

CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDADES MOTORAS

DANIELA AGUIRRE OROZCO



**ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA
UNIVERSIDAD CES
INGENIERÍA BIOMÉDICA
ENVIGADO
2013**

CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDADES MOTORAS

DANIELA AGUIRRE OROZCO

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Biomédica

Andrés Torres Velásquez.

Ingeniero Mecánico.

Magister en Ingeniería Biomédica.



**ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA
UNIVERSIDAD CES
INGENIERÍA BIOMÉDICA
ENVIGADO
2013**

*“La adaptación de un espacio para que sea accesible
no debe ser de gran inversión, sino de gran invención”
Anónimo*

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a todas aquellas personas que hicieron posible la realización de este trabajo y a aquellas que de una u otra forma contribuyeron en mi formación personal y profesional a lo largo de mi vida universitaria.

Agradezco muy especialmente a:

ANDRÉS TORRES VELÁSQUEZ, Ingeniero Mecánico, profesor en el área de rehabilitación en la carrera de Biomédica en la EIA y Director del trabajo de Grado, por su valiosa orientación, dedicación y objetividad con el proyecto.

CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO Y PREPARACIÓN FÍSICA (CAPF), LIGA DE NATACIÓN DE ANTIOQUIA, por permitirme el acceso a sus instalaciones y a la información de los diferentes equipos que poseen para el acondicionamiento físico de los deportistas y público en general. A JOANNY TAMAYO, Profesional en Deportes e Instructor del CAPF, por su asesoría y disposición.

MI FAMILIA, a quienes amo y les debo todo lo que soy. Además del apoyo incondicional de MARCELA OROZCO, mi tía, que estuvo a mi lado durante todo este camino.

CONTENIDO

	PÁG.
1. PRELIMINARES.....	18
1.1 Planteamiento del problema.....	18
1.2 Objetivos del proyecto.....	20
1.2.1 Objetivo General.....	20
1.2.2 Objetivos Específicos.....	20
1.3 Marco de referencia.....	21
1.3.1 Distrofia Muscular (DM).....	21
1.3.2 Lesión Medular (LM).....	23
1.3.3 Esclerosis Múltiple (EM).....	24
1.3.4 Centros de Acondicionamiento y Preparación Física (CAPF).....	25
1.3.5 Rehabilitación física.....	27
2. METODOLOGÍA.....	29
3. EVALUACIÓN DE DISCAPACIDADES MOTORAS Y CENTROS DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO.....	31
3.1 CARACTERÍSTICAS de discapacidades motoras.....	31
3.1.1 Distrofia Muscular.....	31
3.1.2 Lesión Medular.....	32
3.1.3 Esclerosis Múltiple.....	33
3.2 Prescripción de ejercicio.....	34
3.2.1 Distrofia Muscular.....	35
3.2.2 Lesión Medular.....	36
3.2.3 Esclerosis Múltiple.....	38
3.3 EQUIPOS PARA Centros de acondicionamiento físico.....	39
3.3.1 Identificación de barreras.....	45

Bíceps máquina:.....	46
4. DISEÑOS	49
4.1 criterios de diseño	49
4.1.1 Sillas de ruedas.....	49
4.1.2 Dispositivos asistenciales.....	50
4.1.3 Estándares antropométricos.....	52
4.2 adaptaciones.....	53
4.2.1 Bíceps Máquina.....	53
4.2.2 Tríceps Sentado.....	56
4.2.3 Hombro Polea	58
4.2.4 Extensión de rodilla	60
4.2.5 Flexión de rodilla	62
4.2.6 Remo	64
4.2.7 Ergómetro de manivela o de brazos	66
4.2.8 Ergómetro piernas.....	68
4.2.9 Banda caminadora	71
4.2.10 Arnés.....	72
4.3 planos arquitectónicos.....	73
4.3.1 Zonas parqueaderos y acceso	73
4.3.2 Zonas de estar y equipos	73
4.3.3 Zonas de oficinas y salones	73
4.3.4 Zonas de baños.....	74
5. PLAN DE ENTRENAMIENTO	75
5.1 distrofia muscular	75
5.2 lesión medular	75
5.3 esclerosis múltiple	76

6. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	77
7. BIBLIOGRAFÍA	79

LISTA DE TABLAS

	PÁG.
Tabla. 1 Ley 729 de 2001 para Centros de Acondicionamiento y Preparación Física.	25
Tabla. 2 Características generales de la DM.	31
Tabla. 3 Características generales de la LM.	32
Tabla. 4 Características generales de la EM.	33
Tabla. 5 Recomendaciones para el programa de ejercicios en personas con DM (Vallbona)	36
Tabla. 6 Equipos comunes para Centros de Acondicionamiento Físico.	40
Tabla. 7 Otros equipos no comunes aptos para tratamiento cardiovascular.	45
Tabla. 8 Adaptaciones Bíceps Máquina para usuarios en silla de ruedas.	54
Tabla. 9 Adaptaciones Bíceps Máquina para otros usuarios.	55
Tabla. 10 Adaptaciones Tríceps sentado para usuarios en silla de ruedas.	56
Tabla. 11 Adaptaciones Tríceps sentado para otros usuarios.	57
Tabla. 12 Adaptaciones Hombro polea para usuarios en silla de ruedas.	58
Tabla. 13 Adaptaciones Hombro polea para otros usuarios.	59
Tabla. 14 Adaptaciones Extensión de rodilla para usuarios en silla de ruedas.	60
Tabla. 15 Adaptaciones Extensión de rodilla para otros usuarios.	61
Tabla. 16 Adaptaciones Flexión de rodilla para usuarios en silla de ruedas.	62
Tabla. 17 Adaptaciones Flexión de rodilla otros usuarios.	64
Tabla. 18 Adaptaciones Remo para usuarios en silla de ruedas.	65
Tabla. 19 Adaptaciones Remo para otro usuarios.	66
Tabla. 20 Adaptaciones Ergómetro de manivela o de brazos para usuarios en silla de ruedas.	67
Tabla. 21 Adaptaciones Ergómetro de manivela o de brazos otros usuarios.	68
Tabla. 22 Adaptaciones Ergómetro de piernas para usuarios en silla de ruedas.	69
Tabla. 23 Adaptaciones Ergómetro de piernas otros usuarios.	70

Tabla. 24 Adaptaciones Banda caminadora.71

LISTA DE FIGURAS

	PAG.
Fig. 1 Regiones de la columna vertebral.....	24
Fig. 2 Estructuras afectadas en lesiones cervicales.....	32
Fig. 3 Estructuras afectadas en lesiones torácicas.....	32
Fig. 4 Estructuras afectadas en lesiones lumbosacras.....	33
Fig. 5 Entrenamiento locomotor en pacientes con paraplejía.....	37
Fig. 6 Guía para el diseño de un programa de entrenamiento para enfermos con esclerosis múltiple.....	39
Fig. 7 Modo de uso Bíceps Máquina.....	46
Fig. 8 Modo de uso Tríceps sentado.....	46
Fig. 9 Modo de uso Hombro Polea.....	47
Fig. 10 Modo de uso Flexión y Extensión de rodilla.....	48
Fig. 11 Dimensiones Lateral y Frontal de silla de ruedas.....	50
Fig. 12 Dimensiones Lateral y Frontal de dispositivo asistencial (muletas).....	51
Fig. 13 Dimensiones Lateral y Frontal de dispositivo asistencial (bastón).....	51
Fig. 14 Dimensiones frontal de dispositivo asistencial (caminador).....	52
Fig. 15 Estándares antropométricos en posición sedente.....	53
Fig. 16 Diseño Bíceps Máquina para usuarios en silla de ruedas.....	54
Fig. 17 Diseño Bíceps Máquina para otros usuarios.....	55
Fig. 18 Diseño Tríceps Sentado para usuarios en silla de ruedas.....	56
Fig. 19 Diseño Tríceps Sentado para otros usuarios.....	57
Fig. 20 Diseño Hombro Polea para usuarios en silla de ruedas.....	58
Fig. 21 Diseño Hombro Polea para otros usuarios.....	59
Fig. 22 Diseño Extensión de rodilla para usuarios en silla de ruedas.....	60
Fig. 23 Diseño Extensión de rodilla para otros usuarios.....	61

Fig. 24 Diseño Flexión de rodilla para usuarios en silla de ruedas.....	62
Fig. 25 Diseño Flexión de rodilla para otros usuarios.	63
Fig. 26 Diseño Remo para usuarios en silla de ruedas.	64
Fig. 27 Diseño Remo para otros usuarios.....	65
Fig. 28 Diseño Ergómetro de manivela o de brazos para usuarios en silla de ruedas.	66
Fig. 29 Diseño Ergómetro de manivela o de brazos para otros usuarios.	67
Fig. 30 Diseño Ergómetro de piernas para usuarios en silla de ruedas	69
Fig. 31 Diseño Ergómetro de piernas para otros usuarios.	70
Fig. 32 Diseño Banda Caminadora para todo tipo de usuarios.	71
Fig. 33 Diseño Arnés.	72

ANEXOS

PÁG

ANEXO. 1 PLANO BÍCEPS MÁQUINA PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS	81
ANEXO. 2 PLANO BÍCEPS MÁQUINA PARA OTROS USUARIOS	82
ANEXO. 3 PLANO TRÍCEPS SENTADO PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS.....	83
ANEXO. 4 PLANO TRÍCEPS SENTADO PARA OTROS USUARIOS	84
ANEXO. 5 PLANO HOMBRO POLEA PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS.	85
ANEXO. 6 PLANO HOMBRO POLEA PARA OTROS USUARIOS.....	86
ANEXO. 7 PLANO EXTENSIÓN DE RODILLA PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS.	87
ANEXO. 8 PLANO EXTENSIÓN DE RODILLA PARA OTROS USUARIOS.	88
ANEXO. 9 PLANO FLEXIÓN DE RODILLA PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS.	89
ANEXO. 10 PLANO FLEXIÓN DE RODILLA PARA OTROS USUARIOS.	90
ANEXO. 11 PLANO REMO PARA USUARIOS EN SILLAS DE RUEDAS.	91
ANEXO. 12 PLANO REMO PARA OTROS USUARIOS.....	92
ANEXO. 13 PLANO ERGÓMETRO DE MANIVELA O DE BRAZOS PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS.....	93
ANEXO. 14 PLANO ERGÓMETRO DE MANIVELA O DE BRAZOS PARA OTROS USUARIOS.....	94
ANEXO. 15 PLANO ERGÓMETRO DE PIERNAS PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS.	95
ANEXO. 16 PLANO ERGÓMETRO DE PIERNAS PARA OTROS USUARIOS.	96
ANEXO. 17 PLANO BANDA CAMINADORA.....	97
ANEXO. 18 PLANO ARNÉS.....	98
ANEXO. 19 PLANO ARQUETENTÓNICO ZONA DE PARQUEADEROS Y ACCESO	99
ANEXO. 20 PLANO ARQUITECTÓNICO ZONA DE ESTAR Y EQUIPOS.	100
ANEXO. 21 PLANO ARQUITECTÓNICO ZONA DE OFICINAS Y SALONES.	101
ANEXO. 22 PLANO ARQUITECTÓNICO ZONA DE BAÑOS.	102

GLOSARIO

ATAXIA. enfermedad hereditaria que ocasiona un daño progresivo en el sistema nervioso con síntomas que van entre debilidad muscular y problemas de dicción, por un lado, y enfermedad cardíaca, por el otro. (National institute of neurological disorders and stroke, 2007)

DEBILIDAD MUSCULAR. falta o pérdida de fuerza de los músculos, puede ser generalizada o sólo en un área, un lado del cuerpo, una extremidad o un músculo. (Adam Quality, 2011)

DEFICIENCIA. es toda pérdida o anormalidad de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica. (Organización Mundial de la Salud).

DISCAPACIDAD MOTORA. Reúne trastornos relacionados con alguna una alteración motriz, debida a una mal funcionamiento del sistema óseo articular y/o nervioso y que en cierta forma supone limitaciones a la hora de enfrentar ciertas actividades de la vida cotidiana.

DISTROFIA MUSCULAR. conjunto de enfermedades hereditarias que destruyen los músculos, caracterizadas por la degeneración de las fibras (células) musculares, lo que produce atrofia progresiva del músculo esquelético. (Tortora & Derrickson).

EJERCICIO AERÓBICO. son ejercicios de media o baja intensidad y de larga duración, donde el organismo necesita quemar hidratos y grasas para obtener energía y para ello necesita oxígeno. (Lara, 2007)

EJERCICIO ANAERÓBICO. son ejercicios de alta intensidad y de poca duración. aqui no se necesita oxígeno porque la energía proviene de fuentes inmediatas que no necesitan ser oxidadas por el oxígeno. (Lara, 2007)

ESCLEROSIS MÚLTIPLE. es una enfermedad desmielinizante primaria adquirida, en la que la mielina del sistema nervioso central es el órgano diana de un proceso, o procesos, autoinmunes. (López Mojares, 2006)

LESIÓN MEDULAR. es el daño que se presenta en la médula espinal, que conduce (según su gravedad) a la pérdida de algunas funciones, movimientos y/o sensibilidad. normalmente estas pérdidas se presentan por debajo del nivel de la lesión. (lesión medular, 2012).

MINUSVALÍA. es una situación de desventaja para un individuo determinado, de una deficiencia o de una discapacidad, que limita o impide el desarrollo de un rol que es normal

en su caso, en función de la edad, sexo y factores culturales y sociales. (Organización Mundial de la Salud).

RESUMEN

Accesibilidad es una característica básica del entorno. Es la condición que posibilita el acceder a todos los espacios y mobiliarios de la arquitectura y el urbanismo, utilizar las comunicaciones y el transporte. Además es la condición necesaria para que cualquier persona pueda manejarse en todo los ámbitos de forma autónoma, segura e independiente y de esta manera disfrute de todas las oportunidades en igualdad a sus conciudadanos. Por esto es necesario un plan social que esté basado en el principio de igualdad de derechos entre personas con y sin discapacidad, dando la importancia y empleando recursos de tal manera que los medios culturales, vivienda, transporte, salud, sanitarios, educación, trabajo, recreo y deporte sean accesibles para todos.

Los centros de acondicionamiento físico y/o gimnasios son espacios comúnmente aprovechados por muchas personas que desean ejercitarse ya sea por salud o por beneficios físicos. Pero existe una barrera de accesibilidad cuando una persona con alguna discapacidad desee hacer uso de los mismos. La mayoría de estos centros tienen equipos y espacios arquitectónicos que no cuentan con parámetros de diseño universal.

Teniendo en cuenta estas necesidades se elaboró una evaluación de equipos comúnmente usados en los centros de acondicionamiento físico, donde se identificaron las barreras de acceso y se diseñaron adaptaciones que permitieran su uso por personas en situación de discapacidad. Además se realizó una valoración del espacio arquitectónico necesario eliminando todo tipo de barreras arquitectónicas, y así obtener un centro de acondicionamiento físico totalmente accesible para personas con discapacidades motoras.

Palabras clave: Accesibilidad, Centros de Acondicionamiento Físico, Diseño universal, Adaptaciones accesibles, Discapacidades motoras.

ABSTRACT

Accessibility is a basic characteristic of the environment. It is the condition that allows the access to all spaces and furniture of architecture and urbanism, to use communications and transportation means. It is also the necessary condition for anyone to handle all areas autonomously, safely and independently and thus, enjoy all the opportunities equal to all citizens. For this reason, it is necessary a social plan that is based on the principle of equal rights for people with and without disabilities, giving the importance and using resources in a way that the cultural means, housing, transportation, health, sanitation, education, work, recreation and sport are accessible to all.

Fitness centers and / or gyms are places commonly used by many people who wish to exercise either for health or physical benefits. However, there is an accessibility barrier when a person with a disability wishes to use them. Most of these centers have equipment and architectural spaces that do not have universal design parameters.

Taking into account these needs, a commonly used equipment in fitness centers evaluation was developed, which allowed identifying access barriers and also, some adaptations were designed to permit their use by people with disabilities. In addition, an assessment of the required architectural space was done eliminating all kinds of architectural barriers and so, to get a fitness center fully accessible for people with mobility disabilities.

Keywords: Accessibility, Fitness Centers, universal design, accessible adaptations, mobility disabilities.

1. PRELIMINARES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El término “accesibilidad” se usa para definir el grado o nivel en el que cualquier ser humano, más allá de su condición física o sus facultades cognitivas, puede usar una cosa, disfrutar de un servicio o hacer uso de una infraestructura. Además supone un derecho otorgado a un individuo la posibilidad de entrar, permanecer y recorrer un lugar con seguridad, comodidad y la mayor autonomía posible (Definición de Accesibilidad). En Colombia existen diferentes factores que le dificultan a la población en situación de discapacidad utilizar de manera confiable y autónoma distintos territorios por la existencia de barreras físicas que limitan de cierto modo su libertad de movimiento debido la falta de conciencia para ser tenido en cuenta. Un claro ejemplo de esto se refleja en los centros de acondicionamiento físico y/o gimnasios, principalmente porque no cuentan con espacios y equipos aptos para ser usados por personas con alguna discapacidad motora, y que por sus condiciones no pueden realizar actividades físicas de la misma manera que la mayoría, pero estos gimnasios son diseñados y construidos sin contar parámetros de accesibilidad valiosos para que dichas personas puedan hacer uso de los mismos.

El DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) transfirió al Ministerio de la Protección Social en noviembre de 2010 el Registro para la localización y caracterización de las personas con discapacidad, en el cual se ven reflejadas estadísticas importantes a tener en cuenta. En Colombia el 51.8% de la población con discapacidad tienen como principal estructura o función afectada el sistema nervioso y el movimiento de cuerpo, manos, brazos y piernas, de las cuales el 77.3% no se están recuperando debido a que el tipo de rehabilitación que más se ordena con un 29.6% es el tratamiento mediante medicamentos, mientras que la fisioterapia y la medicina física y de rehabilitación no son comúnmente ordenadas con porcentajes de 11.08% y 7.8% correspondientemente. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2010)

Por las anteriores razones, la actividad física adaptada cada vez tiene mayor acogida e importancia alrededor del mundo vista desde la rehabilitación, ya que busca potencializar las capacidades de toda esta población que por diferentes circunstancias tienen algún tipo de lesión o enfermedad que les impide desenvolverse de forma normal, alcanzando una óptima competencia motriz y una serie de beneficios que van ligados tanto al nivel físico como mental, mejorando al máximo la autoestima, la auto aceptación, la imagen corporal, pero sobre todo retardando el riesgo de contraer enfermedades futuras.

Retomando las estadísticas proporcionadas por el DANE, en Colombia el 77.3% de la población en situación de discapacidad no se está recuperando, y solo el 9.2% atribuye su recuperación a los servicios de salud, convirtiéndose en otra de las grandes razones por

las cuales se hace indispensable contar con centros de este tipo como apoyo para la habilitación y rehabilitación.

Un centro de acondicionamiento físico que supla estas necesidades debe en primer lugar contar con un espacio de dimensiones generosas, aumentando las exigencias de accesibilidad estándar para ofrecer una mayor libertad de movimientos donde se pueda movilizar fácilmente una silla de ruedas y/o scooter. Con respecto a los equipamientos es necesario implementarles adaptaciones extras ya que las máquinas convencionales no están fabricadas con los parámetros de diseño universal dificultando a la población en situación de discapacidad su acceso. Finalmente, es primordial contar con personal calificado, resaltando que la cantidad será algo mayor que en un centro de acondicionamiento físico convencional, con el fin de orientar la actividad física en función de las características, necesidades y objetivos individuales.

Todos estos detalles faltantes en los centros convencionales marcan una gran diferencia en cuanto a accesibilidad, logrando obtener un lugar donde las personas en situación de discapacidad también puedan mejorar su capacidad motora favoreciendo su autoestima y aumentando sus posibilidades de desenvolvimiento, convirtiéndose así en gran apoyo para el desarrollo integral en el proceso de rehabilitación.

1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un centro de acondicionamiento físico para personas con discapacidades motoras como apoyo en la etapa de rehabilitación.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar las necesidades de actividad física para las personas con alguna discapacidad motora de acuerdo con el tipo de discapacidad, su tratamiento y rehabilitación.
- Evaluar los diferentes equipos de gimnasio comerciales para identificar las barreras que no permiten su uso por personas en situación de discapacidad.
- Diseñar las adaptaciones necesarias para que las máquinas y el espacio del centro de acondicionamiento físico sean aptos y accesibles para ser usados por personas en situación de discapacidad, considerando como mínimo cinco adaptaciones.
- Establecer un plan de entrenamiento acorde a cada discapacidad teniendo en cuenta los equipos con las adaptaciones adecuadas.

1.3 MARCO DE REFERENCIA

1.3.1 Distrofia Muscular (DM)

Es una enfermedad genética que causa debilidad y degeneración progresiva de los músculos esqueléticos usados durante el movimiento voluntario produciendo a la mayoría de las personas que la padecen la pérdida de la capacidad para caminar. (office of communications and public liaison, 2007).

Esta enfermedad también afecta al corazón, el sistema gastrointestinal, las glándulas endocrinas, la columna, los ojos, el cerebro y otros órganos. Las enfermedades respiratorias y cardíacas son comunes, y algunas personas pueden tener un trastorno para tragar. La DM no es contagiosa y no puede provocarse por una lesión o actividad. Aunque puede afectar a varios tejidos y órganos del cuerpo, afecta con mayor prominencia a la integridad de las fibras musculares. La enfermedad causa degeneración muscular, debilidad progresiva, muerte de la fibra, ramificación y división de la fibra y en algunos casos, el acortamiento crónico o permanente de tendones y músculos. Además, la fuerza muscular en general y los reflejos tendinosos están generalmente disminuidos o faltan debido al reemplazo del músculo por el tejido conjuntivo y la grasa. Además existen nueve grupos de distrofias musculares (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2007):

- Distrofia muscular de Duchenne: Es la forma infantil más común de DM, al igual que las mas común de las distrofias musculares en general, responsable de aproximadamente 50% de todos los casos. La distrofia muscular de Duchenne principalmente afecta a varones, aunque las niñas y las mujeres portadoras del gen defectuoso pueden mostrar algunos síntomas. Las personas con este tipo de DM tienen ausencia de la proteína muscular distrofina, adquiriendo algunos síntomas como la pérdida de ciertos reflejos, marcha de pato, caídas frecuentes y torpeza, dificultad al levantarse de una posición sentada o acostada o al subir escaleras, cambios posturales en general, dificultad respiratoria, debilidad pulmonar y cardiomiopatía, afectando principalmente los músculos de las pantorrillas y menos comúnmente los músculos de los glúteos, hombros y brazos.
- Distrofia muscular de Becker: Está estrechamente relacionada con la distrofia muscular de Duchenne pero menos grave, ya que las personas con este tipo de DM tienen una función parcial pero insuficiente de la proteína distrofina, afectando los músculos de los brazos, hombros, muslos y pelvis. Los síntomas prematuros de la distrofia muscular de Becker incluyen caminar en puntas de pie, caídas frecuentes y dificultad para levantarse del suelo. Los músculos de las pantorrillas pueden aparecer grandes y sanos a medida que las fibras musculares deterioradas son reemplazadas por grasa; la actividad muscular puede causar calambres en algunas personas. Los deterioros cardíaco y mental no son tan graves como en la distrofia muscular de Duchenne.

- Distrofia muscular congénita: Las personas con este tipo de DM presentan contracturas, escoliosis, dificultades para tragar y respiratorias, deformidades en los pies y debilidad de los músculos diafragmáticos lo cual puede causar insuficiencia respiratoria. La distrofia muscular congénita también puede afectar el sistema nervioso central, causando problemas de la visión y el habla, convulsiones, y cambios estructurales en el cerebro. Algunos niños con el trastorno mueren en la infancia mientras que otros pueden vivir hasta la edad adulta solamente con incapacidad mínima.
- Distrofia muscular de Emery-Dreifuss: Afecta principalmente a niños causando un desgaste lento pero progresivo de los músculos de los brazos, piernas y debilidad simétrica. También presentan contracturas provocando que los codos se traben en una posición flexionada y problemas cardíacos alrededor de los 30 años requiriendo marcapasos u otro dispositivo de asistencia.
- Distrofia muscular facioescapulohumeral (FEH): Inicialmente afecta músculos de la cara, hombros y brazos con debilidad progresiva. Los cambios en la apariencia facial pueden ser el desarrollo de una sonrisa torcida, presentando dificultad para tragar, masticar o hablar; los hombros aparecen inclinados, los omóplatos con aspecto en forma de ala y lordosis. También afecta las extremidades inferiores especialmente los bíceps y tríceps.
- Distrofia muscular del anillo óseo: Se caracteriza por la pérdida progresiva de masa muscular y debilitamiento simétrico de los músculos voluntarios, principalmente los de los hombros y alrededor de las caderas.
- Distrofias musculares recesivas del anillo óseo: Se presenta debilidad primero alrededor de las caderas antes de propagarse a los hombros, las piernas y el cuello. Las personas con este tipo de DM desarrollan una mancha de pato y tienen dificultad cuando se levantan de sillas, suben escaleras o transportan objetos pesados, también se caen con frecuencia y son incapaces de correr.
- Distrofia muscular distal: Afecta principalmente los músculos distales en los antebrazos, las manos, las piernas y los pies. Las personas con distrofia muscular distal tal vez no sean capaces de realizar movimientos manuales finos y tengan dificultad para extender los dedos. Cuando se ven afectados los músculos de las piernas, se dificulta caminar, subir escaleras, saltar o pararse en los talones. Este tipo de DM es menos grave, evoluciona más lentamente e implica menos músculos que otras formas de DM. También puede afectar los músculos cardíacos y respiratorios.
- Distrofia muscular miotónica: Afecta el sistema nervioso central y otros sistemas corporales, inclusive el corazón, glándulas suprarrenales y la tiroides. Los músculos de la cara y del frente del cuello son generalmente los primeros en mostrar la

debilidad y pueden producir una cara demacrada, un cuello delgado y también afecta notablemente los brazos.

- Distrofia muscular oculofaríngea: Las personas con este tipo de DM presentan párpados caídos, seguidos por debilidad en los músculos faciales y los músculos faríngeos de la garganta, causando dificultad para tragar. La lengua puede atrofiarse, pueden producirse cambios en la voz, visión doble, problemas con la mirada hacia arriba e irregularidades cardíacas. También se presentan dificultades para caminar, subir escaleras, arrodillarse o doblarse.

1.3.2 Lesión Medular (LM)

La lesión medular provoca una pérdida de la función motora, sensitiva, vegetativa, o mixta del tronco y las extremidades debido a la destrucción total o parcial de los tejidos nerviosos que se encuentran en el canal de la médula espinal (Figoni, 2003).

Más de la mitad de las lesiones son debidas a accidentes de tráfico, seguidas de los accidentes laborales y deportivos. Las lesiones cervicales suponen el 60%, seguidas por las lumbares y dorsales bajas. El 70% de los lesionados tiene entre 17 y 35 años (Martí & Moreno, 2003).

Dependiendo de la región de la lesión (cevícal, torácica o dorsal, sacra, cóccigea. [Fig.1]) se presentan problemas en determinadas funciones corporales como paraplejía o tetraplejía. Se considera paraplejía a la lesión sufrida por debajo de la primera vertebra dorsal o torácica (D1 o T1), que ocasiona trastorno en la función motora, dificultades en el control de esfínteres vesical e intestinal, y pérdida de la capacidad sexual. A menudo esta acompañado por deterioro fisiológico generalizado, con atrofia osteomuscular, disfunción miocárdica, y, en general, reducción de la capacidad física. Cuando la lesión se produce por encima de la primera vertebra dorsal o torácica (D1 o T1), el paciente suele sufrir tetraplejía, con la consecuente pérdida de función de los miembros inferiores, extremidades superiores y del músculo diafragma (Davis, 1993).

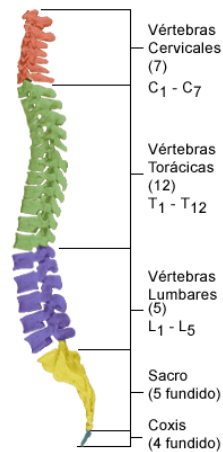


Fig. 1 Regiones de la columna vertebral
(Colegio Profesional de Fisioterapeutas Comunidad Madrid)

1.3.3 Esclerosis Múltiple (EM)

La EM es una enfermedad inflamatoria crónica del sistema nervioso, que afecta principalmente la sustancia blanca o mielina, pero también puede lesionar la sustancia gris o los axones de los tractos nerviosos.

Esta enfermedad tiene más alta prevalencia en caucásicos, principalmente en el norte de Europa, Canadá, EU.UU. calculándose alrededor de un millón de personas. En Colombia se han realizado dos estudios en regiones y épocas diferentes, encontrando una baja prevalencia 1.48-4.98:100.000, lo cual significa que existirían unos 2.300 a 2.500 pacientes con la enfermedad, la cual, según la Organización Mundial de la Salud y muchos otros estudios, es considerada como una de las causas más frecuentes de discapacidad neurológica en personas jóvenes.

De acuerdo con estudios sobre los recobros al sistema nacional de Salud (Fosyga), la esclerosis múltiple es la más costosa en Colombia, superando al cáncer y al VIH-Sida, alcanzando hasta un 10% de los costos en salud, contando solamente los costos directos, pues los indirectos son difíciles de cuantificar, tales como el impacto en la productividad o en la calidad de vida.

En la mayoría de los casos los síntomas aparecen en forma súbita o abrupta, muchas veces con recuperación espontánea y posteriormente el paciente evoluciona a un curso remitente y recurrente, con recaídas separadas en el tiempo, en la misma o en diferente localización, con tendencia a la cronificación. Con el paso del tiempo y según la severidad de las crisis, se va sumando algún grado de discapacidad, pero pueden pasar muchos años antes que llegue a requerir ayudas para caminar. Algunas manifestaciones motoras se evidencian por la debilidad o disminución de la fuerza en una extremidad, a veces parálisis, en los miembros superiores o en los inferiores, generalmente en forma asimétrica. Esta debilidad se puede acompañar de espasticidad, la cual consiste en una rigidez o aumento de tono de los músculos en las extremidades comprometidas o en las

cuatro extremidades, especialmente en casos con mayor tiempo de evolución. En algunas personas se puede presentar alteración de la marcha o equilibrio denominada ataxia que puede ser explicada por lesiones en cerebelo tallo cerebral o médula espinal.

Otro factor importante y el más frecuente es la fatiga, consistente en un cansancio no explicado o proporcional con el ejercicio efectuado. Otro de los síntomas motores son los trastornos de la marcha y el temblor.

Suele afectar a adultos jóvenes, especialmente entre los 20 y 40 años, considerandose como la causa más frecuente de invalidez de origen no traumático. La EM es más frecuente en mujeres, con una proporción de dos o tres por cada hombre. (Sanchez, 2012)

1.3.4 Centros de Acondicionamiento y Preparación Física (CAPF)

Los Centros de Acondicionamiento y preparación Física (CAPF) son establecimientos creados a partir de la ley 729 de 2001 (Tabla.2), donde se encuentran una gran variedad de profesionales del deporte y la salud entre los que se destacan, médicos especialistas en salud y actividad física, nutricionistas, fisioterapeutas, profesionales del deporte, etc., con el fin de satisfacer las necesidades y cavíos que se presentan en gimnasios y otros centros de ejercicio físico. (Díaz Sánchez, 2011)

En estos establecimiento se realizan entre otras acciones:

- Elaboración de programas y prescripción de actividad física.
- Evaluación del estado de salud de las personas y recomendaciones específicas para cada caso.
- Dirección, control y seguimiento de las actividades.
- Asesoría profesional de primera calidad que aclara y resuelve todo tipo de inquietudes en cuanto al ejercicio físico y salud se refiere.

Tabla. 1 Ley 729 de 2001 para Centros de Acondicionamiento y Preparación Física. (Díaz Sánchez, 2011)

LEY 729 DE 2001	
Por medio de la cual se crean los Centros de Acondicionamiento y Preparación Física en Colombia	
ARTÍCULO 1°	Créase los Centros de Acondicionamiento y Preparación Físico, CAPF, Municipales o Distritales.
ARTÍCULO 2°	Los Centros de Acondicionamiento y Preparación Físico, CAPF, son establecimientos que prestarán un servicio médico de protección, prevención, recuperación, rehabilitación, control, y demás actividades relacionadas con las condiciones físicas, corporales y de salud de todo ser humano, a través de la recreación, el deporte, la terapia y otros servicios fijados por autoridades competentes y debidamente autorizados, orientados por profesionales en la salud, que coordinarían a licenciados en educación física, tecnológicos

	deportivos y demás personas afines que consideren que el tratamiento o rehabilitación de la persona (s) se realice en los CAPF.
ARTÍCULO 3°	Los Centros de Acondicionamiento y Preparación Físico, CAPF, serán autorizados y controlados por los entes deportivos municipales y distritales conforme al reglamento que se dicte al respecto.
ARTÍCULO 4°	Los Centros de Acondicionamiento y Preparación Físico, CAPF, deberán contar con las instalaciones adecuadas para la realización de los diferentes programas. Cada una de sus áreas poseerán la implementación necesaria para el desarrollo de los mismos, previstos de servicio médico, fisioterapéutica, nutricional y demás servicios que las autoridades soliciten para su funcionamiento.
ARTÍCULO 5°	Corresponde al ente deportivo municipal o distrital velar porque los servicios prestados en estas organizaciones se adecuen a las condiciones de salud, higiene y aptitud deportiva, atendidas por personal altamente capacitado, médico, nutricionista, fisioterapeutas, educadores, físicos, licenciados o tecnólogos en deporte y educación física entre otras y con una implementación diseñada técnicamente para este fin; los usuarios de los CAPF recibirán servicios de salud como: Prevención, atención, recuperación, rehabilitación y control.
ARTÍCULO 6°	Las actividades desarrolladas por los Centros de Acondicionamiento y Preparación Físicos, CAPF, se entenderán como servicio médico siempre y cuando estén relacionados con la rehabilitación, prevención, atención, recuperación y control de las personas debidamente remitidas por profesionales de la salud.
ARTÍCULO 7°	Podrán los Centros de Acondicionamiento y Preparación Físicos, CAPF, celebrar convenios y contratos con hospitales, EPS, IPS, ARS y entes territoriales en programas encaminados a la prevención, rehabilitación y control de salud.
ARTÍCULO 8°	Los Centros de Acondicionamiento y Preparación Físicos, CAPF, podrán asociarse para buscar representación nacional y participar en temas de salud y deporte.
ARTÍCULO 9°	Los Centros de Acondicionamiento y Preparación Físicos, CAPF, podrán recibir los beneficios que en materia deportiva se establezcan en Colombia.
ARTÍCULO 10°	Los Centros de Acondicionamiento y Preparación Físicos, CAPF, están autorizados para atender programas sociales a bajo costo para pensionados o grupos de tercera edad debidamente asociados y autorizados por los entes deportivos municipales para llevar control o prevención en salud. Se deberá hacer evolución médica interna sin ningún costo y elaborar el programa a seguir. Este programa social se entenderá como parte del servicio médico que los Centros de Acondicionamiento y Preparación Físicos, CAPF, prestarán.

Debido a lo anterior, es que toma importancia los CAPF ya que son establecimientos donde se cuenta con una gran variedad de profesionales e igualmente el servicio prestado es de un nivel muy superior siempre con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas.

Algunos servicios que ofrecen los centros de acondicionamiento y preparación física son: (Díaz Sánchez, 2011)

- Servicio médico.
- Fisioterapia: Tiene como finalidad promover la salud funcional y física de la persona para prevenir y tratar sus deficiencias, discapacidades y alteraciones con el objetivo de que recupere sus capacidades motrices.
- Nutricional: Se involucra en la nutrición y alimentación de las personas, a través de asesorías y recomendaciones de este tipo.
- Trabajo de pesas: Realización de actividad física utilizando máquinas y pesas que ejercen cierta resistencia a las personas.
- Circuito cardiovascular: Servicio que se refiere a la realización de entrenamiento en forma de circuito enfocado hacia el sistema cardiovascular, es decir actividades donde trabajo del corazón en más evidente e importante.
- Pilates: Servicio que hace referencia a un sistema de entrenamiento físico y mental enfocado en la flexibilidad y la fuerza de las personas.
- Aeróbicos: Serie de ejercicios físicos enfocados en el movimiento continuo del cuerpo acompañado de música específica.
- Estética facial y estética corporal: Se refiere a un sinnúmero de técnicas aplicadas al cuerpo y al rostro de forma manual y a través de aparatos, con el objetivo de mejorar el aspecto físico tanto a nivel de la cara como del cuerpo.
- Sauna y turco: Son construcciones donde se brinda calor seco y calor húmedo con finalidad de relajación, transpiración y descanso.

1.3.5 Rehabilitación física

La Universidad de Valencia señala que la Actividad Física Adaptada hace alusión a la actividad física y deportiva, teniendo en cuenta las capacidades de las personas en situación de discapacidad, con deficiencias en la salud o con edad avanzada. Por esto la adaptación de la actividad física es de vital importancia para la integración de las mismas a un estilo de vida saludable a través de la práctica deportiva (Universidad de Valencia, 2008).

Algunas ventajas del ejercicio físico realizado como parte de la rehabilitación son la reducción de la debilidad muscular, el aumento de la resistencia, el cambio de una vida sedentaria, prevenir la limitación al realizar otras actividades físicas, beneficiando no solo de manera fisiológica sino también psicológicamente.

Es importante realizar una evaluación del paciente previa a la prescripción de cualquier tipo de ejercicio físico, donde se tenga en cuenta desde su historia clínica hasta los factores físicos propios como el rango de movimiento, la función muscular, la fatiga, la postura, el balance de la marcha y locomoción, la capacidad aeróbica y resistencia, la integridad y condiciones de la piel, el entorno y su salud en general.

2. METODOLOGÍA

El desarrollo del proyecto de realizo en las siguientes etapas:

Etapa 1:

Determinar las necesidades de actividad física para las personas con alguna discapacidad motora de acuerdo con el tipo de discapacidad, su tratamiento y rehabilitación.

.Actividades:

- Consultar en la literatura que es, cuáles son sus causas y los tratamientos prescritos para cada una de las siguientes discapacidades: distrofia muscular, lesión medular, esclerosis múltiple.
- Según la lesión o patología que se presente, definir cada una de las estructuras corporales que no se encuentren tan afectadas y que puedan ser controladas voluntariamente y así tener en cuenta cada movimiento para saber cual equipo usar y que ejercicios son los más convenientes.
- Con asesoría de profesionales, describir los métodos de rehabilitación comúnmente prescritos para cada discapacidad con el fin de conocer los ejercicios pertinentes y adecuados.

Etapa 2:

Evaluar los diferentes equipos de gimnasio comerciales para identificar las barreras que no permiten su uso por personas en situación de discapacidad.

Actividades:

- Consultar los equipos que conforman comúnmente los espacios de acondicionamiento físico, como funcionan y que estructura corporal específica trabajan, detallando los beneficios que traería el uso de cada uno de ellos.
- Teniendo en cuenta las especificaciones técnicas y la estructura de cada equipo definir los impedimentos que tendría una persona en situación de discapacidad para acceder a cada uno de ellos.

Etapa 3:

Diseñar las adaptaciones necesarias para que las máquinas y el espacio del centro de acondicionamiento físico sean aptos y accesibles para ser usados por personas en situación de discapacidad, considerando como mínimo cinco adaptaciones.

Actividades:

- Después de haber reconocido las especificaciones de cada equipo y las barreras de acceso de cada uno de ellos, realizar diseños preliminares de las adaptaciones necesarias (como mínimo cinco) para que determinado equipo pueda ser usado por personas con las discapacidades motoras descritas previamente.
- Teniendo en cuenta lo encontrado en la literatura sobre espacios accesibles, realizar diseños preliminares de un centro de acondicionamiento físico: áreas de acceso, áreas de servicio (recepción, teléfonos públicos, fuentes de agua), áreas de equipos y ejercicios, vestidores, lockers, baños y duchas, que puedan ser usados por personas con las discapacidades motoras descritas previamente.
- Realizar diseños finales de las adaptaciones y el espacio teniendo en cuenta correcciones y ajustes hechos a los diseños preliminares.

Etapa 4:

Establecer un plan de entrenamiento acorde a cada discapacidad teniendo en cuenta los equipos con las adaptaciones adecuadas.

Actividades:

- Realizar manuales de los equipos adaptados con los diseños finales para facilitar el uso de los mismos tanto para los usuarios como para el personal a cargo.
- Una vez conocidos los equipos adaptados mediante los manuales, sugerir un plan de entrenamiento general para cada discapacidad con asesoría de profesionales.

3. EVALUACIÓN DE DISCAPACIDADES MOTORAS Y CENTROS DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO

3.1 CARACTERÍSTICAS DE DISCAPACIDADES MOTORAS

3.1.1 Distrofia Muscular

Existen nueve grupos de DM, las cuales se clasifican dependiendo de su alcance, la edad de inicio, la velocidad de evolución y antecedentes familiares. Además algunas aparecen en la niñez y otras pueden no aparecer hasta la edad mediana o después.

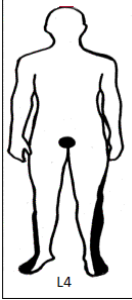
Tabla. 2 Características generales de la DM.
(National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2007)

	Niñez	Adulthood
Síntomas	Debilidad muscular Alteraciones en la marcha Dificultad para subir escaleras y levantarse de una silla Escoliosis Fatiga o cansancio	Aumento progresivo de debilidad muscular Contracturas musculares Pérdida de la marcha Deterioro en la función de miembros superiores Problemas cardíacos Dificultad respiratoria
Estructuras afectadas	Muslos, pelvis, pantorrillas, columna vertebral	Hombros, brazos, muñeca, dedos, músculos del diafragma, rodillas, tobillos,
Tratamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Terapia medicamentosa: Para retrasar la degeneración muscular y controlar las convulsiones como parte de la actividad muscular. • Fisioterapia: Para prevenir deformidades, mejorar el movimiento y mantener los músculos tan flexibles y fuertes como sea posible. Esto incluye: estiramiento pasivo, corrección postural y ejercicio. 	

3.1.2 Lesión Medular

Tabla. 3 Características generales de la LM.
(Adam Quality, 2011)

<p>Síntomas</p>	<p>Debilidad y pérdida de la sensibilidad en la zona de la lesión y por debajo de ella</p> <p>Parálisis</p> <p>Aumento en el tono muscular (espasticidad)</p> <p>Pérdida del control de esfínteres</p> <p>Entumecimiento</p> <p>Cambios sensoriales</p> <p>Dolor</p>
<p>Estructuras afectadas</p>	<p>Lesiones cervicales (cuello): brazos, piernas y mitad del tronco, en uno o ambos lados del cuerpo. Pérdida del control del puño. Parálisis en los músculos de la respiración (Fig.2)</p> <div data-bbox="760 825 1242 1092" data-label="Image"> </div> <p>Fig. 2 Estructuras afectadas en lesiones cervicales. (Lesión Medular Org)</p> <p>Lesiones torácicas (a nivel del pecho): piernas, mal control del tronco, músculos abdominales (Fig.3)</p> <div data-bbox="818 1251 1187 1524" data-label="Image"> </div> <p>Fig. 3 Estructuras afectadas en lesiones torácicas. (Lesión Medular Org)</p> <p>Lesiones en la columna lumbosacra (región lumbar): pueden afectar una o ambas piernas, caderas, músculos que controlan esfínteres (Fig.4)</p>

	 <p data-bbox="716 474 1292 527">Fig. 4 Estructuras afectadas en lesiones lumbosacras. (Lesión Medular Org)</p>
Tratamientos	<ul data-bbox="626 548 1433 779" style="list-style-type: none"> • Medicamentos: Los corticoesteroides para reducir la inflamación y para mejorar la parálisis. La toxina botulínica para la espasticidad muscular. • Fisioterapia: Se realiza para conseguir un grado máximo de independencia y bienestar. • Dispositivos ortopédicos

3.1.3 Esclerosis Múltiple

Tabla. 4 Características generales de la EM
(Adam Quality, 2011)

Manifestaciones motoras	<p data-bbox="753 1089 1382 1121">Debilidad o disminución de la fuerza (asimétrica)</p> <p data-bbox="764 1138 1370 1203">Espasticidad, rigidez o aumento de tono de los músculos</p> <p data-bbox="753 1220 1382 1251">Alteraciones en la marcha o el equilibrio (ataxia)</p> <p data-bbox="963 1268 1172 1299">Fatiga y temblor</p> <p data-bbox="867 1316 1268 1348">Problemas con la coordinación</p>
Estructuras afectadas	<p data-bbox="938 1400 1198 1432">Miembros inferiores</p> <p data-bbox="932 1449 1205 1480">Miembros superiores</p> <p data-bbox="1029 1497 1107 1528">Pelvis</p> <p data-bbox="951 1545 1185 1577">Músculos faciales</p> <p data-bbox="781 1593 1354 1625">Alteraciones sensitivas, visuales, cognitivas.</p>
Tratamientos	<ul data-bbox="753 1692 1433 1829" style="list-style-type: none"> • Medicamentos: Los interferones, el metroxetato, la inmunoglobulina intravenosa. • Fisioterapia: Programa de ejercicios planificados preferiblemente a comienzos del trastorno.

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Dispositivos asistenciales: Sillas de ruedas, sillas para baño, caminadores, barras en las paredes. |
|--|---|

3.2 PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO

Para tratar los siguientes trastornos siempre es necesario el ejercicio físico en conjunto con tratamiento a base de medicamentos dependiendo de la enfermedad. Siempre es indispensable antes de realizar cualquier entrenamiento físico valorar a cada persona para determinar sus capacidades físicas y requerimientos según su afección. Por esto en la etapa de rehabilitación el entrenamiento físico ayuda a mejorar el deterioro funcional, pero requiere de una gran prudencia y control ya que tiene que realizarse de forma totalmente personalizada. (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2009)

La Dra. Susan O'sullivan en su libro "Physical Rehabilitation", expone pautas importantes para el entrenamiento físico de personas en situación de discapacidad, donde ratifica la importancia del mismo para mejorar de forma duradera el tono muscular y la función motora:

- Sesiones de entrenamiento: Se deben realizar en días alternos, tres sesiones por semana, con intensidad de 60-75% de frecuencia cardíaca máxima. En lugares con temperaturas elevadas, es preferible realizar actividad física en las horas de la mañana (9:00- 11:00) para evitar mayor gasto energético.
- Se debe asegurar una temperatura corporal con tendencia baja para evitar la fatiga y la debilidad muscular.
- Los ejercicios a realizar se deben llevar a cabo con una intensidad submáxima.
- Se debe realizar el entrenamiento en circuitos para miembros superiores e inferiores.
- Es importante balancear al ejercicio con periodos adecuados de descanso.
- Tener un especial cuidado con el exceso de ejercicio ya que además de producir fatiga, interfiere en la motivación personal. Esto se puede lograr con ejercicio de entrenamiento aeróbico y estrategias de conservación de energía para disminuir dicha fatiga. También es necesario aprender a establecer prioridades y a limitar actividades, guardando energía para las realmente importantes.

- Para el manejo de la espasticidad es recomendable hidroterapia y crioterapia, realizando un balance apropiado con medicamentos. Además tener en cuenta un estiramiento estático intermitente de 30 a 60 segundos y de 5 a 10 repeticiones.
- El entrenamiento de fuerza y el acondicionamiento aeróbico pueden ser utilizados y son muy útiles en la mejora de la función motora en pacientes con espasticidad.
- El control dinámico postural se realiza con levantamiento de peso e hidroterapia para el manejo de déficit de coordinación y balance.
- Manejar de forma adecuada la temperatura corporal y del ambiente, teniendo en cuenta sistemas como aire acondicionado, ventilador, paños en el cuello, spray en la piel, inmersión en agua fría.
- En caso de pérdida táctil y propioceptiva, incoordinación y temor, hacer uso de equipos de seguridad como un feedback.
- Cuando existe una deficiencia de balance, recomendar posturas estables para el entrenamiento de actividades funcionales y resistencia.

3.2.1 Distrofia Muscular

La prescripción del ejercicio en pacientes con DM está condicionada por el grado de fatiga que presentan los músculos distróficos. Hay formas de DM que permiten una actividad física sin restricciones mientras que otras producen no sólo una disminución muy notable del esfuerzo muscular máximo, sino también un compromiso marcado de su capacidad de resistencia. En estos pacientes se recomiendan pruebas objetivas de aptitud física a cargas submáxima antes de iniciar un programa estructurado de ejercicios musculares. Básicamente se indican ejercicios de fuerza y resistencia, para fortalecer grupos musculares específicos, en combinación con la marcha u otros movimientos dirigidos a diferentes propósitos (Vallbona).

Dependiendo del avance de la enfermedad se va perdiendo el control voluntario en determinadas estructuras corporales, lo cual requiere de una persona a cargo de los ejercicios a realizarse. Al llevarse a cabo los ejercicios para una persona con DM que básicamente se trata de estirar las articulaciones, es importante un especial cuidado en mantener los movimientos de cadera, rodillas y tobillos para evitar futuras deformidades. También es considerable conservar todos los movimientos de las articulaciones de los hombros, principalmente si no son lo suficientemente fuertes como para elevar los brazos por encima de la cabeza. Por lo tanto se requieren equipos que ayuden a mantener el equilibrio del eje central del cuerpo y tonificar los músculos atrofiados, además es recomendable usar férulas en las noches como

complemento del entrenamiento físico. (Muscular Dystrophy Group of great Britain & Northern Ireland).

La Dr. Pilar Martín Escudero especialista en medicina deportiva, en su publicación “*Lesiones del sistema nervioso y ejercicio*”, proporciona algunas recomendaciones importantes sobre el ejercicio físico en personas con DM (Tabla. 5) .

Tabla. 5 Recomendaciones para el programa de ejercicios en personas con DM (Vallbona)

MÉTODOS	OBJETIVOS	INTENSIDAD/FRECUENCIA/DURACIÓN
Ejercicios aeróbicos	<ul style="list-style-type: none"> Mantener la capacidad de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> 50-85% de la reserva diario ejercicio hasta la fatiga
Fuerza muscular: sesiones de pequeños paseos	<ul style="list-style-type: none"> incrementar la capacidad de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> tan rápido como sea posible 4-6 sesiones diarias
Estiramientos	<ul style="list-style-type: none"> mantener el rango articular de las grandes articulaciones 	<ul style="list-style-type: none"> pesos pequeños 3 series de 8-12 repeticiones 3 sesiones /semana
Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> mantener el rango articular de las grandes articulaciones 	<ul style="list-style-type: none"> 5-7 sesiones/semana
Funcional: ejercicio activo específico	<ul style="list-style-type: none"> mantener la capacidad para llevar a cabo las actividades de la vida diaria 	<ul style="list-style-type: none"> tolerancia

3.2.2 Lesión Medular

Las técnicas que incluyen estimulación externa y entrenamiento de los centros espinales de la locomoción han ofrecido resultados alentadores para personas con LM. La activación de miembros inferiores, junto con movimientos de locomoción coordinados, logran aumentar progresivamente la carga de hasta 60% del peso del cuerpo (Fig.5). Para esto el paciente es suspendido verticalmente mediante arneses con el fin de conseguir un contacto con el suelo y una extensión suficiente de la cadera durante la fase de apoyo de los pies. El grado de descarga es la fuerza aplicada para mantener al sujeto de pie sobre la banda, el cual puede ser modificado junto con la velocidad de paso, que dependerá de la velocidad del parapléjico para mantener un cierto grado de ritmo. Este entrenamiento con descarga del peso corporal permite la realización de movimientos rítmicos de paso, que pueden ser fácilmente asistidos por un terapeuta. Aún así presenta inconvenientes en los parapléjicos completos, en los cuales estos métodos de asistencia a la locomoción son difíciles de mantener a largo plazo (semanas o meses).

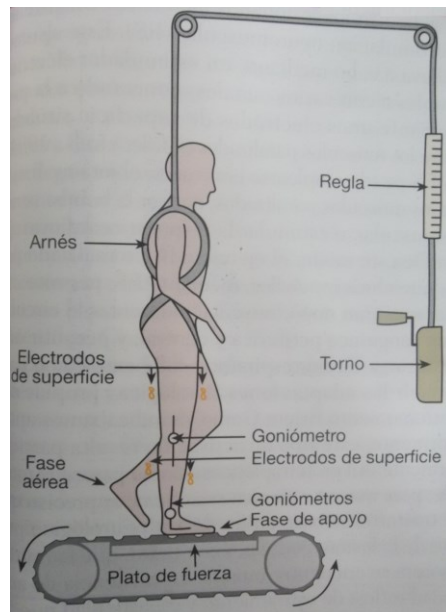


Fig. 5 Entrenamiento locomotor en pacientes con paraplejía.
(López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006)

En el caso de pacientes con lesiones más altas el objetivo del entrenamiento consiste en potenciar al máximo la capacidad funcional de los músculos que aún no han sufrido daños mayores, estimulando al mismo para mantenerse activo, mejorando de ese modo su independencia personal, su movilidad, el alivio de la presión y otras actividades de la vida diaria. El entrenamiento activo de la parte superior del cuerpo se deben potenciar con ejercicios tanto de fuerza como de carácter aeróbico, los cuales hacen trabajar a pequeños grupos musculares de los brazos que no consiguen llegar al consumo máximo de oxígeno clásico, limitado por factores centrales, como el gasto cardíaco. (López Mojares L. M., 2006)

Para las LM es indispensable realizar movilizaciones pasivas de las articulaciones por debajo del nivel de la lesión y movilizaciones activas en articulaciones no afectadas para potencializar las capacidades de estas estructuras. Además es de vital importancia la hidroterapia, ya sea usando hidrobandas o en piscinas, ambas con una temperatura adecuada donde se facilite el movimiento del paciente. Sin dejar atrás las actividades cotidianas, se aconseja usar estas para un entrenamiento adecuado como por ejemplo, asearse y vestirse sin ayuda de terceros, y otros como sujetar objetos, cubiertos, amarrar los zapatos, etc. Cuanto mas alta es la lesión, mas alterada se encuentra la función cardiorrespiratoria, y por tanto mayor será la restricción de la capacidad voluntaria de ejercicio. En estos casos los ejercicios con el ergómetro de manivela o de piernas, mejoran el estado de animo y además disminuye la incidencia de las úlceras por presión en un 90%.

3.2.3 Esclerosis Múltiple

Para realizar una adecuada prescripción del ejercicio en personas con EM, es importante llevar a cabo una apropiada clasificación funcional:

- Normal:
 - ❖ No hay fatiga.
 - ❖ No hay hipersensibilidad.
- Leve con fatiga:
 - ❖ Ligera fatiga.
 - ❖ Ligera disminución de la fuerza con la actividad continuada.
- Discapacidad motora moderada:
 - ❖ Necesita ayudas para caminar.
 - ❖ Parálisis parcial o disminución de la fuerza en media cara, el brazo y la pierna de un mismo lado.
 - ❖ Ataxia.
- Discapacidad motora severa:
 - ❖ Pérdida de la función motriz de las actividades cotidianas.
 - ❖ Incapacidad para caminar.
 - ❖ Incapacidad para vestirse o comer.

Cabe resaltar que el hecho de realizar regularmente ejercicio físico, la EM tendrá un efecto retractor, sin embargo, sí mejora la condición física a corto plazo y la capacidad funcional, existen otras deficiencias debidas al sedentarismo que pueden ser revertidas. De este modo pueden mejorar sustancialmente tanto la fuerza muscular como otros factores de la condición física. Ejercicios como caminar, correr en banda o nadar, son adecuados para pacientes sin síntomas motrices, mientras que actividades que no soportan carga, como por ejemplo las bicicletas estáticas, son muy recomendables para pacientes con déficit motor. Son especialmente útiles los ejercicios combinados de brazos y piernas. Aquellos que se realicen en agua, se ejecutan con menor carga corporal siendo de gran utilidad. Todas estas actividades resultan ser beneficiosas, tanto para los enfermos con déficit motor, una vez que el peso del cuerpo se haya minimizado, como para los más débiles o con problemas de equilibrio. (López Mojares L. , 2006)

López Chicharro & Fernández Vaquero (2006) en su libro *Fisiología del Ejercicio*, hacen especial énfasis en esta enfermedad, ya que la tasa de sedentarismo por la misma es elevado y por esto se debe tener en cuenta que la capacidad funcional se

puede encontrar notablemente limitada. Además dan a conocer una guía muy practica y util de un programa de entrenamiento para personas con EM (Fig.3)

3.3 EQUIPOS PARA CENTROS DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO

La Liga de Natación de Antioquia además de contar con todas las ramas del deporte acuático, también cuenta con un CAPF el cual pretende a través del ejercicio físico la mejora de diversos componentes de la salud basándose en diferentes actividades y programas, primando por encima de todo la consecución de un estado que permita disfrutar de la vida a través de un cuerpo sano. (Liga de Natación de Antioquia).

Se evaluaron los equipos con los que cuenta dicho CAPF (Tabla.6), con el fin de identificar las barreras que impiden el acceso a las mismas por personas en situación de discapacidad.

<p>1. Ejercicio aeróbico</p> <p><i>Objetivos:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Aumentar o mantener la función cardiovascular.• Aumentar el consumo energético. <p><i>Tipo:</i> ejercicios que involucren grandes grupos musculares, como caminar, montar en bicicleta, nadar, otros ejercicios en el agua...</p> <p><i>Frecuencia:</i> tres días a la semana.</p> <p><i>Duración:</i> 30 minutos¹.</p> <p><i>Intensidad:</i> 60-85% de la FC_{pico}/50-70% VO_{2pico}².</p> <p><i>Observaciones:</i> mantener el ambiente fresco, hidratar bien, orinar antes de la sesión.</p>
<p>2. Ejercicio de fuerza</p> <p><i>Objetivos:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Mejorar las actividades de la vida diaria. <p><i>Tipo:</i> cintas elásticas, máquinas isocinéticas u otras máquinas adaptadas.</p> <p><i>Frecuencia:</i> dos-tres veces · semana¹ (no en días consecutivos).</p> <p><i>Duración:</i> 10-15 repeticiones/serie; el número de series y el número de ejercicios se adaptará a cada caso según la funcionalidad. Vigilar las fases de reposo entre ejercicios (uno-cinco minutos).</p> <p><i>Intensidad:</i> 60% de 1-RM.</p>
<p>3. Ejercicio de flexibilidad</p> <p><i>Objetivos:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• Mantener y mejorar la amplitud articular.• Mejorar el equilibrio y la marcha. <p><i>Tipo:</i> estiramientos.</p> <p><i>Frecuencia:</i> cinco-siete veces · semana¹.</p> <p><i>Duración:</i> 30-60 segundos por ejercicio de cada grupo muscular principal³.</p>
<p>4. Calentamiento y vuelta a la calma</p>





¹ En los sujetos más deteriorados se pueden realizar varias sesiones de 10 minutos cada una; ² Cuando existen trastornos neurovegetativos, resulta más útil emplear la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), mediante escala de Borg. ³ Los pacientes más espásticos pueden requerir estiramientos más prolongados.



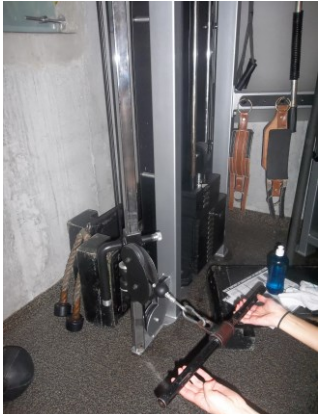
Fig. 6 Guía para el diseño de un programa de entrenamiento para enfermos con esclerosis múltiple. (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006)




Tabla. 6 Equipos comunes para Centros de Acondicionamiento Físico.

EQUIPO	NOMBRE	TIPO
	Biceps Máquina	Fuerza
	Triceps sentado	Fuerza
	Cabina: Presión pecho lateral	Fuerza
	Hombro polea	Fuerza

	<p>Extensión de rodilla</p>	<p>Fuerza</p>
	<p>Flexión de rodilla</p>	<p>Fuerza</p>
	<p>Cadera máquina</p>	<p>Fuerza</p>
	<p>Total Hip</p>	<p>Fuerza</p>

	<p>Pantorrilla de pie</p>	<p>Fuerza</p>
	<p>Aductor</p>	<p>Fuerza</p>
	<p>Abductor</p>	<p>Fuerza</p>
	<p>Prensa</p>	<p>Fuerza</p>

	<p>Remo</p>	<p>Fuerza</p>
	<p>Polea alta</p>	<p>Fuerza</p>
	<p>Trapezio polea</p>	<p>Fuerza</p>

		
	<p>Elíptica</p>	<p>Cardiovascular</p>
	<p>Bicicleta</p>	<p>Cardiovascular</p>

Los ergómetros de manivela, de piernas y las bandas de trote, son equipos que se deben tener en cuenta para ejercicio tanto cardiovascular como de fuerza y resistencia (Tabla.7) pero que este centro de acondicionamiento físico no cuenta con ellos.

Tabla. 7 Otros equipos no comunes aptos para tratamiento cardiovascular.
(Forma. Equipos para Gimnasio)

EQUIPO	NOMBRE	TIPO
	Ergómetro de manivela o de brazos	Cardiovascular
	Ergómetro piernas	Cardiovascular
	Banda de trote	Cardiovascular

3.3.1 Identificación de barreras

Las personas en situación de discapacidad normalmente hacen uso de ayudas técnicas como sillas de ruedas, caminadores, bastones, muletas, etc., para poder movilizarse. Los CAPF normalmente cuentan con equipos cuyos fabricantes no tienen en cuenta las especificaciones de un diseño universal o diseño para todos, creando barreras e impidiendo el fácil acceso a los mismos. Además, las barreras arquitectónicas en la mayoría de establecimientos públicos dificultan la movilidad e igualmente el acceso a los mismos.

Bíceps máquina:

- No permite el acceso de silla de ruedas.
- La profundidad de las piernas no es la adecuada.
- El asiento debe ser removible y ajustable.

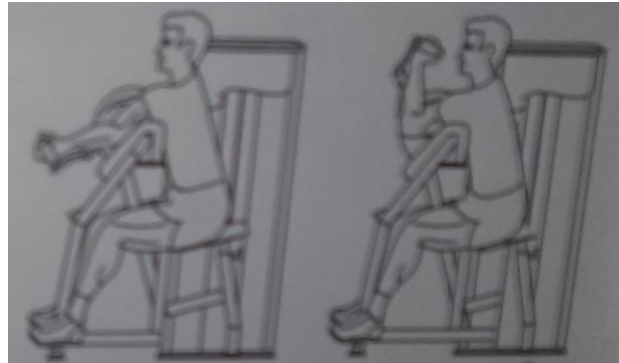


Fig. 7 Modo de uso Bíceps Máquina.
(Tomado de instructivos equipos LNA)

Tríceps sentado:

- No permite el acceso de silla de ruedas.
- No cuenta con reposa pies para otros usuarios.
- El sistema de pesas debe estar lateralmente más alejado por el espacio que ocupa la silla de ruedas.
- El asiento debe ser removible y ajustable.



Fig. 8 Modo de uso Tríceps sentado
(Tomado de instructivos equipos LNA)

Hombro polea:

- No permite el acceso de silla de ruedas.
- El sistema de reposa pies debe ser ajustable frontalmente para las diferentes longitudes de los miembros inferiores.
- Debe tener asiento removible y ajustable.

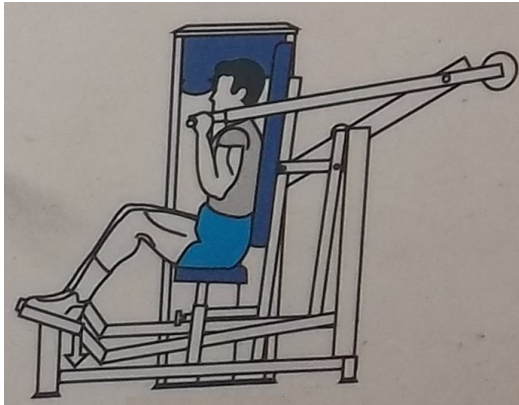


Fig. 9 Modo de uso Hombro Polea
(Tomado de instructivos equipos LNA)

Flexión y extensión de rodilla:

- Debido a los ángulos proporcionados por este equipo, no puede usarse con silla de ruedas.
- Las personas que la usen deben tener control de miembros inferiores.
- Adaptación del sistema de angulación.

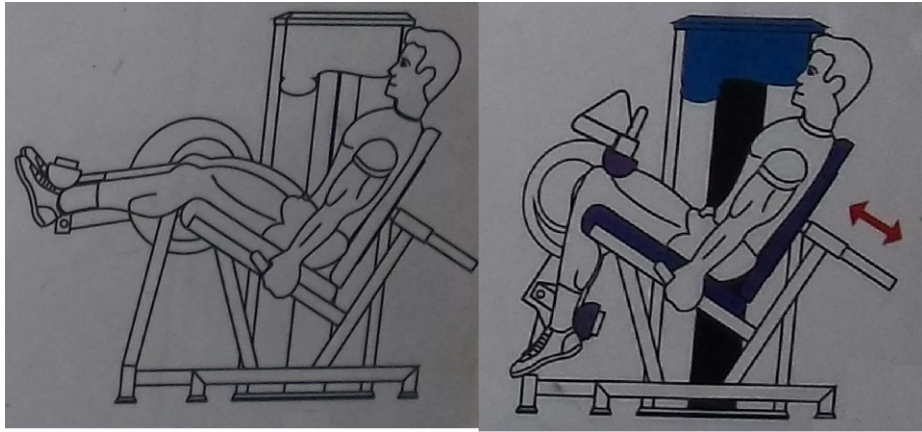


Fig. 10 Modo de uso Flexión y Extensión de rodilla
(Tomado de instructivos equipos LNA)

4. DISEÑOS

4.1 CRITERIOS DE DISEÑO

Antropometría es la ciencia que estudia en concreto las medidas del cuerpo, a fin de establecer diferencia en los individuos, grupos, etc. Pero siempre existen factores tales como la edad, el sexo y la raza que conllevan a que las dimensiones del cuerpo varíen. (Panero & Zelnik)

Las personas en situación de discapacidad ven limitadas las oportunidades de disfrutar espacios amables y accesibles, por eso, al hablar de antropometría se deben incluir también los diferentes criterios que conllevan a crear espacios amables, funcionales e incluyentes que beneficiarían a todos. (Verswyvel, 2008)

Los criterios que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de los diseños contemplan diferentes dimensiones teniendo en cuenta el uso de sillas de ruedas y dispositivos asistenciales como bastones, muletas y caminadores. Estas dimensiones varían según el modelo de cada dispositivo, pero en el texto “Las dimensiones humanas en los espacios interiores” los autores muestran estándares antropométricos útiles para los posteriores diseños de equipos y espacios arquitectónicos.

4.1.1 Sillas de ruedas

Las personas con Lesiones Medulares (dependiendo de la lesión) pierden la sensibilidad de algunas estructuras corporales, las cuales normalmente requieren el uso de sillas de ruedas de manera permanente para desplazarse. De la misma manera, las personas con enfermedades degenerativas como distrofia muscular y esclerosis múltiple, pierden progresivamente el control de sus extremidades lo que conlleva a tener que hacer uso en algún momento de las sillas de ruedas. Por esto al momento de realizar diseños es importante contar con dimensiones estándares de las sillas de ruedas (Fig. 11) no solo para espacios arquitectónicos como accesos, rampas, mesas, baños y corredores, sino también para la modificación de los equipos que hacen parte de los Centros de Acondicionamiento Físico.

Se debe tener en cuenta que la mayoría de los equipos usados tienen asientos incorporados creando una barrera para el uso de los mismos por usuarios en sillas de ruedas, lo que requiere un reemplazo de estos asientos por estructuras apropiadas que permitan el acceso de las sillas de ruedas y los usuarios correspondientemente.

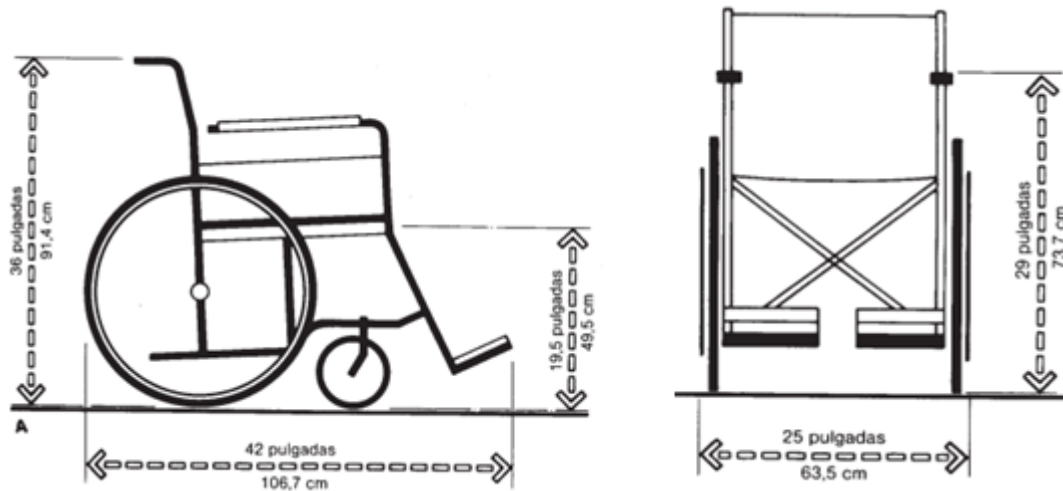


Fig. 11 Dimensiones Lateral y Frontal de silla de ruedas.
(Panero & Zelnik)

4.1.2 Dispositivos asistenciales

Los dispositivos asistenciales como muletas (Fig.12), bastones (Fig.13) y caminadores (Fig.14) son usados por personas que pierden cierto grado de movilidad pero que en general tienen mayor control de sus movimientos y sus estructuras corporales como es el caso de la Distrofia Muscular y la Esclerosis Múltiple en grados no muy avanzados. Las dimensiones de estos dispositivos hacen parte de los criterios necesarios en el plano arquitectónico, ya que requieren el uso de pasamanos, rampas y accesos de dimensiones considerables para un desplazamiento con mayor libertad y sin obstáculos. En cuanto a los equipos, no requieren reemplazos de asientos pero sí adaptaciones que mejoren al acceso a los mismos.

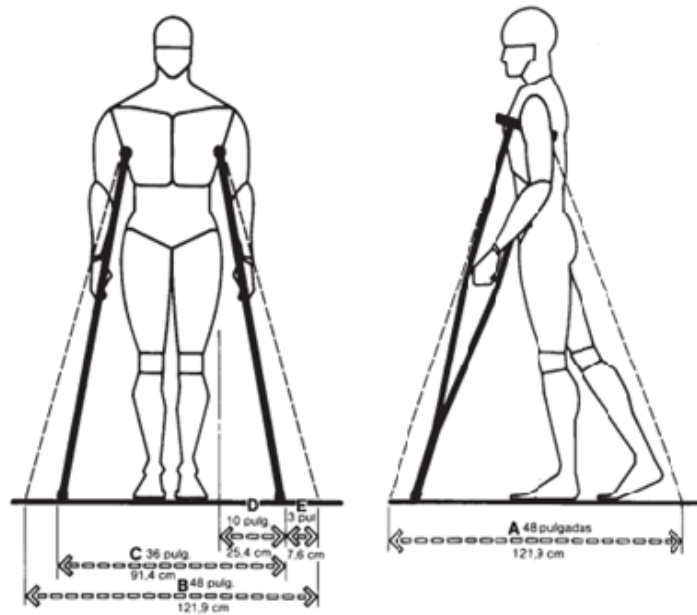


Fig. 12 Dimensiones Lateral y Frontal de dispositivo asistencial (muletas)
(Panero & Zelnik)

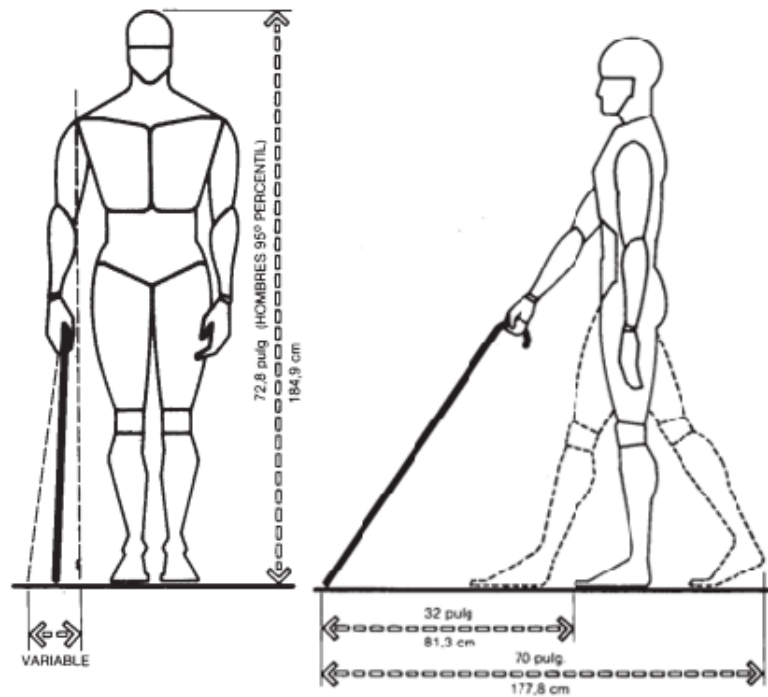


Fig. 13 Dimensiones Lateral y Frontal de dispositivo asistencial (bastón)
(Panero & Zelnik)

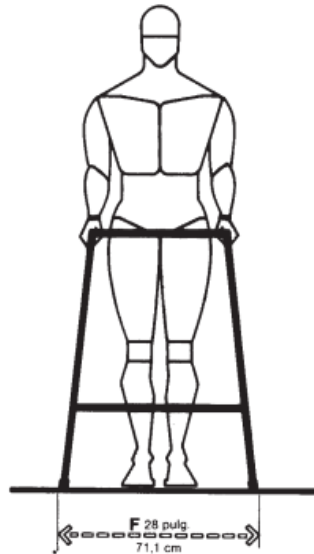


Fig. 14 Dimensiones frontal de dispositivo asistencial (caminador)
(Panero & Zelnik)

4.1.3 Estándares antropométricos

Como ya se ha mencionado antes, la mayoría de los equipos tienen asientos incorporados para el uso de los mismos. Pero estos asientos no cuentan con medidas antropométricas que brinden más confort y seguridad al usuario. La importancia de un asiento apropiado radica en la libertad que pueda tener el usuario en cuanto a modificar su postura cada que lo requiera y que el asiento le permita una libertad de movimientos. Para brindar un alto grado de confort se debe tener un respaldo para estabilizar la región lumbar, o en caso de lesionados medulares, la altura del respaldo debe estar por encima del nivel de la lesión. En general, el respaldo debe ser lo suficientemente alto para dar un soporte adecuado al tronco y seguridad al usuario. La inclinación adecuada también proporciona apoyo y equilibrio en la parte superior del cuerpo, por esto el respaldo debe estar ligeramente reclinado (105° aproximadamente) para que la fuerza de gravedad recaiga sobre el pecho del usuario ayudándole a mantenerse estable en la silla.

Los estándares antropométricos importantes para el diseño de los asientos proporcionan dimensiones de una persona promedio en posición sedente (Fig.15) con las profundidades y longitudes adecuadas.

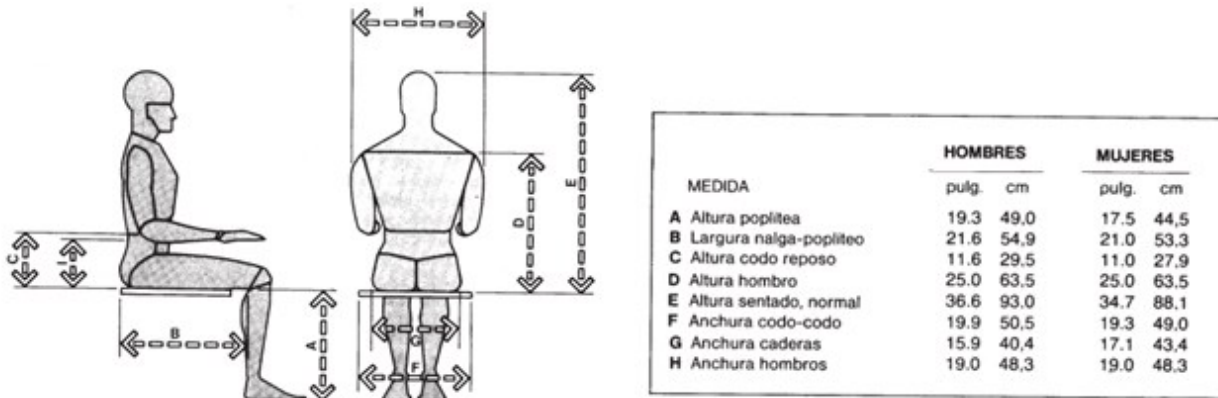


Fig. 15 Estándares antropométricos en posición sedente (Panero & Zelnik)

4.2 ADAPTACIONES

Se evaluaron dos tipos de equipos: de fuerza y cardiovasculares. Los equipos de fuerza cuentan con ajuste en la altura del asiento y con selección del peso ideal para cada usuario. Requirieron adaptaciones en las dimensiones de los asientos y en diferentes piezas para optimizar el acceso a los mismos. Además se realizaron dos tipos de diseño: uno para usuarios que emplean silla de ruedas y otro para usuarios que pueden caminar independientemente o emplean algún dispositivo de asistencia.

Los equipos cardiovasculares requirieron diferentes adaptaciones desde pasamanos (para la banda caminadora) hasta dos tipos de diseño de igual forma que los equipos de fuerza. Para la banda caminadora se diseñó una grúa para facilitar el acceso a los usuarios que no tienen control de tronco.

Para la realización de los diseños mecánicos, se usó el software Solid Edge ST4 (Licencia Académica).

4.2.1 Bíceps Máquina

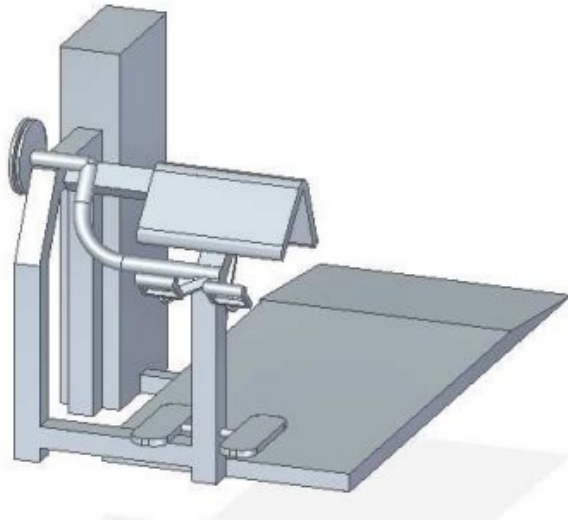


Fig. 16 Diseño Bíceps Máquina para usuarios en silla de ruedas.

Ver Plano en Anexo. 1

Tabla. 8 Adaptaciones Bíceps Máquina para usuarios en silla de ruedas.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Plataforma para silla de ruedas con rampa de acceso. Dimensiones: 90 X 165 cm Inclinación de la rampa: 6°
2.	Ajuste altura de apoya brazos Altura inicial: 130 cm Altura final: 80 cm
3.	Ajuste dimensiones y altura de reposa pies Dimensiones iniciales: 8 X 3 cm (cilindrado) Altura inicial: 20 cm Dimensiones finales: 14 X 29 cm Altura final: 12,5 cm
4.	Ajuste dimensiones de los dispositivo de agarre Dimensiones iniciales: 7 X 5 cm Dimensiones finales: 11 X 7 cm
5.	Ajuste altura barra central Altura inicial: 80 cm Altura final: 60 cm

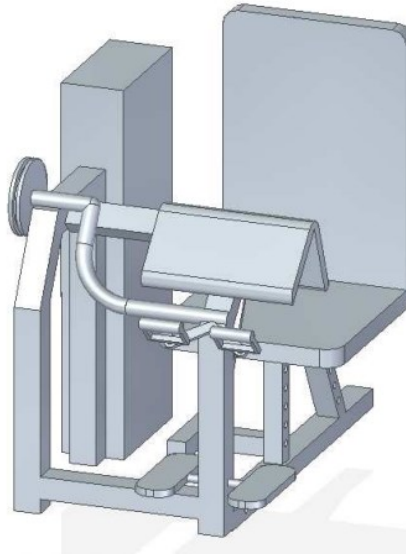


Fig. 17 Diseño Bíceps Máquina para otros usuarios.

Para ese equipo se realizaron las mismas adaptaciones del equipo adaptado para usuarios de sillas ruedas, con la diferencia del asiento adecuado con medidas antropométricas (Tabla.9).

Ver Plano en Anexo.2

Tabla. 9 Adaptaciones Bíceps Máquina para otros usuarios.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Asiento adaptado con dimensiones antropométricas, ajuste de altura y longitud por el usuario. Dimensiones asiento: 50 X 50 cm Dimensiones respaldo: 50 X 75 cm inclinación 105°
2.	Ajuste altura de apoya brazos Altura inicial: 130 cm Altura final: 80 cm
3.	Ajuste dimensiones y altura de reposa pies Dimensiones iniciales: 8 X 3 cm (cilindrado) Altura inicial: 20 cm Dimensiones finales: 14 X 29 cm Altura final: 12,5 cm
4.	Ajuste dimensiones de los dispositivo de agarre Dimensiones iniciales: 7 X 5 cm Dimensiones finales: 11 X 7 cm

5.	Ajuste altura barra central Altura inicial: 80 cm Altura final: 60 cm
----	---

4.2.2 Tríceps Sentado

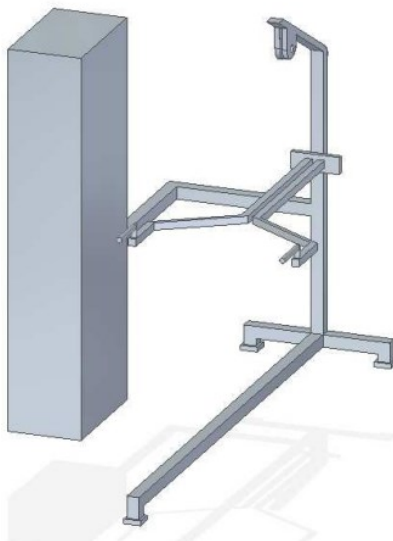


Fig. 18 Diseño Tríceps Sentado para usuarios en silla de ruedas.

Ver Plano en Anexo. 3

Tabla. 10 Adaptaciones Tríceps sentado para usuarios en silla de ruedas.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Adecuación de espacio para silla de ruedas
2.	Ajuste altura de la palanca de fuerza Altura inicial: 120 cm Altura final: 80 cm
3.	Ajuste distancia de bloque de pesas para el acceso de silla de ruedas Distancia inicial: 20 cm Distancia final: 50 cm

4.	Ajuste longitud de dispositivo de agarre Longitud inicial: 7 cm Longitud final: 15 cm
5.	Ajuste ancho de palancas de fuerza Ancho inicial: 50 cm Ancho final: 75 cm

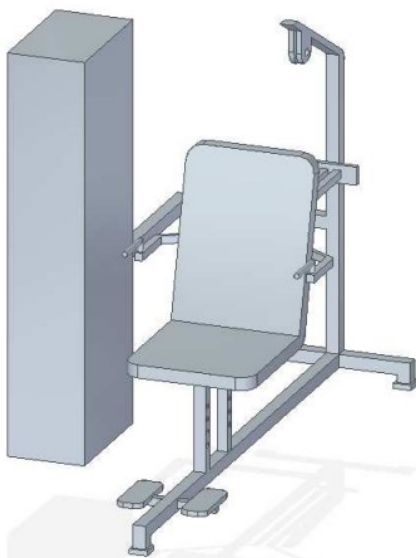


Fig. 19 Diseño Tríceps Sentado para otros usuarios.

Para ese equipo se realizaron las mismas adaptaciones del equipo adaptado para usuarios de sillas ruedas, con la diferencia del asiento adecuado con medidas antropométricas (Tabla.11).

Ver Plano en Anexo.4

Tabla. 11 Adaptaciones Tríceps sentado para otros usuarios.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Asiento adaptado con dimensiones antropométricas, ajuste de altura y longitud por el usuario. Dimensiones asiento: 50 X 50 cm Dimensiones respaldo: 50 X 75 cm inclinación 105°
2.	Ajuste altura de la palanca de fuerza Altura inicial: 120 cm Altura final: 80 cm
3.	Ajuste distancia de bloque de pesas para el acceso de silla de ruedas Distancia inicial: 20 cm Distancia final: 50 cm

4.	Ajuste longitud de dispositivo de agarre Longitud inicial: 7 cm Longitud final: 15 cm
5.	Ajuste ancho de palancas de fuerza Ancho inicial: 50 cm Ancho final: 75 cm

4.2.3 Hombro Polea

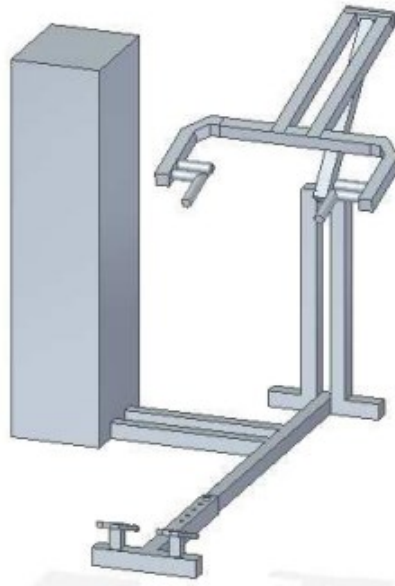


Fig. 20 Diseño Hombro Polea para usuarios en silla de ruedas.

Ver Plano en Anexo.5

Tabla. 12 Adaptaciones Hombro polea para usuarios en silla de ruedas.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Adecuación de espacio para silla de ruedas
2.	Ajuste altura de la palanca de fuerza Altura inicial: 150 cm Altura final: 110 cm

3.	Ajuste dimensiones de reposa pies Dimensiones iniciales: 8 X 3 cm (cilindrado) Dimensiones finales: 12 X 29 cm
4.	Ajuste longitud de dispositivo de agarre Longitud inicial: 10 cm Longitud final: 18 cm
5.	Ajuste ancho de palancas de fuerza Ancho inicial: 65 cm Ancho final: 85 cm

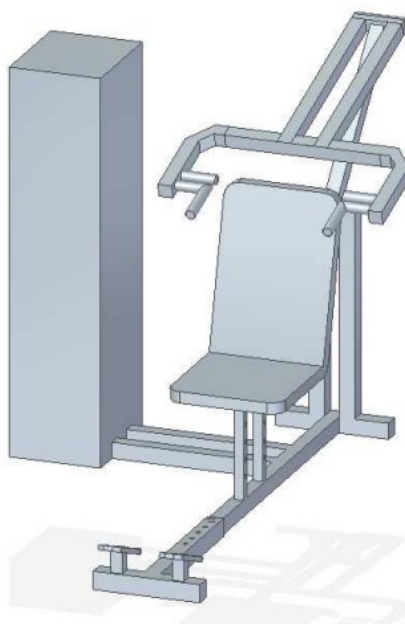


Fig. 21 Diseño Hombro Polea para otros usuarios

Para ese equipo se realizaron las mismas adaptaciones del equipo adaptado para usuarios de sillas ruedas, con la diferencia del asiento adecuado con medidas antropométricas (Tabla.13).

Ver Plano en Anexo.6

Tabla. 13 Adaptaciones Hombro polea para otros usuarios.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Asiento adaptado con dimensiones antropométricas, ajuste de altura y longitud por el usuario. Dimensiones asiento: 50 X 50 cm Dimensiones respaldo: 50 X 75 cm inclinación 105°

2.	Ajuste altura de la palanca de fuerza Altura inicial: 150 cm Altura final: 110 cm
3.	Ajuste dimensiones de reposa pies Dimensiones iniciales: 8 X 3 cm (cilindrado) Dimensiones finales: 12 X 29 cm
4.	Ajuste longitud de dispositivo de agarre Longitud inicial: 10 cm Longitud final: 18 cm
5.	Ajuste ancho de palancas de fuerza Ancho inicial: 65 cm Ancho final: 85 cm

4.2.4 Extensión de rodilla

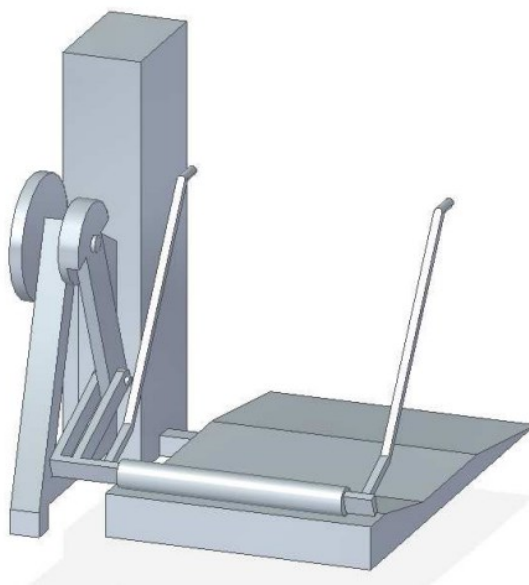


Fig. 22 Diseño Extensión de rodilla para usuarios en silla de ruedas.

Ver Plano en Anexo.7

Tabla. 14 Adaptaciones Extensión de rodilla para usuarios en silla de ruedas.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
------------	-------------

1.	Plataforma para silla de ruedas con rampa de acceso. Dimensiones: 85 X 165 cm Inclinación de la rampa: 8°
2.	Palancas de fuerza de apoyo para asistir el movimiento de Extensión Altura: 30 cm
3.	Ajuste ancho de apoyo empeine Ancho inicial: 55 cm Ancho final: 85 cm

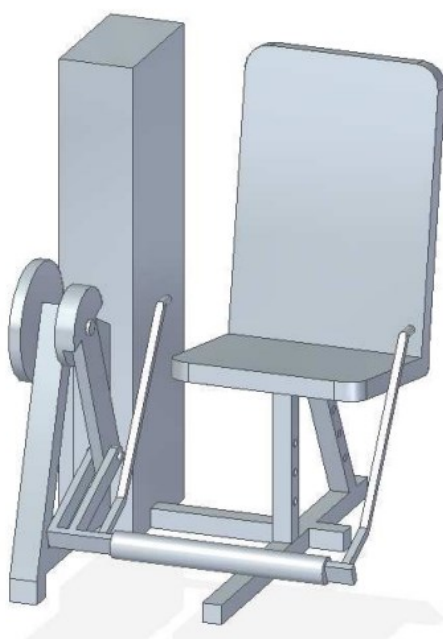


Fig. 23 Diseño Extensión de rodilla para otros usuarios.

Para ese equipo se realizaron las mismas adaptaciones del equipo adaptado para usuarios de sillas ruedas, con la diferencia del asiento adecuado con medidas antropométricas (Tabla.15).

Ver Plano en Anexo. 8

Tabla. 15 Adaptaciones Extensión de rodilla para otros usuarios.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
------------	-------------

1.	Asiento adaptado con dimensiones antropométricas, ajuste de altura y longitud por el usuario. Dimensiones asiento: 50 X 50 cm Dimensiones respaldo: 50 X 75 cm ángulo 90° Angulo en el espacio 15°
2.	Palancas de fuerza de apoyo para asistir el movimiento de Extensión Altura: 30 cm
3.	Ajuste ancho de apoyo empeine Ancho inicial: 55 cm Ancho final: 85 cm

4.2.5 Flexión de rodilla

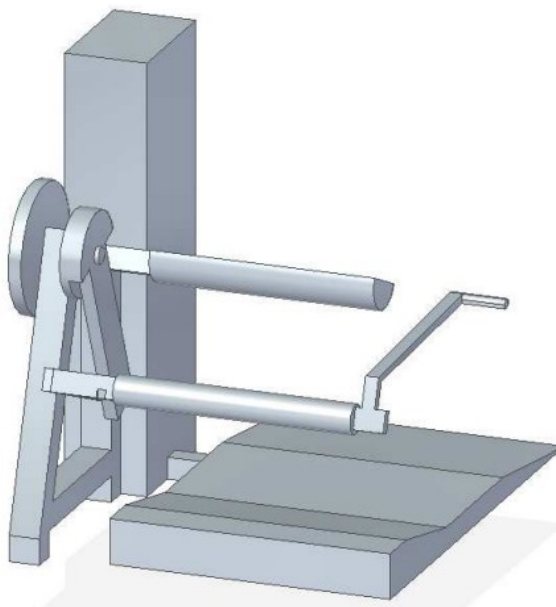


Fig. 24 Diseño Flexión de rodilla para usuarios en silla de ruedas.

Ver Plano en Anexo.9

Tabla. 16 Adaptaciones Flexión de rodilla para usuarios en silla de ruedas.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
------------	-------------

1.	Plataforma para silla de ruedas con rampa de acceso. Dimensiones: 85 X 165 cm Inclinación de la rampa: 8°
2.	Palancas de fuerza de apoyo para asistir el movimiento de flexión Altura: 40 cm
3.	Ajuste ancho apoyo de contención de rodillas Ancho inicial: 45 cm Ancho final: 60 cm
4.	Ajuste ancho de apoyo empeine Ancho inicial: 60 cm Ancho final: 70 cm

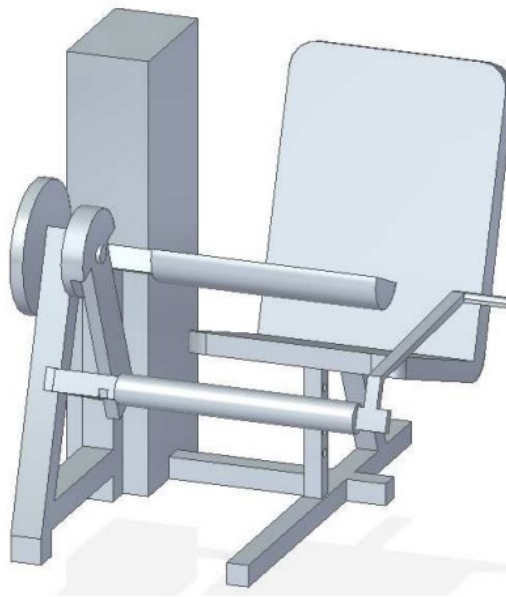


Fig. 25 Diseño Flexión de rodilla para otros usuarios.

Para ese equipo se realizaron las mismas adaptaciones del equipo adaptado para usuarios de sillas ruedas, con la diferencia del asiento adecuado con medidas antropométricas (Tabla.17).

Ver Plano en Anexo.10

Tabla. 17 Adaptaciones Flexión de rodilla otros usuarios.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Asiento adaptado con dimensiones antropométricas, ajuste de altura y longitud por el usuario. Dimensiones asiento: 50 X 50 cm Dimensiones respaldo: 50 X 75 cm ángulo 90° Angulo en el espacio 15°
2.	Palancas de fuerza de apoyo para asistir el movimiento de Flexión Altura: 40 cm
3.	Ajuste ancho apoyo de contención de rodillas Ancho inicial: 45 cm Ancho final: 60 cm
4.	Ajuste ancho de apoyo empeine Ancho inicial: 60 cm Ancho final: 70 cm

4.2.6 Remo

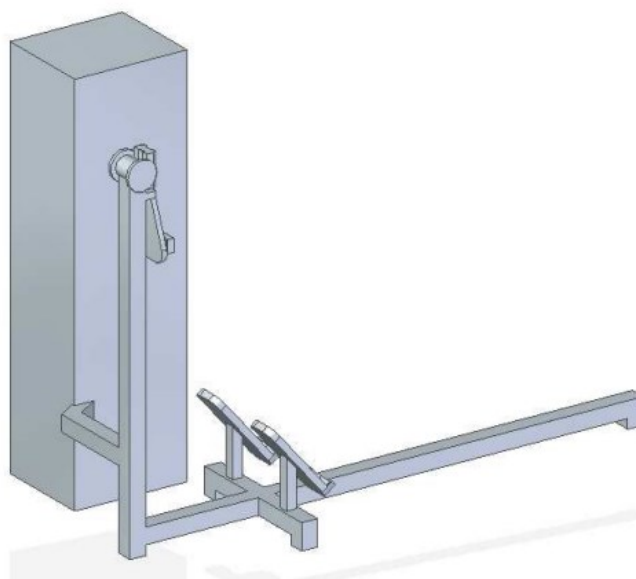


Fig. 26 Diseño Remo para usuarios en silla de ruedas.

Ver Plano en Anexo.11

Tabla. 18 Adaptaciones Remo para usuarios en silla de ruedas.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Ajuste altura total de palancas de asistencia Altura inicial: 80 cm Altura final: 120 cm
2.	Ajuste dimensiones de reposa pies Dimensiones iniciales: 7 X 4 cm (cilindro) Dimensiones finales: 10 X 29 cm
3.	Ajuste longitud Longitud inicial: 90 cm Longitud final: 160 cm
4.	Ajuste altura dispositivos de agarre Altura inicial: 85 cm Altura final: 112 cm
5.	Ajuste ancho total remo Ancho inicial: 55 cm Ancho final: 80 cm

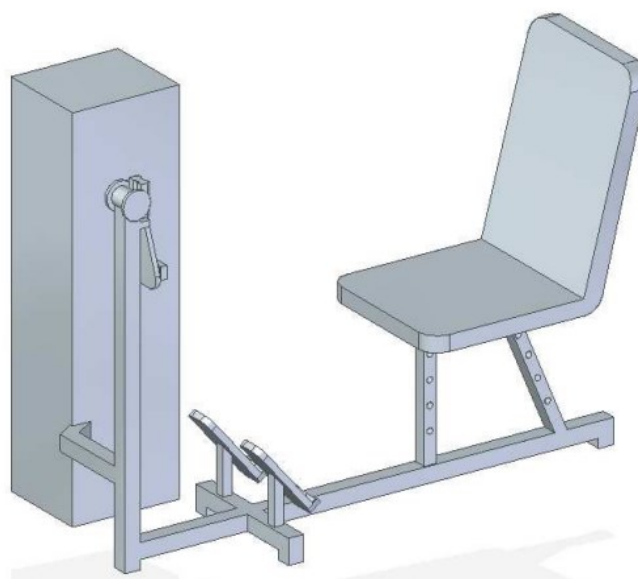


Fig. 27 Diseño Remo para otros usuarios.

Para ese equipo se realizaron las mismas adaptaciones del equipo adaptado para usuarios de sillas ruedas, con la diferencia del asiento adecuado con medidas antropométricas (Tabla.19).

Ver Plano en Anexo.12

Tabla. 19 Adaptaciones Remo para otro usuarios.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Asiento adaptado con dimensiones antropométricas, ajuste de altura y longitud por el usuario. Dimensiones asiento: 50 X 50 cm Dimensiones respaldo: 50 X 75 cm inclinación 105°
2.	Ajuste dimensiones de reposa pies Dimensiones iniciales: 7 X 4 cm (cilindro) Dimensiones finales: 10 X 29 cm
3.	Ajuste longitud Longitud inicial: 90 cm Longitud final: 160 cm
4.	Ajuste altura dispositivos de agarre Altura inicial: 85 cm Altura final: 112 cm
5.	Ajuste ancho total remo Ancho inicial: 55 cm Ancho final: 80 cm

4.2.7 Ergómetro de manivela o de brazos



Fig. 28 Diseño Ergómetro de manivela o de brazos para usuarios en silla de ruedas.

Ver Plano en Anexo.13

Tabla. 20 Adaptaciones Ergómetro de manivela o de brazos para usuarios en silla de ruedas.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Ajuste dimensiones reposa pies Dimensiones iniciales: 7 X 3 cm (cilindrado) Dimensiones finales: 12 X 29 cm
2.	Ajuste ancho penal manual Ancho inicial: 8 cm Ancho final: 12,5 cm
3.	Ajuste altura pedal manual Altura inicial: 85 cm Altura final: 110 cm
4.	Ajuste ángulo tablero de comandos Ángulo inicial: 17° Ángulo final: 45°
5.	Ajuste profundidad Profundidad inicial: 78 cm Profundidad final: 52 cm



Fig. 29 Diseño Ergómetro de manivela o de brazos para otros usuarios.

Para ese equipo se realizaron las mismas adaptaciones del equipo adaptado para usuarios de sillas ruedas, con la diferencia del asiento adecuado con medidas antropométricas (Tabla.21).

Ver Plano en Anexo.14

Tabla. 21 Adaptaciones Ergómetro de manivela o de brazos otros usuarios.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Ajuste dimensiones reposa pies Dimensiones iniciales: 7 X 3 cm (cilindrado) Dimensiones finales: 12 X 29 cm
2.	Ajuste ancho penal manual Ancho inicial: 8 cm Ancho final: 12,5 cm
3.	Ajuste altura pedal manual Altura inicial: 85 cm Altura final: 110 cm
4.	Ajuste ángulo tablero de comandos Ángulo inicial: 17° Ángulo final: 45°
5.	Asiento adaptado con dimensiones antropométricas, ajuste de altura y longitud por el usuario. Dimensiones asiento: 50 X 50 cm Dimensiones respaldo: 50 X 75 cm inclinación 105°

4.2.8 Ergómetro piernas

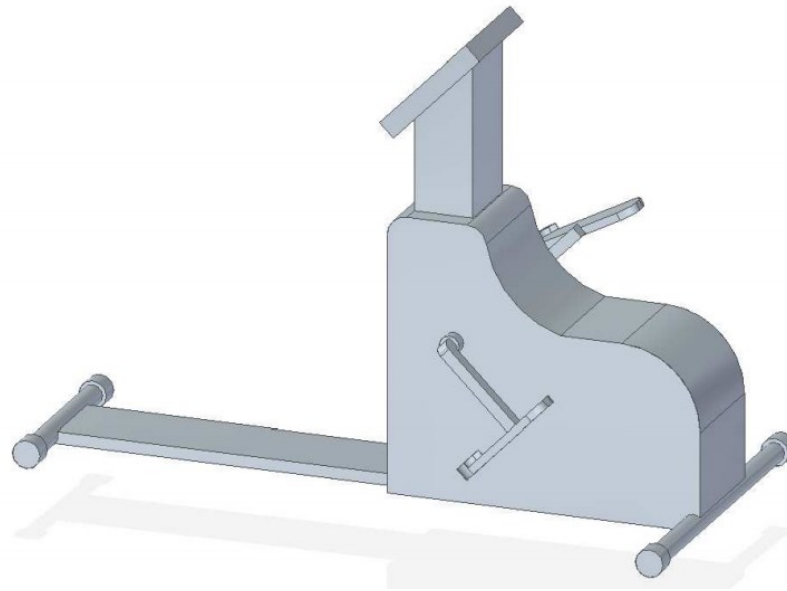


Fig. 30 Diseño Ergómetro de piernas para usuarios en silla de ruedas

. Ver Plano en Anexo.15

Tabla. 22 Adaptaciones Ergómetro de piernas para usuarios en silla de ruedas.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Ajuste dimensiones reposa pies Dimensiones iniciales: 5 X 2 cm (cilindrado) Dimensiones finales: 10 X 29 cm
2.	Ajuste altura pedal Altura inicial: 77 cm Altura final: 45 cm
3.	Ajuste ángulo tablero de comandos Ángulo inicial: 32° Ángulo final: 45°

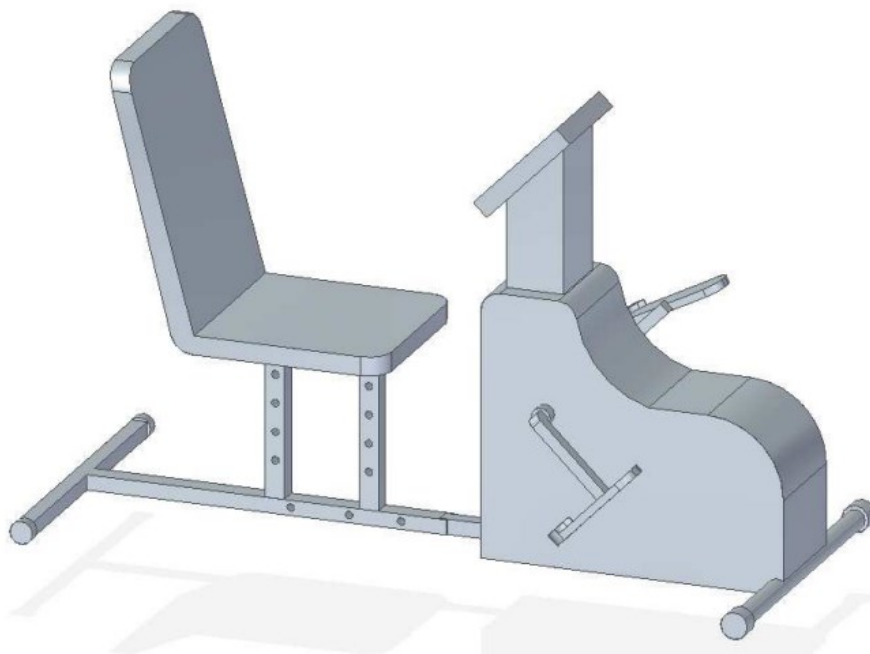


Fig. 31 Diseño Ergómetro de piernas para otros usuarios.

Para ese equipo se realizaron las mismas adaptaciones del equipo adaptado para usuarios de sillas ruedas, con la diferencia del asiento adecuado con medidas antropométricas (Tabla.21).

Ver Plano en Anexo.16

Tabla. 23 Adaptaciones Ergómetro de piernas otros usuarios.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Ajuste dimensiones reposa pies Dimensiones iniciales: 5 X 2 cm (cilindrado) Dimensiones finales: 10 X 29 cm
2.	Ajuste altura pedal Altura inicial: 77 cm Altura final: 45 cm
3.	Ajuste ángulo tablero de comandos Ángulo inicial: 32° Ángulo final: 45°
5.	Asiento adaptado con dimensiones antropométricas, ajuste de altura y longitud por el usuario. Dimensiones asiento: 50 X 50 cm Dimensiones respaldo: 50 X 75 cm inclinación 105°

4.2.9 Banda caminadora

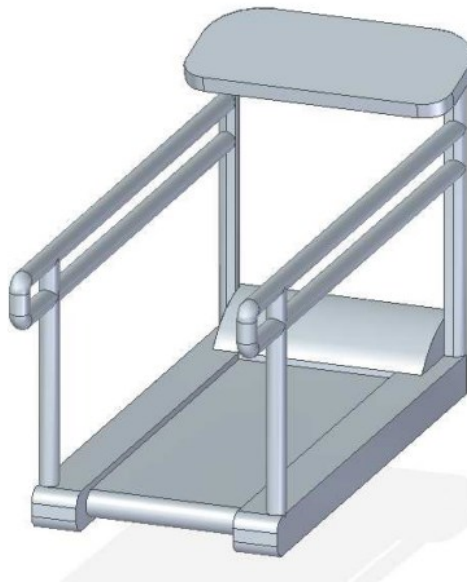


Fig. 32 Diseño Banda Caminadora para todo tipo de usuarios.

Ver Plano en Anexo.17

Tabla. 24 Adaptaciones Banda caminadora.

ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
1.	Ajuste del ancho de la banda. Ancho inicial: 70 cm Ancho final: 87cm
2.	Ajuste de altura e inclinación del tablero de comandos. Altura e inclinación inicial: 90 cm, 29° Altura e inclinación final: 128 cm, 15°
3.	Adaptación de pasamanos para agarre a lo largo de la banda. Altura: 70-90 cm
4.	Ajuste de longitud de la banda Longitud inicial: 140 cm Longitud final: 183 cm

4.2.10 Arnés

Este arnés es un diseño basado en las necesidades de la banda caminadora, así todo tipo de usuarios podrán hacer uso de la misma con seguridad y confort.

Ver Plano en Anexo.18



Fig. 33 Diseño Arnés.

4.3 PLANOS ARQUITECTÓNICOS

Para el diseño de los planos se empleó AutoCAD (licencia 2013).

4.3.1 Zonas parqueaderos y acceso

Los parqueaderos en espacios públicos solo cuentan con uno accesible por cada 50 celdas, además tienen el símbolo internacional de accesibilidad. En este caso todas las celdas serán accesibles, porque es un espacio diseñado netamente para la circulación y la permanencia de personas en situación de discapacidad.

Cada celda cuenta con rampas que comunican a un corredor en común, de circulación al acceso principal del Centro de Acondicionamiento Físico. Las medidas ideales para tal corredor oscilan entre 1.50 y 2.00 mts. con el fin de que circulen dos sillas de ruedas sin inconvenientes.

Las dimensiones adecuadas para las celdas de parqueo son 3.20 mts por 5.00 mts, que serán suficientes para la circulación de un usuario en silla de ruedas o con dispositivos de asistencia.

El acceso principal del centro debe tener un ancho considerable como para pasar dos sillas de ruedas a la vez, es decir, 2.00 mts y puertas que con libertad de giro.

Ver Anexo.19

4.3.2 Zonas de estar y equipos

Un cafetín es muy útil en estos establecimientos públicos, donde las personas pueden hacer un break, tomarse algo y descansar. De la manera que se planteó, se cuenta con una barra de forma circular que además de no ocupar un mayor espacio tendrá diferentes dimensiones respecto a su altura: entre 0.70 mts y 1.00 mts para usuarios de sillas de ruedas y 1.15 mts hasta 1.25 mts para otros usuarios.

La zona donde se encuentran los equipos igualmente debe contar con corredores de circulación y una distancia de mínimo 1.00 mts entre cada equipo.

Ver Anexo. 20

4.3.3 Zonas de oficinas y salones

A un costado de la zona de equipos es útil contar con zonas para el personal como oficinas o salones de diferentes clases grupales como por ejemplo estiramiento. Entre estas es apropiado definir un área de 73 m² y 55 m² correspondientemente.

Ver Anexo. 21

4.3.4 Zonas de baños

Los baños son una característica importante en este tipo de diseños. La zona de sanitarios debe contar con un área de 1,91 mts por 2.53 mts, además de aditamentos que brinden independencia como pequeños pasamanos. La zona de duchas con un área de 2.53 mts por 2.51 mts, además de un muro de 0.49 mts de altura donde un usuario de sillas de ruedas pueda sentarse con facilidad. La zona de vestíeres con un área de 1.50 mts por 2.53 mts de igual forma con un espacio extra para sentarse y percheros a una altura máxima de 1.35 mts. Los lavamanos deben tener dos alturas, una que corresponde a los usuarios de sillas de ruedas 1.10 mts y otra a demás usuarios 1.50 mts, aproximadamente.

Ver Anexo. 22

5. PLAN DE ENTRENAMIENTO

Un buen entrenamiento requiere constancia, esfuerzo y dedicación, pero en general sea cual sea la condición física, todas personas tenemos requerimientos diferentes. En el caso de estas discapacidades motoras, es recomendable realizar la rutina indicada de 3 a 4 veces por semana con una intensidad para iniciar de 60% a 85% de la frecuencia cardíaca. Aunque cada una de las discapacidades a tratar tiene características especiales, en general, se pueden hacer uso de los diferentes equipos siempre y cuando tengan un seguimiento adecuado y capacidades para realizar los ejercicios.

A continuación se darán algunos requerimientos importantes a tener en cuenta para cada enfermedad:

5.1 DISTROFIA MUSCULAR

- Siempre antes de todo entrenamiento, realizar mínimo 15 minutos de ejercicio cardiovascular en la banda caminadora.
- Como las personas con DM suelen perder fácilmente la movilidad en los miembros inferiores de debe frecuentar ejercitar las articulaciones de tobillo rodilla y cadera, para lo cual es necesario dos sesiones de 15 minutos en el ergómetro de piernas con un descanso de 5 minutos entre cada intervalo.
- La articulación del hombro también es importante ejercitarla, equipos como el hombro polea ayuda a realizar movimiento en esta articulación. Se debe comenzar con peso moderado con 4 series de 10 repeticiones cada una con intervalos de descanso de máximo 2 minutos. Cabe resaltar que si una persona no tiene fuerza suficiente para elevar los brazos, puede usar el tríceps sentado y realizar 2 series de 10 repeticiones con un intervalo de descanso de 2 minutos. Otra opción es el ergómetro de manivela o de brazos que no exige mayor fuerza y que interviene en la articulación del hombro.

5.2 LESIÓN MEDULAR

- La mayoría de los lesionados medulares no tienen control sobre sus miembros inferiores, pero aun así les trae ciertos beneficios usar el peso de su cuerpo para generar cierto bienestar. En este caso es apropiado hacer uso del arnés y la banda caminadora por largos periodos de tiempo, alrededor de 45 minutos. Los intervalos de descanso son opcionales y pueden ser entre 3 a 6 minutos y máximo 3.
- Es de vital importancia ejercitar al máximo los miembros superiores (en caso de que la lesión no los afecte) ya que estas estructuras conservarían todo el potencial para realizar ejercicios de fuerza. En este caso se puede hacer uso de los diferentes equipos para miembros superiores con cargas leves para empezar y con 5 series de 15 repeticiones cada una.

5.3 ESCLEROSIS MÚLTIPLE

- A diferencia de los lesionados medulares, para las personas con EM no resulta beneficioso realizar ejercicios que soporten su propio peso, en cambio sí les resulta de gran bienestar realizar aquellos que no soportan carga, por esto los dos ergómetros, tanto el de manivela como el de piernas resultan ser los más aptos, con series de 30 minutos en cada uno.
- No se deben dejar atrás los ejercicios de fuerza tanto para miembros inferiores como superiores, por eso hay que tener en cuenta siempre los equipos de flexión y extensión de rodilla que resulta de gran beneficio en enfermedades degenerativas como la EM. Se recomienda realizar 3 series de 10 repeticiones en cada equipo.

6. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

- La accesibilidad y el diseño universal son una necesidad latente que al ser implementada no solo mejora la calidad de vida de las personas con algún tipo de limitación o diversidad funcional, sino que además se convierte en una ventaja y un beneficio para todos los seres humanos.
- A pesar de los avances existentes en accesibilidad, aún hay espacios de recreación en la ciudad donde no existen o no cumplen con la normatividad. Espacios como los CAPF tienen una gran cantidad de barreras de accesibilidad, convirtiéndose en un foco de estudio por su objeto de trabajo y beneficios en la salud que trae consigo una asistencia constante a los mismos.
- Es indispensable tener criterios de diseño trazados para la realización de futuros diseños accesibles. Para esto, existe una gran cantidad de bibliografía acerca de accesibilidad tanto nacional como internacional estructurada para realizar espacios accesibles.
- Los diseños realizados implican adaptaciones de piezas de fácil modificación y manipulación, las cuales no hacen parte del mecanismo de acción de equipo como tal, solo forman parte de la estructura, lo cual sería de gran beneficio en cuanto a costos, tiempo y mano de obra, en caso continuarse con una siguiente etapa.
- Todos los equipos de fuerza por su conformación mecánica requirieron la realización de dos diseños, uno para usuarios en sillas de ruedas y otro para los demás usuarios que empleen dispositivos asistenciales. Los diseños para las sillas de ruedas consideran grandes dimensiones y eliminación de ciertas piezas mecánicas y los diseños restantes necesitaron, además de ajuste de piezas, un nuevo asiento con medidas antropométricas aptas para obtener confort y autonomía. Se propone además usar cinturones o pecheras en los asientos en caso de usuarios con poco control de tronco.
- Los planos arquitectónicos abarcaron un área bastante extensa por que se deben tener en cuenta grandes dimensiones para que los usuarios en silla de ruedas o dispositivos asistenciales puedan transitar con facilidad y autonomía. También se pueden tener en cuenta varias plantas según se necesite contando con un ascensor como requerimiento indispensable.
- Para obtener lugares y espacios accesibles debemos encaminarnos hacia un país más inclusivo y moderno, que otorgue a todos iguales oportunidades para cumplir metas y aspiraciones personales, lo que se convierte en un desafío a la arquitectura, el diseño, las ciencias, los programas sociales,

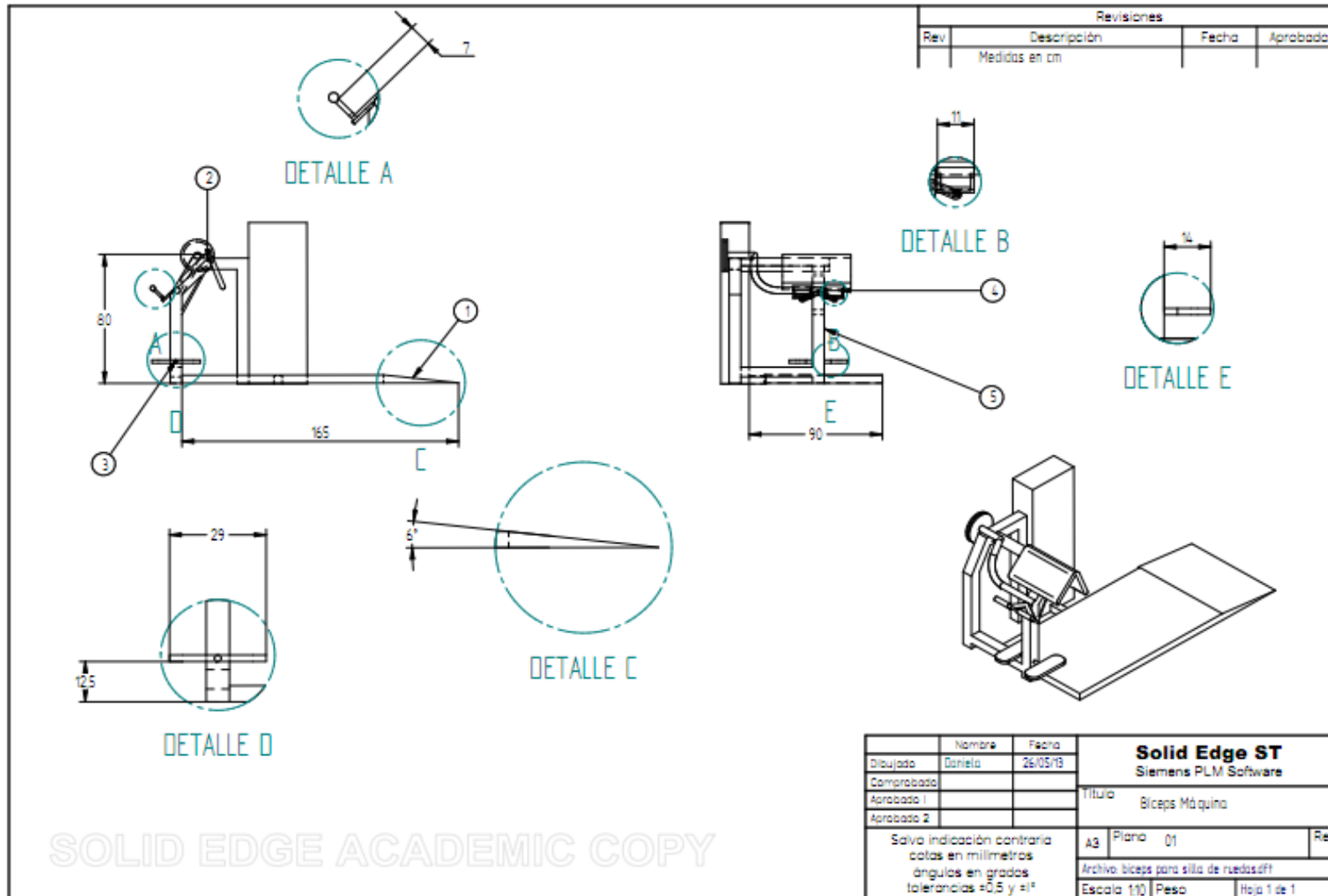
proyectos públicos, privados y principalmente el estado, quienes deberán incorporar el Diseño Universal en todos los ámbitos en lo que influyen para que nuestras ciudad y sociedades posibiliten el acceso, uso y el pleno ejercicio de los derechos y deberos de todos los habitantes.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Adam Quality. (08 de Agosto de 2011). *Medline Plus*. Obtenido de <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/003174.htm>
- Davis, G. (1993). Exercise Capacity of individuals with Paraplegia. En *Med Sci Sports Exerc* (págs. 423-432).
- Definición de Accesibilidad*. (s.f.). Obtenido de <http://definicion.de/accesibilidad/>
- Díaz Sánchez, C. (2011). *Estado actual del sistema de regulación pública sobre los establecimientos de comercio construidos como gimnasios*. Medellín.
- Figoni, S. (2003). Spinal Cord Disabilities: paraplegia y tetraplegia. En *ACSM's Exercise Mangement for Persons with Chronic Diseases and Disabilities*. Human Kinetics.
- Forma. Equipos para Gimnasio*. (s.f.). Obtenido de <http://www.formaequipos.com>
- Lara, J. (2007). *Vitónica, alimentación, deporte y salud*. Obtenido de <http://www.vitonica.com/maquinas-cardiovascular/ejercicio-aerobico-y-anaerobico-diferencias-y-beneficios>
- Lesión Medular Org. (s.f.). *LM*. Obtenido de <http://www.lesionmedular.org>
- Liga de Natación de Antioquia. (s.f.). *Liga de Natación de Antioquia Nada Mejor*. Obtenido de <http://www.natacionmedellin.com.co/PAGINAS/CAPF.html>
- López Chicharro, J., & Fernández Vaquero, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Editorial médica Panamericana.
- López Mojares, L. (2006). Esclerosis Múltiple y el ejercicio físico. En J. López Chicharro, & A. Fernández Vaquero, *Fisiología del ejercicio*. Ed. Medica Panamericana.
- López Mojares, L. M. (2006). Lesión Medular y ejercicio físico. En J. López Chicharro, & A. Fernández Vaquero, *Fisiología del Ejercicio* (págs. 963-980). Editorial Médica Panamericana.
- Martí, C., & Moreno, I. (2003). Traumatismos craneoencefálicos. En *Traumatismos raquimedulares*.
- National Institute of Neurological Disorders and Stroke. (Julio de 2007). *National Institute of Neurological Disorders and Stroke*. Obtenido de http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/distrofia_muscular.htm
- Organización Mundial de la Salud . (s.f.). *Universidades Politécnicas, Discapacidad y Empleo*. Obtenido de <http://www.upc.edu/ude/particulares/informacion/informacion-generica-sobre-discapacidad/el-concepto-de-minusvalia-segun-la-organizacion-mundial-de-la-salud/>

- Panero, J., & Zelnik, M. (s.f.). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos*.
- Sanchez, J. L. (2012). Foro de Salud por una Práctica Médica Solidaria con la Esclerosis Múltiple. *Esclerosis Múltiple- Aspectos generales*, (págs. 7-9). Medellín.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (s.f.). *Principios de anatomía y fisiología*. Panamericana.
- Vallbona, D. (s.f.). *La actividad física como elemento de salud para las personas discapacitadas*. Houston, Texas.
- Verswyvel, S. (2008). *Ciudad para todos. Construyamos una ciudad amable para personas en condición de discapacidad*. FiberGlass Colombia S.A.

ANEXO. 1 PLANO BÍCEPS MÁQUINA PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS



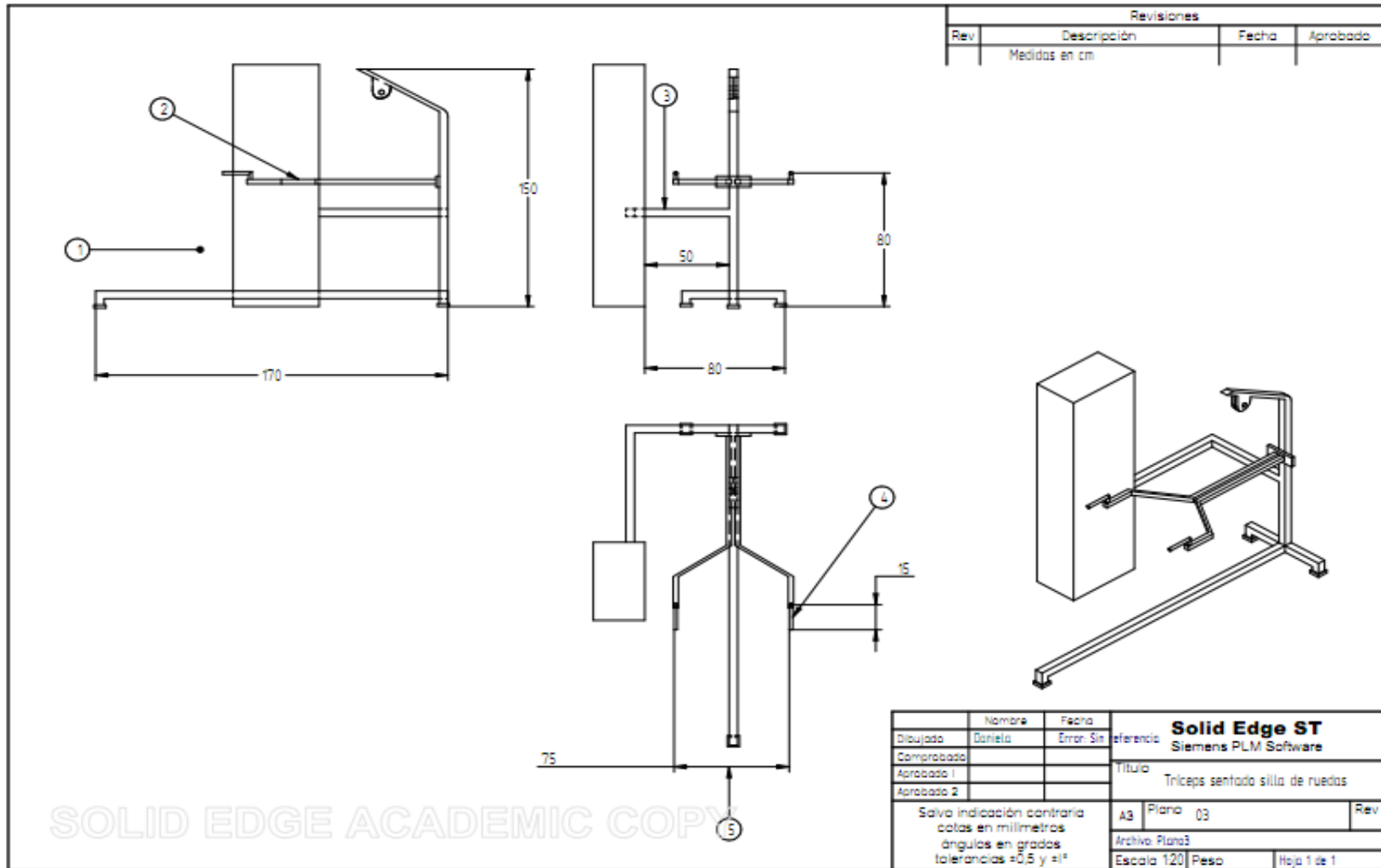
ANEXO. 2 PLANO BÍCEPS MÁQUINA PARA OTROS USUARIOS

Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado
	Medidas en cm		

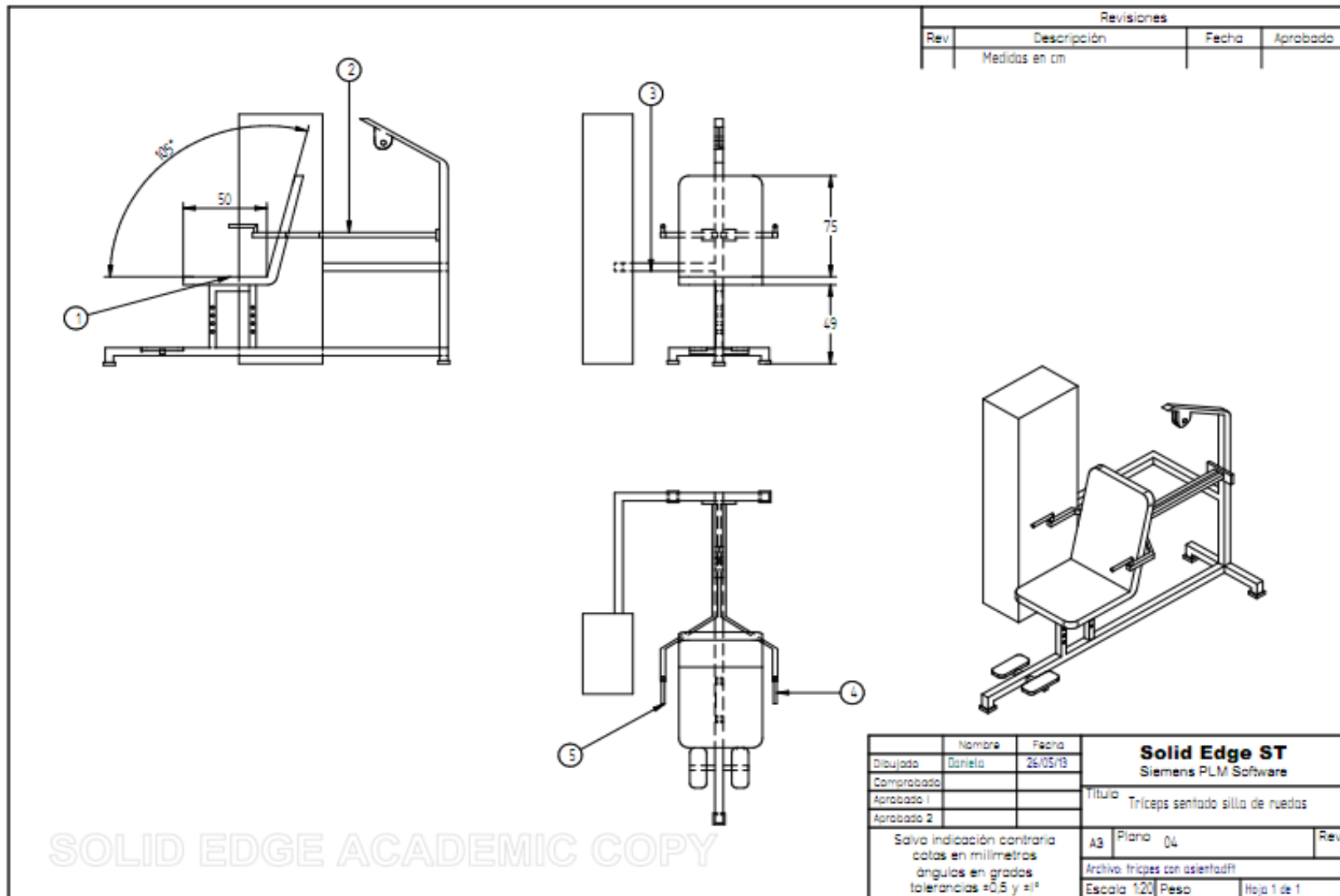
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

Nombre	Fecha	Solid Edge ST Siemens PLM Software
Dibujado Daniela	Fecha Error Sin	
Comprobado		Título
Aprobado 1		Biceps Máquina otros usuarios
Aprobado 2		A3 Plano 02
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0.5 y ±1°		Rev
		Archivo Plano1
		Escala 1:20 Peso Hoja 1 de 1

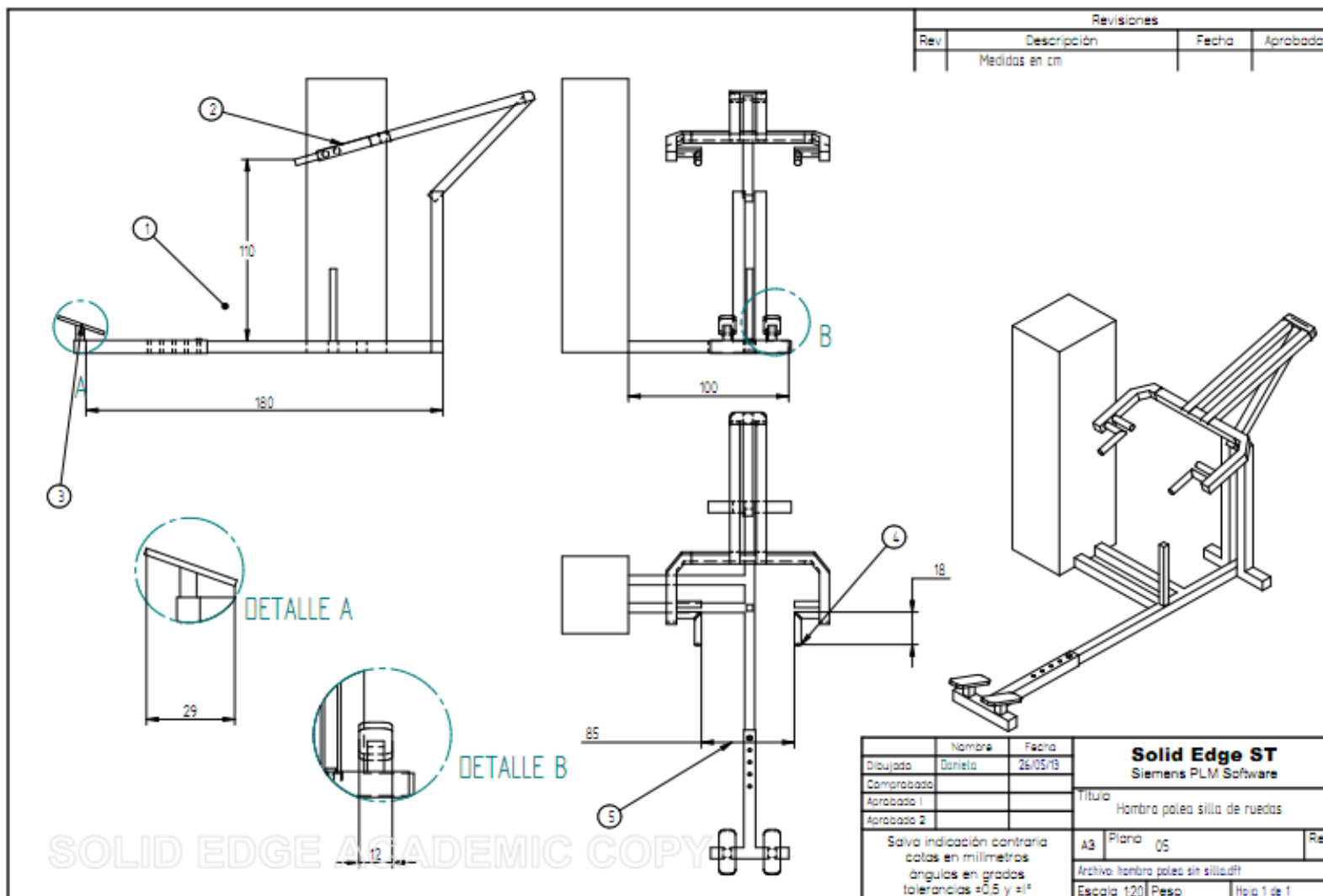
ANEXO. 3 PLANO TRÍCEPS SENTADO PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS.



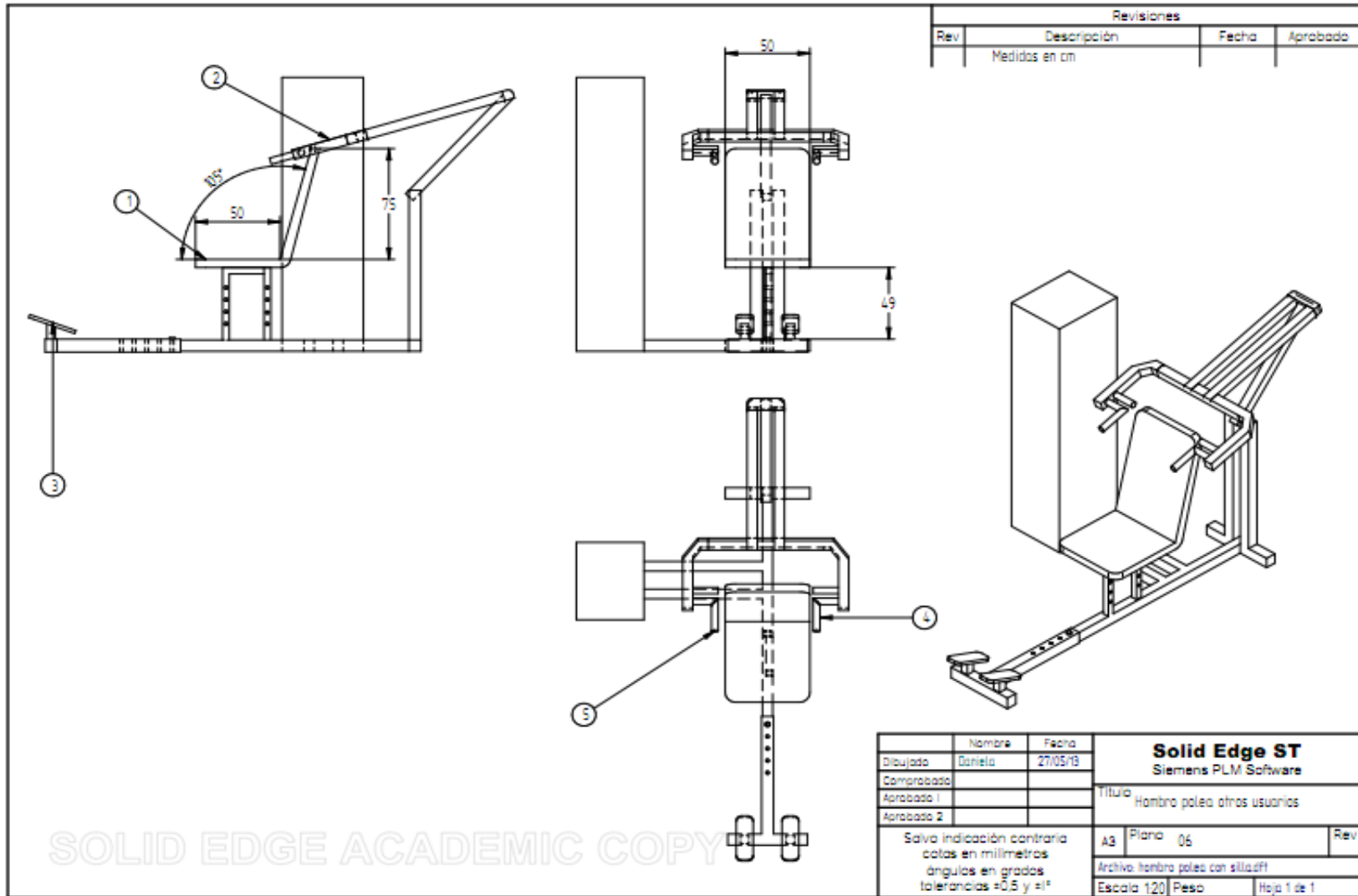
ANEXO. 4 PLANO TRÍCEPS SENTADO PARA OTROS USUARIOS



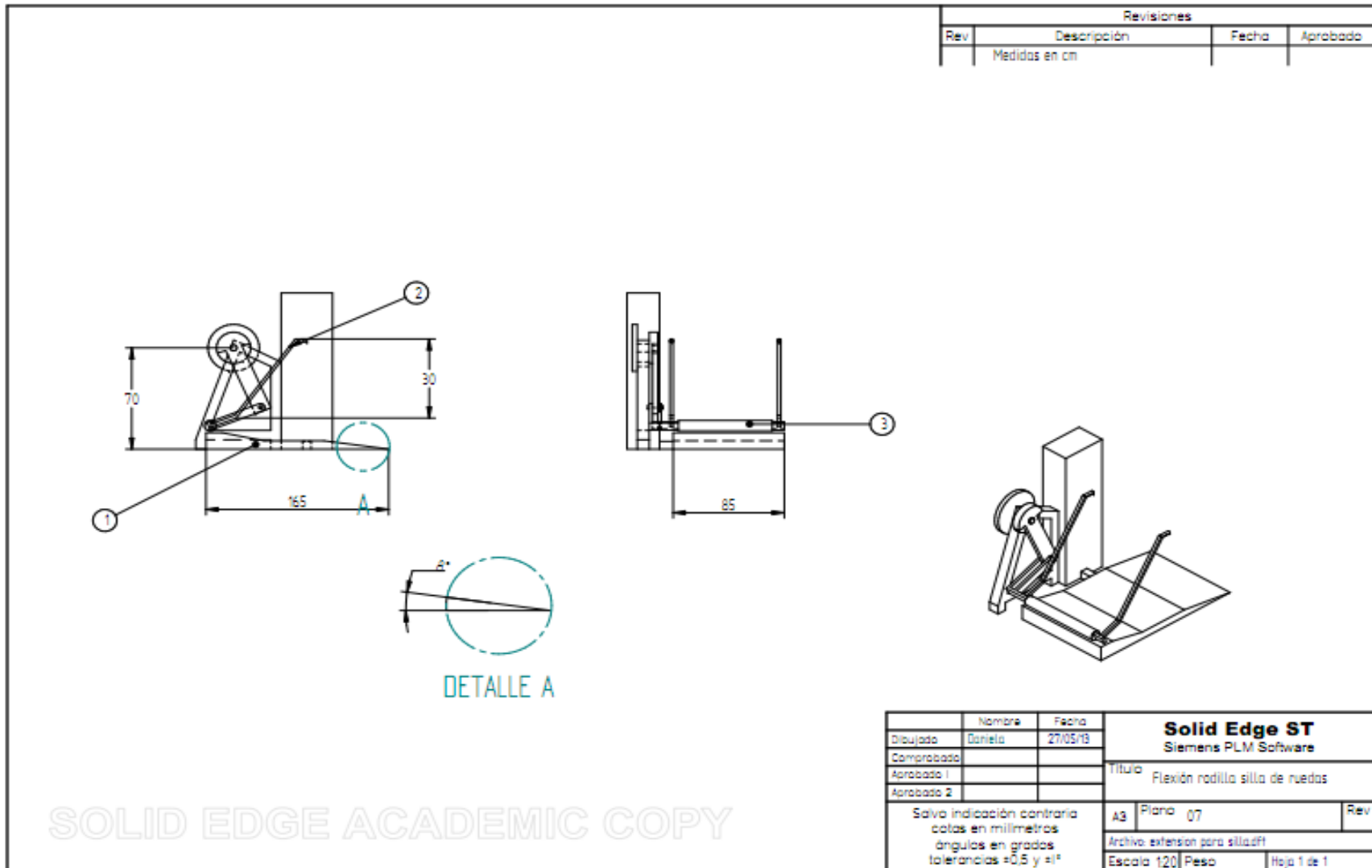
ANEXO. 5 PLANO HOMBRO POLEA PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS.



ANEXO. 6 PLANO HOMBRO POLEA PARA OTROS USUARIOS.

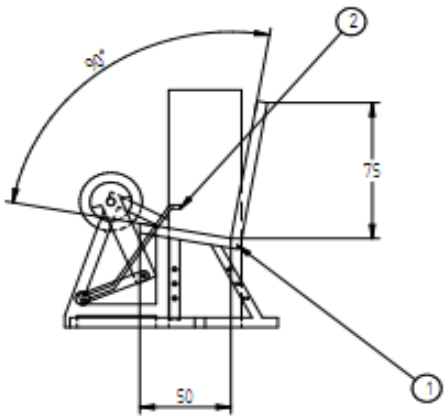
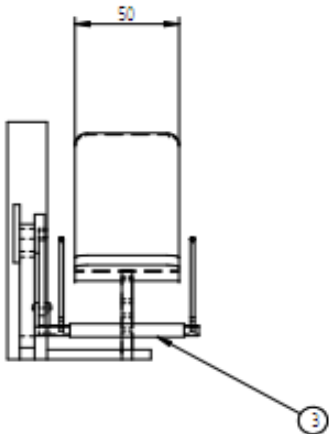



ANEXO. 7 PLANO EXTENSIÓN DE RODILLA PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS.



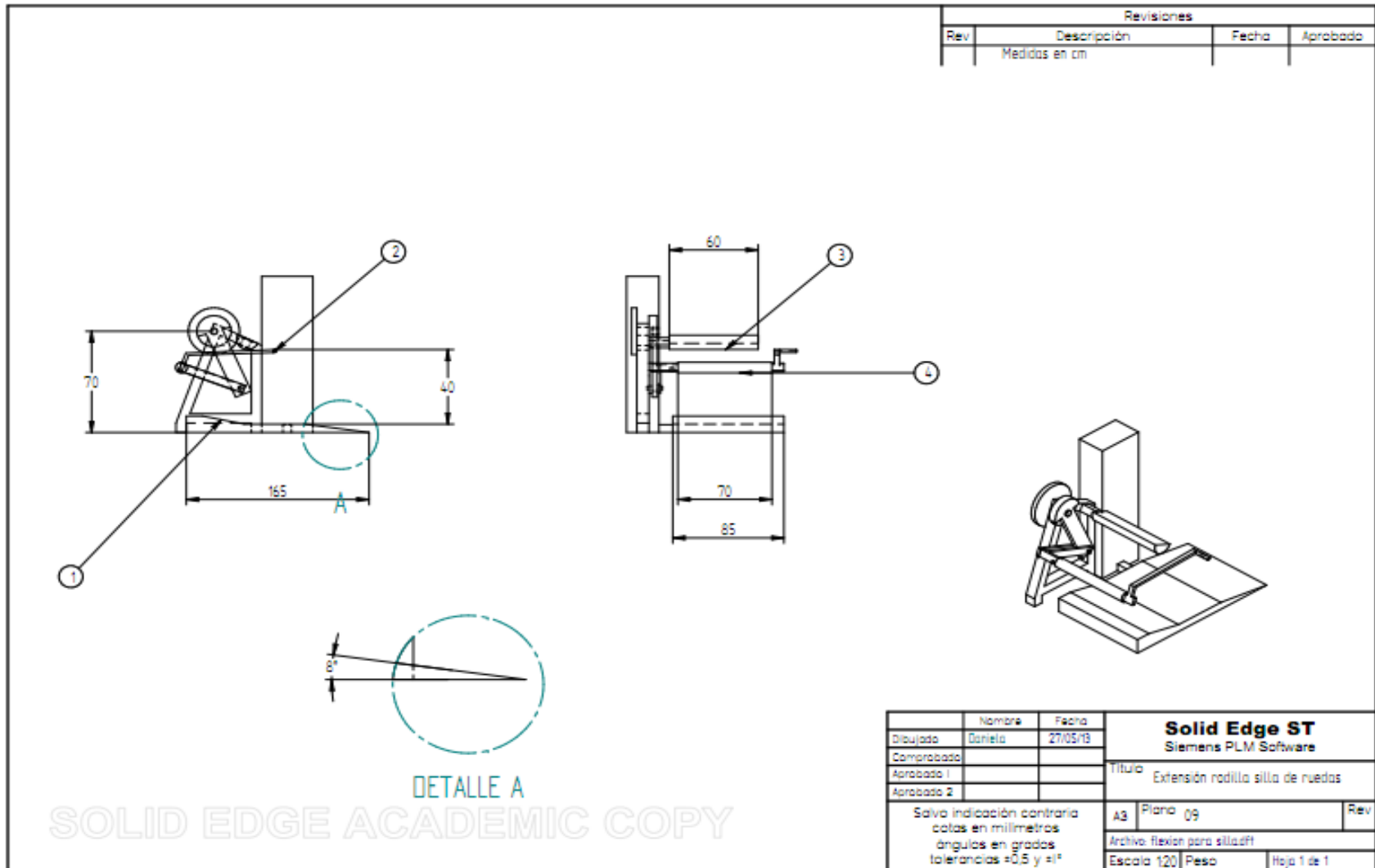
ANEXO. 8 PLANO EXTENSIÓN DE RODILLA PARA OTROS USUARIOS.

Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado
	Medidas en cm		

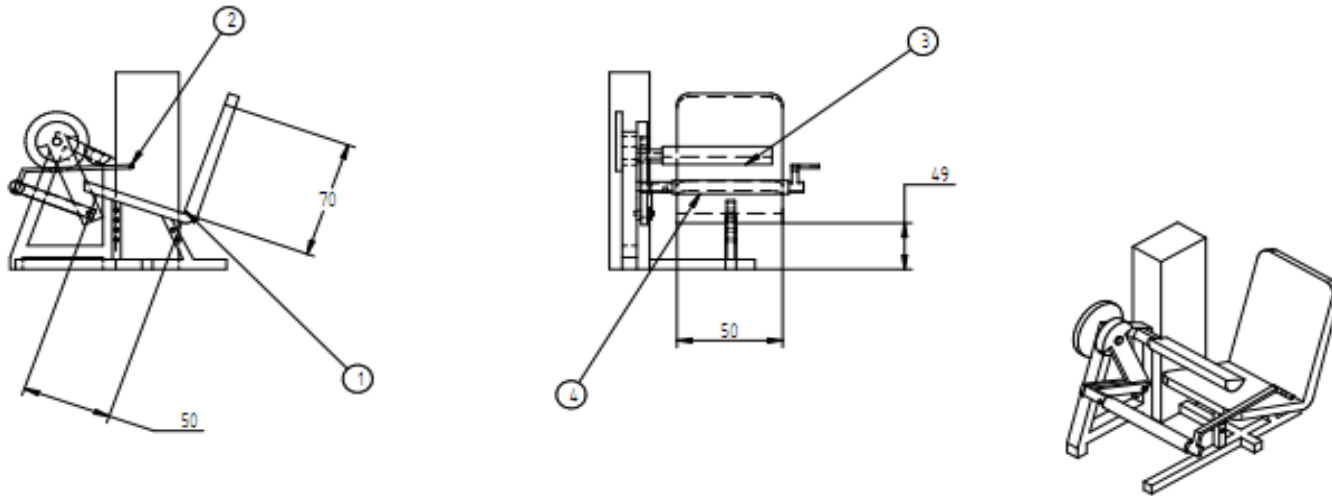
	Nombre	Fecha	Solid Edge ST Siemens PLM Software	
Dibujado	Garieta	27/05/13	Título Flexión rodilla otros usuarios	
Comprobado				
Aprobado 1				
Aprobado 2			A3 Plano 08	
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0,5 y ±1°				
SOLID EDGE ACADEMIC COPY			Archivo: extension con silla.dft	
			Escala 1:20	Peso
			Hoja 1 de 1	

ANEXO. 9 PLANO FLEXIÓN DE RODILLA PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS.



ANEXO. 10 PLANO FLEXIÓN DE RODILLA PARA OTROS USUARIOS.

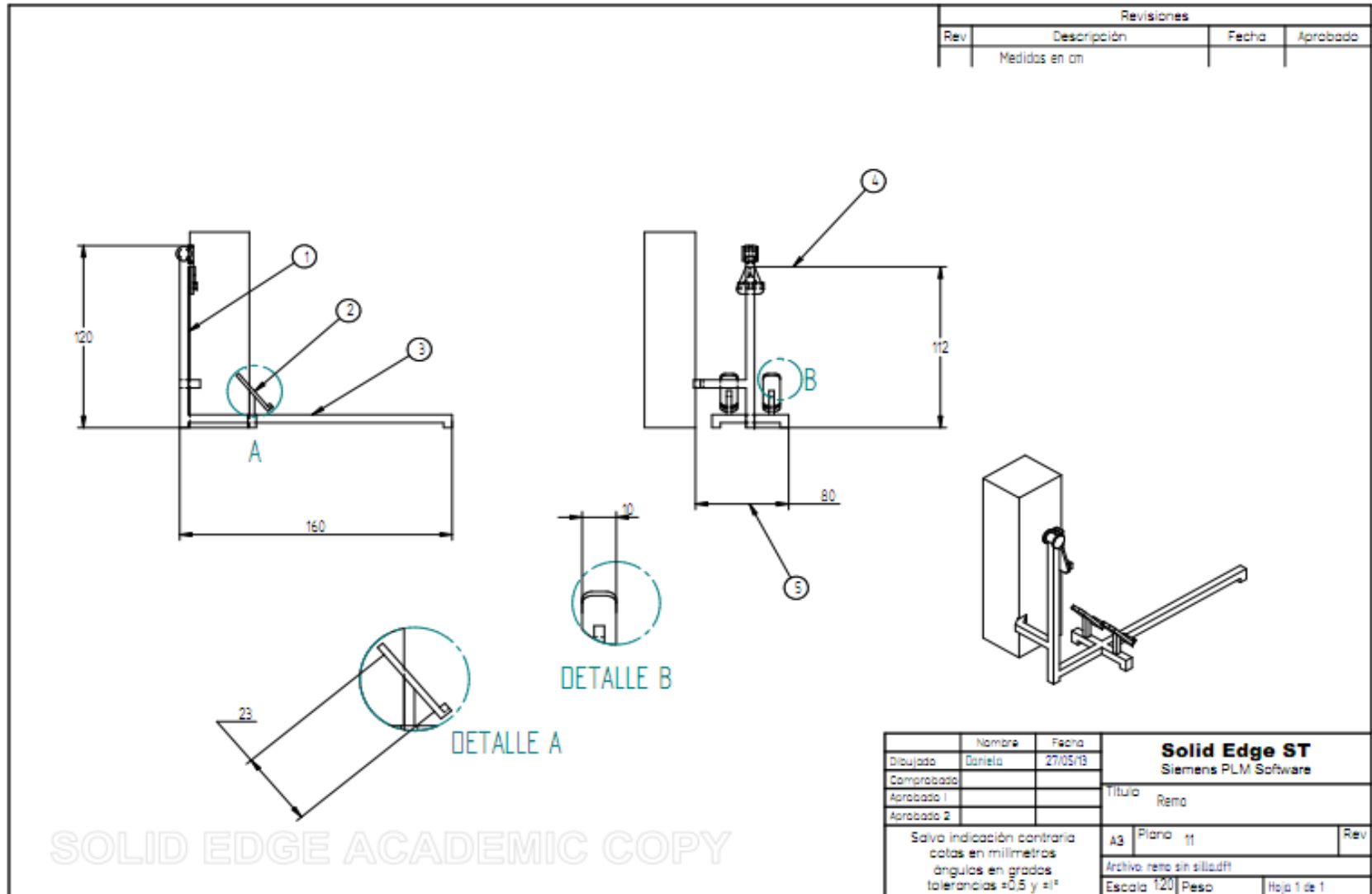
Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado
	Medidas en cm		



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

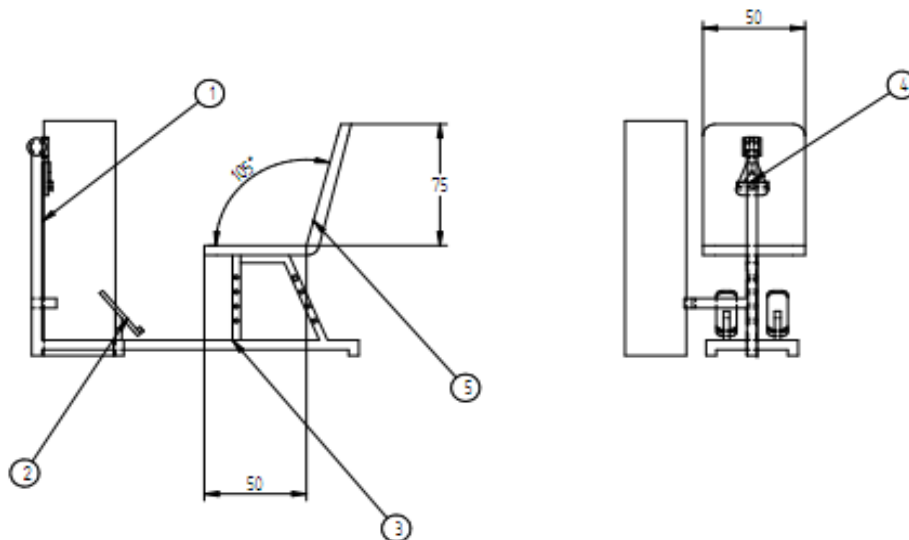
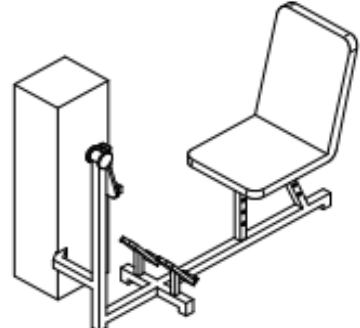
	Nombre	Fecha	Solid Edge ST Siemens PLM Software	
Dibujado	Daniela	27/05/13	Título Flexión rodilla otros usuarios	
Comprobado			A3 Plano 10 Rev	
Aprobado 1			Archivo: flexion con silla.dft	
Aprobado 2			Escala: 1:20 Peso: Hoja 1 de 1	
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0.5 y ±1°				

ANEXO. 11 PLANO REMO PARA USUARIOS EN SILLAS DE RUEDAS.



ANEXO. 12 PLANO REMO PARA OTROS USUARIOS.

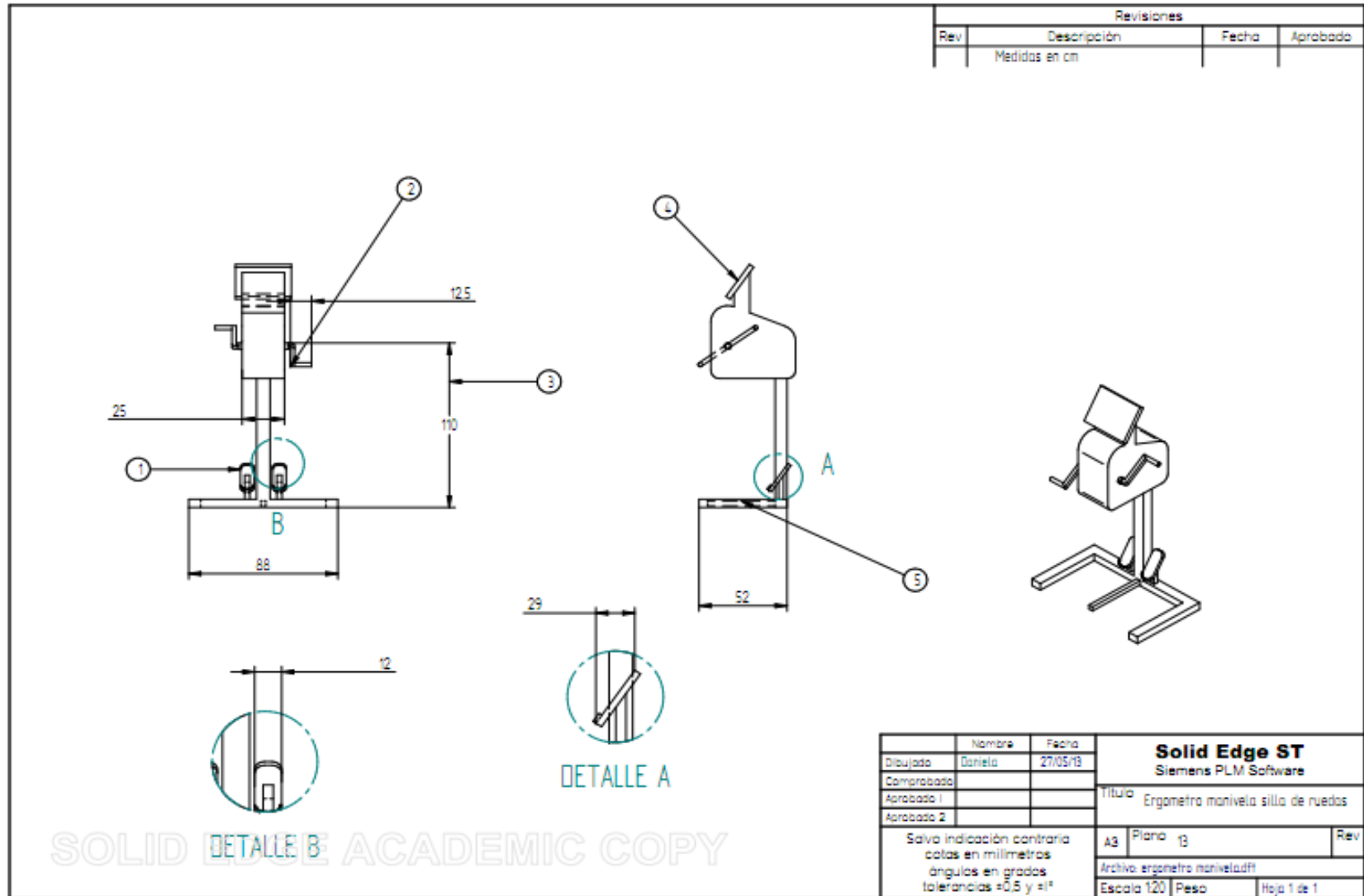
Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado
	Medidas en cm		

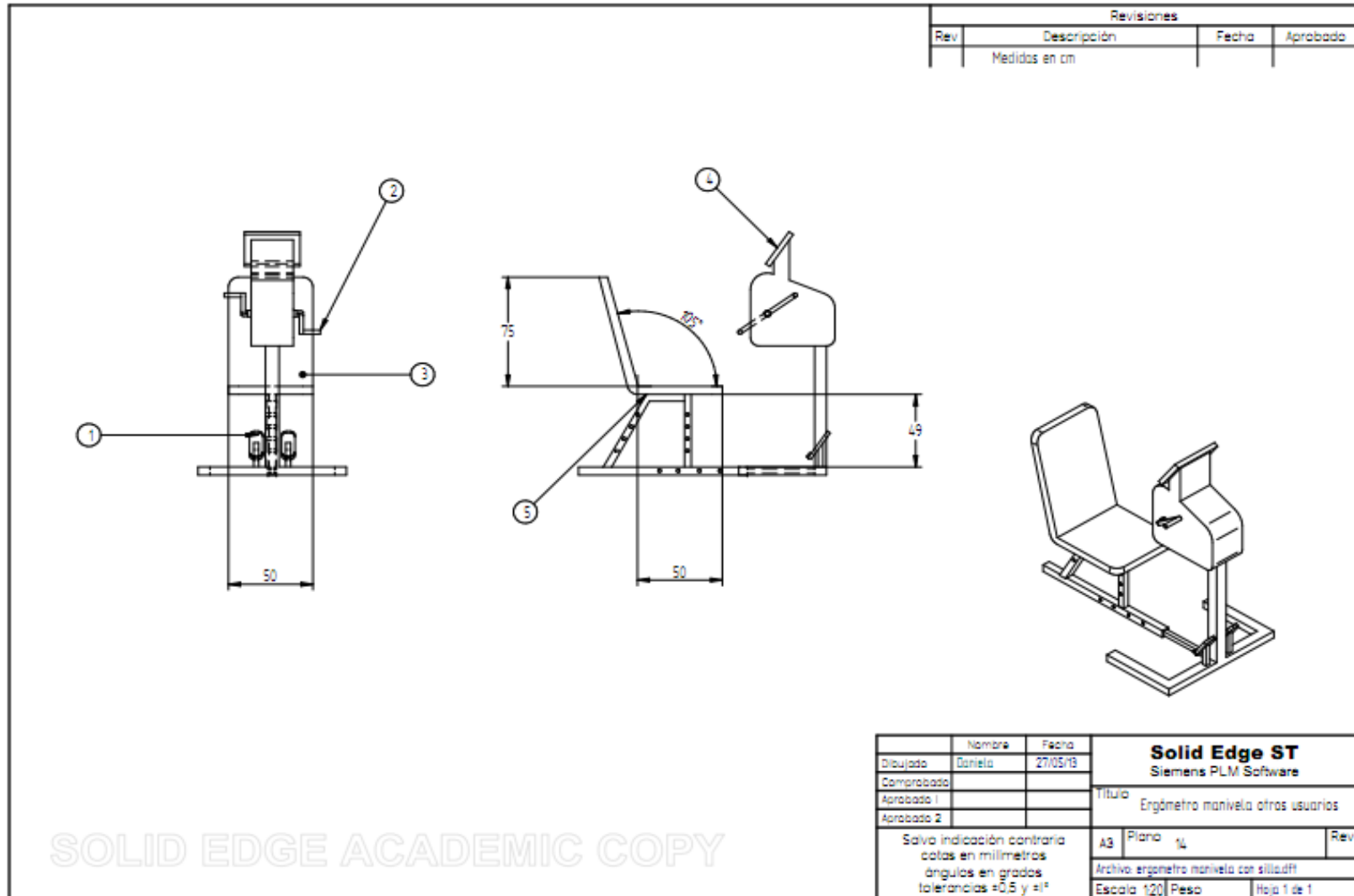
Dibujado	Nombre	Fecha	Solid Edge ST Siemens PLM Software
Comprobado	Daniela	27/05/13	
Aprobado 1			Título
Aprobado 2			Remo otros usuarios
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0.5 y ±1°			A3 Plano 12 Rev
			Archivo: remo con silla.dft
			Escala: 120 Peso Hoja 1 de 1

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

ANEXO. 13 PLANO ERGÓMETRO DE MANIVELA O DE BRAZOS PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS.



ANEXO. 14 PLANO ERGÓMETRO DE MANIVELA O DE BRAZOS PARA OTROS USUARIOS.

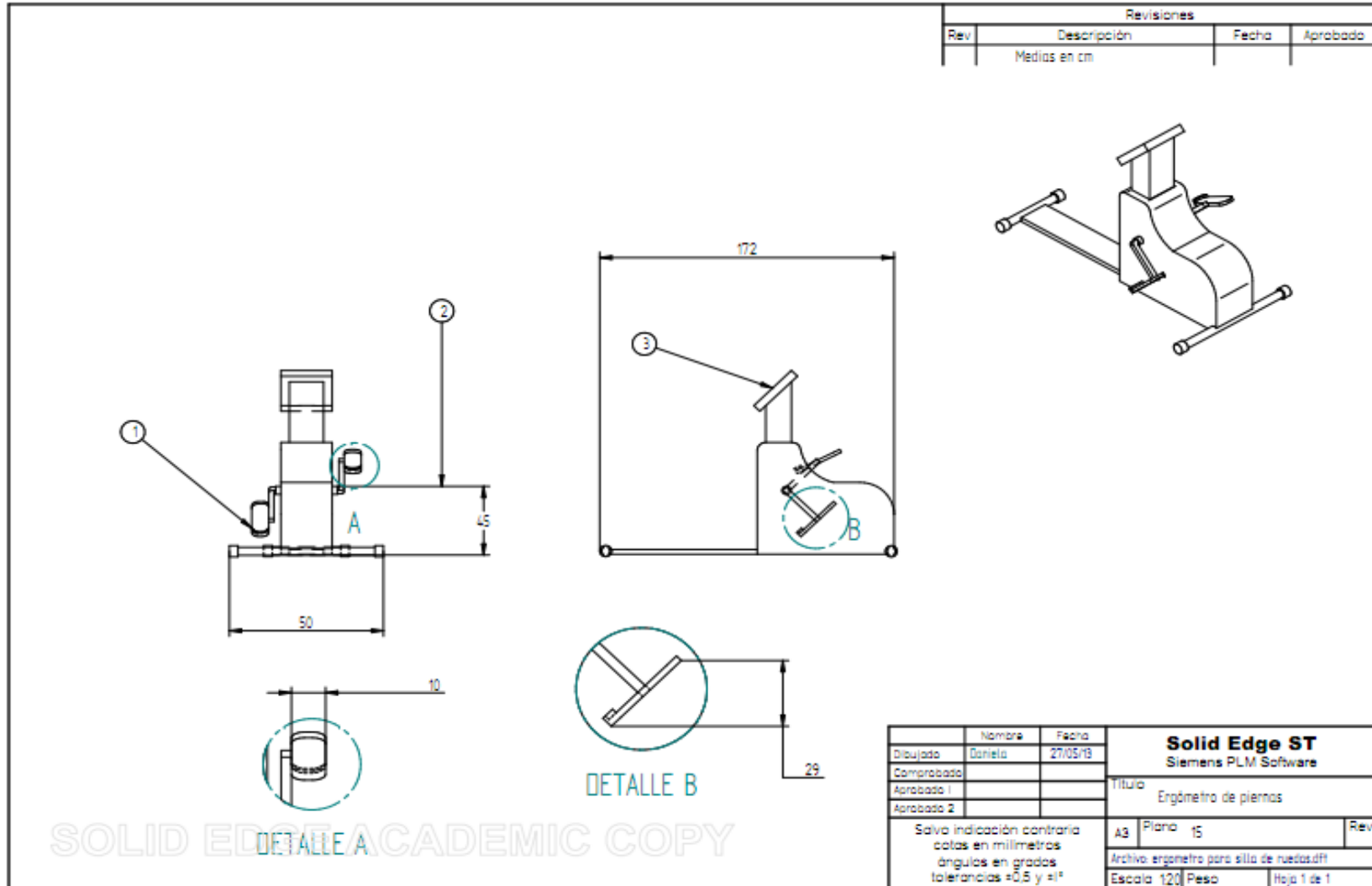


Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado
	Medidas en cm		

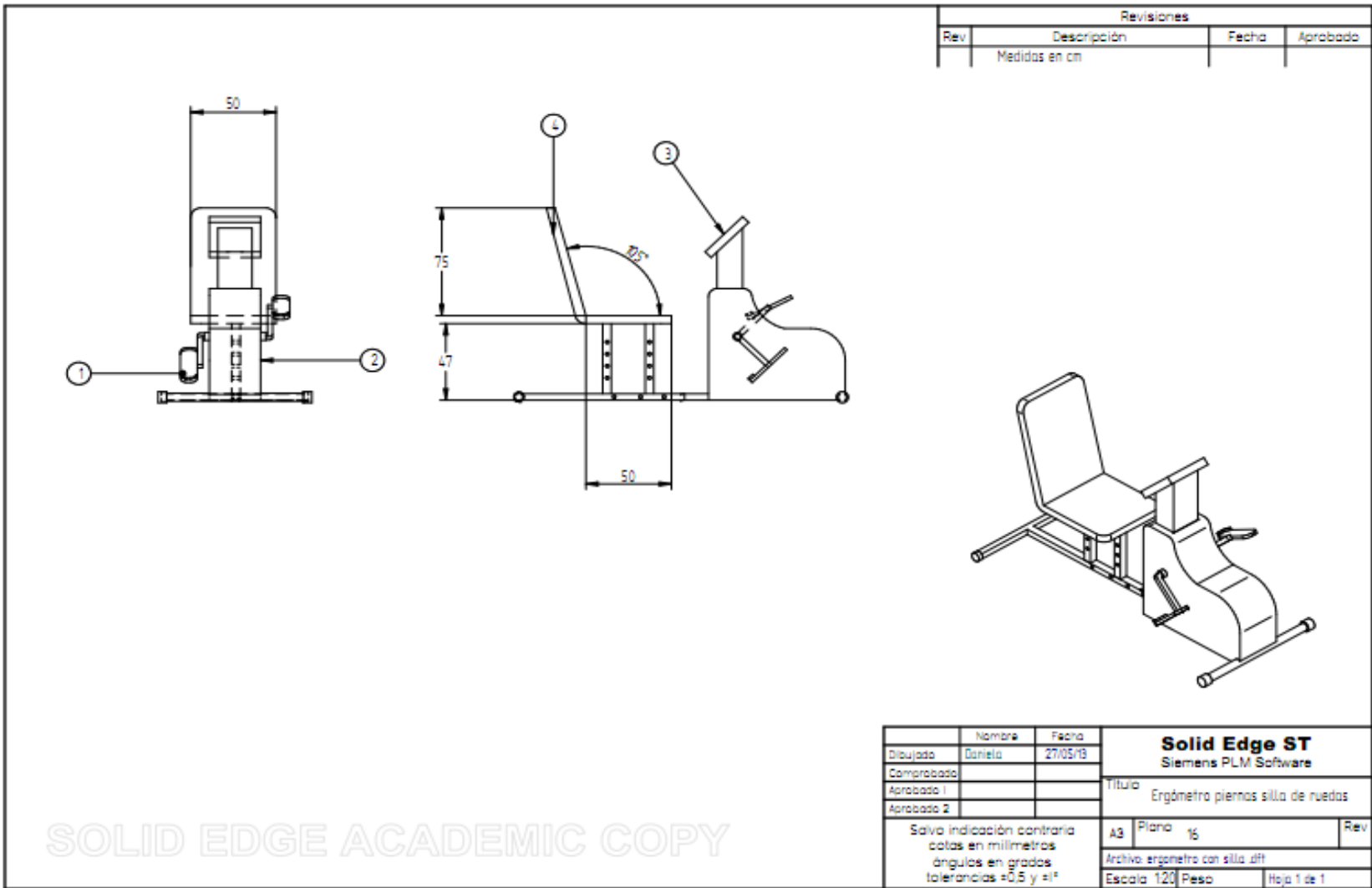
	Nombre	Fecha	Solid Edge ST	
Dibujado	Daniela	27/05/13	Siemens PLM Software	
Comprobado			Título	
Aprobado 1			Ergómetro manivela otros usuarios	
Aprobado 2			Rev	
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0.5 y ±1°			A3	Plano 14
			Archivo: ergometro manivela con silla.dft	
			Escala 1:20	Peso Hoja 1 de 1

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

ANEXO. 15 PLANO ERGÓMETRO DE PIERNAS PARA USUARIOS EN SILLA DE RUEDAS.



ANEXO. 16 PLANO ERGÓMETRO DE PIERNAS PARA OTROS USUARIOS.

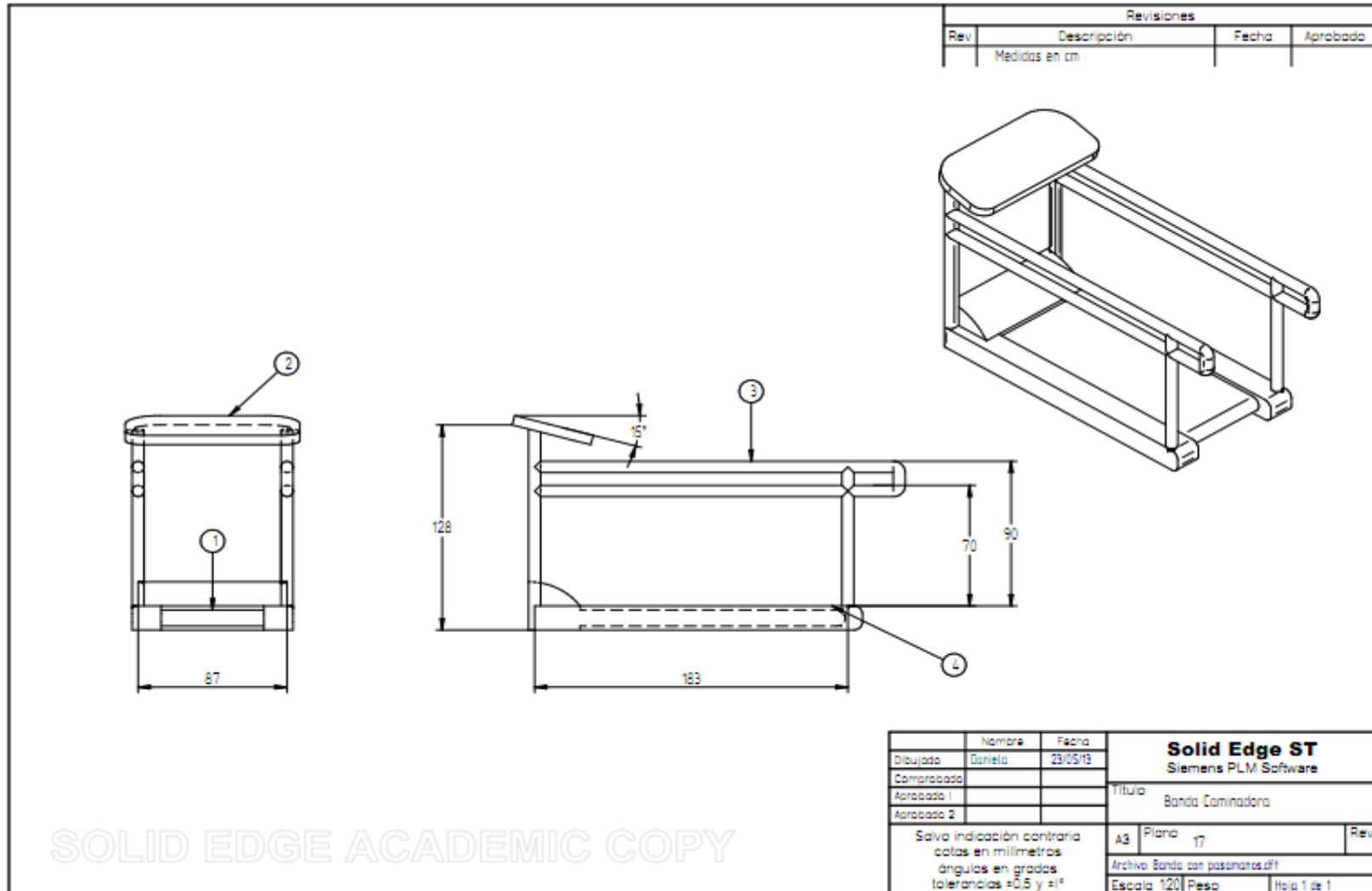


Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado
	Medidas en cm		

	Nombre	Fecha	Solid Edge ST	
	Daniela	27/05/13	Siemens PLM Software	
	Comprobado		Título	
	Aprobado 1		Ergómetro piernas silla de ruedas	
	Aprobado 2			
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0,5 y ±1°			A3	Plano 16
			Rev	
			Archivo: ergometro con silla.dft	
			Escala: 1:20	Peso Hoja 1 de 1

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

ANEXO. 17 PLANO BANDA CAMINADORA

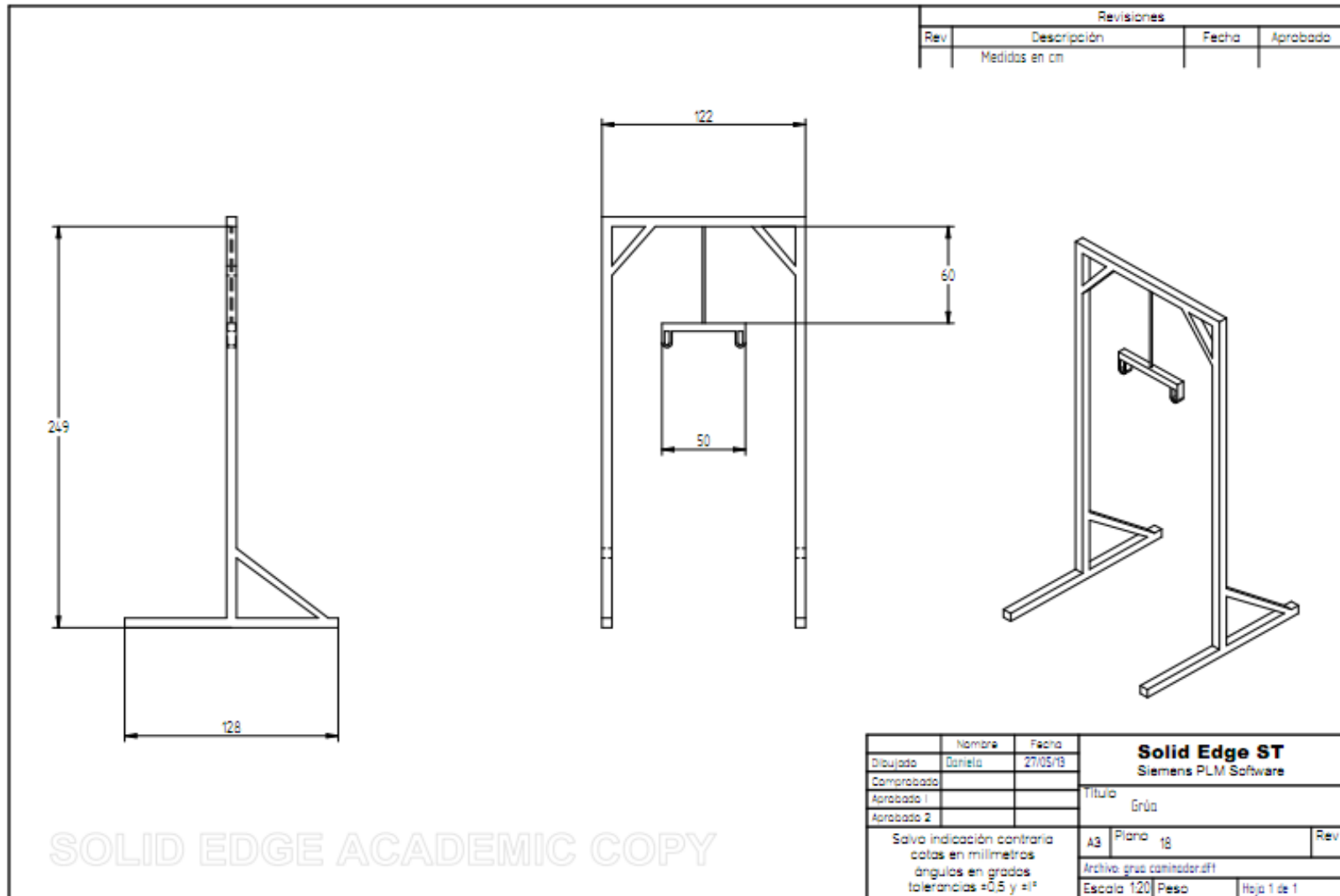


Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado
	Medidas en cm		

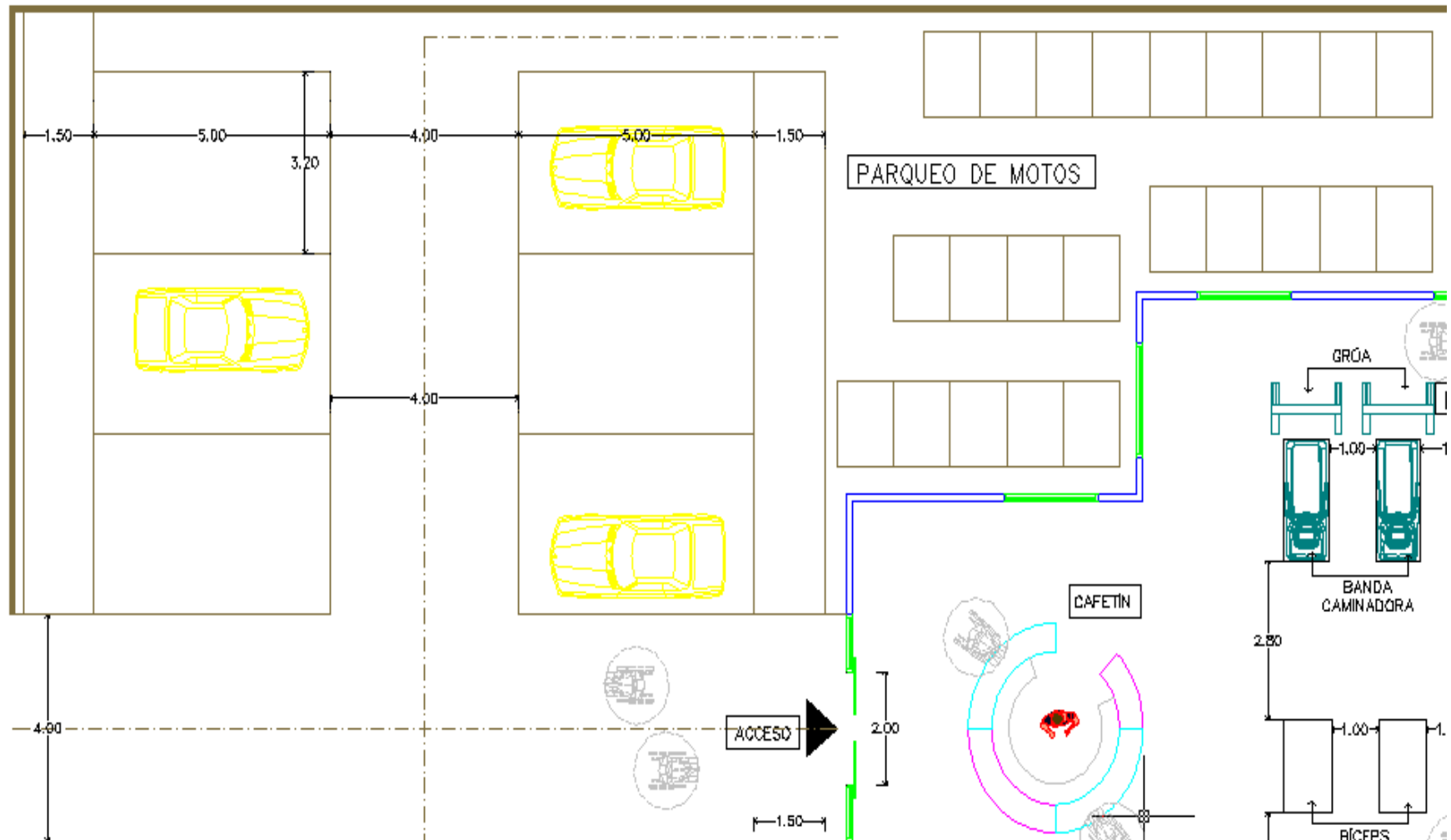
	Nombre	Fecha	Solid Edge ST	
Dibujado	Daniela	23/05/19	Siemens PLM Software	
Comprobado			Título	
Aprobado 1			Banda Caminadora	
Aprobado 2			Rev	
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0.5 y ±1°			A3	Plano 17
			Archivo: Banda con pasamanos.dft	
			Escala: 120	Peso Hoja 1 de 1

SOLID EDGE ACADEMIC COPY

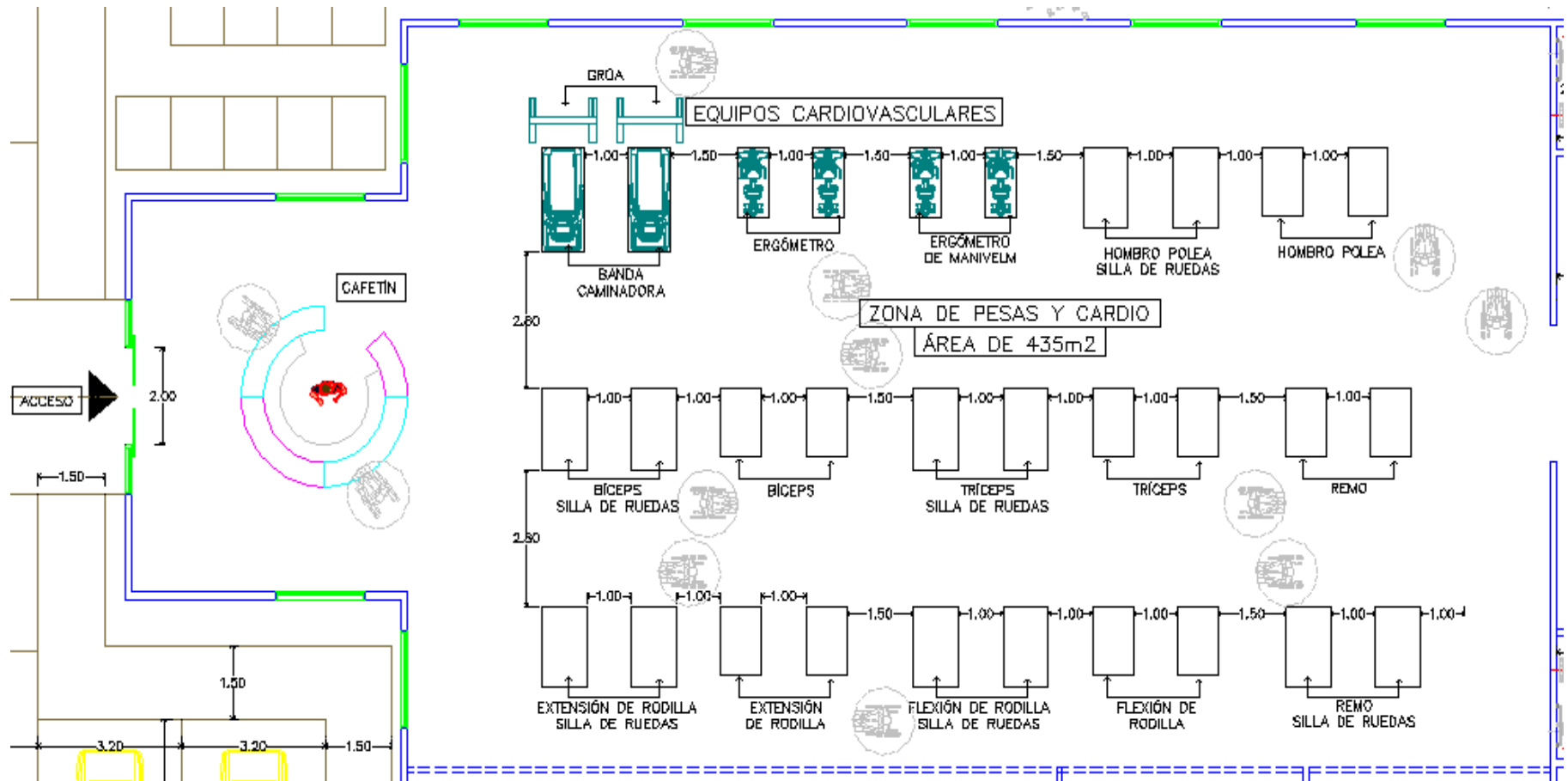
ANEXO. 18 PLANO ARNÉS



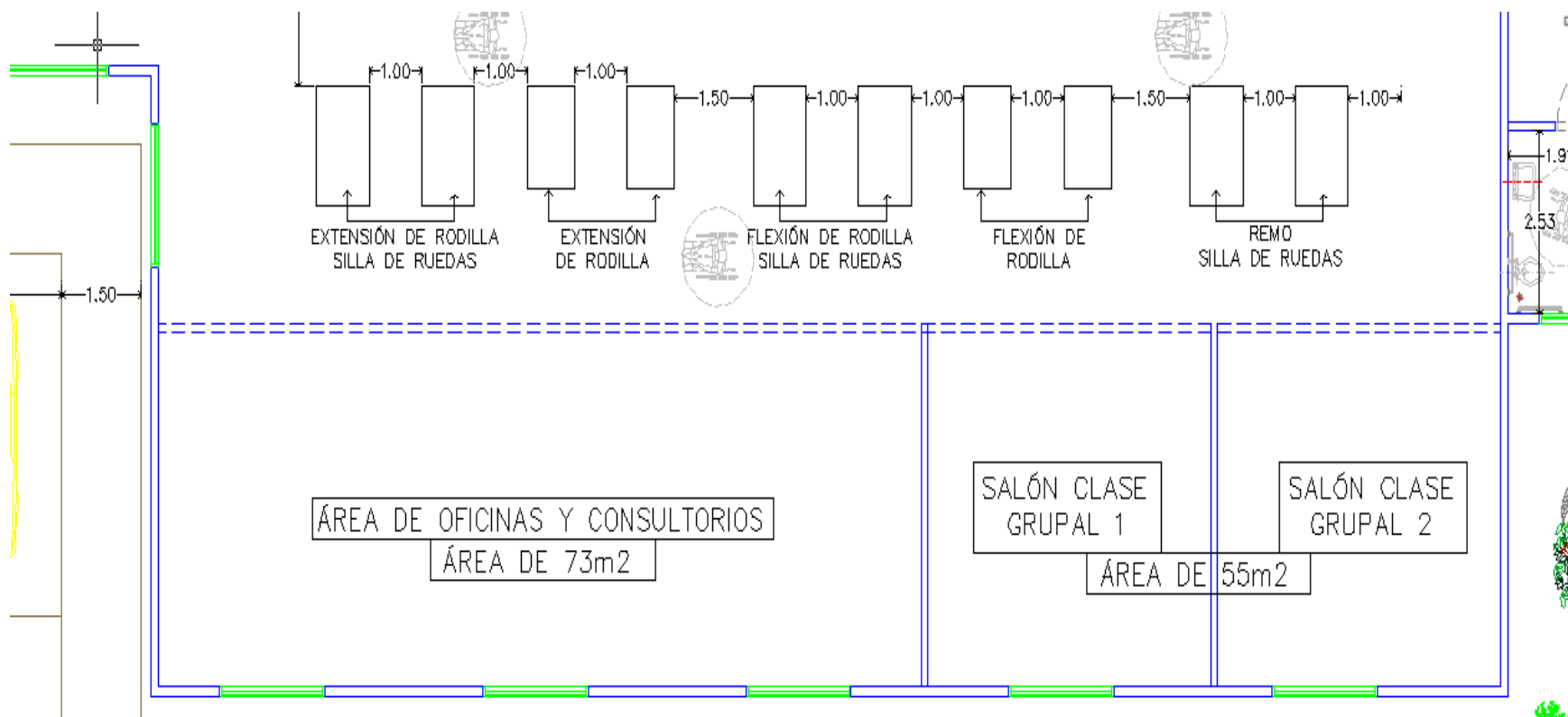
ANEXO. 19 PLANO ARQUETENTÓNICO ZONA DE PARQUEADEROS Y ACCESO



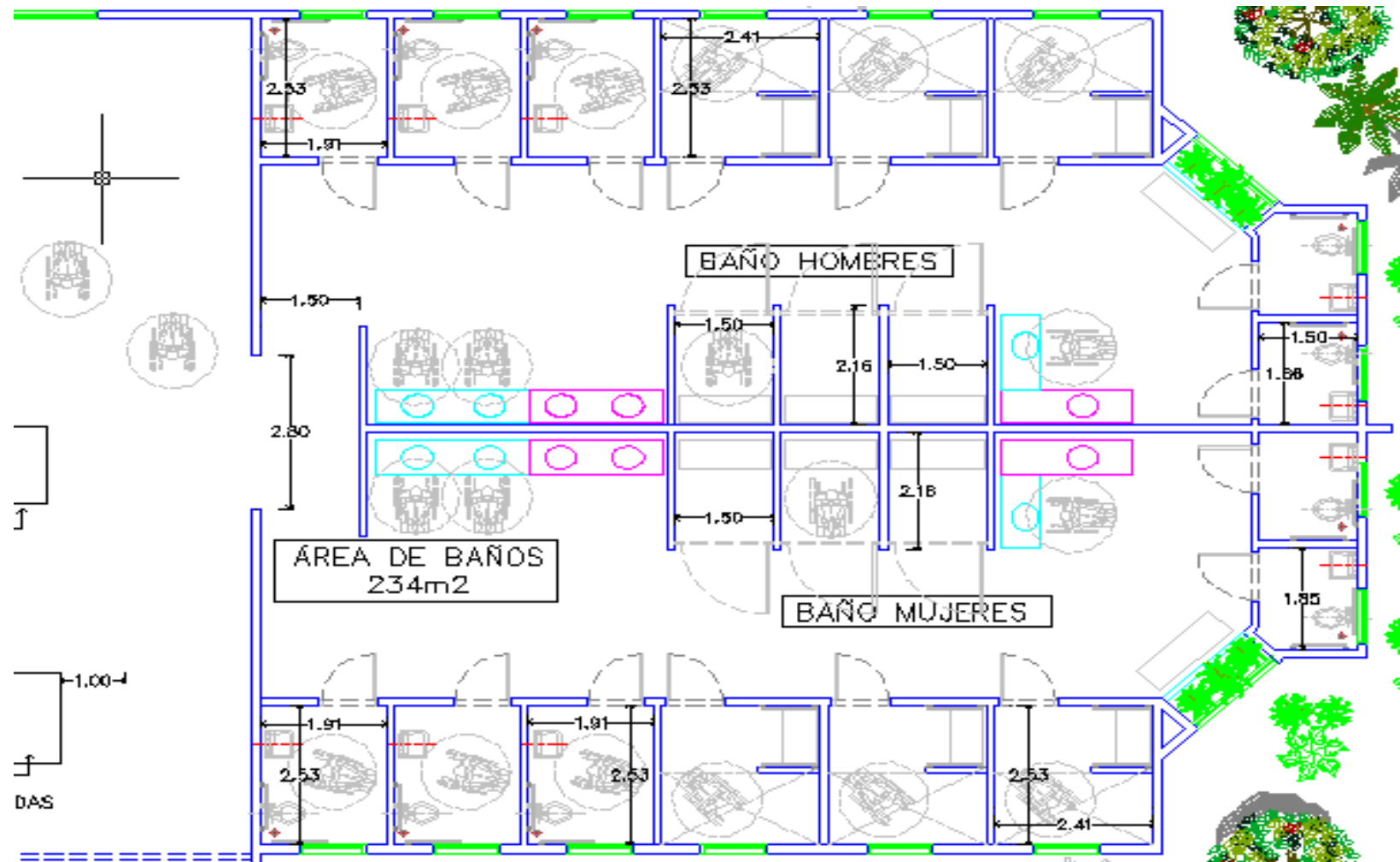
ANEXO. 20 PLANO ARQUITECTÓNICO ZONA DE ESTAR Y EQUIPOS.



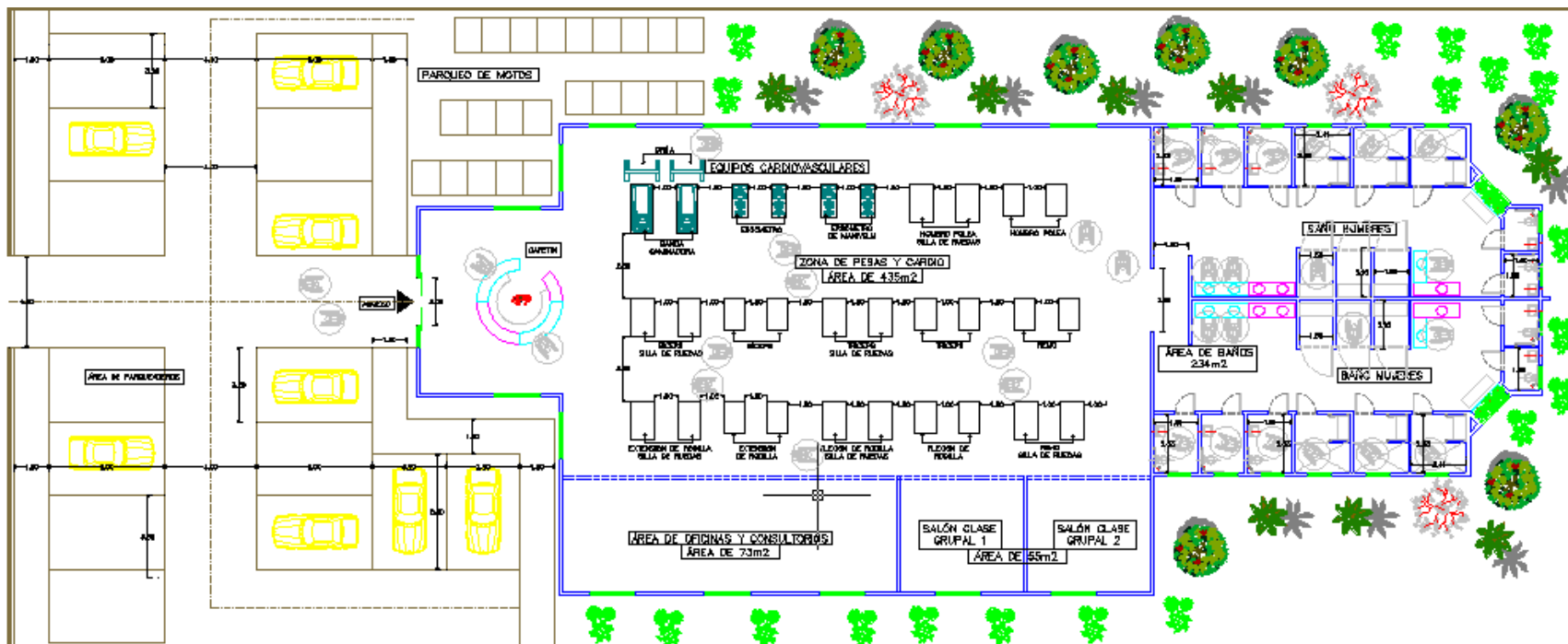
ANEXO. 21 PLANO ARQUITECTÓNICO ZONA DE OFICINAS Y SALONES.



ANEXO. 22 PLANO ARQUITECTÓNICO ZONA DE BAÑOS.



ANEXO. 23 PLANO ARQUITENTÓNICO CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO



CENTRO DE ACONDICIONAMIENTO FÍSICO



ESCUELA DE INGENIERÍA DE ANTIOQUIA

ACTA DE EVALUACIÓN FINAL DE TRABAJO DE GRADO

Fecha: (dd/mm/aa)	2 10/11/13								
Nombre del proyecto:	Centro de acondicionamiento físico para personas con discapacidades motoras								
Director del proyecto:	Andrés Torres Velásquez								
<table border="1"> <tr> <td>Nombre del estudiante</td> <td>Programa académico</td> </tr> <tr> <td>Daniela Aguirre Orozco</td> <td>Ingeniería Biomedica</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		Nombre del estudiante	Programa académico	Daniela Aguirre Orozco	Ingeniería Biomedica				
Nombre del estudiante	Programa académico								
Daniela Aguirre Orozco	Ingeniería Biomedica								
Nombre del Jurado:									
Evaluación del proyecto: Espacio exclusivo para jurado									
<input type="checkbox"/> No aprobado <input checked="" type="checkbox"/> Aprobado sin mención <input type="checkbox"/> con Mención Pública <input type="checkbox"/> con Mención honorífica <input type="checkbox"/> Trabajo laureado									
Justificación del reconocimiento: (Artículo 28 del Acuerdo 11: "El director del Programa presentará el acta final de evaluación al Consejo Académico, donde consta la solicitud de mención especial debidamente justificada y el Consejo determinará si se otorga o no")									

[Signature]
DIRECTOR DEL PROGRAMA

[Signature]
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

[Signature]
"JURADO (Si lo hubo)"

MAM
04-30
4-7-2013

