podrá identificarse con la sigla gimnasio sport body s a	Bogotá	Si, Bicicleta ergometrica

De lo anterior podemos concluir que existen empresas de reconocimiento nacional en la preparación y acondicionamiento físico y que estas cuentan con los equipos necesarios para la ejecución de pruebas de esfuerzo físico directas,

correspondiendo a estas el 12% de empresas que llegarían a ofrecer este tipo de servicios, por lo cual se excluirán como posibles clientes dejándonos así con un mercado del 18% a atacar correspondiente a 172 empresas del sector de acondicionamiento físico y deportivo.

4.4. CONCLUSIONES

Se ha determinado que del sector académico se podrían fabricar 20 equipos y del sector comercial 180 para una producción inicial de 200 unidades, mediante las cuales se pretenden posicionar el producto en el mercado nacional.

5. FASE DE CONSTRUCCION Y VALORACION

5.1. DEFINICIÓN FORMAL

Figura 85. Definición formal Escalón Graduable

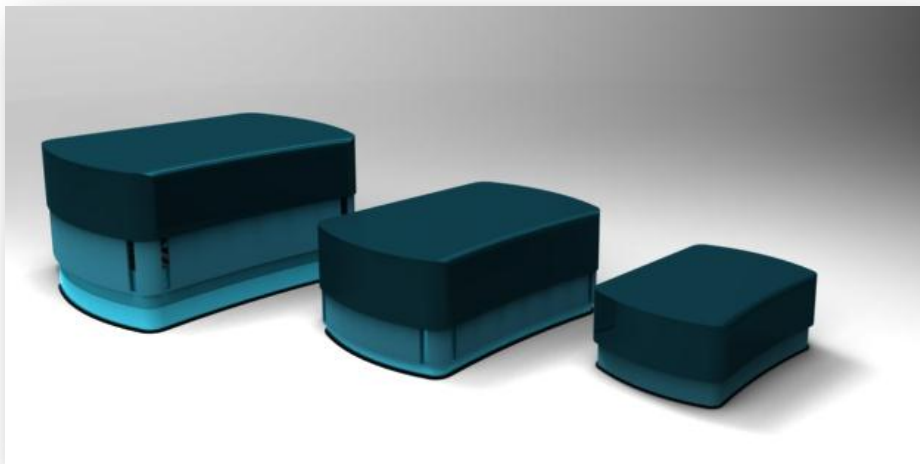
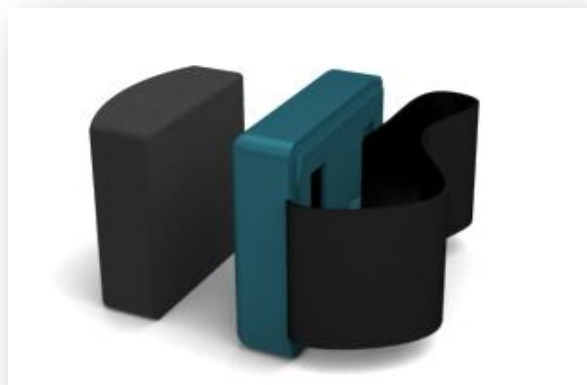


Figura 86. Definición formal Dispositivo Receptor o antena.



5.2. PLANOS TECNICOS

5.2.1. Planos técnicos mecanismo de elevación

Los planos técnicos se presentan según anexo F. Planos técnicos mecanismo de elevación

5.2.2. Planos técnicos Carcasas

Los planos técnicos de las carcasas se presentan en el anexo G. Planos técnicos Carcasas

5.2.3. Planos técnicos dispositivo de recepción de frecuencia cardiaca

Los planos técnicos del dispositivo de Frecuencia cardiaca se encuentran en el Anexo H. Planos técnicos dispositivo de recepción

5.3. DETERMINACIÓN DE MATERIALES Y PROCESOS DE MANUFACTURA

5.3.1. Materiales

Fase1. Mecanismo de elevación escalón

Material: Acero AISI 1020. Tipo maquinaria

Características del material:

Anexo I. Características Acero AISI 1020.

Fase 1. Carcasa del escalón

Lamina Poliestireno 3mm

Lamina de Polimetilmetacrilato o acrílico de 3 mm

Anexo J. Características Poliestireno

Anexo K. Características Del Polimetilmetacrilato Acrílico

Fase 2. Dispositivo receptor

Material: Poliestireno 1.5 mm

Elástico 5 cm. De ancho

5.3.2. Procesos de manufactura

En cuanto a los procesos de manufactura, se debe tener en cuenta la cantidad de unidades a producir, dado que para series grandes los procesos cambian en cuanto a los propuestos a continuación, considerándose así procesos más especializados como mecanizado por CNC, inyección de piezas o formado por compresión, para la fabricación de algunos elementos que conforman el equipo como lo son las carcasas y el dispositivo de recepción.

Los procesos planteados a continuación están formulados para una serie corta inferior a las 1000 unidades de fabricación.

Figura 87. Flujo grama de producción mecanismo de elevación

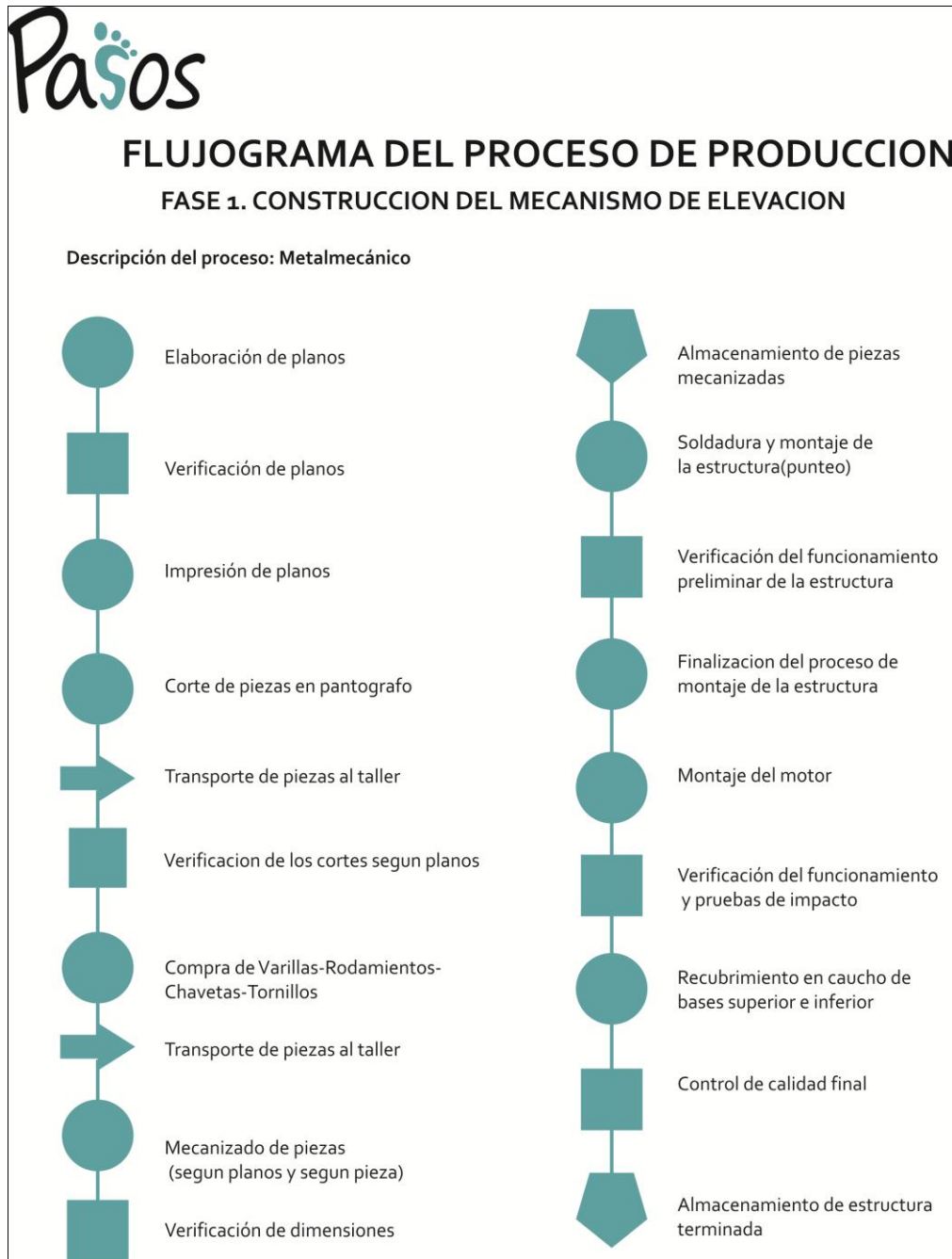


Figura 88. Flujo grama de producción carcacas



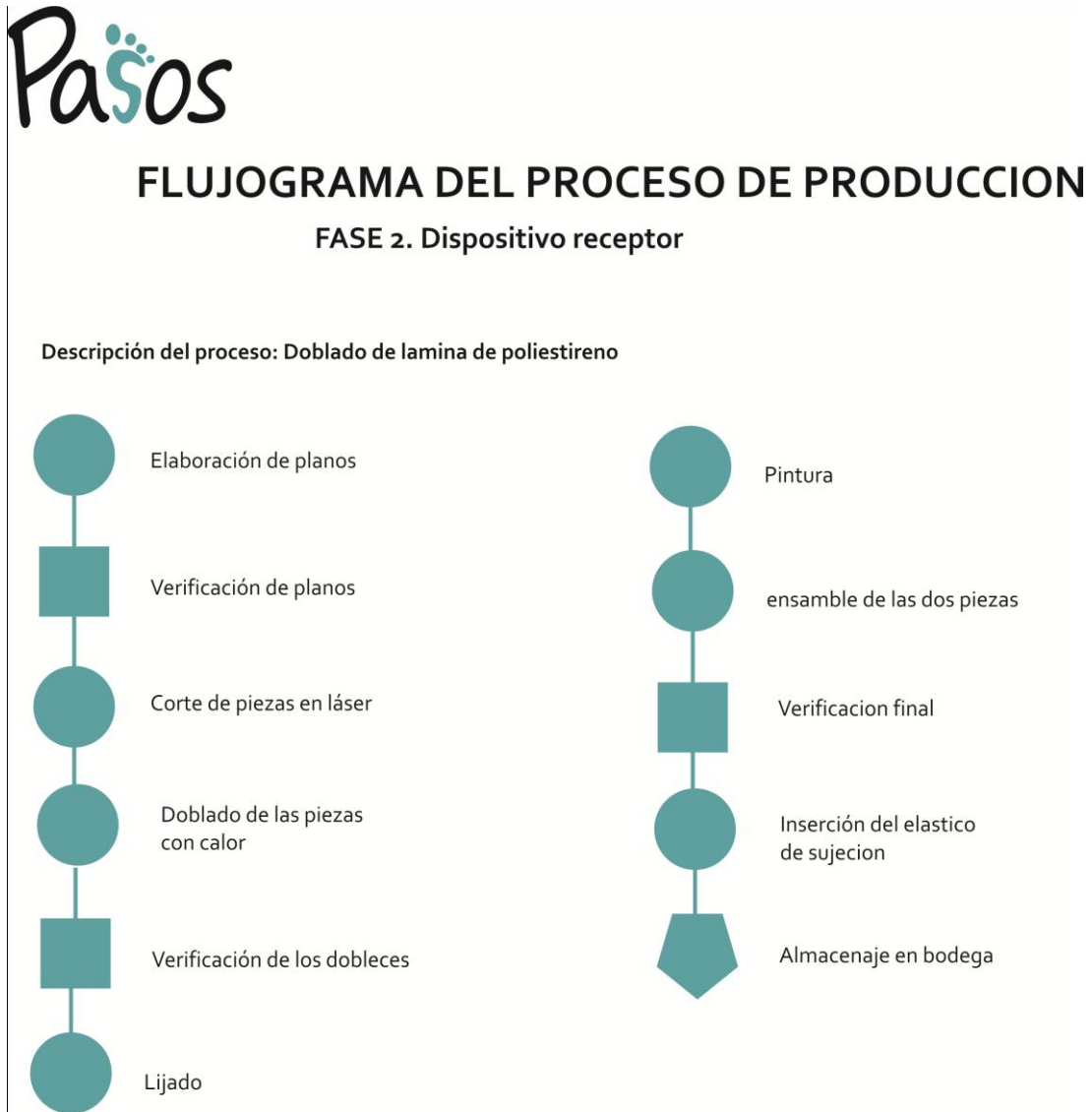
FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE PRODUCCION

FASE 1. CARCASA DEL MECANISMO

Descripción del proceso: Doblado de lamina de poliestierno



Figura 89. Flujograma de producción dispositivo receptor



5.4. DETERMINACION DE COSTOS DE FABRICACION.

A continuación se presentan las cartas de producción de cada elemento con su respectivo valor tanto unitario como en serie para una serie de 200 unidades.

5.4.1. Fase 1. Construcción del escalón graduable

El costo de fabricación estará determinado por la serie a producir que en este caso corresponde a una serie corta, por lo tanto se han escogido los proceso de metalmecánica y doblado para la fase 1 de fabricación, la cual consiste en la Construcción del escalón graduable.

En el anexo L. Se exponen las cartas de producción unitario y la cotización en serie de cada pieza para determinar el costo final de producción tanto unitario como para la corta serie.

La determinación es estos factores se realizo mediante un proceso de maquila con la empresa Metalúrgica de Santander S.A. lugar donde se fabricó el mecanismo de elevación del primer prototipo del equipo y la empresa Metalcril donde se fabricaron las carcasas del mismo. Determinando asi tiempos y costo por tiempo de cada uno de los elementos que conforman el equipo.

Tabla 21. Costos totales Fase 1

TOTAL PRODUCCION UNITARIO Y EN SERIE DEL MECANISMO DE ELEVACION	
UNITARIO	UNITARIO EN SERIE
\$ 484.972	\$ 380.222

COSTO TOTAL PARA PRODUCCION DE LA SERIE	
\$	90.026.473

COSTO TOTAL PRODUCCION CARCASAS	
UNITARIO	\$ 229.500
SERIE	\$ 30.755.000
UNITARIO DE LA SERIE	\$ 153.775

COSTO TOTAL FASE 1	UNITARIO EN SERIE	TOTAL SERIE
MECANISMO	\$ 380.221,86	\$ 90.026.472,73
CARCASAS	\$ 153.775,00	\$ 30.755.000,00
TOTAL	\$ 533.996,86	\$ 120.781.472,73

Para la construcción del mecanismo de elevación del escalón graduable en una empresa de metalmecánica con las características de Metalúrgica de Santander y cía, se requieren de 4 máquinas trabajando en simultáneo durante 8 horas de trabajo para producir 40 unidades semanales a un costo unitario de \$380.000.

Para la producción de las carcasas se pueden producir a razón de un operario en un día hasta 2 unidades, a razón de \$154.000 por unidad.

Para producir el equipo según las características de maquila presentadas por semana se podrían producir completos, 8 equipos de modo que no se afecten los costos generales, de requerir producir más unidades en el día se aumentan el costo del o los operarios requeridos según empresa y modo de pago.

5.4.2. Fase2. Dispositivo de recepción

Este se fabricara en poliestireno de 15 mm. El costo total unitario es de \$11.000 pudiendo fabricar 50 unidades diarias

Anexo M. carta de producción dispositivo de recepción.

5.4.3. Fase 3. Programación electrónica

En esta fase se tomara un valor ponderado por equipo para determinar su producción en serie para una serie corta, según indagación del mercado tanto nacional como extranjero.

Tabla 22. Costos electrónicos

ITEM	VALOR UNITARIO	VALOR EN SERIE	VALOR DE LA SERIE
Codificador POLAR	\$ 70.000	\$ 50.000	\$ 10.000.000
Circuito del comunicador	\$ 130.000	\$ 104.000	\$ 20.800.000
Circuito del escalon	\$ 120.000	\$ 96.000	\$ 19.200.000
Fuente	\$ 50.000	\$ 40.000	\$ 8.000.000
Motor	\$ 120.000	\$ 80.000	\$ 16.000.000
Programacion interfaz	\$ 1.000.000	\$ 5.000	\$ 1.000.000
Reproduccion interfaz	\$ 5.000	\$ 3.000	\$ 600.000
Total	\$ 1.495.000	\$ 378.000	\$ 75.600.000

5.4.4. Costo total de fabricación por equipo

Tabla 23. Costo total de fabricación

COSTO TOTAL PRODUCCION SERIE CORTA	
ESCALON GRADUABLE	\$ 533.997
RECEPTOR	\$ 11.000
CONFIGURACION ELECTRONICA	\$ 378.000
COSTO TOTAL	\$ 922.997

Para este costo total se han tenido en cuenta las características y costos expuestos en secciones anteriores para determinar un ponderado por equipo para una serie corta inferior o igual a 200 unidades.

5.5. CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO

Figura 90. Mecanismo de elevación



Figura 91 Escalón graduable altura maxima



Figura 92. Escalón graduable altura mínima



Figura 93. Sistema completo



Figura 94. Uso del equipo



5.6. PRUEBA DE COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO Y EL USO DEL EQUIPO

5.6.1. Comprobación del mecanismo de elevación – parte mecánica

Previo a la comprobación técnica y de uso del equipo se realiza una verificación del cumplimiento de los requerimientos de diseño según los parámetros establecidos. Para ello se califica cada aspecto de 1 a 5 de la siguiente manera:

1. No Cumple
2. No cumple para la mayoría de los casos
3. Cumple para el 50% de los casos
4. Cumple en la mayoría de los casos
5. Cumple totalmente

Tabla 24. Evaluación mecanismo de elevación

PARAMETRO DE EVALUACIÓN	CALIFICACIÓN
El mecanismo debe soportar un peso máximo de 150 kg.	5
El mecanismo debe adaptarse a la altura mínima y máxima (17cm-41.3 cm)	5
El mecanismo debe ser reparable reparación	4
El mecanismo debe adecuarse a las dimensiones máximas de área de apoyo (70cm x 45 cm)	5
El mecanismo debe estar programado para lograr la altura ideal según la formula en función del largo del fémur	4
El mecanismo no debe estar expuesto al contacto físico con los usuarios	5
La estructura física del escalón debe permitir suficientes ciclos de uso al producto	4
El diseño de la estructura mecánica debe permitir el debido mantenimiento	4
El escalón se gradúa mediante la integración programada al software que controla la prueba	5
TOTALES	41

Rango de evaluación: 45, el mecanismo cumple con las características señaladas.

5.6.2. Diseño de la prueba de funcionamiento y de uso del equipo

- **Definición del problema.**

El sistema electrónico debe contar con la programación necesaria para integrar la acción conjunta de la banda POLAR, el escalón graduable, el comunicador (dispositivo para el brazo) y el equipo controlador (PC). La comunicación se establece desde un software que cuenta con una interfaz cuyo diseño y eficiencia fue evaluada en la prueba ergonómica de la fase anterior, así la emisión y recepción de datos entre los dispositivos toma un carácter prioritario en esta comprobación además de la necesidad de visualizar la interacción directa entre el sistema y los usuarios y participantes mediante una experimentación estadística (mínimo 30 personas) que además de evaluar la fatiga del escalón graduable, permita comprobar la aplicabilidad de la secuencia de uso del sistema al protocolo estándar que maneja la prueba Queen College y determinar los aspectos críticos y favorables del producto integrado.

Objetivos

- Evaluar la eficacia de la programación y la comunicación para la emisión y recepción de información de todos los dispositivos que componen el sistema.
- Comprobar la eficiencia y precisión del mecanismo del escalón en la graduación de alturas una vez programado e integrado al sistema.
- Comprobar y verificar que la secuencia de uso del sistema permita la ejecución de la prueba Queen College según el protocolo estándar que maneja.
- Evaluar la eficacia y probabilidad de error de la interfaz para controlar los demás dispositivos integrados al sistema

- **Perfil de los participantes.**

La prueba debe llevarse a cabo con 30 participantes, hombres o mujeres entre orientados por 10 fisioterapeutas o estudiantes de fisioterapia respectivamente que conozcan el protocolo de ejecución de la prueba Queen College. Cada Fisioterapeuta tendrá que ejecutar la prueba con tres participantes diferentes.

- **Diseño de la prueba.**

La prueba se llevará a cabo en el laboratorio de fisioterapia de la Universidad Industrial de Santander, con iluminación fluorescente y a una temperatura ambiente. El espacio cuenta con un área aproximada de 28 m², dos cámaras

de video previamente instaladas que enfocan el escenario del usuario (monitor del equipo) y el lugar donde se ubica el escalón graduable respectivamente.

Los 30 participantes deben llevar ropa cómoda y holgada para realizar la prueba, es posible que algunos requieran cambiarse para lo cual cuentan con el baño justo a la salida del laboratorio. Los fisioterapeutas por el contrario pueden llevar cualquier tipo de ropa.

Antes de comenzar cada prueba los estudiantes de diseño realizan una breve introducción a la prueba y aclaran que durante su ejecución deben interactuar con el sistema sin realizar ningún tipo de preguntas o sugerencias hasta culminar la comprobación. Seguido a ello cada fisioterapeuta ingresa al laboratorio con un solo participante, acompañado de las estudiantes de diseño industrial quienes se limitarán a manipular las cámaras y a realizar la evaluación dosier diseñada.

La prueba consiste en llevar a registros fílmicos la interacción entre el usuario primario (fisioterapeuta) con el equipo para analizar su comportamiento y dominio de la interfaz y así analizar y evaluar el número de errores durante la ejecución de la prueba. Simultáneamente se lleva a cabo un segundo registro fílmico del lugar donde se ubica el escalón graduable para verificar la eficiencia en la comunicación del equipo con los demás dispositivos y de la banda POLAR con el software. Además de verificar que la estructura efectivamente resiste el impacto y se ajusta a los requerimientos de uso planteados.

La observación permitirá también comprobar si el lenguaje de uso de todos los dispositivos que componen el sistema es claro para los usuarios y participantes.

Es preciso intercalar en lo posible los 10 usuarios primarios (fisioterapeutas) a lo largo de las 30 pruebas para evitar un sesgo. Después de cada prueba los participantes reciben la hidratación necesaria y los usuarios diligencian el formato de evaluación.

Una vez culminadas las 30 pruebas, las estudiantes de diseño Industrial e Ingeniería electrónica realizan el respectivo análisis de los registros tomados para establecer los puntos críticos y favorables del sistema y concluir así la comprobación del producto

Listado de tareas.

- Registro fílmico CAMARA 1 (usuario primario)----- Estudiante D.I. (1)
- Registro fílmico CAMARA 2 (usuario secundario)-----Estudiante D.I. (2)
- Evaluación dosier-----Estudiante D.I. (3)
- Análisis de los registros.-----Estudiantes D.I (1 y 2)
y Estudiantes Ingeniería Electrónica)

Recursos empleados.

- Escalón graduable
- Computador con el software instalado.
- Comunicador (dispositivo del brazo)
- Banda POLAR
- 2 Cámaras de video
- Tabla dosier.

Variables dependientes

- Eficacia del sistema electrónico programado escalón graduable para cumplir con las alturas requeridas y el recorrido establecido: de 17cm a 41.3 cm
- Eficacia de la comunicación en la emisión y recepción de información de todos los dispositivos que componen el sistema.

Medidas de evaluación.

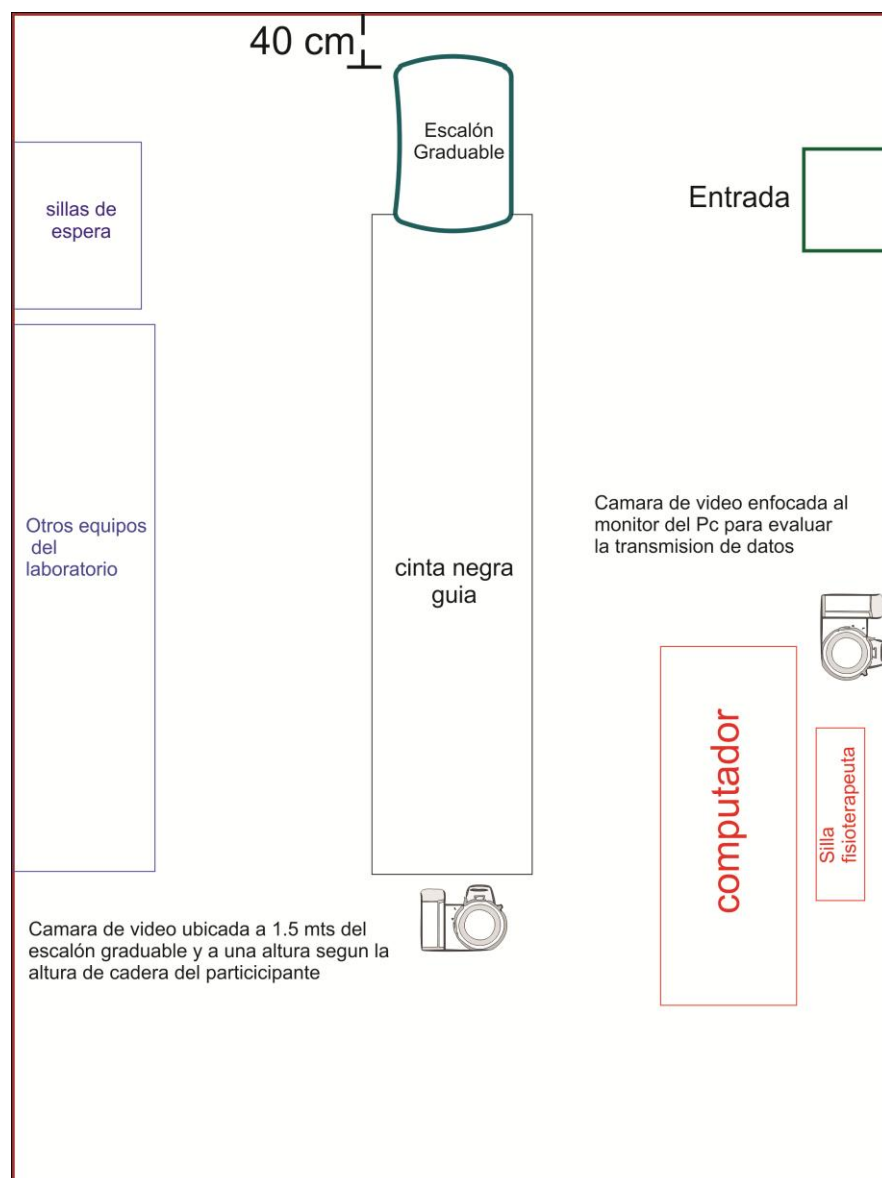
- Segundos (Tiempo de respuesta).
- Numero de errores
- Evaluación directa
- Tiempo del sistema en responder

Detalles de la locación: la prueba se llevará a cabo en el laboratorio de marcha de la escuela de fisioterapia de la Universidad Industrial de Santander, el cual se encuentra ubicado en un primer piso (junto a la cafetería de la facultad de salud).

- Temperatura: ambiente
- Iluminación: Dos fluorescentes de 100 lux cada uno

- Equipos presentes en el laboratorio: Dos computadores, 2 cámaras de video, trípode para cada cámara, 1 silla de computador, dos sillas de espera.
- Disposición de los elementos en el laboratorio de marcha, plano superior. (figura 95).

Figura 95. Disposición del laboratorio de fisioterapia



Protocolo de realización de la prueba:

El siguiente protocolo aplica solo para esta prueba de uso, el cual se deberá seguir fidedignamente para alcanzar los objetivos planteados.

- Ingresar el primer fisioterapeuta al laboratorio previamente dispuesto, se le indica la tarea, que es realizar la prueba de Queen College con 3 participantes diferentes, además que debe evaluar la eficiencia del equipo y que dada la naturaleza de la prueba no puede hacer preguntas o sugerencias durante la ejecución.
- Se le da a conocer al fisioterapeuta los equipos que hacen parte de PASOS y se le explica detalladamente que debe hacer.
- Luego se le pide al participante 1 que ingrese al laboratorio (este debe estar debidamente vestido con tenis o zapato cómodo, camiseta, sudadera o pantaloneta) al ingresar, de no estar listo se le pedirá que se dirija al baño de la facultad de salud y se cambie. (Anotamos que como el baño está a unos 100 mts del laboratorio se debe dejar descansar al participante unos 5 minutos antes de que comience la prueba para evitar sesgos en la toma de frecuencia cardíaca).
- A partir de ese momento el fisioterapeuta debe indicarle al participante como ejecutar la prueba y tomar los datos necesarios requeridos por el sistema (estos datos, se tomarán de acuerdo a entrevista directa, a excepción de la longitud del fémur que debe ser medida por el fisioterapeuta antes de instalarse en el computador).
- Mientras el fisioterapeuta hace su trabajo las estudiantes de diseño industrial hacen el registro fílmico tanto del trabajo del fisioterapeuta como del participante, además se hace un registro de los errores que presente el sistema tanto en manipulación como en tiempos de respuesta. (para esta última variable cabe resaltar que no todos los participantes tienen el mismo dominio de software similares por lo tanto puede haber sesgos).
- Al finalizar la prueba se le indica al participante que haga ejercicios de estiramiento y relajación, mientras el fisioterapeuta ajusta el sistema para la ejecución de la siguiente prueba.
- Se le indica al participante 2 que ingrese al laboratorio y se hace la misma secuencia anterior.
- Se le indica al participante 3 que ingrese y se hace la misma secuencia.
- Al finalizar la prueba del participante 3 se le dará al fisioterapeuta un formato de registro de datos en donde él evaluará la variable de eficiencia.
- Luego se hará el mismo procedimiento con el fisioterapeuta 2 y así hasta cumplir con 30 pruebas realizadas por 10 fisioterapeutas.

Lista de verificación de variables

Tabla 25. Lista de verificación de variables

Variable: Eficiencia del equipo	
Valoración	<p>Numero de errores: De acuerdo al análisis de los videos presentados se hará una evaluación por observación de los errores cometidos en la ejecución de la prueba, de modo que en función de estos se tendrá una escala para determinar si el equipo es eficiente o no.</p> <p>Escala:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. INEFICIENTE (12 o mas errores) 2. MODERADAMENTE INEFICIENTE(9-11 errores) 3. INDIFERENTE (6-8 errores) 4. MODERADAMENTE EFICIENTE (4-6 errores) 5. EFICIENTE (menos de 4 errores)
	<p>Pregunta directa al usuario: Para determinar que tan eficiente cree el usuario primario que es el equipo planteado, se hará una lista de chequeo que manejará la misma escala anterior pero de selección por el usuario.</p> <p>Escala:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.INEFICIENTE (12 o mas errores) 2.MODERADAMENTE INEFICIENTE (9-11 errores) 3.INDIFERENTE (6-8 errores) 4.MODERADAMENTE EFICIENTE (4-6 errores) 5.EFICIENTE (menos de 4 errores)
	<p>Tiempo de ejecución: se espera que cada vez que un mismo usuario primario</p>
Variable: Resistencia del equipo a la fatiga	
Valoración	<p>Numero de pruebas que resiste. Para el prototipo se pedirá una duración mínima de ciclos, que en este caso serán 200 ciclos, en la prueba se medirán 30 ciclos, los necesarios para validar la funcionalidad de la estructura, con diferentes tipos de personas, variables de peso y talla.</p> <p>Se medirá en tiempo real de acuerdo a las pruebas realizadas.</p>

Formato de pregunta directa al usuario

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

Buenos días, el objetivo de esta prueba es conocer que tan eficiente le ha parecido el equipo propuesto, por lo tanto le solicitamos por favor conteste la siguiente pregunta marcando con una X la opción que le parece califica la eficiencia del diseño, siendo 1 la escala más baja y 5 la más alta.

- 1. INEFICIENTE**
- 2.MODERADAMENTE INEFICIENTE**
- 3.INDIFERENTE**
- 4.MODERADAMENTE EFICIENTE**
- 5.EFICIENTE**

AGRADECEMOS SU COLABORACION.

Recursos empleados.

- Escalón graduable
- Computador con el software instalado.
- Comunicador (dispositivo del brazo)
- Banda POLAR
- 2 Cámaras de video
- Formatos de datos

Variables dependientes

- Eficacia del sistema electrónico programado escalón graduable para cumplir con las alturas requeridas y el recorrido establecido: de 17cm a 41.3 cm
- Eficacia de la comunicación en la emisión y recepción de información de todos los dispositivos que componen el sistema.
- Efectividad del leguaje de uso de todos los dispositivos.
- Resistencia del equipo a la fatiga

Medidas de evaluación.

- Segundos (Tiempo de respuesta).
- Numero de errores
- Numero de pruebas ejecutadas

5.6.3. Determinación de la funcionalidad de la configuración electrónica

Circuito del escalón: la configuración electrónica del escalón es adecuada, permite la graduación del equipo desde la interfaz de usuario calcula la altura adecuadamente en función de la longitud del femur.

Circuito receptor: el receptor Polar integrado al sistema, permite tener claridad sobre los pulsos detectados.

Comunicación inalámbrica de todo el sistema: la comunicación presenta interferencia en algunas ocasiones generando sesgo en los datos, pero no se tiene claridad de cuando se presenta dicha interferencia o que tan constante es, por lo tanto se procederá a evaluar en la prueba este factor.

Interfaz de usuario: la interfaz de usuario presenta falencias en cuanto al diseño planteado inicialmente, ha primado la funcionalidad, de modo que su aprobación está sujeta a la prueba a realizar.

Plataforma del software: JAVA

Plataforma de montaje: Netbeans 7.0.

Figura 96. Planteamiento de interfaz desde la ingeniería electrónica y de sistemas



5.6.4. Ejecución de la comprobación final del funcionamiento y el uso del equipo

Para esta prueba se uso una codificación de la siguiente manera:

F y número hace referencia al profesional de fisioterapia

P y numero hacer referencia al participante de la prueba de modo que de los dos se pueda tener una clara retroalimentación

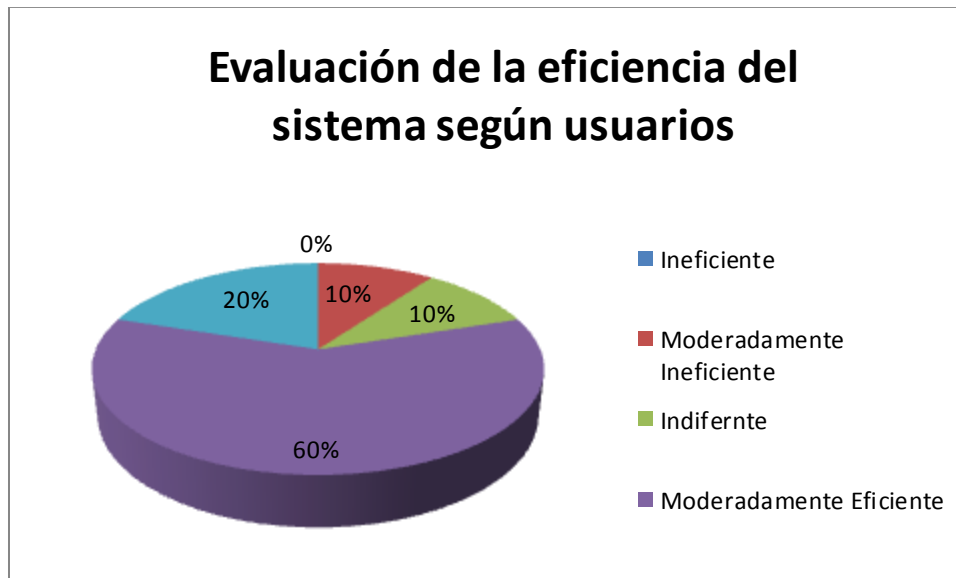
Tabla 27. Verificación de variables

Fisioterapeuta	Participante	Tiempo	Número errores	Observaciones
F1	P1	6 min 20 s	2	Error en comienzo de recepción de datos de FC y confusión en el boton guardar para continuar
	P2	5 min 8 s	1	Guardar para continuar
	P3	5 min 3s	0	
F2	P4	8 min 6s	3	Error en tiempo de espera, recepción de datos de FC y confusión en el boton guardar para iniciar
	p5	6 min 25s	0	El principio de recordacion evita errores
	p6	6 min 48 s	0	
F3	P7	9 min 50 s	3	El sonido del ritmo cardiaco no se oyo bien por lo cual el participante no hizo el ejercicio bien, hay interferencia en la recepción de pulsos cardiacos, confusión boton guardar
		P8	6 min 30 s	1
	P9	4 min 40 s	0	Por repeticion el usuario no cometio errores
F4	P10	6 min 12 s	0	
	P11	9 min 15 S		El participante recargo el peso en un extremo del escalon por lo cual se vio afectada la carcasa con un pandeo hacia el lado izquierdo
P12		7 min 20 s	0	
F5	P13	6 min, 35 s	1	Error en la recepción inicial de pulsos
	P14	5 m,in 31 s	0	Sin errores
F6	P15	5 min 20 S	0	
	P16	5 min 31 s	0	
F7	P17	6 min, 42 s	3	Interferencia datos de FC, confucion boton guardar y la barra de tiempo no indica nada ni sirve de referencia
		P18	5 min, 22 s	
	P19	4 Min, 17s		Interferencia en los pulsos
F8	P20	5 min, 4s	0	
	P21	6 min, 30 s	1	Confusion interfaz boton guardar obligatorio
F9	P22	4 min 55 s		
	P23	4 min 42 s		
F10	P24	8 min, 30 s	1	Confusion con la interfaz en general, pidio indicacion en mas de una vez
	P25	9 min 45 s	1	La barrita no le indica nada
	P26	8 min 35 s	0	El principio de recordacion evita errores
	P27	7 min 21s	0	El fisioterapeuta debio repetir la prueba hasta conseguir la muestra propuesta de 30 participantes, por lo cual su
	P28	6 min 45 s	0	Evaluacion debe considerarse poco objetiva en la repeticion de las veces que aplico la prueba
	P29	6 min 35 s	0	
	P30	7 min 20 s	0	

Tabla 28. Pregunta directa al usuario. Tabulación de los resultados

EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA SEGÚN EL USUARIO PRIMARIO	
Fisioterapeuta	Calificación
F1	4
F2	2
F3	4
F4	5
F5	4
F6	4
F7	3
F8	4
F9	5
F10	4

Figura 97. Tabulación datos prueba de uso



Anexo N. Datos prueba de uso

Anexo digital 6. Muestra fotografías para análisis y videos de ejecución de prueba.

En esta evaluación ningún usuario calificó como ineficiente el sistema, sin embargo una falla en la comunicación durante la ejecución de algunas de las pruebas puso en riesgo la eficiencia del sistema integrado.

Evaluación del ángulo formado entre la vertical y el fémur en participantes para validar el escalón y su programación:

Para determinar si la programación electrónica está acorde a lo estipulado y además que el escalón permite la conservación del ángulo de 73.3° en función del cual está calculada la altura del mismo, se hará un estudio por software, en este caso usaremos el programa SAPO (software Para avaliação Postural) para determinar si el ángulo se ajusta según la altura calculada por el escalón. (Muestra de 17 participantes de la prueba)

Tabla 29. Análisis del ángulo en SAPO

Participante	ángulo
P1	74.2°
P2	77,3°
P3	74,5°
P4	72,8°
P5	73,6°
P6	71,5°
P7	74°
P8	72,8°
P9	73.3°
P10	72,4°
P11	73,9°
P12	75,2°
P13	70,9°
P14	71,8°
P15	74,4°
P16	75,6°
P17	74,6

Figura 98. Análisis en SAPO ángulo de 73.3°



5.6.5. Conclusões de la comprobación final del funcionamiento y el uso del equipo

SISTEMA INTEGRADO

La comunicación inalámbrica vía bluetooth se logra eficientemente entre el equipo (PC) y las tarjetas del escalón, sin embargo existen fallas internas en envío de datos de la banda al chip del comunicador ubicado en el brazo que en algunas

pruebas alteraron la toma del pulso cardiaco, registrando valores incoherentes que llevaron al sistema a realizar un cálculo errado del VO₂. MAX

Las fallas en la comunicación inalámbrica entre la banda y el comunicador en el son la principal causa de los problemas de eficiencia del sistema integrado durante la prueba.

INTERFAZ

El número de errores durante la prueba en el manejo de la interfaz se deben a los cambios que sufrió el diseño en la programación.

La mayoría de usuarios cometieron errores hacia un primer encuentro con la interfaz, tras un segundo y tercer participante el protocolo mediante el software fue de fácil recordación y se logró una última interacción más mecánica en cada participante.

Durante la prueba no se implementó ningún tipo de tabla de referencia para valorar el resultado del consumo de oxígeno en cada participante, pero se hizo evidente la necesidad de incluir alguna que orientara dicha evaluación.

Se deben replantear algunos conceptos de la programación en cuanto al uso mismo y navegación por lo cual se debe tener en cuenta que la funcionalidad del sistema radica en la fácil navegación de la misma.

ESCALÓN GRADUABLE

El escalón permite controlar la graduación de su altura mediante el software y se adapta al largo del fémur de cada participante.

El escalón resistió el impacto y la fatiga durante las 30 pruebas, sin sufrir deformaciones tanto en el mecanismo como en la carcasa del equipo, sin embargo se observa un desnivel en movimiento leve en las carcasas del equipo que aunque no le restan resistencia al mismo, si pueden generar inseguridad en el participante; por otro lado el equipo requiere una superficie totalmente plana y en el laboratorio de la prueba no se logro del todo, por lo tanto se debe tener esto en cuenta para evitar pandeos o vaivenes en el sistema de ensamble de las carcasas con el sistema mecánico.

El diseño formal de la estructura externa del equipo evidencio la forma de uso de este en la mayoría de las pruebas.

5.7. MANUAL DE USUARIO

Como todo equipo de alta tecnología se debe contar con un manual de usuario en el cuál se registraran los datos más relevantes del funcionamiento del mismo y se le indicará al usuario la forma en que debe usar el mismo.

Anexo Ñ. Manual de usuario

6. CONCLUSIONES

Gracias al diseño mecánico y formal del escalón graduable se logra un ciclo de vida adecuado para el producto, resistente al impacto y la fatiga que supera los 3000 ciclos antes de deformarse totalmente

El mecanismo de cuatro barras planteado cuyo impulso y soporte es un tornillo helicoidal se ajusta a las dimensiones requeridas y resiste la aplicación de la carga máxima por ello puede aplicarse como sistema de elevación en un escalón graduable para implementar la prueba de Queen College, mediante elementos electrónicos.

Gracias a las herramientas con que cuenta el programador Java de Sun Microsystems® se logró un diseño de interfaz en el software bastante aproximado al planteado y aunque no se trata de una propuesta idéntica en este caso se sacrificó de cierto modo el diseño por la funcionalidad del producto; siendo esta una oportunidad para la indagación en el desarrollo de programadores que permitan lograr los objetivos del diseño propuesto.

Desde un software y través de un sistema electrónico integrado y debidamente programado se puede controlar la prueba Queen College y es posible disminuir el número de elementos auxiliares de medición utilizados actualmente, aunque se estima la posibilidad de suprimir el elemento auxiliar receptor con herramientas electrónico mucho más avanzadas que propongan una banda medidora de frecuencia cardiaca inalámbrica de mayor alcance y se logre así una integración aún mejor.

La sistemas de comunicación electrónica en producto destinados a mediciones y a determinaciones patológicas deben garantizar precisión en los datos que se calculan, por tanto es recomendable evolucionar este proyecto a un etapa donde el circuito de la banda que mide la frecuencia cardiaca tenga un alcance inalámbrico mayor y permita suprimir la función del comunicador para obtener un registro directo y más preciso que eficiente la aplicabilidad del equipo en el contexto médico.

El sistema permite la ejecución de la Prueba Queen college de manera ordenada y cumple con el protocolo estándar de aplicación de la misma.

Las metodologías y protocolos empleados en la ejecución del proyecto permitieron concluir con los objetivos propuestos del mismo, sirviendo así de referencia para otros proyectos afines en el sector médico y fisioterapéutico aplicados al diseño industrial.

El sistema como tal requiere la validación de un ente reconocido nacional o regional en fisioterapia que permita la aprobación y certificación de uso del equipo para la Prueba Queen College.

7. BIBLIOGRAFIA

A simple Height-Specific and Rate-Specific Step Test for Children. Kennon Francis, Phd, and Ronald Feinstein, MD, Birmingham, Ala.

CARVAJAL, Eliecer. Acondicionamiento físico en Colombia, mercado en crecimiento. Publicación artículo de internet en pdf. Consultado el 28 de Agosto de 2011. Disponible en: www.Eliecercarvajalescritor.com.co.

GANGNET N, Pomero V, Dumas R, Skalli W, Vital JM. Variability of the spine and pelvis location with respect to the gravity line: a three-dimensional stereoradiographic study using a force platform. *Surg Radiol Anat.* 2003;25:424-33.

LORES José, La interacción persona-ordenado pdf, AIPO 2010. Capitulo 4. Evaluación pág. 1-19, Capitulo 15 Evaluación Heurística pág. 26-35. Libro formato pdf publicado por la AIPO.

MARTINEZ LÓPEZ, Emilio. Test de los escalones, Prueba de escalón de Queen College. Publicado formato pdf.

MARTINEZ, Elkin. La capacidad aeróbica. Medellín, 7 (1-2), Ene.-Dic. 1985. (online). Consultado 25 Marzo de 2011. Disponible en <http://revinut.udea.edu.co/index.php/educacionfisicaydeporte/article/viewFile/4681/4114>.

PEREZ BARROSO, Agustín. Test de Valoración del entrenamiento. Disponible online. Consultado 26 de marzo de 2011. Disponible en: <http://www.aamoratalaz.com/articulos/tve98.html>.

Validity of Queen's College step test for use with young Indian men.Br. J. Sports Med. 2004;38;289-291S Chatterjee, P Chatterjee, P S Mukherjee and A Bandyopadhyay.

Validity of Queen's College step test for use with young Indian WomenBr. J. Sports Med. 2004;38;289-291S Chatterjee, P Chatterjee, P S Mukherjee and A Bandyopadhyay.

Wong wicius. Fundamentos del diseño. Editorial Gustavo Gili. SA. Barcelona, 1995 Tercera parte diseño tridimensional. Pág. 235 a 315. Fundamentos de diseño tridimensional.

- **Software de apoyo a este proyecto**

Postural assessment software (PAS/SAPO): validation and reliability. Revista Clinics vol.65 no.7 São Paulo 2010

http://netbeans.org/index_es.html. sitio oficial de Netbeans 7.0.

8. ANEXOS

ANEXO A. Tipos de pruebas indirectas descripción

Tipos de pruebas indirectas o Test que miden la Capacidad Aeróbica⁴

- **Test course navette o de Lege .**

Objetivo: Resistencia cardio-respiratoria

Descripción del test: Se trata de un test de aptitud cardio respiratoria en que el sujeto comienza la prueba andando y la finaliza corriendo, desplazándose de un punto a otro situado a 20 metros de distancia y haciendo el cambio de sentido al ritmo indicado por una señal sonora que va acelerándose progresivamente (hay que observar que son pocos los sujetos que logran concluir el test completo). El momento en que el individuo interrumpe la prueba es el que indica su resistencia cardiorespiratoria.

El VO₂ máximo se calcula a partir de la velocidad de carrera que alcanzó el ejecutante en el último periodo que pudo aguantar, según la siguiente ecuación:

$$\text{VO}_2 \text{ máximo} = 5,857 \times \text{Velocidad (Km/h)} - 19,458$$

Material requerido para el test:

Un gimnasio, sala o espacio con cabida para una pista de 20 m de longitud

Una cuerda de 20 m para medir la distancia

Cinta adhesiva para el trazado de los pasillos;

Magnetófono.

Una cinta magnética previamente grabada del procedimiento.

- **Test de la Universidad de Harvard**

Objetivo: Valorar la potencia aeróbica máxima.

Desarrollo: Utiliza los mismos principios metodológicos que el Test de Leger-Lambert. El test se inicia con un ritmo de carrera de 8 km/h y aumenta la velocidad

⁴ PEREZ BARROSO, Agustín. Test de Valoración del entrenamiento. Disponible online. Consultado 26 de marzo de 2011. Disponible en: <http://www.aamoratalaz.com/articulos/tve98.html>.

1 km/h cada 2 minutos. El resultado se puede valorar en la tabla con la baremación correspondiente. El VO máximo se calcula a partir $VO_2 \text{ máximo} = 22,859 + (1,91 \times \text{Vel. (Km/h)}) - (0,8664 \times \text{Edad}) + (0,0667 \times \text{Vel. (Km/h)} \times \text{Edad})$

Material: Pista 20 metros de ancho, cassette y magnetófono con la grabación del protocolo del test de la Universidad de Montreal.

- **Test de Cooper.**

Otras denominaciones: Test de los 12 minutos.

Objetivo: Valorar la resistencia aeróbica. Determinar el VO₂ máximo

Desarrollo: Consiste en cubrir la máxima distancia posible durante doce minutos de carrera continua. Se anotará la distancia recorrida al finalizar los doce minutos. El resultado se puede valorar en la tabla con la baremación correspondiente.

Teóricamente, una carga constante que provoca el agotamiento a los 12 minutos de iniciarse, correlaciona significativamente con el valor del VO₂ máximo. Según esto, el VO₂ máximo se puede determinar según la siguiente ecuación:

$$VO_2 = 22,351 \times \text{Distancia (Km.)} - 11,288$$

Normas: Cuando finalicen los doce minutos, el alumno se detendrá hasta que se contabilice la distancia recorrida.

Material e instalaciones: Cronometro. Pista de atletismo o, en su defecto, un terreno llano señalizado cada 50 metros.

- **Test de los 5 minutos**

Objetivo: Determinar el VO₂ máximo.

Desarrollo: Consiste en cubrir la máxima distancia posible durante cinco minutos de carrera continua. Se anotará la distancia recorrida al finalizar los cinco minutos. El VO₂ máximo se puede determinar según la siguiente ecuación:

$$VO_2 = 340,6 - 34,14 \times \text{Velocidad (km/h)} + 1,01 \times \text{Velocidad}^2$$

Normas: Cuando finalicen los cinco minutos, el alumno se detendrá hasta que se contabilice la distancia recorrida.

Materiales: Cronometro. Pista de atletismo o, en su defecto, un terreno llano señalizado cada 50 metros.

- **Test de Balke**

Otras denominaciones: Test de los 15 minutos

Objetivo: Valorar la resistencia aeróbica.

Desarrollo: Consiste en cubrir la máxima distancia posible durante quince minutos de carrera continua. Se anotará la distancia recorrida al finalizar los quince minutos. El resultado se puede valorar en la tabla con la baremación correspondiente.

Normas: Cuando finalicen los quince minutos, el alumno se detendrá hasta que se contabilice la distancia recorrida.

Material e instalaciones: Cronometro. Pista de atletismo o, en su defecto, un terreno llano señalizado cada 50 metros.

- **Test del escalon del Forest Service (Variación de Queen Collage test)**

Objetivo: Medir la capacidad aeróbica máxima.

Desarrollo: Consiste en bajar y subir un escalón de 38 centímetros de altura para los hombres y 33 centímetros de altura para las mujeres, durante 5 minutos con una frecuencia de 22,5 ciclos por minuto. Un ciclo se considera cuando el alumno coloca un pie sobre el escalón, sube colocando ambos pies en el mismo, extiende completamente las piernas, e inmediatamente desciende, comenzando con el pie que subió primero. Cuando el alumno termina la prueba se sienta y descansa unos 15 segundos, una vez transcurridos se cuentan las pulsaciones durante 15 segundos. Con estos datos y en función del sexo y del peso corporal se determina la puntuación obtenida en una tabla con la baremación correspondiente.

Material: Banco o escalón con la altura apropiada (38 cm para hombres y 33 para mujeres), cronometro, metrónomo a una cadencia de 90 pulsaciones por minuto y una báscula.

Anexo B. Formato de aplicación de La prueba ergonómica 1

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

Nombre del participante: _____

Edad: _____

PRUEBA DE USO DE INTERFAZ DE USUARIO

Como parte del desarrollo del proyecto, después de haber realizado la secuencia de ejecución de la prueba Queen College mediante la interfaz propuesta, por favor califique los siguientes criterios siendo 1 el calificativo más bajo y 5 el más alto para cada uno:

- Que tan clara le parece que es la propuesta grafica presentada:
 1. Confusa
 2. Confusa la mayoría de las veces
 3. Confusa algunas veces
 4. Clara la mayoría de las veces
 5. Clara

- Que tan fácil considera que fue la navegación por la interfaz?
 1. Muy difícil
 2. Difícil
 3. Difícil la mayoría de las veces
 4. Fácil la mayoría de las veces
 5. Muy Fácil

Anexo C. Formularios prueba ergonómica diligenciados

1

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

PRUEBA DE USO DE INTERFAZ DE USUARIO

Como parte del desarrollo del proyecto, después de haber realizado la secuencia de ejecución de la prueba Queen College mediante la interfaz propuesta, por favor califique los siguientes criterios siendo 1 el calificativo mas bajo y 5 el mas alto para cada uno:

- | | |
|--|---|
| - ¿Qué tan clara le parece que es la propuesta grafica presentada? | - ¿Qué tan fácil considera que fue la navegación por la interfaz? |
| 1. Totalmente Confusa | 1. Muy difícil |
| 2. Confusa la mayoría de las veces | 2. Difícil |
| 3. Confusa algunas veces | 3. Difícil la mayoría de las veces |
| 4. Clara la mayoría de las veces | 4. Fácil la mayoría de las veces |
| 5. Clara | 5. Muy Fácil |

Nombre del participante: INORA JOHANNA AREOLA A.
Edad: 33 AÑOS

2

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

PRUEBA DE USO DE INTERFAZ DE USUARIO

Como parte del desarrollo del proyecto, después de haber realizado la secuencia de ejecución de la prueba Queen College mediante la interfaz propuesta, por favor califique los siguientes criterios siendo 1 el calificativo mas bajo y 5 el mas alto para cada uno:

- | | |
|---|--|
| - Que tan clara le parece que es la propuesta grafica presentada: | - Que tan fácil considera que fue la navegación por la interfaz? |
| 1. Totalmente Confusa | 1. Muy difícil |
| 2. Confusa la mayoría de las veces | 2. Difícil |
| 3. Confusa algunas veces | 3. Difícil la mayoría de las veces |
| 4. Clara la mayoría de las veces | 4. Fácil la mayoría de las veces |
| 5. Clara | 5. Muy Fácil |

Nombre del participante: Lisseth Astrid Zárate Rodríguez
Edad: 22 años

3

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

PRUEBA DE USO DE INTERFAZ DE USUARIO

Como parte del desarrollo del proyecto, después de haber realizado la secuencia de ejecución de la prueba Queen College mediante la interfaz propuesta, por favor califique los siguientes criterios siendo 1 el calificativo mas bajo y 5 el mas alto para cada uno:

- | | | | |
|----|---|----|--|
| 4 | Que tan clara le parece que es la propuesta grafica presentada: | - | Que tan fácil considera que fue la navegación por la interfaz? |
| 1. | Totalmente Confusa | 1. | Muy difícil |
| 2. | Confusa la mayoría de las veces | 2. | Difícil |
| 3. | Confusa algunas veces | 3. | Difícil la mayoría de las veces |
| 4 | Clara la mayoría de las veces | 4. | Fácil la mayoría de las veces |
| 5 | Clara | 5 | Muy Fácil |

Nombre del participante: _____

Edad: 45

Javier Pava Patiño

4

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

PRUEBA DE USO DE INTERFAZ DE USUARIO

Como parte del desarrollo del proyecto, después de haber realizado la secuencia de ejecución de la prueba Queen College mediante la interfaz propuesta, por favor califique los siguientes criterios siendo 1 el calificativo mas bajo y 5 el mas alto para cada uno:

- | | | | |
|----|---|----|--|
| - | Que tan clara le parece que es la propuesta grafica presentada: | - | Que tan fácil considera que fue la navegación por la interfaz? |
| 1. | Totalmente Confusa | 1. | Muy difícil |
| 2. | Confusa la mayoría de las veces | 2. | Difícil |
| 3. | Confusa algunas veces | 3. | Difícil la mayoría de las veces |
| 4. | Clara la mayoría de las veces | 4. | Fácil la mayoría de las veces |
| 5 | Clara | 5 | Muy Fácil |

Nombre del participante: _____

Edad: 22 años

Jesus David Romo G

5

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

PRUEBA DE USO DE INTERFAZ DE USUARIO

Como parte del desarrollo del proyecto, después de haber realizado la secuencia de ejecución de la prueba Queen College mediante la interfaz propuesta, por favor califique los siguientes criterios siendo 1 el calificativo mas bajo y 5 el mas alto para cada uno:

- | | |
|--|---|
| - ¿Qué tan clara le parece que es la propuesta grafica presentada? | - ¿Qué tan fácil considera que fue la navegación por la interfaz? |
| 1. Totalmente Confusa | 1. Muy difícil |
| 2. Confusa la mayoría de las veces | 2. Difícil |
| 3. Confusa algunas veces | 3. Difícil la mayoría de las veces |
| 4. Clara la mayoría de las veces | 4. Fácil la mayoría de las veces |
| <input checked="" type="checkbox"/> 5. Clara | <input checked="" type="checkbox"/> 5. Muy Fácil |

Nombre del participante: Maria Solange Patino J
Edad: 48 años

6

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

PRUEBA DE USO DE INTERFAZ DE USUARIO

Como parte del desarrollo del proyecto, después de haber realizado la secuencia de ejecución de la prueba Queen College mediante la interfaz propuesta, por favor califique los siguientes criterios siendo 1 el calificativo mas bajo y 5 el mas alto para cada uno:

- | | |
|--|---|
| - ¿Qué tan clara le parece que es la propuesta grafica presentada? | - ¿Qué tan fácil considera que fue la navegación por la interfaz? |
| 1. Totalmente Confusa | 1. Muy difícil |
| 2. Confusa la mayoría de las veces | 2. Difícil |
| 3. Confusa algunas veces | 3. Difícil la mayoría de las veces |
| 4. Clara la mayoría de las veces | 4. Fácil la mayoría de las veces |
| <input checked="" type="checkbox"/> 5. Clara | <input checked="" type="checkbox"/> 5. Muy Fácil |

Nombre del participante: Mary Luz Rios Correa
Edad: 27 años

8

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

PRUEBA DE USO DE INTERFAZ DE USUARIO

Como parte del desarrollo del proyecto, después de haber realizado la secuencia de ejecución de la prueba Queen College mediante la interfaz propuesta, por favor califique los siguientes criterios siendo 1 el calificativo mas bajo y 5 el mas alto para cada uno:

- | | |
|---|---|
| - Que tan clara le parece que es la propuesta grafica presentada: | - Que tan fácil considera que fue la navegación por la interfaz? |
| 1. Totalmente Confusa | 1. Muy difícil |
| 2. Confusa la mayoría de las veces | 2. Difícil |
| 3. Confusa algunas veces | 3. Difícil la mayoría de las veces |
| <input checked="" type="radio"/> 4. Clara la mayoría de las veces | <input checked="" type="radio"/> 4. Fácil la mayoría de las veces |
| 5. Clara | 5. Muy Fácil |

Nombre del participante: Diana Villamay Dulcey
Edad: 24

9

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

PRUEBA DE USO DE INTERFAZ DE USUARIO

Como parte del desarrollo del proyecto, después de haber realizado la secuencia de ejecución de la prueba Queen College mediante la interfaz propuesta, por favor califique los siguientes criterios siendo 1 el calificativo mas bajo y 5 el mas alto para cada uno:

- | | |
|--|---|
| - ¿Qué tan clara le parece que es la propuesta grafica presentada? | - ¿Qué tan fácil considera que fue la navegación por la interfaz? |
| 1. Totalmente Confusa | 1. Muy difícil |
| 2. Confusa la mayoría de las veces | 2. Difícil |
| 3. Confusa algunas veces | 3. Difícil la mayoría de las veces |
| <input checked="" type="radio"/> 4. Clara la mayoría de las veces | <input checked="" type="radio"/> 4. Fácil la mayoría de las veces |
| 5. Clara | 5. Muy Fácil |

Nombre del participante: Nathali Ramirez Galán
Edad: 26 años

1

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

PRUEBA DE USO DE INTERFAZ DE USUARIO

Como parte del desarrollo del proyecto, después de haber realizado la secuencia de ejecución de la prueba Queen College mediante la interfaz propuesta, por favor califique los siguientes criterios siendo 1 el calificativo mas bajo y 5 el mas alto para cada uno:

- | | |
|--|---|
| - ¿Qué tan clara le parece que es la propuesta grafica presentada? | - ¿Qué tan fácil considera que fue la navegación por la interfaz? |
| 1. Totalmente Confusa | 1. Muy difícil |
| 2. Confusa la mayoría de las veces | 2. Difícil |
| 3. Confusa algunas veces | 3. Difícil la mayoría de las veces |
| 4. Clara la mayoría de las veces | 4. Fácil la mayoría de las veces |
| 5. Clara | 5. Muy Fácil |

10

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

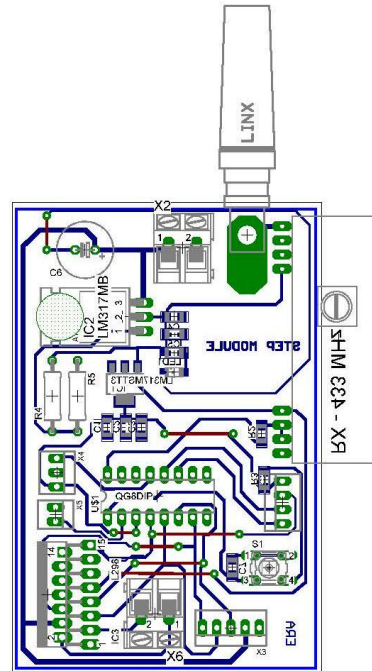
PRUEBA DE USO DE INTERFAZ DE USUARIO

Como parte del desarrollo del proyecto, después de haber realizado la secuencia de ejecución de la prueba Queen College mediante la interfaz propuesta, por favor califique los siguientes criterios siendo 1 el calificativo mas bajo y 5 el mas alto para cada uno:

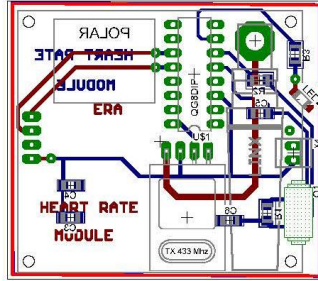
- | | |
|--|---|
| - ¿Qué tan clara le parece que es la propuesta grafica presentada? | - ¿Qué tan fácil considera que fue la navegación por la interfaz? |
| 1. Totalmente Confusa | 1. Muy difícil |
| 2. Confusa la mayoría de las veces | 2. Difícil |
| 3. Confusa algunas veces | 3. Difícil la mayoría de las veces |
| 4. Clara la mayoría de las veces | 4. Fácil la mayoría de las veces |
| 5. Clara | 5. Muy Fácil |

Nombre del participante: Diana Caceres
Edad: 17

Anexo D. Esquema de apoyo configuración electrónica



24/10/2011 09:57:24p C:\Users\WYJV\Desktop\PASOS_FINAL\PCBS\Escalon\Escalon.brd



24/10/2011 09:56:08p C:\Users\WYJV\Desktop\PASOS_FINAL\PCBS\Modulo_v4\Modulo_v3.brd

Anexo E. Lista de empresas dedicadas al acondicionamiento físico registradas en El país.

Cámara de Comercio	Matrícula	Razón Social	Sigla	Tipo de identificación	No. Identificación	Organización Jurídica
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	32740602	ACONDICIONAMIENTO FISICO BODY & SOUL		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	783508	ACONDICIONAMIENTO FISICO BODY PERFORMANCE		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CAUCA	105340	ACONDICIONAMIENTO FISICO CORPORAL SALUD VIDA POPAYAN		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	9000156604	ACONDICIONAMIENTO FISICO Y ESTETICO BODY LIGHT RELAX SPA		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	45435102	AF ACONDICIONAMIENTO FISICO		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	624984	AFI ACONDICIONAMIENTO FISICO INTEGRAL		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	729985	AQUA VITAE CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO Y SPA		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	828374	ARTEMAS CENTRO DE ESTETICA Y ACONDICIONAMIENTO FISICO S.A.S.	ARTEMAS GYM	SIN IDENTIFICACION		SOCIEDADES POR ACCIONES SIMPLIFICADAS SAS
DOSQUEBRADAS	28982	ATLANTIS GYM CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MONTERIA	109800	ATLAS GIM CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA

BOGOTA	1457591	ATLETOS SPA CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
IBAGUE	168180	BM SPA CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
IBAGUE	212933	BODYLIFE CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BOGOTA	1810417	BYO GYM CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	46594702	C.A.F. CNTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO OLIMPIA		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	42739402	CENTRO ACONDICIONAMIENTO FISICO AGUAZUL LAURELES		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	38719702	CENTRO ACONDICIONAMIENTO FISICO UNIVERSAL		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BOGOTA	2008770	CENTRO ACONDICIONAMIENTO FISICO VICTORY GYM		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
IBAGUE	122078	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO "VIVAS GYM"		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	27644103	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO (CAF) LTDA		NIT	811026503	SOCIEDAD LIMITADA

Cámara de Comercio	Matrícula	Razón Social	Sigla	Tipo de identificación	No. Identificación	Organización Jurídica
CUCUTA	196127	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODY POWER LTDA		NIT	900313096	SOCIEDAD LIMITADA
CUCUTA	196157	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODY POWER LTDA		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	9000134053	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODY REAL		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	9000092496	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODY TRAINING		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BOGOTA	835113	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO C A F				ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	798929	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CARDIO PILATES		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
SEVILLA	12555	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CERPILATES		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	732446	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CHAMPION		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
TULUA	61736	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CK GYM		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
PEREIRA	15219302	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CONFORT POUR LA VIE		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA

BOGOTA	1668711	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO ACTUAL GYM VILLA DEL RIO		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
IBAGUE	170159	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO ATENAS GYM		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
PEREIRA	10155702	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO ATHLETICS CLUB		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BOGOTA	2092110	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO ATLAS		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BOGOTA	1770935	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BAD BOY S II LTDA		NIT	900200489	SOCIEDAD LIMITADA
BOGOTA	1771334	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BAD BOYS II LTDA		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	48034802	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BARBACOAS		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	724935	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BLASER		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BOGOTA	1679316	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODY METAL GYM		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CUCUTA	216680	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODY POWER EXTREM		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA

BUCARAMANGA	9000170174	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO GIMNASIO ESCULTURAS		CEDULA DE CIUDADANIA	63481913	ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	602454	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO GIMNASIO SION		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	31105002	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO GOLD GYM		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
SUR Y ORIENTE DEL TOLIMA	66797	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO GUIDOS GYM		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	717303	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO GYM MUELLE		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	695045	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO H2O GYM		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BOGOTA	1806592	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO HARD G Y M		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	44648302	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO HEAL THY LIFE		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	800745	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO HEALTH BODY S.A.S		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	800744	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO HEALTH BODY S.A.S.		NIT	900382188	SOCIEDADES POR ACCIONES SIMPLIFICADAS SAS

Cámara de Comercio	Matrícula	Razón Social	Sigla	Tipo de identificación	No. Identificación	Organización Jurídica
CUCUTA	196127	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODY POWER LTDA		NIT	900313096	SOCIEDAD LIMITADA
CUCUTA	196157	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODY POWER LTDA		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	9000134053	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODY REAL		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	9000092496	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODY TRAINING		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BOGOTA	835113	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO C A F				ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	798929	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CARDIO PILATES		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
SEVILLA	12555	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CERPILATES		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	732446	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CHAMPION		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
TULUA	61736	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CK GYM		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
PEREIRA	15219302	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CONFORT POUR LA VIE		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA

MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	34755002	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO MASAJE ART		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	44887202	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO MASTER GYM DG2		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	9000143280	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO MIGUEL ANGEL SPORT		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CAUCA	119347	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO MILENIO GYM		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
PALMIRA	72332	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO MORENO		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CARTAGENA	19154702	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO OLIMPO		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	9000077263	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO OLYMPIA		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	542599	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO PARA EL ADULTO MAYOR		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
TULUA	62992	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO PERSONAL FORMA		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	43998912	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO POWER FITNESS S.A.S.	C.A.F. POWER FITNESS S.A.S.	NIT	900397222	SOCIEDADES POR ACCIONES SIMPLIFICADAS SAS

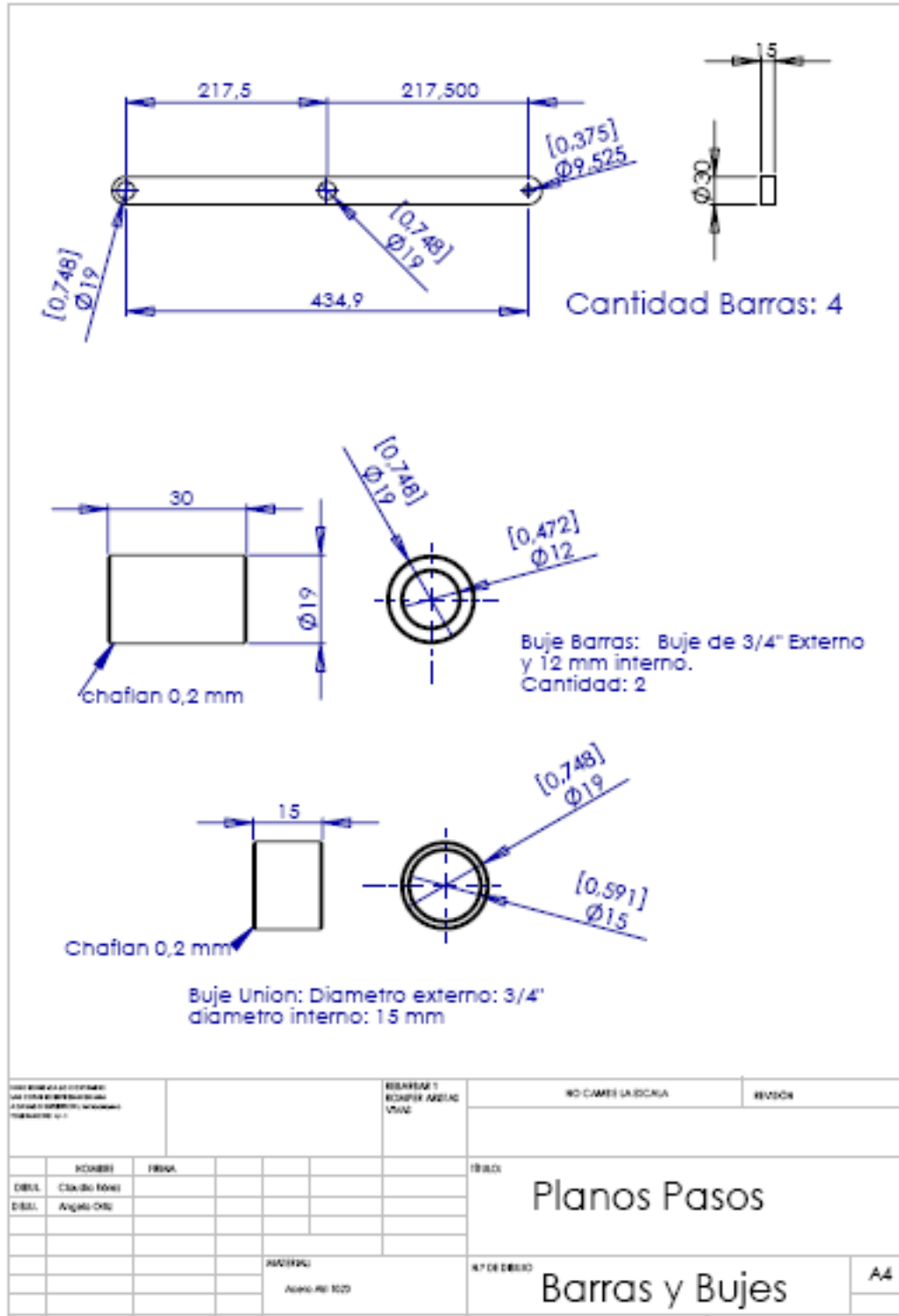
PEREIRA	14950109	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CONFORT POUR LA VIE E.U.		NIT	900052564	EMPRESAS UNIPERSONALES
CAUCA	109553	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CORPUS		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BOGOTA	1195259	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO COSMOS GYM				ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
TUNJA	79765	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CUERPO AL 100%		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	9000121065	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CUERPO EN FORMA		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	9000045392	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CUERPOS PERFECTOS		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	744852	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO CURVAS & LINEAS ESTETICA FACIAL Y CORPORAL		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
GIRARDOT	45860	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO DAVISA CENTER		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	9000138942	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO DEL SUR		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	45727702	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO EL CASTILLO		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA

Cámara de Comercio	Matrícula	Razón Social	Sigla	Tipo de identificación	No. Identificación	Organización Jurídica
CALI	691171	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO EL MOLINO CALI LTDA		NIT	900098916	SOCIEDAD LIMITADA
CALI	691172	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO EL MOLINO CALI LTDA		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MONTERIA	109567	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO EN FORMA		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	9000183414	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO ENERGYM		CEDULA DE CIUDADANIA	37863349	ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CAUCA	110677	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO ESTAR BIEN		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
SINCELEJO	65483	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO FISIO LIGTH GYM E.U EN LIQUIDACION		NIT	900359326	EMPRESAS UNIPERSONALES
BUCARAMANGA	9000095322	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO FITFORM		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
HONDA	36864	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO FORCE GODI		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
SINCELEJO	66786	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO FORMA E.U.		SIN IDENTIFICACION		EMPRESAS UNIPERSONALES
IPIALES	19353	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO FUERZA Y FIGURA		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
SEVILLA	6761	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO POWER GYM		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
PASTO	105667	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO POWER SPORT		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
PASTO	79549	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO POWER-SPORT		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	705299	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO PROGRAMA PERSONALIZADO FITNESS		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BOGOTA	2106121	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO RENACER SALUDABLE		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CAUCA	106893	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO RENOVA		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CALI	587568	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO RIVER GYM		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BOGOTA	963413	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO S.M.B.		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	9000139049	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO SAINT MORITZ		CEDULA DE CIUDADANIA		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
CARTAGENA	16243702	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO SALUD INTEGRAL		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA

BOGOTA	1794115	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO DEPORTIVO AMERICASGYM		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
SAN JOSE	11173	CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO Y DEPORTIVO DEL GUAVIARE		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MEDELLIN PARA ANTIOQUIA	37349902	CENTRO MEDICO DEPORTIVO DE ACONDICIONAMIENTO BODYTECH LAS VEGAS		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BARRANQUILLA	517096	CENTRO MEDICO DEPORTIVO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO AMERICANTAEKWONDO TAEROBICS CENTER S.A.S. SIGLA CENTRO MEDICO ATTC	CENTRO MEDICO ATTC	NIT	900428981	SOCIEDADES POR ACCIONES SIMPLIFICADAS SAS
BOGOTA	1618466	CENTRO MEDICO DEPORTIVO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO ATHLETIC LAS AMERICAS		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BOGOTA	1434836	CENTRO MEDICO DEPORTIVO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO ATHLETIC NORMANDIA		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
BUCARAMANGA	145488	CENTRO MEDICO DEPORTIVO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODYTECH - BUCARAMANGA		NIT	830033206	SOCIEDAD ANONIMA
CARTAGENA	22085602	CENTRO MEDICO DEPORTIVO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODYTECH - LA PLAZUELA		SIN IDENTIFICACION		ESTABLECIMIENTOS DE COMERCIO SUCURSAL ó AGENCIA
MANIZALES	126380	CENTRO MEDICO DEPORTIVO DE ACONDICIONAMIENTO FISICO BODYTECH - MANIZALES		NIT	830033206	SOCIEDAD ANONIMA

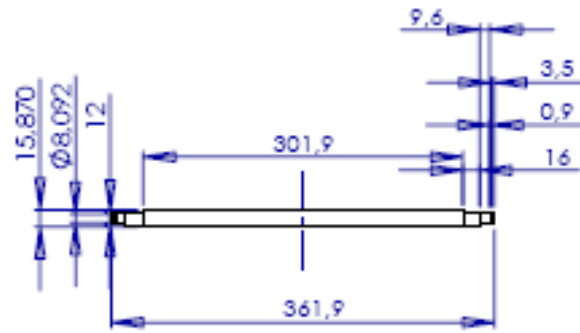
Anexo F. Planos técnicos mecanismo de elevación

Planos técnicos Barra y bujes

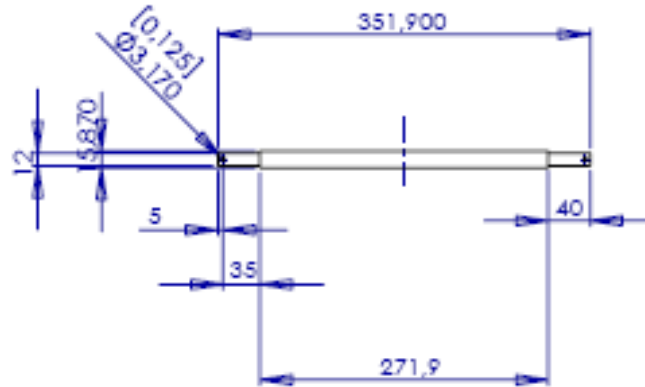


Planos tecnicos Union barras

UNION BARRAS SUPERIOR: VARILLA DE 5/8" DESVASTADA SEGUN DIAMETROS.

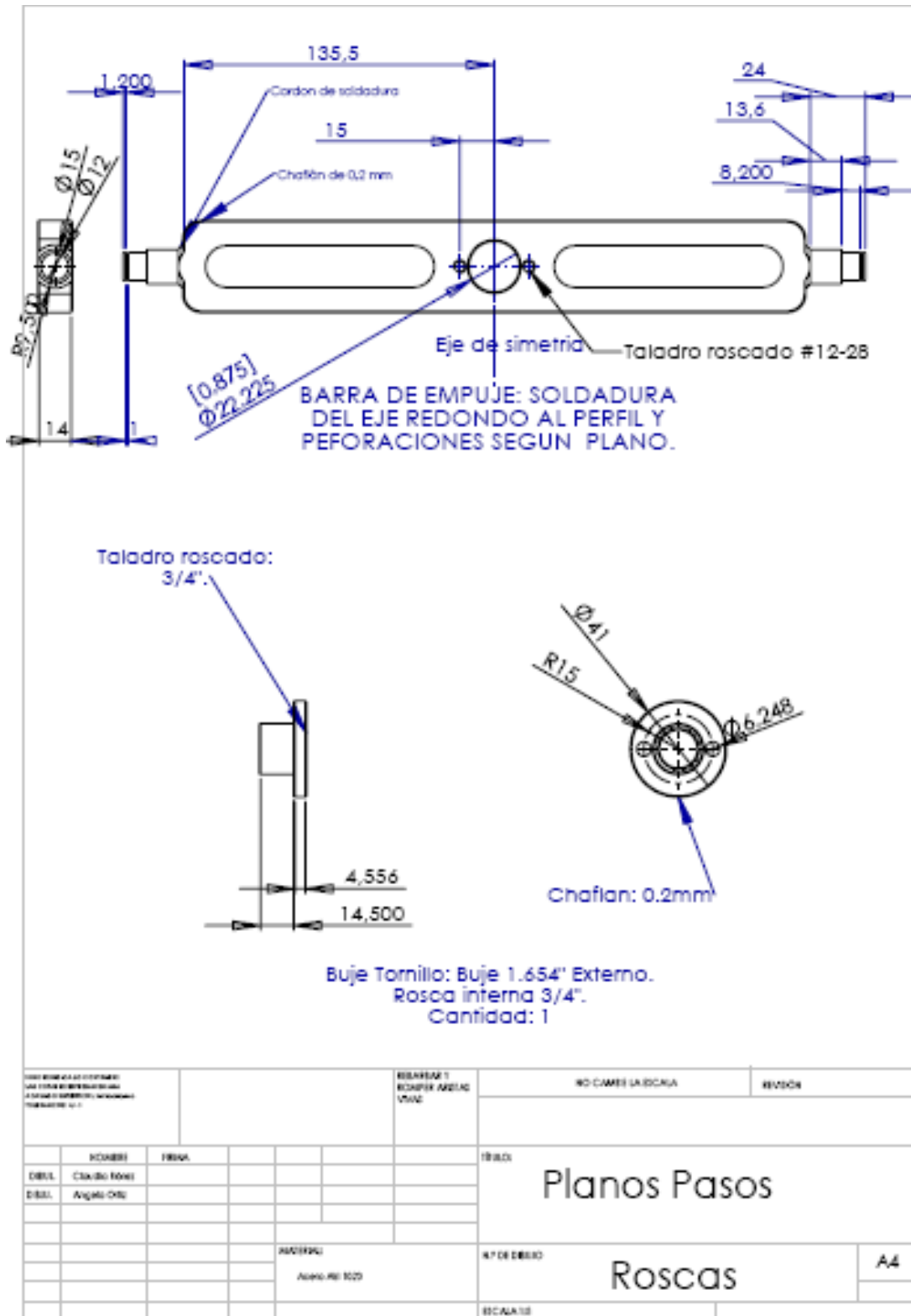


UNION BARRAS CENTRAL: DESVASTAR DE 5/82 (15.875 mm) A 12 mm A 40 mm A CADA LADO. PERFORACION PARA PIN DE 1/8" A 5mm DEL BORDE EXTERIOR A CADA LADO.

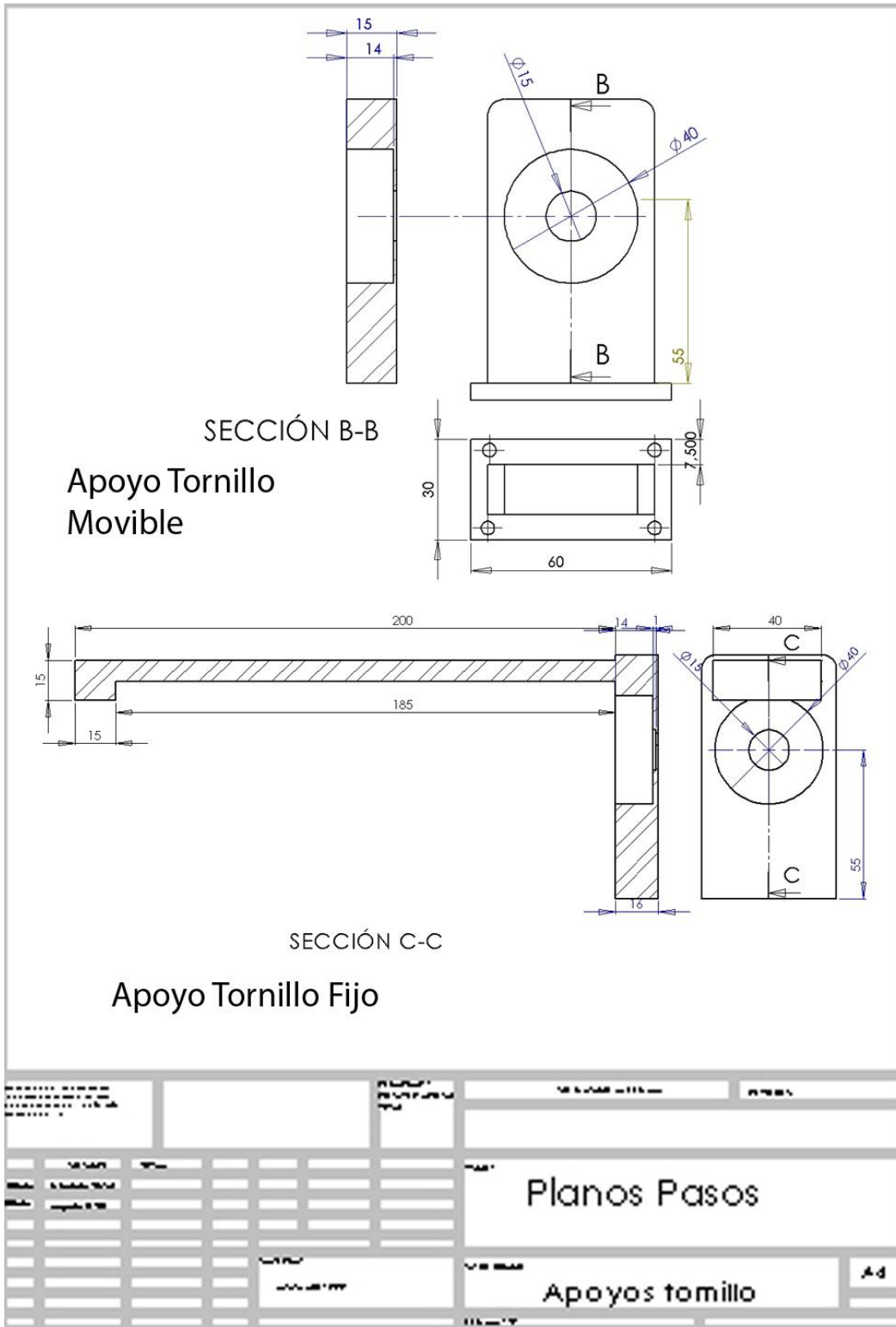


<small>ESTE DISEÑO ES CONFIDENCIAL Y NO DEBE SER REPRODUCIDO O TRANSMITIDO SIN LA AUTORIZACION DE LA EMPRESA S.A.</small>		<small>REVISAR Y ECHEGAR AMPLIAR VIAJE</small>	<small>NO CAMBIAR LA ESCALA</small>	<small>REVISOR</small>
<small>ACABAR</small>	<small>FINA</small>			<small>TÍTULO</small>
<small>DISEÑ. Claudio Pérez</small>				<h1>Planos Pasos</h1>
<small>DISEÑ. Agustín Oro</small>				<h2>Barras union</h2>
		<small>ANEXOS</small> Anexo No 020	<small>Nº DE DISEÑO</small>	<small>A4</small>
			<small>ESCALA 1:1</small>	

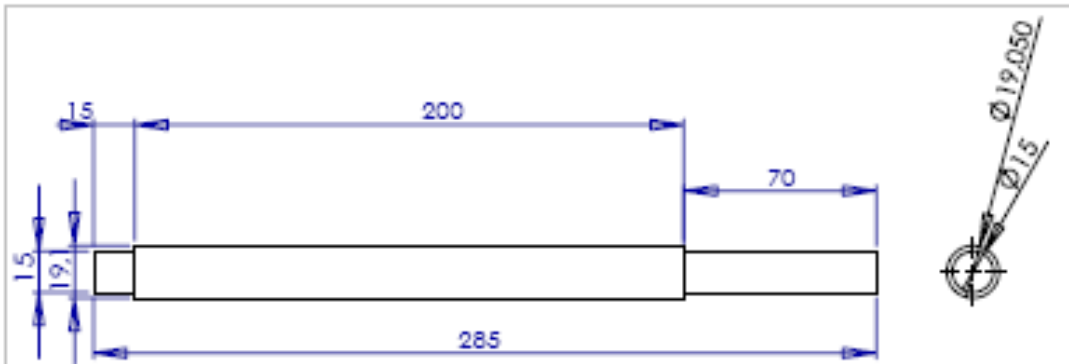
Planos técnicos Rosca



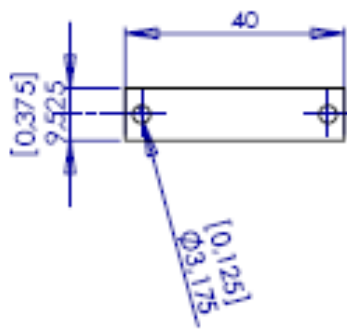
Planos técnicos Apoyos tornillo



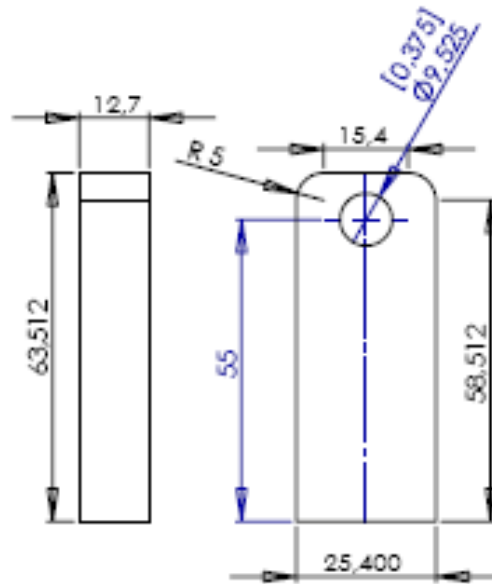
. Planos técnicos Union y apoyos



TORNILLO HELICOIDAL 3/4"
PASO 15 HILOS POR PULGADA.ESCALA 1:2



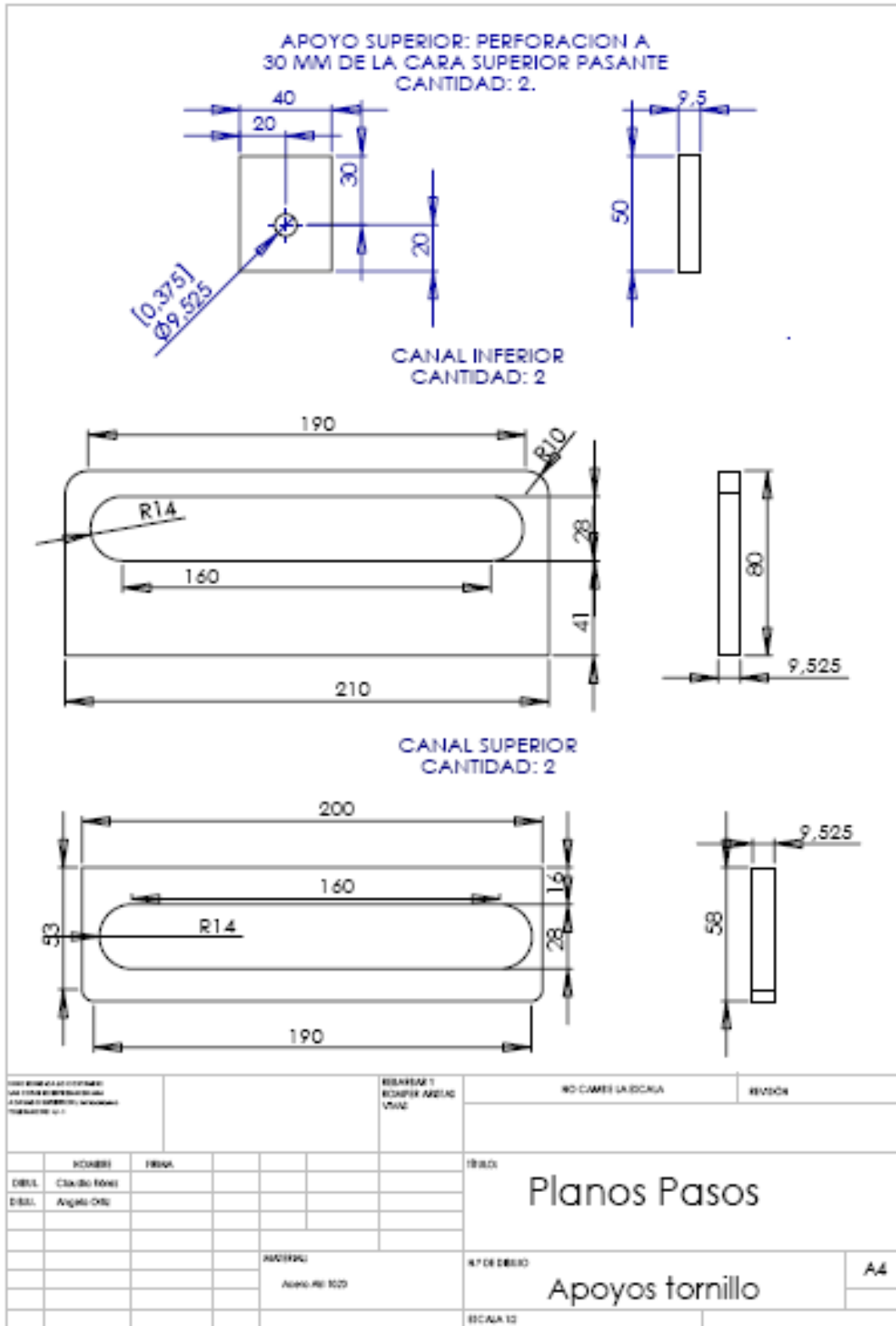
PIN APOYO INFERIOR
CANTIDAD: 4
Escala 1:1



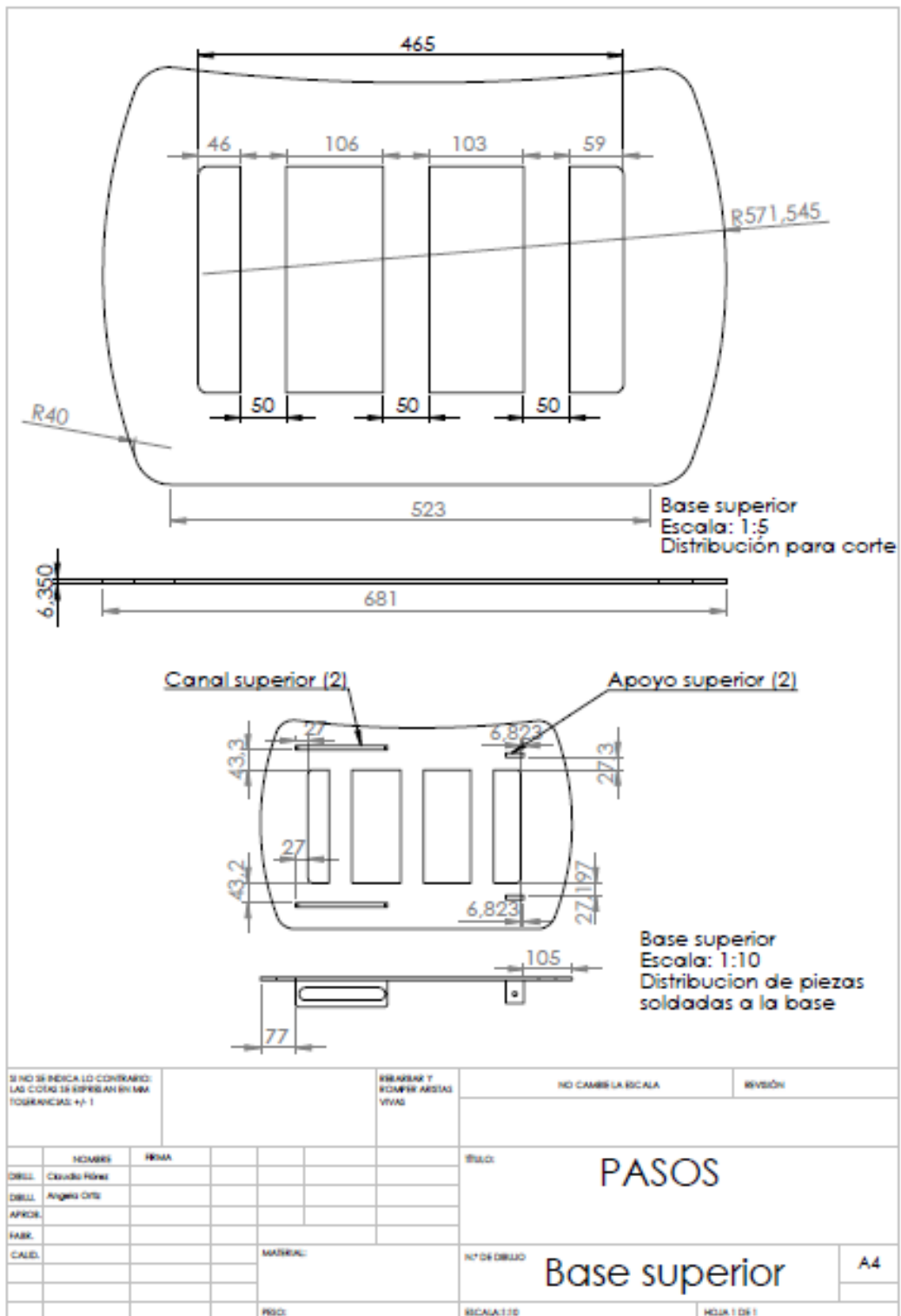
APOYO INFERIOR:
PERFORACION 3/8" A 55mm DE LA
CARA INFERIOR
CANTIDAD: 2
Escala 1:1

REVISOR REVISOR REVISOR		REVISOR REVISOR REVISOR		NO CAMBIA LA ESCALA	REVISOR
DISEÑADOR DISEÑADOR	INGENIERO INGENIERO	INGENIERO INGENIERO	INGENIERO INGENIERO	TÍTULO <h1 style="text-align: center;">Planos Pasos</h1>	
INGENIERO INGENIERO	INGENIERO INGENIERO	INGENIERO INGENIERO	INGENIERO INGENIERO		
APROBADO APROBADO			Nº DE DISEÑO Tornillo-pin-apoyoinferior	A4	
ESCALA 1:1			ESCALA 1:1		

Planos técnicos Canales

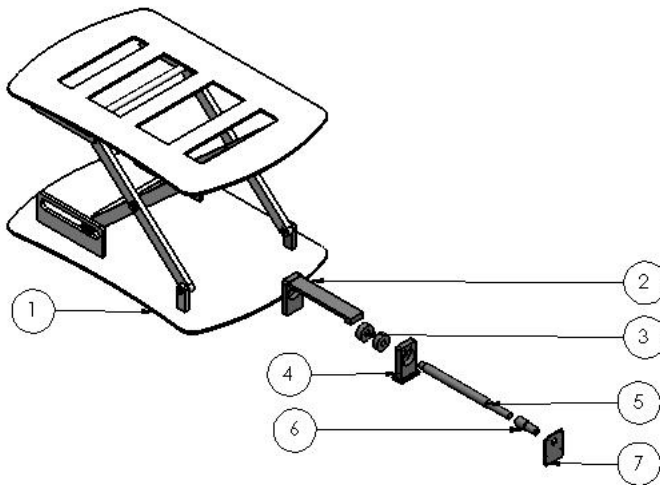


Planos técnicos base superior

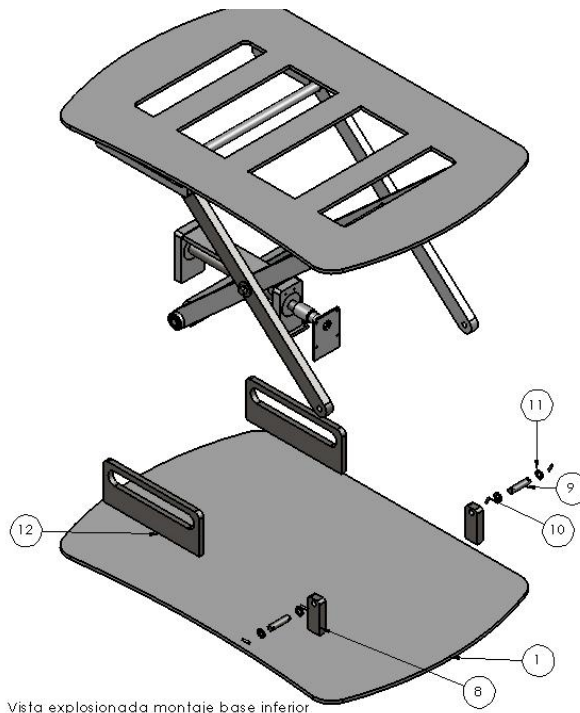


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM TOLERANCIAS: +/- 1		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
NOMBRE	FORMA			DIBUJO: <h1 style="text-align: center;">PASOS</h1>	
DISEÑO	CRUCES FINES				
DISEÑO	ANGULO 45º				
APROB.					
FABR.					
CALIB.		MATERIAL:	Nº DE DIBUJO	Base superior	A4
		PROJ.	ESCALA 1:10	HOJA 1 DE 1	

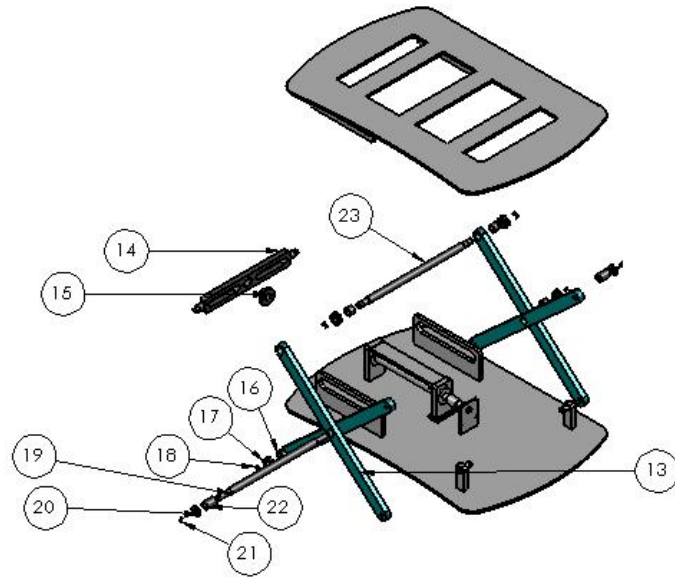
Vistas explosionadas y lista de piezas



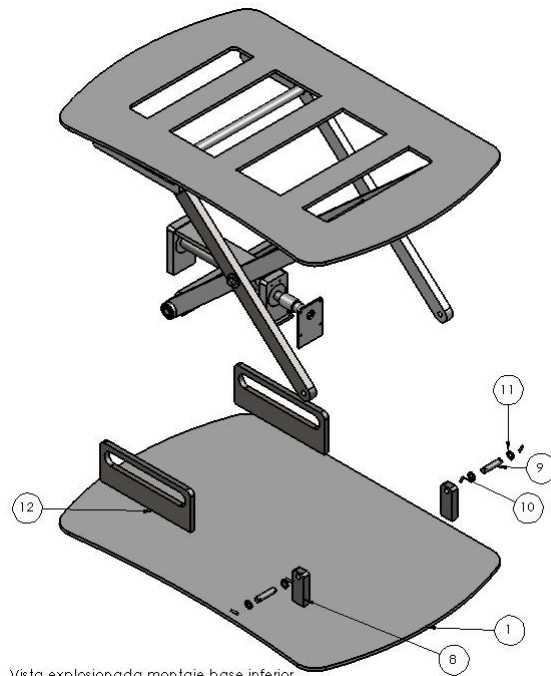
Vista explisnada Montaje Tornillo Helicoidal



Vista explosionada montaje base inferior



Vista explosionada Montaje Barras articuladas



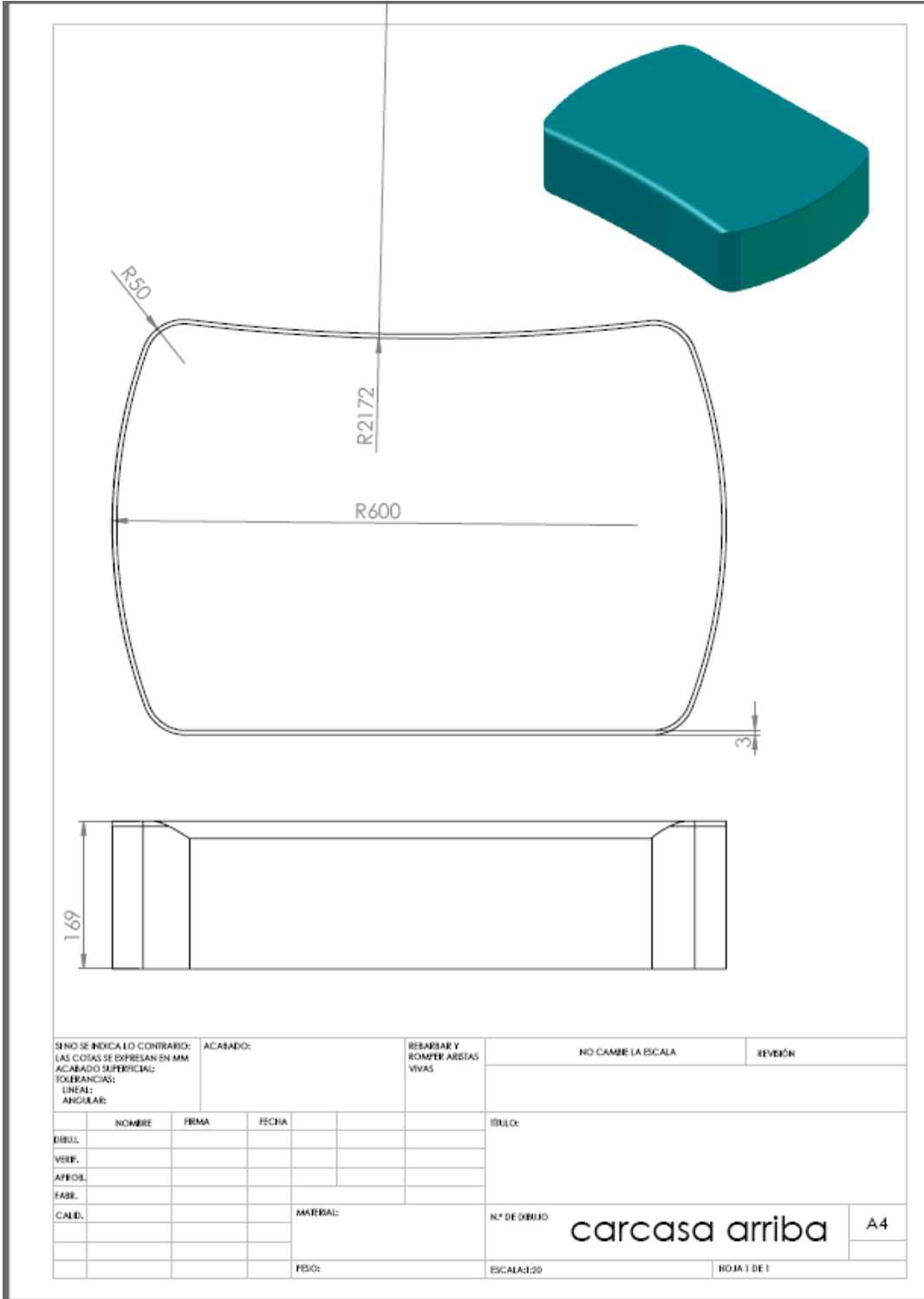
Vista explosionada montaje base inferior

LISTA DE PIEZAS PASOS

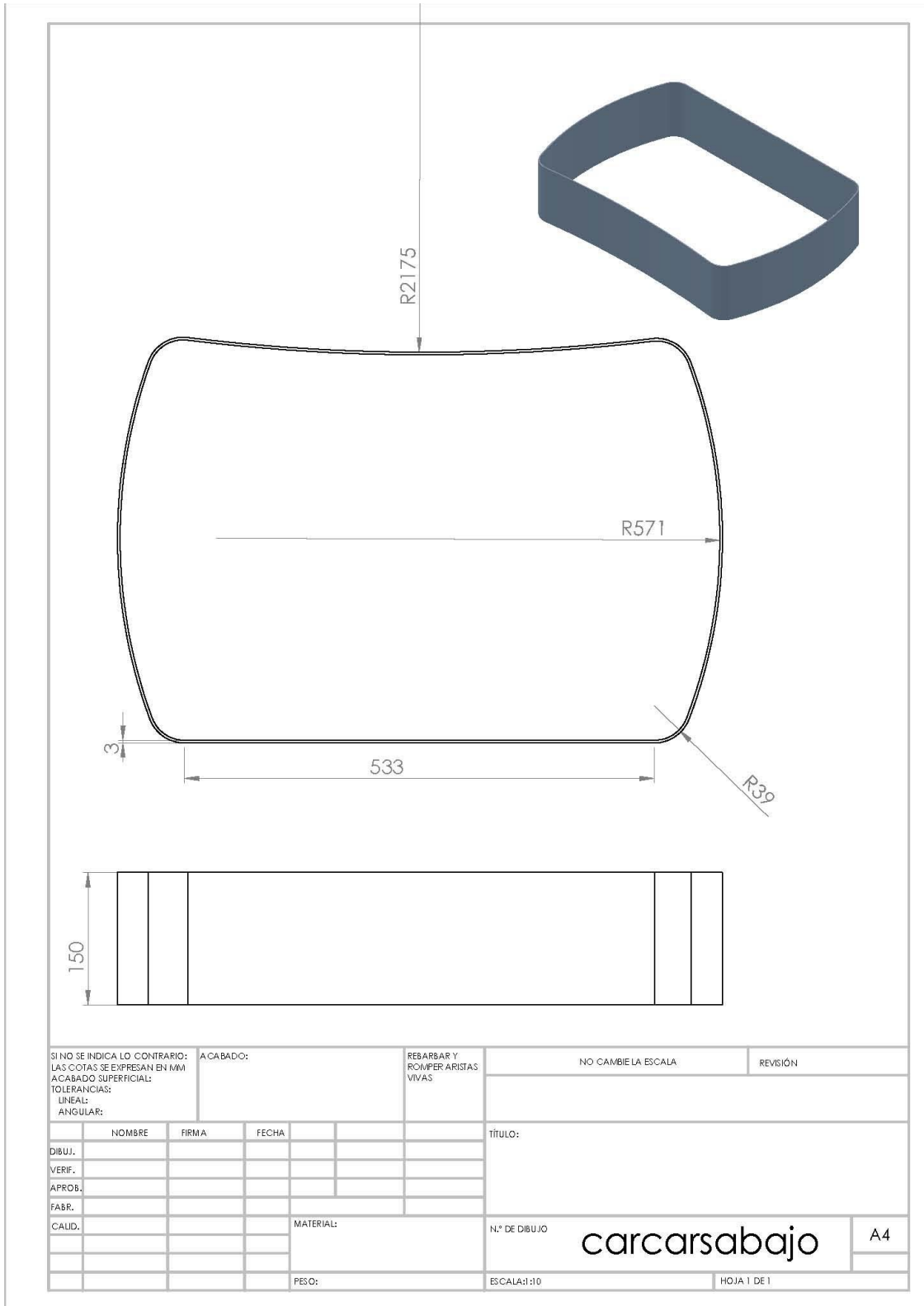
NUMERO	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD	MODO DE FIJACION
1	BASE INFERIOR	ACERO A-36	1	
2	APOYO TORNILLO FIJO	ACERO A-36	1	SOLDADO BASE INFERIOR
3	RODAMIENTO CONICO 30202		2	
4	APOYO TORNILLO MOVIBLE	ACERO A-36	1	ATORNILLADO A LA BASE
5	TORNILLO HELICOIDAL 3/4"	ACERO A 36 NEGRO	1	
6	ACOPLE DE MOTOR UNIVERSAL		1	
7	SOPORTE MOTOR	ACERO A-36	1	SOLDADO BASE INFERIOR
8	APOYO BASE INFERIOR	ACERO A-36	2	SOLDADO BASE INFERIOR
9	PIN 1 INFERIOR	VARILLA CALIBRADA 3/8"	2	
10	CHAVETA 1/8"		4	
11	ARANDELA 3/8" INTERNO		4	
12	CANAL INFERIOR	ACERO A-36	2	SOLDADO BASE INFERIOR
13	BARRA	ACERO A-36	4	
14	UNION TORNILLO-SISTEMA	ACERO A-36	2	
15	BUJE TORNILLO	BRONCE	1	ROSCADO A LA UNION TORNILLO-SISTEMA
16	BUJE BARRA 1	BRONCE	4	
17	RODAMIENTO DE BOLAS 6001		4	
18	CHAVETA PARA EJE 11 MM		4	
19	UNION BARRAS 1	VARILLA CALIBRADA 15	1	
20	ARANDELA 12 mm INTERNO		2	
21	CHAVETA		2	
22	BUJE BARRAS 2 LARGO	BRONCE	2	
23	UNION BARRAS 2	VARILLA CALIBRADA 15	1	
24	CANAL SUPERIOR	ACERO A-36	2	SOLDADA A BASE SUPERIOR
25	PIN SUPERIOR	VARILLA CALIBRADA 3/8"	2	SOLDADA A BASE SUPERIOR
26	CHAVETA 1/16"		4	
27	BASE SUPERIOR	ACERO A-36	1	

Anexo G. Planos técnicos carcadas

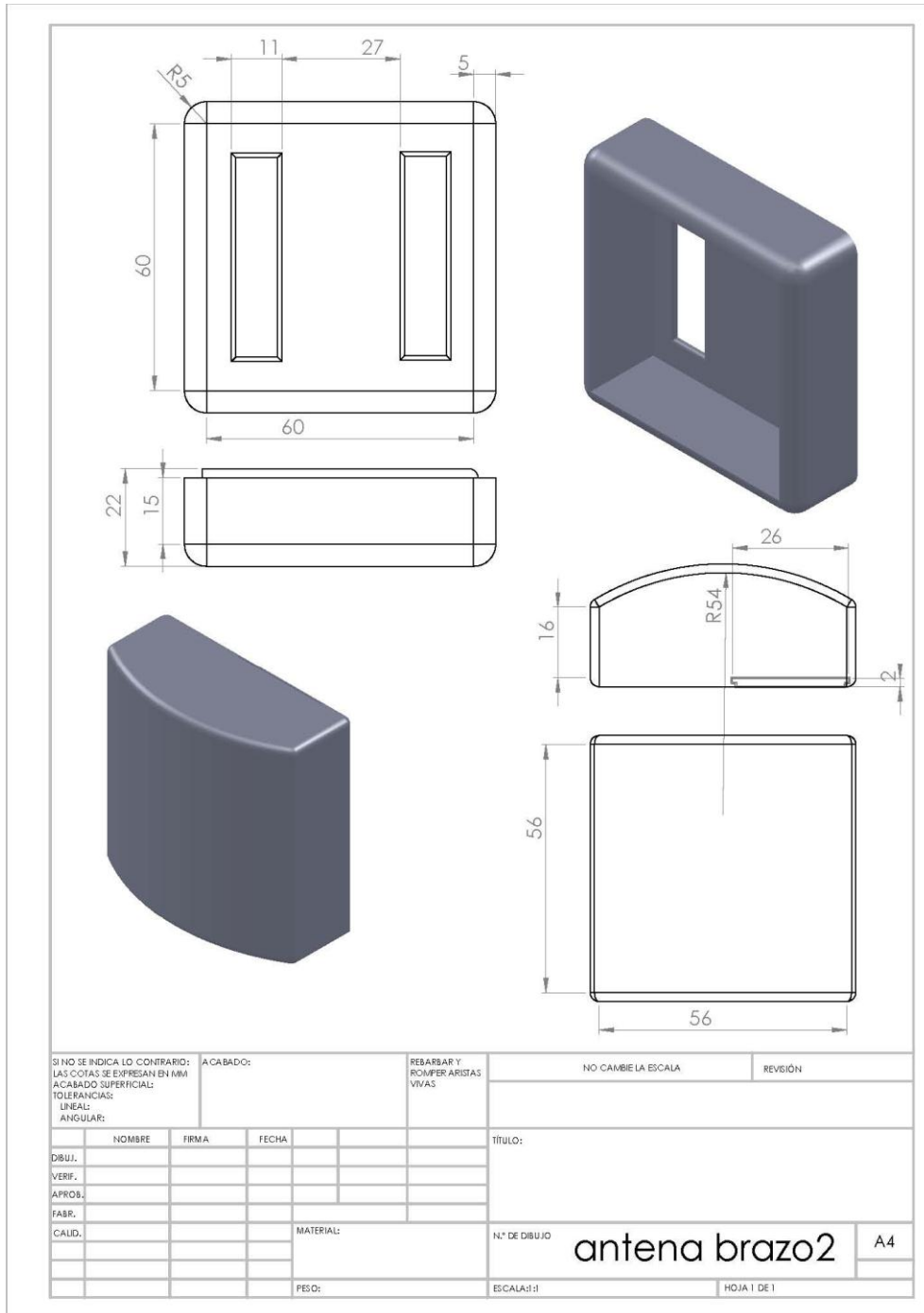
Planos técnicos carcasa superior



Planos técnicos carcasa inferior



Anexo H. Planos técnicos dispositivo de recepción



Anexo I. Propiedades del Acero AISI 1020.

ACERO ASI-SAE 1020 (UNS G10200)

1. Descripción: acero de mayor fortaleza que el 1018 y menos fácil de conformar. Responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación. La soldabilidad es adecuada. Por su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria.

2. Normas involucradas: ASTM A108

3. Propiedades mecánicas: Dureza 111 HB
Esfuerzo de fluencia 205 MPa (29700 PSI)
Esfuerzo máximo 380 MPa (55100 PSI)
Elongación 25%
Reducción de área 50%
Módulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
Maquinabilidad 72% (AISI 1212 = 100%)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

5. Propiedades químicas: 0.18 – 0.23 % C
0.30 – 0.60 % Mn
0.04 % P máx
0.05 % S máx

6. Usos: se utiliza mucho en la condición de cementado donde la resistencia al desgaste y el tener un núcleo tenaz es importante. Se puede utilizar completamente endurecido mientras se trate de secciones muy delgadas. Se puede utilizar para ejes de secciones grandes y que no estén muy esforzados. Otros usos incluyen engranes ligeramente esforzados con endurecimiento superficial, pines endurecidos superficialmente, piñones, cadenas, tornillos, componentes de maquinaria, prensas y levas.

7. Tratamientos térmicos: se puede cementar para aumentarle la resistencia al desgaste y su dureza mientras que el núcleo se mantiene tenaz. Se puede recocer a 870 °C y su dureza puede alcanzar los 111 HB, mientras que con normalizado alcanza los 131 HB.

NOTA:

Los valores expresados en las propiedades mecánicas y físicas corresponden a los valores promedio que se espera cumple el material. Tales valores son para orientar a aquella persona que debe diseñar o construir algún componente o estructura pero en ningún momento se deben considerar como valores **estricamente exactos** para su uso en el diseño.

ACERO MAQUINARIA - AISI 1020

Anexo J. Características del poliestireno



senosan®

Unidad 4 & Unidad 5

Láminas de poliestireno H



Láminas H estándar para embalajes

APLICACIONES

LÁMINAS DE ALTA RESISTENCIA A LOS GOLPES, superficie alisada en máquina con rigidez equilibrada.

PRODUCTOS:

senosan® H14 - H22

- Láminas estándar para instalaciones de FFS en el sector lácteo
- Blanco estándar 1000
- Colores naturales con buena transparencia de contacto
- Tonalidades especiales a solicitud dependiendo de la cantidad

senosan® H17K

- El diseño especial para recipientes de nata para café.
- La superficie mate por una cara garantiza una buena adaptación a la máquina en las instalaciones FFS
- Blanco estándar 1000 Tinte blanco con elevada protección ante la luz (blanco 1204, 1205 y 1601) marrón
- chocolate 6050 y 6216

senosan® HP 19 HT

- Calidad especial con superficie brillante para tapas a presión impresas y embutidas a profundidad. Todas las calidades se corresponden con las directrices de la UE para plásticos en contacto con alimentos.

Todas las calidades se corresponden con las directrices de la UE para plásticos en contacto con alimentos.

DIMENSIONES:

Anchura: 200 y 1.450 mm

Grosor: 500 y 2.000 my

Otras dimensiones a solicitud.

Láminas H para embalaje de piezas electrónicas

APLICACIONES

Para embalaje y transporte de componentes electrónicos.

Descripción técnica

El material **senosan** se caracteriza por:

- excelentes propiedades de embutición profunda
- constancia de colores
- elevada resistencia de la calidad

PRODUCTOS

senosan	El material SENOSAN® se caracteriza por
senosan H 400	Una lámina negra fabricada en poliestireno de alta resistencia a los golpes, disponible en diseños antiestáticos, disipativos y conductivos. Estas propiedades son constantes y no dependen del grado de la humedad del aire en cada caso.
senosan H 200	Un HIPS de color y opaco o sin colorar y transparente, con propiedades antiestáticas permanentes y disponible en diferentes colores.
senosan H 21	Una lámina de PS no conductiva, apropiada para aplicaciones no críticas en cintas transportadoras. Con o sin propiedades antiestáticas, disponible en diferentes colores.
senosan G20-TE	Una lámina transparente de A-PET con revestimiento antiestático por ambas caras. El G20-TE posee excelentes propiedades para la embutición profunda

DIMENSIONES:

senosan H 21

Grosor: 0,3 mm y 1,60 mm
 Anchura: 300 - max. 1.600 mm

senosan H 200

Grosor: 0,3 mm y 1,60 mm
 Anchura: 300 - max. 1.600 mm
 Resistencia de la superficie: max. $9 \times 10^{10} \Omega$

senosan H 400

Resistencia de la superficie	Tolerancias
Conductiva: max. $9 \times 10^3 \Omega$	Grosor: entre 0,3 mm y 0,35 mm +/- 10 %
disipativa: $9 \times 10^6 - 9 \times 10^8 \Omega$	Grosor: entre 0,36 mm y 0,80 mm +/- 8 %
antiestática: $9 \times 10^{10} - 9 \times 10^{12} \Omega$	Grosor: entre 0,3 mm to 0,35 mm +/- 6 %
Grosor: 0,25 mm bis 1,0 mm en rollos	Anchura: +/- 1,0 mm
Anchura: entre 250 mm y 900 mm	

Posibilidad de solicitar diseños diferentes.

La información dada aquí está de acuerdo con nuestro mejor saber, datos informativos y de opinión. Esta información no es vinculante y pueda estar sujeta a cambios

Anexo K. Características del Polimetilmetacrilato o Acrílico

Características del material

- Resistencia a la intemperie. Dada la composición plástica del acrílico, no se muestran cambios significativos en sus propiedades físicas o químicas después de exposiciones prolongadas a las condiciones climáticas.
- Propiedades ópticas. LA luz transmitida a través del acrílico conserva el 92% de su intensidad inicial (en el rango de luz visible), por lo que se aprecia transparente.
- Resistencia mecánica. Posee una resistencia de 0.2 a 0.5 $\frac{lb*ft}{in}$. En comparación, es 6 veces más resistente que el vidrio.
- Reactividad a químicos. Es inerte en contacto con agua, alcalinos, hidrocarburos alifáticos y ésteres simples. La exposición a disolventes orgánicos, acetonas, e hidrocarburos aromáticos y clorados, podría dañar el material.
- Propiedades eléctricas. El acrílico es un material dieléctrico.
- Densidad. Su densidad volumétrica es de 1.19 $\frac{gr}{cm^3}$, ligeramente más pesado que el agua. Su densidad equivale a la mitad de la del vidrio, y un 43% la densidad del aluminio.
- Dureza. Dureza Bracol 50 unidades. Similar a la de metales no ferrosos como el cobre.
- Flamabilidad. Es flamable, a velocidad de 1.2 $\frac{cm}{min}$.

Presentaciones

TIPO	ESPEORES	MEDIDAS
ACRÍLICO CRISTAL 	DE 1.5 A 50 mm	1.20 X 1.80 1.20 X 2.40 1.80 X 1.80 1.80 X 2.40
ACRÍLICOS LECHOSOS Y TRANSLÚCIDOS	DE 1.5 A 6 mm	1.20 X 1.80 1.20 X 2.40 1.80 X 1.80

		1.80 X 2.40
<p>ACRÍLICO MATE</p> 	DE 3 y 6 mm	1.20 X 1.80 1.20 X 2.40
<p>ACRÍLICO MATE PASTEL</p> 	3, 6 y 12 mm	1.20 X 1.80 1.20 X 2.40
<p>ACRÍLICO DE COLOR (Catálogo y existencias por marca)</p> 	1.5 HASTA 6 mm	1.20 X 1.80 1.20 X 2.40 1.80 X 1.80 1.80 X 2.40
<p>ACRÍLICO DE</p>	3 y 6 mm	1.20 X 1.80

<p>FLUORESCENTES (Catálogo y existencias por marca)</p> 		<p>1.20 X 2.40</p>
<p>ACRÍLICO DE ALTO IMPACTO (Catálogo de colores y espesores)</p> 	<p>3 hasta 6</p>	<p>1.20 X 1.80 1.20 X 2.40 1.80 X 2.40</p>
<p>ACRÍLICO ESPEJO variante en colores</p> 	<p>1.5 y 3mm</p>	<p>1.20 X 2.40</p>

Trabajado del acrílico

Cortes

Para cortar el acrílico se utilizan diversas herramientas:



Sierra de mesa. Debe cortar a 4000 rpm y con dientes que cambien de dirección. LA distancia entre dientes debe ser de 10mm.

Sierra Circular.

Diámetro Sierra: 150-130 mm

Ancho de Corte: 2.6-3.0 mm

Dientes: 2.5-3.0 /Pulg.

R.P.M. (recomendado): 3000-5000 r.p.m.

Velocidad de la sierra: 2400-3600 m/min.

Índice de Avance: 3-7 m/min.

Se debe cuidar la velocidad de corte, pues si es muy rápida puede cortar irregularmente, mientras que un corte muy lento puede fundir los bordes del material.



Fresadora



Es la herramienta que pierde más cantidad de material durante el corte. Es necesario utilizar una guía para cortes rectos. Si la profundidad de la fresa es menor al espesor del acrílico, será necesario partir a mano.

Sierra de calar

Posee una hoja especial para cortar plásticos. Requiere refrigeración constante del material para evitar que se funda. Usualmente se utiliza agua o aire comprimido.



Cutter



Para piezas delgadas, el cutter puede ser utilizado, marcando la línea de corte varias veces para luego cortar a mano.

Sierra de mano

Herramienta manual para cortes de poca longitud. Debido al diseño de la sierra, esta no puede cortar una longitud mayor a su propia altura.



Láser

Se utiliza un haz Láser de potencia para realizar cortes finos en el material. Se controla mediante un algoritmo de corte definido por el usuario. Se debe tener cuidado ya que el rayo Láser calienta el material a temperaturas de fusión.

Doblez

LA forma más común de doblar el acrílico es mediante la aplicación de calor. De esta forma, el material pierde su rigidez y puede ser doblado con facilidad. Se utilizan típicamente tiras de calentamiento, que distribuyen el calor en una zona lineal recta, deseable para hacer un doblado. Debe tenerse cuidado con el proceso de calentamiento/enfriamiento para evitar que el material se deforme.

Taladrado

Se puede utilizar cualquier tipo de dispositivo taladro. Generalmente se debe cuidar el tipo de broca (se puede utilizar de acero al carbono). Para diámetros grandes puede utilizarse una sierra de copa o una broca radial. Si se utilizan brocas para metales, se puede fracturar el acrílico.

Se recomienda un ángulo de incidencia entre 90 y 60 grados, con el fin de facilitar la entrada y salida, y reducir fracturas en los bordes del agujero.

Se recomienda también utilizar líquidos refrigerantes para evitar que la fricción de la broca derrita el material.

Uniones

Existen 2 tipos de uniones a considerar para el acrílico. Las uniones mecánicas y químicas.

Las uniones mecánicas son aquellas que mantienen juntas 2 piezas distintas mediante tornillos, bisagras, pijas. Estas poseen la ventaja de permitir el desmantelamiento y reconstrucción de una estructura sin necesidad de destruir alguna de sus partes. Esto es deseable para ciertas aplicaciones. Una excepción es el caso de la soldadura, El proceso implica la fusión de las piezas a unir, de forma que al momento de solidificarse de nuevo queden unidas.

Otro tipo de uniones son las realizadas químicamente. Estas mantienen la unión de forma permanente. Se puede unir de forma química mediante los siguientes procesos:

- Curado de resina. Se utiliza un polímero curado disuelto en un monómero. Al añadir un catalizador, inicia un proceso de polimerización de los monómeros.
- Disolventes. Los materiales polimerizados pueden disolverse en sustancias adecuadas. Al momento de evaporarse, queda un termoplástico sólido uniendo 2 o más piezas.
- Resinas acrílicas. Se usa directamente una resina a base de acrílico para unir piezas.

Termoformado

Un proceso común en el trabajo con el acrílico es darle una forma definida. Para eso se utiliza el proceso de termoformado.

Básicamente consiste en calentar el acrílico a una temperatura adecuada para volverlo suave (no líquido). Posteriormente, el material se agrega a un molde para tomar una forma bidimensional o tridimensional deseada. Al reducir su temperatura, recobra su rigidez original y conserva la forma que se le dio. Para calentar el material pueden utilizarse planchas u hornos eléctricos o radiación infrarroja.

Se utilizan 2 procesos principales al momento de aplicar el molde. Una de ellas es succionando el material para que se adhiera a las paredes; y la otra consiste en presionar el molde contra el acrílico.

En algunos procesos se utiliza el molde como plancha, de manera que se deja la placa de acrílico sobre ella y se espera a que se amolde por si misma, usando solo la gravedad como fuerza.

Se puede utilizar diferencias de presión para moldear, o simplemente hacerlo de forma mecánica, planchando la placa entre 2 piezas que embonen entre ellas.

Acabados

- Desbaste. Básicamente consiste en quitar los residuos de los cortes y las uniones, generalmente de aspecto indeseable para el producto acabado.
- Lijado. Consiste en quitar cualquier marca que haya quedado sobre la superficie del material debido al proceso o a las herramientas utilizadas. Consiste en tallar con una superficie abrasiva. También es posible este proceso mediante aplicación de lijas especiales y agua.
- Pulido. El objetivo del pulido es eliminar las asperezas que hayan surgido de otros procesos. Para ello puede realizarse el proceso manualmente (se recomienda papel lija de #600 a #1500), o utilizar una pulidora giratoria. Para el último caso, debe cuidarse la velocidad de giro (entre 1100 y 1400

RPM), y la fuerza con la que se presiona el material. Si se excede de la presión necesaria, se puede rayar el material. Si no se aplica la suficiente presión, no se pulirá.

- Pinturas y tallados. Para dar el aspecto final, se pueden realizar figuras talladas sobre el acrílico o aplicación de pintura. Esta etapa depende intrínsecamente del diseño del aspecto final del producto.

Venta de materiales en:

- Home Depot
- Emcar

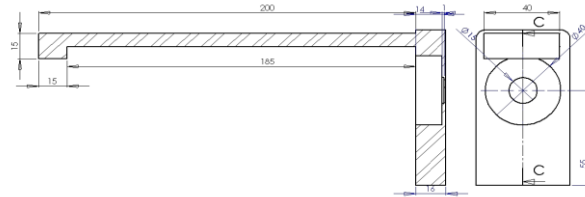
Anexo L. Cartas de producción escalón graduable

Carta de producción pieza 1

<i>METALURGICA DE SANTANDER</i>		CARTA DE PRODUCCION					
<i>FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION</i>							
<i>PIEZA</i> PIEZA 1 BASE INFERIOR		<i>MATERIAL</i> ACERO AISI 1020 LAMINA 3/8"		<i>UNIDADES DE LA SERIE: 200</i>			
Cantidad de piezas: 1		Largo de la pieza 68,25 cm		Ancho de la pieza 45,6 cm		Observaciones	
Lamina de 1,20 m * 2,40 m * 1/4"							
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie	
CORTE	PANTOGRAFO	CORTE EN PANTOGRAFO SEGÚN PLANOS VALOR CON COBRO DE MATERIAL	2 min	400 min	\$ 35.000	\$ 5.600.000	
PULIR	PULIDORA	PULIR SUPERFICIES	5 min	1000 min	\$ 500	\$ 80.000	
PINTURA	COMPRESOR Y PISTOLA	APLICAR ANTICORROSIVO GRIS	8 min	1600 min	\$ 3.000	\$ 480.000	
TOTALES			15 min	3000 min	\$ 38.500,00	\$ 6.160.000,00	
1		200		PIEZA 1 BASE		1 200	
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma	Cantidad total	

. Carta de producción Pieza 2

METALURGICA DE SANTANDER		CARTA DE PRODUCCION	
FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION			
PIEZA PIEZA 2 APOYO TORNILLO FUJO	MATERIAL ACERO AISI 1020 LAMINA 15/32"	UNIDADES DE LA SERIE: 200	




SECCIÓN C-C

Cantidad de piezas por equipo: 1	Largo de la pieza 85 mm	Ancho de la pieza 55 mm	Observaciones
Lamina de 1,20 m * 2,40 m * 15/32"	Piezas a producir: 200		

ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
CORTE	PANTOGRAFO	CORTE EN PANTOGRAFO SEGÚN PLANOS VALOR CON COBRO DE MATERIAL	3 min	600 min	\$ 10.000	\$ 1.600.000
PULIR	PULIDORA	PULIR SUPERFICIES	2 min	400 min	\$ 200	\$ 32.000
PERFORACION	TORNO	TORNEADO DE LA CAVIDAD NO PASANTE DEL TORNILLO HELICOIDAD Y EL RODAMIENTO CONICO	60 min	12000 min	\$ 20.000	\$ 3.200.000
RODAMIENTO						
PINTURA	COMPRESOR Y	APLICAR ANTICORROSIVO GRIS	8 min	1600 min	\$ 3.000	\$ 480.000
TOTALES			73 min	14600 min	\$ 33.200,00	\$ 5.312.000,00

	200		PIEZA 2 APOYO TORNILLO FUJO				200
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma		Cantidad total

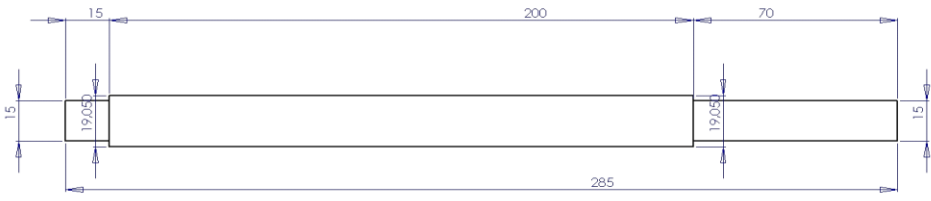
Carta de producción pieza 3.

<i>METALURGICA DE SANTANDER</i>			CARTA DE PRODUCCION				
			<i>FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION</i>				
<i>PIEZA</i> PIEZA 3 RODAMIENTO CONICO		<i>REFERENCIA</i> 30202	<i>UNIDADES DE LA SERIE: 400</i>				
							
Cantidad de piezas por equipo: 2		dimensiones:		Observaciones: el rodamiento se consigue en el mercado local, por lo tanto el proceso de produccion es corto			
		d= 17 mm	B= 14 mm				
		D= 40 mm					
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total		Valor unitario	Valor serie
COMPRA		COMPRA DEL PAR DE RODAMIENTOS				\$ 8.000	\$ 2.560.000
TRANSPORTE		TRANSPORTE A LA PLANTA DE PRODUCCION	60 min	60 min		\$ 38	\$ 15.000
TOTALES			60 min	60 min	min	\$ 8.037,50	\$ 2.575.000,00
	1	400	RODAMIENTO CONICO 30202		2		200
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma		Cantidad total

Carta de producción pieza 4

<i>METALURGICA DE SANTANDER</i>		CARTA DE PRODUCCION				
FASE1, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION						
PIEZA PIEZA 4 APOYO TORNILLO MOVIBLE		MATERIAL ACERO AISI 1020 LAMINA 15/32"		UNIDADES DE LA SERIE: 200		
Cantidad de piezas por equipo: 1		Largo de la pieza 85 mm		Ancho de la pieza 55 mm		Observaciones
Lamina de 1,20 m * 2,40 m * 15/32"		Piezas a producir:				
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
CORTE	PANTOGRAFO	CORTE EN PANTOGRAFO SEGUN PLANOS VALOR CON COBRO DE MATERIAL	3 min	600 min	\$ 10.000	\$ 1.600.000
PULIR	PULIDORA	PULIR SUPERFICIES	2 min	400 min	\$ 200	\$ 32.000
PERFORACION RODAMIENTO	TORNO	TORNEADO DE LA CAVIDAD NO PASANTE DEL TORNILLO	60 min	12000 min	\$ 20.000	\$ 3.200.000
PERFORACION PASANTA	TALADRO DE ARBOL	TALADRADO PASANTE 15 mm	15 min	3000 min	\$ 2.000	\$ 320.000
TOTALES			70 min	16600 min	\$ 30.200	\$ 5.152.000
		PIEZA 4 APOYO TORNILLO				
unidad	Piezas	No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma	Cantidad total	

Carta de producción pieza 5

<i>METALURGICA DE SANTANDER</i>		CARTA DE PRODUCCION					
		<i>FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION</i>					
<i>PIEZA</i> PIEZA 5 TORNILLO HELICOIDAL		<i>MATERIAL</i> VARILLA ROSCADA 3/4"		<i>UNIDADES DE LA SERIE: 200</i>			
 <p style="text-align: center;">TORNILLO HELICOIDAL 3/4" PASO 15 HILOS POR PULGADA.</p>							
Cantidad de piezas por equipo: 1		Largo de la pieza 30 cm		Diámetro de la pieza: 3/4"		Observaciones	
Varilla Roscada 1 metro de diámetro 3/4"		Piezas a producir: 200					
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA		Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
CORTE	CARLOR	CORTE DE LA VARILLA DE 1 METRO EN TRES PARTES DE 30 CM		6 min	1200 min	\$ 10.000	\$ 1.600.000
PULIR	PULIDORA	PULIR SUPERFICIE DE CORTE		2 min	400 min	\$ 100	\$ 16.000
DESVASTE	TORNO	DESVASTE DE DIAMETROS		60 min	12000 min	\$ 10.000	\$ 1.600.000
PERFORACION ACOPLE	TALADRO DE ARBOL	TALADRADO PASANTE 3/8"		15 min	3000 min	\$ 1.000	\$ 160.000
TOTALES				88 min	15400 min	\$ 21.100	\$ 3.376.000
	1	200		PIEZA 5 TORNILLO HELICOIDAL		1	200
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma		Cantidad total

. Carta de producción pieza 6.

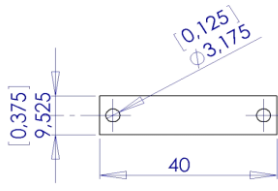
METALURGICA DE SANTANDER			CARTA DE PRODUCCION			
			FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION			
PIEZA PIEZA 6 ACOPLA DE MOTOR		REFERENCIA 3/8 UNIVERSAL	UNIDADES DE LA SERIE: 200			
						
Cantidad de piezas por equipo: 1		dimensiones:		Observaciones: el acople se consigue en el mercado local, por lo tanto el proceso de producción es corto		
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
COMPRA		COMPRA			\$ 30.000	\$ 4.800.000
TRANSPORTE		TRANSPORTE A LA PLANTA DE PRODUCCION	60 min	60 min	\$ 75	\$ 15.000
MONTAJE			5 min	100 min	\$ 20	\$ 4.000
TOTALES			60 min	60 min	\$ 30.095,00	\$ 4.819.000,00

	400	ACOPLA PARA MOTOR		2		200
unidad	Piezas	No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma		Cantidad total

. Carta de producción pieza 8.

METALURGICA DE SANTANDER		CARTA DE PRODUCCION					
		FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION					
PIEZA PIEZA 8 APOYO BASE INFERIOR		MATERIAL ACERO AISI 1020 LAMINA 1"		UNIDADES DE LA SERIE: 400			
Cantidad de piezas por equipo: 2		Largo de la pieza 85 mm		Ancho de la pieza 25,4 mm		Observaciones	
Lamina de 1,20 m * 2,40 m * 1"		Piezas a producir: 400					
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie	
CORTE	PANTOGRAFO	CORTE EN PANTOGRAFO SEGÚN PLANOS VALOR CON COBRO DE MATERIAL	3 min	600 min	\$ 3.500	\$ 1.120.000	
PULIR	PULIDORA	PULIR SUPERFICIES	2 min	400 min	\$ 150	\$ 48.000	
PERFORACION PASANTE	TALADRO DE ARBOL	TALADRADO PASANTE SEGÚN PLANO SE PERFORAN LOS 2 APOYOS SIMULTANEAMENTE	45 min	9000 min	\$ 4.000	\$ 640.000	
TOTALES			70 min	10000 min	\$ 7.650	\$ 1.808.000	
		PIEZA 8 APOYO BASE INFERIOR				400	
unidad	Piezas	No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma	Cantidad total		

Carta de producción pieza 9.

<i>METALURGICA DE SANTANDER</i>		CARTA DE PRODUCCION					
		<i>FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION</i>					
<i>PIEZA</i> PIEZA 9 PIN 1 INFERIOR		<i>MATERIAL</i> VARILLA CALIBRADA 3/8"		<i>UNIDADES DE LA SERIE: 400</i>			
							
Cantidad de piezas por equipo: 2		Largo de la pieza 65 mm		Ancho de la pieza 3/8"		Observaciones	
Varilla Calibrada		Piezas a producir: 400					
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA		Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
COMPRA		COMPRA DE VARILLA CALIBRADA DE 2,40 M				\$ 1.000	\$ 400.000
CORTE		CORTE A 65 MM		10 min	4000 min	\$ 500	\$ 160.000
PERFORACION PASANTE	TALADRO DE ARBOL	TALADRADO PASANTE SEGÚN PLANO		20 min	8000 min	\$ 1.200	\$ 384.000
TOTALES				30 min	1200 min	\$ 2.700	\$ 944.000
2		400		PIEZA 9 PIN 1 INFERIOR		2	400
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma		Cantidad total

. Carta de producción pieza 12.

METALURGICA DE SANTANDER		CARTA DE PRODUCCION				
		FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION				
PIEZA PIEZA 12 CANAL INFERIOR		MATERIAL ACERO AISI 1020 LAMINA 3/8"		UNIDADES DE LA SERIE: 400		
Cantidad de piezas por equipo: 2		Largo de la pieza 210 mm		Ancho de la pieza 80 mm		Observaciones
Lamina de 1,20 m * 2,40 m * 3/8"		Piezas a producir: 400				
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
CORTE	PANTOGRAFO	CORTE EN PANTOGRAFO SEGÚN PLANOS VALOR CON COBRO DE MATERIAL	5 min	2000 min	\$ 4.500	\$ 1.440.000
PULIR	PULIDORA	PULIR SUPERFICIES	3 min	1200 min	\$ 250	\$ 80.000
TOTALES			8 min	3200 min	\$ 4.750	\$ 1.520.000
	2	400	PIEZA 12 CANAL INFERIOR		2	400
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma	Cantidad total

. Carta de producción pieza 13.

METALURGICA DE SANTANDER		CARTA DE PRODUCCION					
		FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION					
PIEZA PIEZA 13 BARRA		MATERIAL ACERO AISI 1020 LAMINA 15/32"		UNIDADES DE LA SERIE: 800			
Cantidad de piezas por equipo: 4		Largo de la pieza 85 mm		Ancho de la pieza 25,4 mm		Observaciones	
Lamina de 1,20 m * 2,40 m * 1"		Piezas a producir: 800					
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie	
CORTE	PANTOGRAFO	CORTE EN PANTOGRAFO SEGÚN PLANOS VALOR CON COBRO DE MATERIAL	2 min	1600 min	\$ 4.000	\$ 2.560.000	
PULIR	PULIDORA	PULIR SUPERFICIES	2 min	1600 min	\$ 200	\$ 64.000	
PERFORACION PASANTE	TALADRO DE ARBOL	TALADRADO PASANTE SEGÚN PLANO SE PERFORAN LAS CUATRO BARRAS SIMULTANEAMENTE	80 min	64000 min	\$ 4.000	\$ 2.560.000	
TOTALES			70 min	10000 min	\$ 8.200	\$ 5.184.000	
4		800	PIEZA 9 BARRA	4	800		
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma	Cantidad total	

. Carta de producción pieza 14.

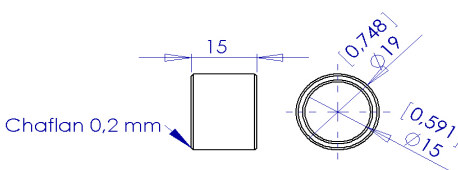
METALURGICA DE SANTANDER		CARTA DE PRODUCCION				
		FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION				
PIEZA PIEZA 14, UNION TORNILLO SISTEMA	MATERIAL ACERO AISI 1020 LAMINA 15/32"	UNIDADES DE LA SERIE: 200				
Cantidad de piezas por equipo: 1		Largo de la pieza = 350 mm		Ancho de la pieza 50 mm		
Lamina de 1,20 m * 2,40 m * 1"		Piezas a producir: 200		Observaciones		
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
CORTE	PANTOGRAFO	CORTE EN PANTOGRAFO SEGÚN PLANOS VALOR CON COBRO DE MATERIAL	5 min	1000 min	\$ 5.500	\$ 880.000
PULIR	PULIDORA	PULIR SUPERFICIES	4 min	800 min	\$ 350	\$ 112.000
PERFORACION PASANTE	TALADRO DE ARBOL	TALADRADO PASANTE SEGÚN PLANO	20 min	4000 min	\$ 2.500	\$ 400.000
PERFORACION ROSCADA	TALADRO DE ARBOL	ROSCADO A LADO Y LADO DE LA PERFORACION PASANTE	15 min	3000 min	\$ 2.800	\$ 448.000
SOLDADURA PIEZAS CILINDRICA		SOLDADURA PIEZAS CILINDRICAS DE 3/8" DE DIAMETRO POR 60 mm A LADO Y LADO DE LA PIEZA RECTANGULAR	10 min	2000 min	\$ 700	\$ 112.000
TORNEADO DE PIEZAS CILINDRICAS	TORNO	TORNEADO SEGÚN PLANOS DE PIEZAS CILINDRICAS	20 min	4000 min	\$ 3.500	\$ 560.000
TOTALES			70 min	10000 min	\$ 15.350	\$ 2.512.000

2	200	PIEZA 14 UNION TORNILLO SISTEMA				200
unidad	Piezas	No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma		Cantidad total

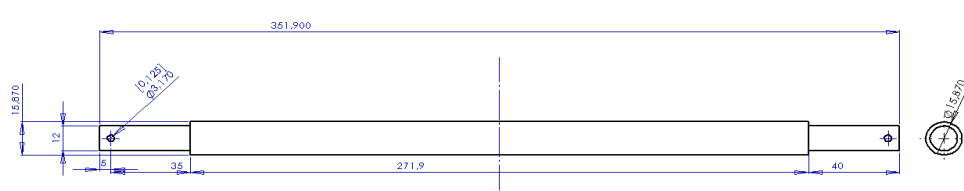
Carta de producción pieza 15.

<i>METALURGICA DE SANTANDER</i>		CARTA DE PRODUCCION					
		<i>FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION</i>					
<i>PIEZA</i> PIEZA 15, BUJE TORNILLO		<i>MATERIAL</i> BRONCE		<i>UNIDADES DE LA SERIE: 200</i>			
Cantidad de piezas por equipo: 1		Largo de la pieza = 40 mm		Ancho de la pieza 40 mm		Observaciones	
Varilla hueca de 2 m		Piezas a producir: 200					
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie	
CORTE	TORNO	CORTE DE LA PIEZA Y TORNEADO DE LA FORMA	40 min	8000 min	\$ 3.500	\$ 560.000	
TALADRADO DIAMETRO INTERNO	TORNO	TALADRADO DEL DIAMETRO PARA ROSCADO	15 min	3000 min	\$ 2.500	\$ 800.000	
ROSCADO INTERNO	MACHO DE ROSCA	ROSCADO SEGÚN TORNILLO	15 min	3000 min	\$ 2.100	\$ 336.000	
PERFORACION ROSCADA	TALADRO DE ARBOL	ROSCADO A LADO Y LADO DE LA ROSCA PRINCIPAL PARA ASEGURAR	30 min	6000 min	\$ 1.500	\$ 240.000	
SOLDADURA PIEZAS CILINDRICA		SOLDADURA PIEZAS CILINDRICAS DE 3/8" DE DIAMETRO POR 60 mm A LADO Y LADO DE LA	10 min	2000 min	\$ 700	\$ 112.000	
TOTALES			130 min	26000 min	\$ 10.300	\$ 2.048.000	
		200	PIEZA 15, BUJE TORNILLO				200
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma		Cantidad total

Carta de producción pieza 16.

<i>METALURGICA DE SANTANDER</i>			CARTA DE PRODUCCION				
			<i>FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION</i>				
<i>PIEZA</i> PIEZA 16, BUJE BARRA 1		<i>MATERIAL</i> BRONCE	<i>UNIDADES DE LA SERIE: 800</i>				
 <p style="text-align: center;">Buje Union: Diametro externo: 3/4" diametro interno: 15 mm</p>							
Cantidad de piezas por equipo: 4		Largo de la pieza = 15 mm		Ancho de la pieza 19 mm		Observaciones	
Varilla hueca de 2 m		Piezas a producir: 800					
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie	
CORTE	TORNO	CORTE DE LA PIEZA Y TORNEADO DE LA FORMA	15 min	3000 min	\$ 3.000	\$ 1.920.000	
TALADRADO DIAMETRO INTERNO	TORNO	TALADRADO DEL DIAMETRO PARA ROSCADO	15 min	3000 min	\$ 2.000	\$ 1.280.000	
TOTALES			130 min	26000 min	\$ 5.000	\$ 3.200.000	
4	800	PIEZA 16, BUJE BARRA 1	4	800			
unidad	Piezas	No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma	Cantidad total		

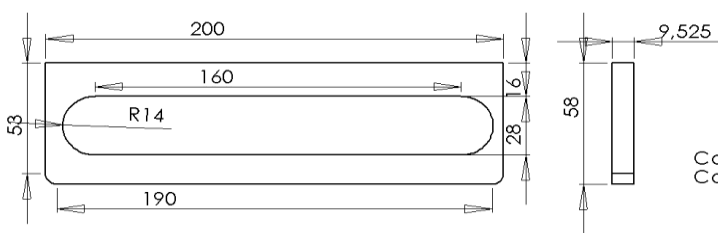
Carta de producción pieza 19.

<i>METALURGICA DE SANTANDER</i>		CARTA DE PRODUCCION					
		<i>FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION</i>					
<i>PIEZA</i> PIEZA 19. UNION BARRAS 1		<i>MATERIAL</i> VARILLA CALIBRADA 15 MM		<i>UNIDADES DE LA SERIE: 200</i>			
 <p style="text-align: center; color: blue;">UNION BARRAS CENTRAL: DESVASTAR DE 5/82 (15.875 mm) A 12 mm A 40 mm A CADA LADO. PERFORACION PARA PIN DE 1/8 " A 5mm DEL BORDE EXTERIOR A CADA LADO.</p>							
Cantidad de piezas por equipo: 1		Largo de la pieza = 352 mm		Ancho de la pieza 16 mm		Observaciones	
Varilla calibreada de 2,40 m		Piezas a producir: 200					
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie	
COMPRA DE MATERIA PRIMA		COMPRA DE VARILLA CALIBRADA			\$ 16.667	\$ 1.650.000	
CORTE Y TORNEADO SEGÚN PLANOS	TORNO	CORTE POR SECCIONES Y TORNEDADO DE LA PIEZA	60 min	12000 min	\$ 10.000	\$ 1.600.000	
PERFORACIONES A CADA EXTREMO	TALADRO DE ARBOL	TALADRADO PARA CHAVETAS	15 min	3000 min	\$ 3.500	\$ 560.000	
TOTALES			75 min	15000 min	\$ 30.167	\$ 3.810.000	
		200		PIEZA 19, UNION BARRAS 1		200	
unidad	Piezas	No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma			Cantidad total

. Carta de producción pieza 22.

METALURGICA DE SANTANDER			CARTA DE PRODUCCION			
			FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION			
PIEZA PIEZA 22, BUJE BARRAS 2 LARGO		MATERIAL BRONCE	UNIDADES DE LA SERIE: 400			
Cantidad de piezas por equipo: 2		Largo de la pieza = 30 mm	Ancho de la pieza 19 mm		Observaciones	
Varilla hueca de 2 m		Piezas a producir: 400				
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
CORTE	TORNO	CORTE DE LA PIEZA Y TORNEADO DE LA FORMA, CON MATERIAL	20 min	8000 min	\$ 3.200	\$ 2.048.000
TALADRADO DIAMETRO INTERNO	TORNO	TALADRADO DEL DIAMETRO PARA ROSCADO	15 min	3000 min	\$ 2.000	\$ 1.280.000
TOTALES			130 min	26000 min	\$ 5.200	\$ 3.328.000
2		400	PIEZA 22, BUJE BARRAS 2 LARGO		2	400
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma	Cantidad total

Carta de producción pieza 24.

<i>METALURGICA DE SANTANDER</i>			CARTA DE PRODUCCION			
			<i>FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION</i>			
<i>PIEZA</i> PIEZA 24 CANAL SUPERIOR		<i>MATERIAL</i> ACERO AISI 1020 LAMINA 3/8"		<i>UNIDADES DE LA SERIE: 400</i>		
 <p style="text-align: right;">Canal Superior. Cantidad:2</p>						
Cantidad de piezas por equipo: 2		Largo de la pieza 210 mm		Ancho de la pieza 58 MM		Observaciones
Lamina de 1,20 m * 2,40 m * 3/8"		Piezas a producir: 400				
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
CORTE	PANTOGRAFO	CORTE EN PANTOGRAFO SEGÚN PLANOS VALOR CON COBRO DE MATERIAL	5 min	2000 min	\$ 4.000	\$ 1.280.000
PULIR	PULIDORA	PULIR SUPERFICIES	3 min	1200 min	\$ 250	\$ 80.000
TOTALES			8 min	3200 min	\$ 4.250	\$ 1.360.000
	2	400	PIEZA 24 CANAL SUPERIOR		2	400
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma	Cantidad total

Carta de producción pieza 25.

<i>METALURGICA DE SANTANDER</i>		CARTA DE PRODUCCION					
		<i>FASE1, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION</i>					
<i>PIEZA</i> PIEZA 25 PIN SUPERIOR		<i>MATERIAL</i> VARILLA CALIBRADA 3/8"		<i>UNIDADES DE LA SERIE: 400</i>			
Cantidad de piezas por equipo: 2		Largo de la pieza 65 mm		Ancho de la pieza 3/8"		Observaciones	
Varilla Calibrada		Piezas a producir: 400					
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie	
COMPRA		COMPRA DE VARILLA CALIBRADA DE 2,40 M			\$ 909	\$ 7.273	
CORTE		CORTE A 65 MM	10 min	4000 min	\$ 500	\$ 160.000	
PERFORACION PASANTE	TALADRO DE ARBOL	TALADRADO PASANTE SEGÚN PLANO	20 min	8000 min	\$ 1.200	\$ 384.000	
TOTALES			30 min	1200 min	\$ 2.609	\$ 551.273	
2		400		PIEZA 25 PIN SUPERIOR		2	
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma		Cantidad total

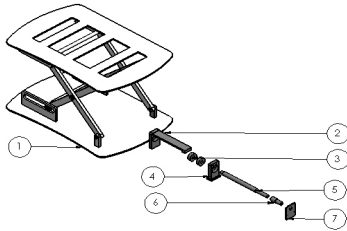
Carta de producción pieza 27.

METALURGICA DE SANTANDER		CARTA DE PRODUCCION				
		FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION				
PIEZA PIEZA 27, BASE SUPERIOR "		MATERIAL ACERO AISI 1020 LAMINA 1/4"		UNIDADES DE LA SERIE: 200		
Cantidad de piezas por equipo: 1		Largo de la pieza 700 mm		Ancho de la pieza 450 mm		Observaciones
LAMINA ACERO A 36 1,20 M*2		Piezas a producir: 200				
ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
CORTE	PANTOGRAFO	CORTE EN PANTOGRAFO SEGÚN PLANO CON MATERIAL	10 min	2000 min	\$ 40.000	\$ 6.400.000
PULIR PIEZA	PULIDORA	PULIR SUPERFICIES	10 min	4000 min	\$ 500	\$ 80.000
PERFORACION PASANTE	TALADRO DE ARBOL	TALADRADO PASANTE SEGÚN PLANO	5 min	1000 min	\$ 500	\$ 80.000
TOTALES			30 min	1200 min	\$ 41.000	\$ 6.560.000

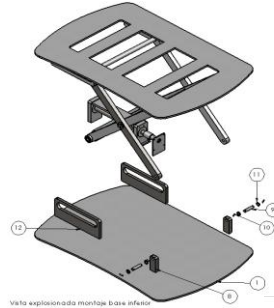
	1	200		PIEZA 27, BASE SUPERIOR		2		200
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden	Cantidad por plataforma			Cantidad total

. Carta de producción Montaje del ensamble

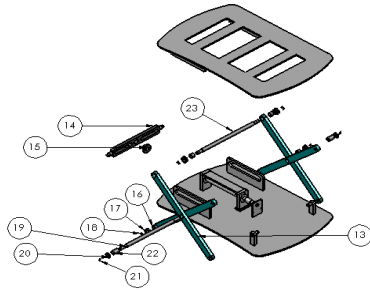
METALURGICA DE SANTANDER		CARTA DE PRODUCCION	
		<i>FASE I, CONSTRUCCION MECANISMO DE ELEVACION</i>	
<i>MONTAJE DEL SISTEMA</i> MONTAJE DEL SISTEMA		<i>UNIDADES DE LA SERIE: 200</i>	



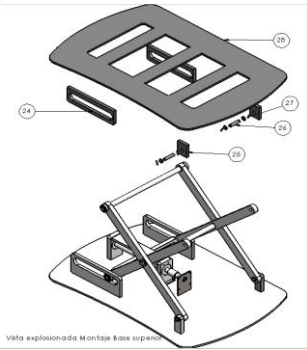
Vista explosionada Montaje Tornillo Helicoidal



Vista explosionada montaje Brava inferior



Vista explosionada Montaje Barras articuladas



Vista explosionada Montaje Base superior

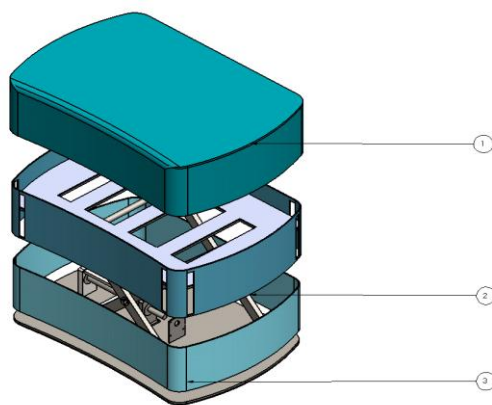
Cantidad de piezas por montar: 27				Observaciones: Las piezas soldadas se indican en los planos para soldadura anexos	
		Piezas a producir: 200			

ACTIVIDAD	MAQUINARIA	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
SOLDAR	EQUIPO DE SOLDADURA	SOLDAR PIEZAS A LAS BASES	2 horas	400 Horas	\$ 80.000	\$ 11.000.000
ATORNILLAR PIEZAS		ATORNILLAR LAS PIEZAS DE LOS APOYOS	30 Min	100 Horas	\$ 5.000	\$ 900.000
AJUSTE DE PIEZAS		ASEGURAMIENTO DE PIEZAS, EJES, COLOCACION DE CHAVETAS	30 min	100 Horas	\$ 10.000	\$ 1.800.000
APLICACION ANTICORROSIVO GRIS	PISTOLA Y COMPRESOR		20 min	66 Horas	\$ 10.000	\$ 1.800.000
RECUBRIMIENTO EN CAUCHO BASES SUPERIOR E INFERIOR		COSTO INCLUIDO EL MATERIAL			\$ 50.000	\$ 7.000.000
TOTALES			3 Horas 20 min	566 horas	\$ 155.000	\$ 22.500.000

	200		MONTAJE			200
Unidad	Piezas	No. pieza	No. orden			Cantidad total

Carta de producción carcasas

<i>METALCRIL SANTANDER</i>	CARTA DE PRODUCCION
<i>FASE I, CARCASA MECANISMO DE ELEVACION</i>	
<i>FABRICACION DE CARCASAS</i> DOBLADO DE POLIESTIRENO ACRILICO DE 3 MM	<i>UNIDADES DE LA SERIE: 200</i>



Vista explosiónada Carcasas.

Carcasa 2 y 3 doblado de acrílico 3 mm	Carcasa 1: Doblado de acrílico 3 mm y la tapa corte en poliestireno 3 mm	Observaciones: la Carcasa 1 debe tener pines que se traen la carcasa 2
Piezas a producir: 200		

ACTIVIDAD	MATERIAL	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
PERFILADO DE CURVA EN ALUMINIO	ALUMINIO 2 mm	PERFILADO DE LA CURVA SEGÚN EL CORTE DE LA LAMINA METALICA	30 min	6000 min	\$ 35.000	\$ 35.000
CORTE LASER LAMINA DE ACRILICO	ACRILICO 3 mm	CORTE RECTO DE LA LAMINA DE ACRILICO EN SECCIONES DE 15,5 Y 16 cm PARA EL DOBLADO DE LAS CURVAS. INCLUIDO MATERIAL	10 min	2000 min	\$ 50.000	\$ 1.820.000
DOBLADO DE LA CURVA	ACRILICO 3 mm	SE DOBLAN 3 CURVAS POR EQUIPO	120 min	24000 min	\$ 120.000	\$ 24.000.000
CORTE TAPA EN POLIESTIRENO	POLIESTIRENO 3 mm	CORTE DE LA TAPA SUPERIOR	5 min	100 min	\$ 12.500	\$ 2.500.000
PEGUE DE TAPA CON CURVA	POLIESTIRENO Y ACRILICO	PEGADO Y REFORZADO INTERNO	30 min	6000 min	\$ 2.000	\$ 400.000
PERFORACIONES CANAL	ACRILICO 3 mm	PERFORACIONES DE CANALES	60 min	12000 min	\$ 10.000	\$ 2.000.000
TOTALES			4 Horas 15 min	700 Horas	\$ 229.500	\$ 30.755.000

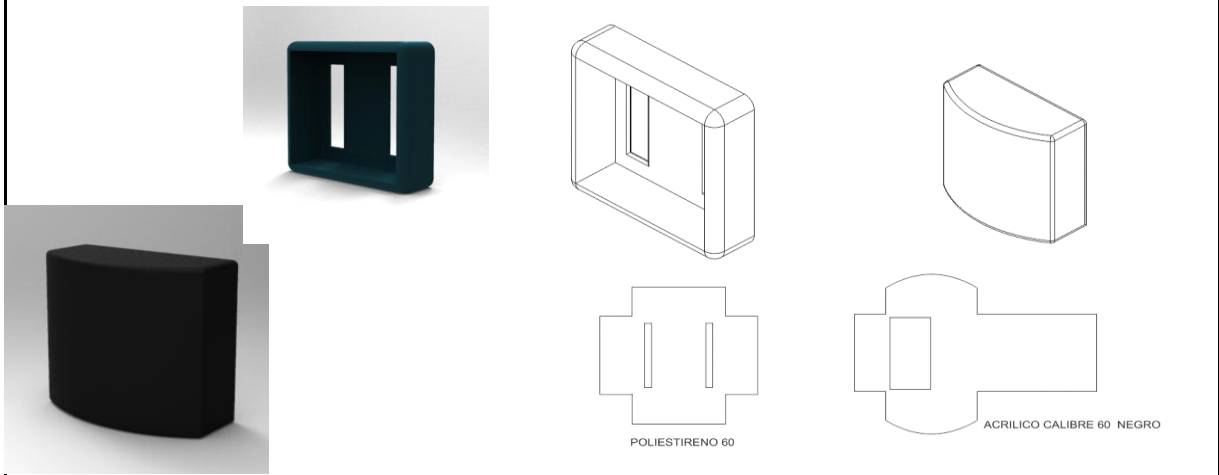
	3	200	CARCASAS			200
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden		Cantidad total

Totales producción por pieza

COSTOS DE PRODUCCION GENERALES POR PIEZA					
NUMERO	PIEZA	TIEMPO DE FABRICACION SERIE EN MINUTOS	VALOR UNITARIO	VALOR SERIE	VALOR UNITARIO SERIE
1	BASE INFERIOR	3000	\$ 38.500	\$ 6.160.000	\$ 30.800
2	APOYO TORNILLO FIJO	14600	\$ 33.200	\$ 5.312.000	\$ 26.560
3	RODAMIENTO CONICO 30202	0	\$ 8.038	\$ 2.575.000	\$ 6.438
4	APOYO TORNILLO MOVIBLE	16600	\$ 30.200	\$ 5.152.000	\$ 25.760
5	TORNILLO HELICOIDAL 3/4"	15400	\$ 21.100	\$ 3.376.000	\$ 16.880
6	ACOPLE DE MOTOR UNIVERSAL	0	\$ 30.095	\$ 4.819.000	\$ 24.095
7	SOPORTE MOTOR	10000	\$ 7.150	\$ 1.144.000	\$ 5.720
8	APOYO BASE INFERIOR	10000	\$ 7.650	\$ 1.808.000	\$ 4.520
9	PIN 1 INFERIOR	1200	\$ 2.700	\$ 944.000	\$ 2.360
10	CHAVETA 1/8"	0	\$ 300	\$ 60.000	\$ 75
11	ARANDELA 3/8" INTERNO	0	\$ 50	\$ 32.000	\$ 40
12	CANAL INFERIOR	3200	\$ 4.750	\$ 1.520.000	\$ 3.800
13	BARRA	10000	\$ 8.200	\$ 5.184.000	\$ 6.480
14	UNION TORNILLO-SISTEMA	10000	\$ 15.350	\$ 2.512.000	\$ 12.560
15	BUJE TORNILLO	26000	\$ 10.300	\$ 2.048.000	\$ 10.240
16	BUJE BARRA 1	26000	\$ 5.000	\$ 3.200.000	\$ 4.000
17	RODAMIENTO DE BOLAS 6001	0	\$ 3.500	\$ 2.320.000	\$ 2.900
18	CHAVETA PARA EJE 11 MM	0	\$ 150	\$ 108.000	\$ 135
19	UNION BARRAS 1	15000	\$ 30.167	\$ 3.810.000	\$ 19.050
20	ARANDELA 12 mm INTERNO	0	\$ 50	\$ 32.000	\$ 80
21	CHAVETA	0	\$ 80	\$ 26.000	\$ 65
22	BUJE BARRAS 2 LARGO	26000	\$ 5.200	\$ 3.328.000	\$ 8.320
23	UNION BARRAS 2	1600	\$ 20.333	\$ 3.570.000	\$ 17.850
24	CANAL SUPERIOR	3200	\$ 4.250	\$ 1.360.000	\$ 3.400
25	PIN SUPERIOR	1200	\$ 2.609	\$ 551.273	\$ 2.756
26	CHAVETA 1/16"	0	\$ 50	\$ 15.200	\$ 38
27	BASE SUPERIOR	1200	\$ 41.000	\$ 6.560.000	\$ 32.800
	TOTAL	194200	\$ 329.972	\$ 67.526.473	\$ 267.722
COSTO DEL MONTAJE POR PLATAFORMA			UNIDADES COMPLETAS QUE SE PUEDEN FABRICAR AL DIA		
UNITARIO	\$ 155.000		8 UNIDADES	480 minutos de trabajo en planta	
EN SERIE	\$ 22.500.000		UNIDADES QUE SE PUEDEN FABRICAR EN LA SEMANA		
VALOR UNITARIO EN LA SERIE	\$ 112.500		40 UNIDADES		

Anexo M. . Carta de producción dispositivo de recepción

<i>METALCRIL SANTANDER</i>	CARTA DE PRODUCCION
	<i>FASE2, DISPOSITIVO DE RECEPCION DE FRECUENCIA CARDIACA</i>
<i>FABRICACION DE CARCASAS</i> FABRICACION DEL DISPOSITIVO	<i>UNIDADES DE LA SERIE: 200</i>



MATERIAL: Poliestireno 15 mm		el sistema se compone de dos piezas una que encaja dentro de la otra a presion				
ACTIVIDAD	MATERIAL	DESCRIPCION DETALLADA	Tiempo Unitario	Tiempo total	Valor unitario	Valor serie
COMPRA DE MATERIAL	LAMINA DE 15 MM	EL VALOR CONSIGNADO SERA EL NECESARIO PARA LA SERIE			\$ 375	\$ 150.000
CORTE LASER DEL MATERIAL	POLIESTIRENO 15 mm	CORTE LASER SEGÚN PLANOS	2 min	400 min	\$ 500	\$ 200.000
DOBLADO		SE DOBLAN LAS ESQUINAS Y LA CURVA	10 min	4000 min	\$ 2.000	\$ 800.000
ELASTICO	ELASTICO DE 5 cm	SE CORTA SEGÚN DIAMETRO DEL BRAZO	10 min	2000 min	\$ 50	\$ 10.000
PINTURA		PINTURA PARA ACABADO	5 min	2000 min	\$ 600	\$ 240.000
TOTALES			4 Horas 15 min	700 Horas	\$ 3.525	\$ 1.400.000

	2	200	DISPOSITIVO DE RECEPCION DE			200
unidad	Piezas		No. pieza	No. orden		Cantidad total

COSTO PRODUCCION EN SERIE UNITARIO \$ 7.000

Anexo N. Formatos prueba de uso

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

F1.

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

Buenos días, el objetivo de esta prueba es conocer que tan eficiente le ha parecido el equipo propuesto, por lo tanto le solicitamos por favor conteste la siguiente pregunta marcando con una X la opción que le parece califica la eficiencia del diseño, siendo 1 la escala más baja y 5 la más alta.

1. INEFICIENTE
2. MODERADAMENTE INEFICIENTE
3. INDIFERENTE
4. MODERADAMENTE EFICIENTE
5. EFICIENTE

AGRADECEMOS SU COLABORACION.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

F2.

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

Buenos días, el objetivo de esta prueba es conocer que tan eficiente le ha parecido el equipo propuesto, por lo tanto le solicitamos por favor conteste la siguiente pregunta marcando con una X la opción que le parece califica la eficiencia del diseño, siendo 1 la escala más baja y 5 la más alta.

1. INEFICIENTE
2. MODERADAMENTE INEFICIENTE
3. INDIFERENTE
4. MODERADAMENTE EFICIENTE
5. EFICIENTE

AGRADECEMOS SU COLABORACION.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

F3.

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

Buenos días, el objetivo de esta prueba es conocer que tan eficiente le ha parecido el equipo propuesto, por lo tanto le solicitamos por favor conteste la siguiente pregunta marcando con una X la opción que le parece califica la eficiencia del diseño, siendo 1 la escala más baja y 5 la más alta.

1. INEFICIENTE
2. MODERADAMENTE INEFICIENTE
3. INDIFERENTE
4. MODERADAMENTE EFICIENTE
5. EFICIENTE

AGRADECEMOS SU COLABORACION.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

F4

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

Buenos días, el objetivo de esta prueba es conocer que tan eficiente le ha parecido el equipo propuesto, por lo tanto le solicitamos por favor conteste la siguiente pregunta marcando con una X la opción que le parece califica la eficiencia del diseño, siendo 1 la escala más baja y 5 la más alta.

1. INEFICIENTE
2. MODERADAMENTE INEFICIENTE
3. INDIFERENTE
4. MODERADAMENTE EFICIENTE
5. EFICIENTE

AGRADECEMOS SU COLABORACION.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

FS.

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

Buenos días, el objetivo de esta prueba es conocer que tan eficiente le ha parecido el equipo propuesto, por lo tanto le solicitamos por favor conteste la siguiente pregunta marcando con una X la opción que le parece califica la eficiencia del diseño, siendo 1 la escala más baja y 5 la más alta.

1. INEFICIENTE
2. MODERADAMENTE INEFICIENTE
3. INDIFERENTE
4. MODERADAMENTE EFICIENTE
5. EFICIENTE

AGRADECEMOS SU COLABORACION.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

F6.

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

Buenos días, el objetivo de esta prueba es conocer que tan eficiente le ha parecido el equipo propuesto, por lo tanto le solicitamos por favor conteste la siguiente pregunta marcando con una X la opción que le parece califica la eficiencia del diseño, siendo 1 la escala más baja y 5 la más alta.

1. INEFICIENTE
2. MODERADAMENTE INEFICIENTE
3. INDIFERENTE
4. MODERADAMENTE EFICIENTE
5. EFICIENTE

AGRADECEMOS SU COLABORACION.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

F7.

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

Buenos días, el objetivo de esta prueba es conocer que tan eficiente le ha parecido el equipo propuesto, por lo tanto le solicitamos por favor conteste la siguiente pregunta marcando con una X la opción que le parece califica la eficiencia del diseño, siendo 1 la escala más baja y 5 la más alta.

1. INEFICIENTE
2. MODERADAMENTE INEFICIENTE
3. INDIFERENTE
4. MODERADAMENTE EFICIENTE
5. EFICIENTE

AGRADECEMOS SU COLABORACION.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

F8.

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

Buenos días, el objetivo de esta prueba es conocer que tan eficiente le ha parecido el equipo propuesto, por lo tanto le solicitamos por favor conteste la siguiente pregunta marcando con una X la opción que le parece califica la eficiencia del diseño, siendo 1 la escala más baja y 5 la más alta.

1. INEFICIENTE
2. MODERADAMENTE INEFICIENTE
3. INDIFERENTE
4. MODERADAMENTE EFICIENTE
5. EFICIENTE

AGRADECEMOS SU COLABORACION.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

F9

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

Buenos días, el objetivo de esta prueba es conocer que tan eficiente le ha parecido el equipo propuesto, por lo tanto le solicitamos por favor conteste la siguiente pregunta marcando con una X la opción que le parece califica la eficiencia del diseño, siendo 1 la escala más baja y 5 la más alta.

1. INEFICIENTE
2. MODERADAMENTE INEFICIENTE
3. INDIFERENTE
4. MODERADAMENTE EFICIENTE
5. EFICIENTE

AGRADECEMOS SU COLABORACION.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

F10

Título del proyecto: Diseño y construcción de un equipo mecatrónico que integre los elementos de medición utilizados en la ejecución de la prueba Queen College.

Buenos días, el objetivo de esta prueba es conocer que tan eficiente le ha parecido el equipo propuesto, por lo tanto le solicitamos por favor conteste la siguiente pregunta marcando con una X la opción que le parece califica la eficiencia del diseño, siendo 1 la escala más baja y 5 la más alta.

1. INEFICIENTE
2. MODERADAMENTE INEFICIENTE
3. INDIFERENTE
4. MODERADAMENTE EFICIENTE
5. EFICIENTE

AGRADECEMOS SU COLABORACION.

Tabla 50. Formato de ejecución de prueba

Profesional de la salud	Participante	Errores	Descripción detallada de errores	Tiempo de ejecución de la prueba
F8	21.	1.	CONFUSIÓN INTERFAZ BOTÓN GUARDAR.	6 min, 300.
F9	22.	0	RECORDACIÓN IMPIDE ERROR.	4 min, 355
F9	23	0.		4 min, 425
F10.	24	1.	CONFUSIÓN INTERFAZ → PIDIÓ INDICACION MAS DE UNA VUELO.	8 min, 305
F10.	25.	1.	CONFUSIÓN INTERFAZ → BARRITA NO INDICIA NASA.	9 min, 450.
F10	26.	0.	RECORDACIÓN EVITA ERROR.	8 min, 355
F10.	27.	1.	' 4	7 min, 215
F10	28	0	//	6 min, 995
F10	29	0	//	6 min, 355
F10	30.	0	//	7 min, 200.

Tabla 50. Formato de ejecución de prueba

Profesional de la salud	Participante	Errores	Descripción detallada de errores	Tiempo de ejecución de la prueba
F4	11	0	- OBSERVACIÓN: EL PARTICIPANTE RECARGO EL PESO EN UN EXTREMO POR LO CUAL AFECTA LA CARGA.	9 min, 155
F4	12.	0	NACIONALIZADA CORRECTAMENTE	7 min, 205
F5.	13.	1	-ERRORES CONTINUACIÓN DE PULGOS.	6 min, 355
F5	14	0	SIN ERRORES.	5 min, 315
F6.	15.	0		5 min, 205
F6	16.	0.		5 min, 315
F7.	17.	3	- INTERFERENCIA DATOS F.C. - CONFUSIÓN BOTÓN GUARDAR - LA BARRITA NO LE INDICA DADA - INTERF. F.C.	6 min, 425
F7	18.	2.		5 min, 225
f7	19.	1	- INTERF. F.C.	4 min, 175.
F8.	20.	0.		5 min, 45

Tabla 50. Formato de ejecución de prueba

Profesional de la salud	Participante	Errores	Descripción detallada de errores	Tiempo de ejecución de la prueba
F1	1.	2.	-ERRORE EN COMIENZO DE RECEPCIÓN DE DATOS DE F. CARDIACA. - CONFUSIÓN EN GUARDAR PARA CONTINUAR	6 min. 20s
F1	2.	1.	- GUARDAR PARA CONTINUAR.	5 min. 80
F1	3.	0.		5 min. 35
F2.	4.	3.	-ERRORE EN TIEMPO DE ESPERA. (fallo en recepción) -ERRORE RECEPCIÓN DATOS DE F.C. (comienzo incorrecto) - CONFUSIÓN GUARDAR E INICIAR.	8 min. 65
F2.	5.	0.		6 min 25s
F2	6.	0.		6 min. 48s
F3	7.	3.	- EL PITO NO SE OYÓ BIEN. - INTERFERENCIA RECEPCIÓN AUDIO. - CONFUSIÓN BOTÓN GUARDAR.	9 min 50s
F3	8.	1.	- CONFUSIÓN BOTÓN GUARDAR- INICIAR PRUEBA.	6 min 30s
F3.	9.	0.	POE REPETICIÓN EL USUARIO NO PRESENCIÓ ERRORES.	4 min, 40s
F4	10.	0.		6 min, 12s

VIDEO ANEXO.

Anexo Ñ. Manual de usuario

Pašos

Sistema electr3nico que integra los elementos de medici3n empleados en la prueba de resistencia cardíaca QUEEN COLLEGE.



Manual de Usuario

Descripción del producto.....	1
Uso del producto	1
EL EQUIPO	2
La banda	2
funciones básicas	3
funciones de frecuencia cardiaca	3
El escalón graduable	3
Comunicador	3
Dispositivo bluetooth	4
EL software	4
Cómo comenzar a usar PASOS	5
Protocolo de realización de la Prueba	6
Secuencia de uso del Software	7
Mantenimiento del equipo	10
El escalón	10
Lista de piezas	11
Ensamble	12

Descripción del producto

PASOS es un equipo que permite realizar una ejecución controlada de la Prueba Queen College o Prueba del escalón de tres minutos.

Por medio de un dispositivo de comunicación inalámbrica se establece la transferencia de información entre el escalón graduable y las demás herramientas electrónicas de medición registrando y archivando a su vez una base de datos de la información que obtiene del participante.

Este sistema se encuentra debidamente integrado y programado para uso exclusivo de la banda pulsometro de la línea [POLAR](#).

Uso del producto

PASOS está diseñado para ser usado en consultorios y laboratorios fisioterapéuticos además de los centros de acondicionamiento físico que ejecutan pruebas de esfuerzo físico, en este caso la prueba QUEEN COLLEGE.

Una vez instale el software y las demás herramientas, el programa le permitirá controlar la ejecución de la prueba.



EL EQUIPO.

El sistema debe funcionar exitosamente si los dispositivos que lo componen están debidamente instalados.

La banda...

El sistema está programado exclusivamente para el circuito que emplea la línea POLAR para el pulsómetro de pecho o banda.



ESPECIFICACIONES

Funciones básicas

- ☑ Batería reemplazable por el usuario

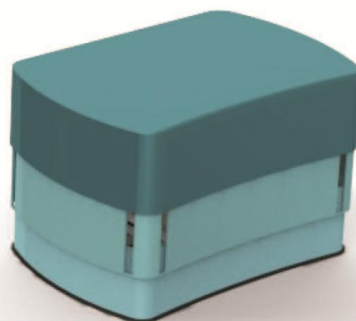
Funciones de Frecuencia Cardíaca

- ☑ FC basada en zonas objetivo con alarma visual y sonora
- ☑ Fcmáx (basada en el Polar Fitness Test)
- ☑ Fcmáx (basada en la edad)
- ☑ Frecuencia Cardíaca - ppm / % / %FCR
- ☑ Frecuencia Cardíaca media y máxima en cada lap
- ☑ Frecuencia Cardíaca media, mínima y máxima del entrenamiento
- ☑ Índice de relajación durante el entrenamiento
- ☑ Polar Fitness Test (test de condición física)
- ☑ Polar OwnCal® – gasto calórico con calibración de altímetro
- ☑ Polar OwnCode® (2.4 GHz W.I.N.D.) – transmisión codificada
- ☑ Polar OwnOptimizer – evita el sobre e infraentrenamiento
- ☑ Polar OwnZone® – zona personal de Frecuencia Cardíaca



El escalón graduable

PASOS cuenta con un escalón graduable que funciona mediante la acción programada de un motor reductor de corriente continua, que permite la elevación y compresión de la estructura controlándola desde el software.



Comunicador

Dispositivo receptor o Antena de brazo

Este dispositivo establece la comunicación entre la banda y el software. Una vez tenga instaladas las demás herramientas coloque una batería de **9V** y sujételo al antebrazo del participante para comenzar la prueba.



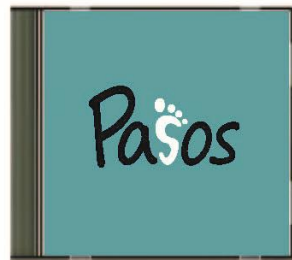
Dispositivo Bluetooth...



Para la comunicación inalámbrica de todo el sistema es importante contar con cualquier tipo de dispositivo bluetooth previamente instalado en el equipo desde el cual se controla la ejecución de la prueba.

Recuerde que esta comunicación se lleva a cabo desde un equipo (PC) a través de un puerto serial. (conexión USB)

El software..

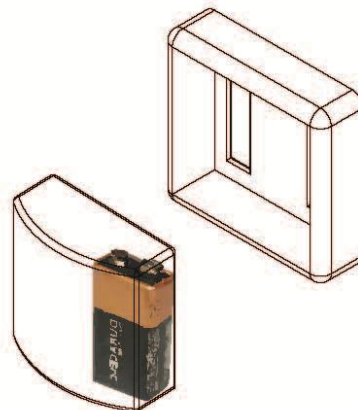
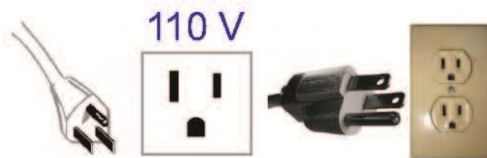


Este producto cuenta con un CD instalador, el usuario podrá instalar en su computador el programa desde el cual se controlan los demás dispositivos para llevar a cabo la prueba.

Paños

Cómo comenzar a usar Paños...

- Como primera medida el usuario debe instalar el software necesario para el control y accionamiento de PASOS, este lo encontrará en el CD de instalación.
- Para comenzar a utilizar el escalón graduable, si su equipo no cuenta con una conexión bluetooth por favor instale el dispositivo en su equipo para continuar.
- También debe verificar que el sistema comunicador cuente con la batería de 9 Voltios instalada, de lo contrario por favor instalela.
- Luego conecte el escalón a la fuente de energía (110 voltios) y siga las instrucciones que se presentarán en la sección PROTOCOLO DE EJECUCIÓN DE LA PRUEBA.



Protocolo de realización de la Prueba

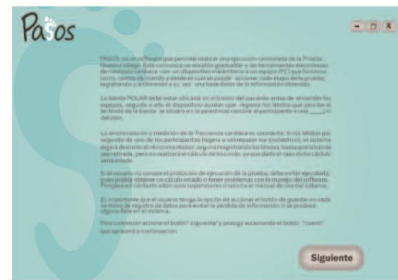
El protocolo que se lleva a cabo en Colombia está estandarizado en países como Estados Unidos, India y Brasil y es el siguiente:

- ☑ Vestimenta apropiada: el participante debe realizar la prueba con ropa deportiva (tenis, camiseta, licra, pantaloneta o sudadera), deben ser prendas que le permitan el movimiento con facilidad y que permitan al participante sentirse cómodo en la ejecución de la misma.
- ☑ El participante ingresa al laboratorio de prueba
- ☑ Se instala el software PASOS y se ubican los elementos necesarios: escalón graduable, banda POLAR, dispositivo bluetooth y el comunicador
- ☑ Se toman las medidas necesarias y los datos del participante preliminarmente: edad, peso, talla, género, entre otras para registrarlos en el sistema.
- ☑ Se le indica al participante que debe sentarse o acostarse durante 5 minutos para que al iniciar se cuente con un registro de la frecuencia cardíaca mínima o de reposo.
- El fisioterapeuta o profesional de la salud debe seguir los pasos indicados en el software para llevar a cabo la prueba.
- ☑ Se le indica al participante como llevar a cabo la prueba.
- ☑ Al finalizar, se le indica al participante que se coloque de pie y haga ejercicios de recuperación.

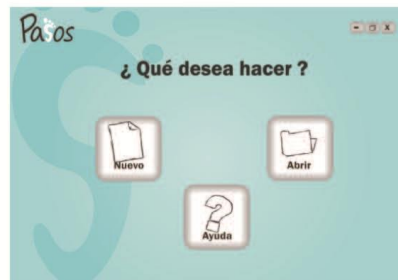


Secuencia de uso del software.

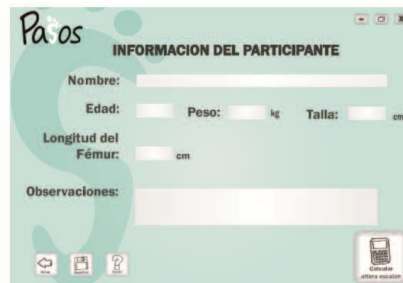
1. Después de abrir el programa lea atentamente los terminos y condiciones para su uso.



2. Para realizar una prueba nueva accione el bototn “nuevo”, si desea abrir el registro de un participante antiguo accione el bototn “abrir” . Pulse el boton “ayuda” para ayoy informacion.



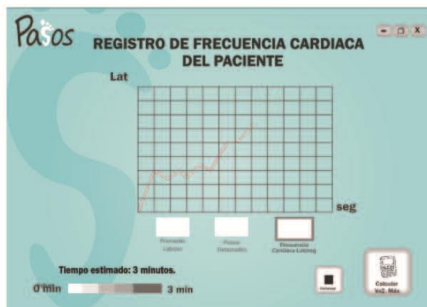
3. Al abrir un nuevo registro se debe diligenciar toda la información del participante antes de calcular a altura adecuada del escalón. Es importante que el usuario procure guardar cada registro de datos antes de ejecutar la operaciones de cada ventana.





4. Espere que el escalón se gradúe a la altura que el sistema indica sin accionar ningún botón para evitar el bloqueo del software o fallas en la operación.

5. La señal sonora del ritmo de la prueba se activa un par de segundos después de seleccionar el genero del participante y pulsar el botón "iniciar prueba". Recuerde poner sobre aviso al participante

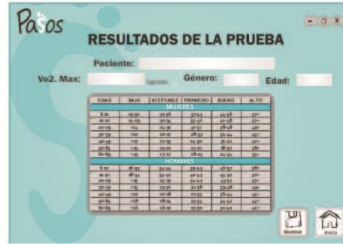


5. Cuando el control de tiempo indique que han transcurrido los tres minutos de ejecución de la prueba presione el botón de "cálculo y Vo2. max"

Si el participante sobrepasa los 170 lat/min el sistema bloquea la emisión sonora pero permanecerá valorando la frecuencia cardiaca. Para este caso el cálculo de Vo2. max no es válido

6. Después del cálculo del Vo2. max, el programa envía un informe o resumen que se recomienda guardar para conservar el historial y evolución de cada participante.





7. Finalmente, el programa le permitirá evaluar los resultados accionando el botón “análisis de los resultados que aparece en la ventana anterior y le indicará el nivel o calificación del paciente según la tabla.

Pulse el botón “inicio” para regresar al menú principal.

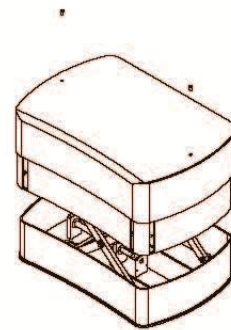
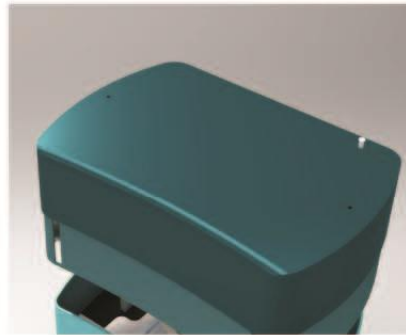
Paños

Mantenimiento del equipo

Es recomendable realizar periódicamente un mantenimiento y control del equipo, dado el caso de presentarse fallas, comuníquese con el fabricante o sus servicio de garantías.

El escalón

Para comenzar acceder al montaje mecánico de la estructura comience retirando los tornillos avellanados de la tapa superior del escalón y retire las dos carcasas móviles.

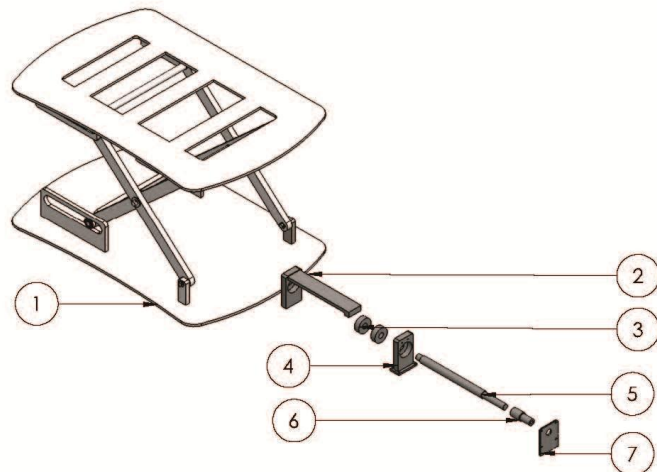


Es importante mantener lubricado el tornillo central de la estructura, los rodamientos y correderas, verifique dicha lubricación una vez culmine el mantenimiento y aseo general del equipo.

Lista de piezas.

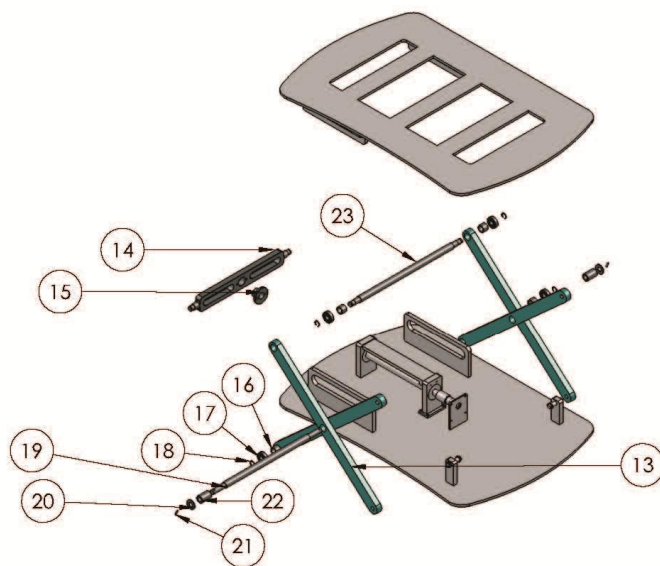
NUMERO	DESCRIPCION	MATERIAL	CANTIDAD	MODO DE FIJACION
1	BASE INFERIOR	ACERO A 36	1	
2	APOYO TORNILLO FIJO	ACERO A 36	1	SOLO A LA BASE INFERIOR
3	RODAMIENTO CONICO 30208		2	
4	APOYO TORNILLO MONTABLE	ACERO A 36	1	A TORNILLO A LA BASE
5	TORNILLO HELICOIDAL 3/4"	ACERO A 36 NEGRO	1	
6	ACOPLE O MOTOR UNIVERSAL		1	
7	SOPORTE MOTOR	ACERO A 36	1	
8	APOYO BASE INFERIOR	ACERO A 36	2	SOLO A LA BASE INFERIOR
9	PIN INFERIOR	VARILLA CALIBRADA 3/8"	2	
10	CHAVETA 1/8"		4	
11	ARANDLA 3/8" INTERNO		4	
12	CANAL INFERIOR	ACERO A 36	2	SOLO A LA BASE INFERIOR
13	BARRA	ACERO A 36	4	
14	UNION TORNILLO SISTEMA	ACERO A 36	2	
15	SUJETORNILLO	BRONCE	1	ROSCADO A LA UNION TORNILLO SISTEMA
16	SUJE BARRA 1	BRONCE	4	
17	RODAMIENTO O ESCOBA 6003		4	
18	CHAVETA PARA EJE 11MM		4	
19	UNION BARRAS 1		1	
20	ARANDLA 12 mm INTERNO		2	
21	CHAVETA		2	
22	SUJE BARRAS 2 LARGO		2	
23	UNION BARRAS 2		1	
24	CANAL SUPERIOR	ACERO A 36	2	SOLO A LA BASE SUPERIOR
25	PIN SUPERIOR	VARILLA CALIBRADA 3/8"	2	SOLO A LA BASE SUPERIOR
26	CHAVETA 1/16"		4	
27	BASE SUPERIOR	ACERO A 36	1	

Ensamblar...

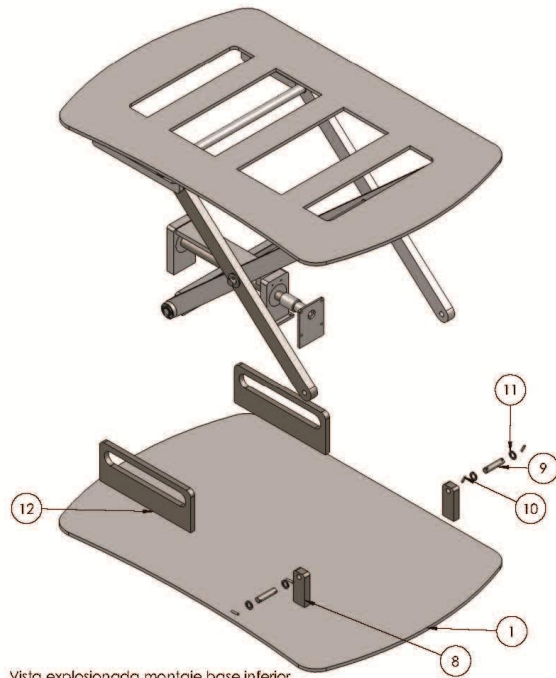


Vista explosionada Montaje Tornillo Helicoidal

Para desmontar la estructura comience por retirar el apoyo central del tornillo (pieza 4) así podrá desensamblar las cuatro barras principales.



Vista explosionada Montaje Barras articuladas



Vista explosionada montaje base inferior

