

Informe Final Proyecto de Graduación
Para optar por el título de Ingeniería en Diseño Industrial con el grado académico de Bachillerato

Ayudas Técnicas para el Trasiego de Pacientes Internos del CENARE

Paula Morales Rodríguez
Tatiana Orozco Salazar
María Jesús Quirós Gamboa

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería en Diseño Industrial

D.I. Sergio Rivas, Profesor Asesor
I Semestre 2010

Resumen	11
---------------	----

Capítulo 1 - Introducción

1.1 - Antecedentes	13
1.2 - Problema	13
1.3 - Justificación	13
1.4 - Objetivos	13
1.4.1 - Objetivo General	13
1.4.2 - Objetivos Específicos	14
1.5 - Metodología	14
1.6 - Cronograma	15

Capítulo 2 - Gestión de Diseño

2.1 - Pacientes del CENARE	16
2.1.1 - Estadísticas	16
2.1.2 - Clasificación de pacientes	17
2.1.2.1 - Pacientes con Necesidad Total	17
2.1.3 - Otras Cifras	18
2.1.4 - Actividades diarias del Paciente	18
2.1.5 - Manipulación del Paciente	19
2.2 - Terapia	21
2.2.1 - Tipos	21
2.2.1.1 - Terapia Física	21
2.2.1.2 - Terapia Ocupacional	21
2.2.1.3 - Terapia de Lenguaje	21
2.2.1.4 - Terapia Respiratoria	22
2.2.1.5 - Terapia de Rehabilitación Cardíaca	22
2.2.1.6 - Terapias Alternativas	22
2.3 - Infraestructura Actual CENARE	23
2.3.1 - El Recorrido	26
2.4 - Análisis de lo existente	27
2.4.1 - Sillas de Ruedas	27
2.4.1.1 - Tipos	27
2.4.1.2 - Sillas de Ruedas Manuales	27
2.4.1.3 - Sillas de Ruedas Eléctricas	28
2.4.2 - Camillas	28
2.4.2.1 - Tipos	29
2.4.3 - Grúas	29
2.4.3.1 - Tipos	29

2.4.3.2 - Tipos de Soportes Corporales	30
2.4.4 - Otras Ayudas de Transferencia	31
2.4.4.1 - Tipos	31
2.4.5 - Soluciones Alternativas	31
2.5 - Consideraciones Tecnológicas	32
2.5.1 - Aceros	32
2.5.1.1 - Procesos de Transformación	32
2.5.1.2 - Consideraciones para el Diseño	32
2.5.2 - Polímeros	33
2.5.2.1 - Procesos de Transformación	33
2.5.2.2 - Consideraciones para el Diseño	33
2.5.3 - Cerámicos	34
2.5.3.1 - Procesos de Transformación	34
2.5.3.2 - Consideraciones para el Diseño	34
2.5.4 - Maderas	35
2.5.4.1 - Procesos de Transformación	35
2.5.4.2 - Consideraciones para el Diseño	35
2.5.5 - Apoyos	36
2.5.5.1 - Apoyos Simples: Rodines/Ruedas	36
2.5.5.2 - Apoyos de Segundo Tipo: Patas	37
2.5.6 - Pistones	37
2.6 - Consideraciones Ergonómicas	38
2.6.1 - Percentiles	38
2.6.2 - Dimensiones antropométricas estándar	38
2.6.3 - Población	38
2.6.3.1 - Personas con dificultades de deambulación	38
2.6.3.2 - Personas usuarias de sillas de ruedas	39
2.6.4 - Dimensiones antropométricas funcionales	39
2.6.4.1 - Alcance: Personas con dificultades de deambulación	39
2.6.4.2 - Alcance: Personas usuarias de sillas de ruedas	40
2.6.4.3 - Desplazamiento	41
2.6.5 - Dimensiones de Sillas de Ruedas	41
2.7 - Síntesis	41
2.8 - Análisis Antropométrico del Espacio	42
2.8.1 - Accesos	42
2.8.1.1 - Condiciones Técnicas	42
2.8.1.2 - Condiciones Espaciales	42
2.8.2 - Pasillos	42
2.8.2.1 - Condiciones Técnicas	42

2.8.2.2 - Movilidad	42
2.8.2.3 - Elementos Auxiliares	42
2.8.2.3 - Condiciones Espaciales	43
2.9 Análisis de Condiciones de Se alización	44
2.9.1 - Receptor	44
2.9.2 - Medio	44
2.9.3 - Se alización Visual	44
2.10 - Análisis perceptual	46
2.11 - Resumen	48

Capítulo 3 - Solución de Diseño

3.1 - Desarrollo del concepto	50
3.1.1 - Descomposición del Problema	50
3.1.2 - Planteamiento del Concepto	51
3.2 - Posibles soluciones	52
3.2.1 - Clasificación de Estrategias	52
3.2.1.1- Matriz de Estrategias	53
3.2.1.2-Eliminación de Alternativas.....	54
3.2.1.3-Combinación de Alternativas.....	54
3.2.2 Requisitos de Uso	54
3.3-Desarrollo de Propuestas.....	55
3.3.1 Caracterización de Propuestas	55
3.3.1.1 Fajas Multifuncionales	55
3.3.1.2 Sistema Giratorio	56
3.3.1.3 Poleas	56
3.3.1.4 Tabla-tobogán Deslizante	57
3.3.1.5 Tela Elástica	57
3.3.1.6 Tabla Deslizante	58
3.3.1.7 Rieles	58
3.3.1.8 Banda Sin Fin	59
3.3.1.9 Motor Independiente Adaptable	59
3.3.2 Evaluación de Alternativas	60
3.3.3 Validación de Alternativa Final	61

Capítulo 4 - Propuesta Final

4.1 - Propuesta Final	62
4.1.1 - Transferencia	62
4.1.1.1 - Características Técnicas	62
4.1.1.2 - Estructura	63

4.1.1.3 - Caracterizaci n de las Partes	63
4.1.1.4 - Funcionamiento del Actuador	66
4.1.1.5 - Funcionamiento de las Patas	66
4.1.1.6 - Funcionamiento de las Agarraderas	67
4.1.1.7 - Usabilidad	67
4.1.1.8 - Optimizaci n Espacial	68
4.1.1.9 - Log stica	69
4.1.2 - Traslado	70
4.1.2.1 - Estructura	70
4.1.2.2 - Caracterizaci n de las Partes	70
4.1.2.3 - Funcionamiento	72
4.1.2.4 - Otras caracter sticas	73
4.1.2.5 - Interfases	75
4.1.2.6 - Log stica	75
4.1.2.7 - Tiempos de traslado	76
4.2 -Gradiente de Mejoramiento	78
4.2.1 - Transferencia	78
4.2.2 - Traslado	79
4.3 - Conclusiones y Recomendaciones	80
4.3.1 - Conclusiones	80
4.3.2 - Recomendaciones	81
Anexos	
Anexo 1: Cuadro de Involucrados	82
Anexo 2: Testimonio de un Paciente Hemipl jico	83
Bibliograf a	84

Capítulo 2 - Gestión de Diseño

fig 2.1.1: clasificación tipos de hemiplejía	17
fig 2.1.2: horario diario pacientes internos	18
fig 2.1.3: manejo del paciente	20
fig 2.2.1: salón de terapia física (gimnasio)	21
fig 2.2.2: cocina y habitación. área de terapia ocupacional	21
fig 2.2.3: paciente en terapia de lenguaje	21
fig 2.2.4: desarrollo de terapia respiratoria	22
fig 2.2.5: paciente en terapia cardíaca	22
fig 2.2.6: tanque de hubbard y piscina	22
fig 2.3.1: distribución del espacio. instalaciones del CENARE	23
fig 2.3.2: distribución interna. área de terapia	24
fig 2.3.3: distribución interna. área de encamados	25
fig 2.3.4: dimensión recorridos	26
fig 2.4.1: partes de una silla de ruedas	27
fig 2.4.2: sillas de ruedas manuales	28
fig 2.4.3: sillas de ruedas eléctricas disponibles en el mercado	28
fig 2.4.4: partes de una camilla	28
fig 2.4.5: partes de una grúa móvil	29
fig 2.4.6: RIBA en funcionamiento	31
fig 2.6.1: dimensiones antropométricas	38
fig 2.6.2: dimensiones antropométricas en silla de ruedas	39
fig 2.6.3: dimensiones funcionales en usuarios con dificultad	39
fig 2.6.4: dimensiones de sillas de ruedas convencionales	40
fig 2.7.1: síntesis dimensiones antropométricas estáticas en pie	41
fig 2.7.2: síntesis dimensiones antropométricas estáticas sentados	41
fig 2.7.3: síntesis dimensiones funcionales alcance	41
fig 2.8.1: aproximación a accesos de paso (en cm)	42
fig 2.8.2: áreas de giro en pasillos (en cm)	42
fig 2.8.3: pasillos rectos. anchura libre (en cm)	43
fig 2.8.4: dimensiones mínimas en áreas de giro	43
fig 2.9.1: localización de la información	44
fig 2.9.2: distancias correctas de paneles de información (en cm)	44
fig 2.9.3: relación tamaño del símbolo-distancia de lectura (en cm)	45

fig 2.9.4: ejemplo de elementos gráficos de fácil lectura	45
fig 2.9.5: correcta relación figura-fondo	45
fig 2.10.1: mapa perceptual	46
fig 2.10.2: cuadro cromático	46
fig 2.10.3: cuadro cromático	47

Captulo 3- Soluci n de Dise o

fig 3.1.1: diagrama FAST: diagrama de funciones	50
fig 3.2.1: recopilaci3n de ideas	52
fig 3.2.2: clasificaci3n de alternativas	52
fig 3.2.3: matriz de alternativas	53
fig 3.3.1: faja multifuncional	55
fig 3.3.2: auxiliar con faja multifuncional	55
fig 3.3.3: como se usa la faja multifuncional	55
fig 3.3.4: paciente haciendo uso del sistema giratorio	56
fig 3.3.5: sistema de poleas fijas al suelo	56
fig 3.3.6: sistema de poleas fijas al cieloraso	56
fig 3.3.7: detalles de la tabla-tobog3n deslizante	57
fig 3.3.8: rotaci3n de paciente utilizando la tabla-tobog3n deslizante	57
fig 3.3.9: tela el3stica	57
fig 3.3.10: fijaci3n de la tela el3stica a la camilla	57
fig 3.3.11: ubicaci3n de la tabla deslizante entre la camilla y la silla	58
fig 3.3.12: sistema de rieles instalados	58
fig 3.3.13: banda sin fin	59
fig 3.3.14: motor independiente leyendo cinta lectora	59

Captulo 4- Propuesta Flnal

fig 4.1.1: auxiliar para transferencias	62
fig 4.1.2: volumen que ocupa el objeto	62
fig 4.1.3: ubicaci3n del centro de masa	62
fig 4.1.4: relaci3n ancho-alto-simetría, garantizan la estabilidad	63
fig 4.1.5: vistas planas (de izquierda a derecha) fronta, lateral, superior .	63
fig 4.1.6: componentes y materiales del subsistema	63
fig 4.1.7: actuador	66
fig 4.1.8: funcionamiento interno del actuador	66

fig 4.1.9: funcionamiento del actuador	66
fig 4.1.10: vista lateral de una pata	66
fig 4.1.11: vista superior sujeción para el paciente	67
fig 4.1.12: uso por un paciente con el hemisferio izquierdo afectado	67
fig 4.1.13: configuración del asiento	67
fig 4.1.14: ubicación y uso de los controles	68
fig 4.1.15: movilizar el sistema	68
fig 4.1.16: traslado de camilla a silla de ruedas	68
fig 4.1.17: diagrama uso del sistema de traslado	69
fig 4.1.18: subsistema de transporte instalado	70
fig 4.1.19: composición del sistema de transporte	70
fig 4.1.20: ubicación de los motores y baterías	70
fig 4.1.21: vista superior bandas de identificación del recorrido	72
fig 4.1.22: ubicación de sensores auxiliares	72
fig 4.1.23: reacción de los sensores y motores cuando hay obstáculos .	72
fig 4.1.24: funcionamiento de los motores para avanzar en línea recta ...	73
fig 4.1.25: funcionamiento de los motores para realizar un giro	73
fig 4.1.26: diagrama subsistema eléctrico-mecánico	73
fig 4.1.27: motor en neutro para uso manual	73
fig 4.1.28: radios de giro del sistema	74
fig 4.1.29: sistema de sujeción posterior del chaleco	74
fig 4.1.30: control remoto para control de recorrido	75
fig 4.1.31: ventana que muestra la ubicación de los pacientes	75
fig 4.1.32: ubicación del botón de emergencia	75
fig 4.1.33: diagrama de uso sistema de transporte	76
fig 4.1.34: diagrama de logística recorrido al gimnasio	77
fig 4.1.35: diagrama de logística recorrido al área de hidroterapia	77

Capítulo 2 - Gestión de Diseño

cuadro 2.1.1: estadísticas generales del CENARE	16
cuadro 2.1.2: promedio de hospitalización	16
cuadro 2.1.3: camas asignadas por áreas de servicio	16
cuadro 2.1.4: camas ocupadas del 100% asignado a cada área	16
cuadro 2.1.5: estancia promedio del paciente según servicio requerido	16
cuadro 2.1.6: porcentajes anuales de pacientes que atiende el centro ...	16
cuadro 2.1.7: porcentaje pacientes atendidos en medicina	16
cuadro 2.1.8: cantidad de terapias que brinda el centro por áreas	16
cuadro 2.1.9: caracterización de los pacientes que trata el CENARE	17
cuadro 2.1.10: cifras importantes	18
cuadro 2.4.1: tipos de sillas de ruedas disponibles en el mercado	27
cuadro 2.4.2 : tipos de camillas	29
cuadro 2.4.3: características de los diferentes tipos de grúas	29
cuadro 2.4.4: características de soportes corporales para grúas	30
cuadro 2.4.5: características de las ayudas técnicas para transferencia	31
cuadro 2.5.1: características de tipos de acero según su composición	32
cuadro 2.5.2: características de los procesos de aceros	32
cuadro 2.5.3: características de tipos de polímeros	33
cuadro 2.5.4: características de los procesos de plásticos	33
cuadro 2.5.5: tipos de polímeros	34
cuadro 2.5.6: caracterización procesos de manufactura de cerámicos ..	34
cuadro 2.5.7: características según el tipo de madera	35
cuadro 2.5.8: caracterización transformación de la madera	35
cuadro 2.5.9: caracterización ruedas en el mercado nacional	36
cuadro 2.5.10: usos de las ruedas/rodines según su dimensión	37
cuadro 2.5.11: características soportes	37
cuadro 2.5.12: características pistones	37
cuadro 2.9.1: significado según forma y color de las señales	45
cuadro 2.10.1: resumen análisis realizados	49
tabla 2.6.1: dimensiones antropométricas (en mm)	38
tabla 2.6.2: dimensiones de las usuarias de sillas de ruedas	39
tabla 2.6.3: dimensiones funcionales con dificultad de deambulación, de pie	40
tabla 2.6.4: dimensiones funcionales de usuarios en silla de ruedas	40
tabla 2.6.5: dimensiones según los giros en silla de ruedas	41

tabla 2.8.1: dimensiones mínimas en áreas de giro	43
tabla 2.9.1: contraste de colores para señalización	44
tabla 2.9.2: significado formas y colores en señalización de seguridad ..	45
tabla 2.9.3: tamaño textos según distancia de lectura	45

Capítulo 3- Solución de Diseño

cuadro 3.2.1: recopilación de ideas	54
cuadro 3.2.2: requisitos de uso	54
cuadro 3.3.1: evaluación de propuestas	60
cuadro 3.3.2: validación de propuesta final por parte de diseñadores	61

Capítulo 4- Propuesta Final

cuadro 4.1.1: requerimientos para el subsistema de transferencia	
cuadro 4.1.2: características específicas de las partes del subsistema ..	63
cuadro 4.1.3: resumen de las propiedades de los materiales aplicados	65
cuadro 4.1.4: características específicas de las partes del subsistema ..	65
cuadro 4.1.5: resumen de las propiedades de los materiales aplicados	71
cuadro 4.1.6: resumen de las características del servicio de terapia	72
cuadro 4.1.7: situación actual vs sistema auxiliar, sistema de transferencia	76
cuadro 4.1.8: gradientes de mejoramiento (transferencia)	78
cuadro 4.1.9: situación actual vs sistema auxiliar, sistema de traslado ...	78
cuadro 4.1.10: gradientes de mejoramiento (traslado)	80
	80

El trabajo que se desarrolla a continuación tiene como objetivo general generar un sistema auxiliar que optimice el trasiego de los pacientes internos en el Centro de Rehabilitación Nacional (CENARE), se busca reducir esfuerzos por parte del personal, optimizar el recurso humano en las actividades de transferencia y traslado y minimizar la manipulación del paciente por parte de enfermeros y auxiliares.

Se diseñó específicamente para pacientes que sufren hemiplejía, esta se define como una parálisis de un lado del cuerpo, que se da cuando se da a un hemisferio del cerebro, es por esta razón que el paciente es sometido diariamente a terapias que lo ayudan a ir estimulando los músculos y nervios que necesita para poder incorporarse de nuevo a su vida cotidiana.

Existen dos áreas de encamados en el CENARE con capacidad para cuarenta y cuatro pacientes cada una y están ubicadas en lados opuestos del pasillo principal. Para movilizar un paciente desde el área de encamados hasta el área de terapia toma aproximadamente de 20 a 30 minutos, que corresponden a preparar al paciente hasta llevarlo al área correspondiente. Se cuenta con únicamente dos enfermeros para preparar y transportar a cuatro pacientes a cada sesión, lo cual deberá realizarse, idealmente, en menos de quince minutos.

Como primera etapa del proyecto se realiza un análisis del problema y se divide para lograr una solución focalizada para concluir en una solución integrada, luego se plantean los objetivos del proyecto para alcanzar la solución del problema.

La segunda etapa consiste en un análisis extensivo de procesos y ayudas existentes en el mercado para solucionar problemas similares. También se hacen análisis complementarios de antropometría, ergonomía, materiales, procesos de producción, etc. Todo esto con el fin de tener las herramientas para diseñar la propuesta ideal.

La tercera etapa o gestión de diseño se basa en la generación de conceptos y elección de concepto-propuesta por medio de criterios de evaluación basados en los requisitos. Como última etapa se desarrolla la propuesta que cumple cabalmente los objetivos propuestos.

La propuesta final de diseño es un sistema compuesto de dos partes diferenciables por la función que cada una realiza. El sistema permite mejorar la calidad de vida del personal del Centro Nacional de Rehabilitación, minimiza el esfuerzo del personal del Centro, reduce la cantidad de personal necesaria para atender a cada paciente, disminuye el esfuerzo físico y estrés de los pacientes, maximiza el tiempo de terapia, reduce el tiempo de recuperación de los pacientes, entre otros.

The following paper aims to desing an auxiliary system that optimizes the transfer of a patients in the Centro Nacional de Rehabilitación (CENARE) in Costa Rica. It s intended to reduce physical efforts from the staff, to optimize the human resource in the transfer and transportation and to minimize patient s handling by nurses and assistants.

It's designed specifically for patients suffering from hemiplegia, this is defined as a paralysis of one side of the body, which occurs when one hemisphere of the brain is damaged. For this reason the patient undergoes daily therapy to help him stimulate muscles and nerves needed to rejoin their daily lives.

There are two areas of interns in the CENARE located on opposite sides of the main hall, each one with capacity for forty-four patients. To mobilize a patient from the room areas up to the therapy hall takes from twenty to thirty minutes which are taken from their one hour therapy sessions. There are only two nurses to prepare and carry four patients to each session, which should be ideally made in less than fifteen minutes.

The first stage of the analysis was dedicate to identify the problem, to select a possible solution and to stablish the objectives of the project.

The second stage consists on an extensive analysis of existing processes and products in the market used to solve similar problems. During this stage additional analysis where made, such as anthropometry, ergonomics, materials, production processes, etc. All this in order to have the tools to design the final product.

The third stage of the design is based on concept generation and selection of the concept, through proposal evaluation criteria based on requirements.

The last step is developing the proposal trying to solve the majority of factors and fully achieve the proposed goals.

The final design proposal is a system composed of two distinctive parts by the function each performs. The system improves the quality of life of the staff from the Centro Nacional de Rehabilitaci n, minimizes the effort of the centre staff, reduces the amount of staff required to care for each patient, reduces the physical effort and stress of patients, maximizes the therapy time and reduces the recovery time of patients, among others.

1.1 Antecedentes

Existen centros dirigidos a proporcionar tratamiento integral a la población con lesiones del sistema neuro-musculo-esquelético ocasionadas por accidentes laborales, de tránsito, domiciliarios, enfermedades congénitas o adquiridas. Terapias para el ajuste personal, técnicas profesionales para la reintegración laboral y actividades convivenciales para la reintegración social.

Estos centros cuentan con diferentes equipos que ayudan en la realización de las actividades propuestas para cada paciente según sus necesidades, es por esto que es indispensable optimizar los servicios tanto para el usuario como para los empleados.

En Costa Rica existe desde 1954 el Centro Nacional de Rehabilitación (CENARE), destinado al tratamiento de este sector de la población nacional.

1.2 Problema

Carencia de un sistema auxiliar en el trasiego de los pacientes internos del Centro Nacional de Rehabilitación; proceso de transferencia entre la camilla y la silla y traslado de la entrada del salón de encamados a la entrada del área de terapia.

1.3 Justificación

Este proyecto pretende proveer a la institución de dos elementos o sistemas auxiliares:

1. elemento o sistema auxiliar para transferir al paciente interno de la camilla a la silla de ruedas.
2. elemento o sistema auxiliar para transferir al paciente interno de la entrada del área de encamados a la entrada del área de terapia.

La creación de dicho sistema pretende mejorar los servicios que brinda el centro, mejorar el desempeño de los empleados del centro, sacar mejor provecho de las sesiones de terapia y por lo tanto, a largo plazo, menor tiempo de recuperación y por lo tanto, reducir el lapso que los pacientes están internos en el centro. A muy largo plazo esto permitirá que el CENARE pueda atender más pacientes por día y además se aprovechen mejor los recursos disponibles.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Generar un elemento o sistema auxiliar que optimice la transferencia del paciente interno de la camilla a la silla y para traslado del paciente del salón de encamados a las salas de terapia.

1.4.2 Objetivos específicos

1. reducir esfuerzos y lesiones de los terapeutas y pacientes.
2. optimizar el recurso humano en las actividades de transferencia y traslado.
3. minimizar la manipulación del paciente por parte de enfermeros y auxiliares.
4. utilizar tecnologías accesibles en el país y acordes a la realidad nacional actual.

1.5 Metodología

- necesidad
 - .ubicación de una empresa
 - .análisis de problemática
- problema
 - .planteamiento/consecuencias
 - .antecedentes
- objetivos
 - .generales y específicos
 - .delimitación del problema
- alcance
 - .especificación de resultados
 - .solución esperada del problema
- limitaciones
 - .condicionantes del resultado
 - .recursos disponibles
- investigación
 - .estado del arte
 - .conceptualización teórica
 - .campos de conocimiento
- conceptualización
 - .caracterización del producto
 - .propuestas
 - .análisis de las propuestas
- propuesta final
 - .especificaciones del producto
 - .presentación del producto

1.6 Cronograma

semana 1

8 - 12 de febrero
.definición del problema.
.establecimiento de alcances.
.identificación de limitaciones.

semana 2

15 - 19 de febrero
.análisis de estadísticas y antecedentes:
estructuras, tipos de pacientes, recurso humano, insumos médicos, bienes muebles, presupuestos.

semana 3

22 - 26 de febrero
* entrega de anteproyecto
.visita al CENARE.
.entrevista con director del centro.
.entrevistas con encargadas de enfermería y rehabilitación.
.análisis de la situación actual (toma de fotografías, compilación de croquis).

semana 4

1 - 5 de marzo
.inicia etapa de conceptualización del sistema.
.requisitos y requerimientos específicos del diseño.

semana 5

8 - 12 de marzo
.estrategias de distribución de espacio.
.partes del sistema.

semana 6

15 - 19 de marzo
.selección de concepto.
.implementación de ergonomía.
.posibles modulaciones.
.generación de propuestas.

semana 7

22 - 26 de marzo
.visita al CENARE.
.análisis de las propuestas.
.generación de propuestas.

semana 8

5 - 9 de abril
.análisis de materiales.
.análisis de tecnologías nacionales disponibles.
.desarrollo de propuestas.

semana 9

12 - 16 de abril
.desarrollo de propuestas.

semana 10

19 - 23 de abril
.visita al CENARE.
.selección de propuesta final.
.análisis de viabilidad de propuesta final.

semana 11

26 - 30 de abril
.correcciones a propuesta final.

semana 12

3 - 7 de mayo
* presentación privada
.correcciones a propuesta final basadas en sugerencias de comisión de evaluación.

semana 13

10 - 14 de mayo
.visita al CENARE.
.análisis de viabilidad de propuesta final con funcionarios especialistas en el área.

semana 14

17 - 21 de mayo
.revisión con tutor de correcciones realizadas a propuesta.
.desarrollo informe final.

semana 15

24 - 28 de mayo
.correcciones a propuesta final.
.valorar posibilidad de realizar maquetas u otros modelos a escala para la representación del sistema.

semana 16

31 - 4 de junio
.cotización de posibles proveedores para la construcción del sistema.

semana 17

7 - 11 de junio
.pulsar informe final.
.preparación de presentación final.

semana 18

14 - 18 de junio
.pulsar informe final.
.preparación de presentación final.

semana 19

21 - 25 de junio
* presentación pública

2.1 Centro Nacional de Rehabilitación

2.1.1 Estadísticas

Las siguientes estadísticas se tomaron del Anuario Nacional de la Caja Costarricense del Seguro Social, del departamento de codificación médica clasificación estadísticas de salud, este anuario contempla las cifras de los centros médicos existentes en el país, se trabajarán únicamente con las estadísticas que colaboren en el desarrollo del proyecto.

estadísticas generales	
camas	88
egresos anuales	2648
estancia promedio	11,07 días
ocupación	62,53%
mortalidad	0,19%
intervención quirúrgica	46,6%

cuadro 2.1.1: estadísticas generales del CENARE

promedio de hospitalización por grupos de edad.	
edad	cantidad de días
menos de 1	-
01-9	1,67
10 - 19	5,33
20 - 44	9,71
45 - 64	13,30
65 y más	12,82

cuadro 2.1.2: promedio de hospitalización

porcentaje de camas por servicio	
área	porcentaje asignado
medicina	76,4%
cirugía	23,60%

cuadro 2.1.3: camas asignadas por área de servicio

porcentaje de ocupación por servicio	
área	porcentaje asignado
medicina	69,64%
cirugía	39,53%

cuadro 2.1.4: camas ocupadas del 100% asignado a cada área

estancia promedio por servicio	
área	promedio de días
medicina	13,48%
cirugía	6,27%

cuadro 2.1.5: estancia promedio del paciente según el servicio requerido

porcentaje de egreso por servicio	
área	promedio de días
medicina	47,17%
cirugía	52,83%

cuadro 2.1.6: porcentajes anuales de pacientes que atiende el centro

promedio de pacientes por grupos de edad.	
edad	cantidad de pacientes
10 - 14	0,48
25 - 19	4,8
20 - 44	32,35
45 - 64	30,90
65 y más	31,47

cuadro 2.1.7: porcentaje anual pacientes atendidos en el servicio de medicina

terapias que brinda el centro			
sesiones		tratamientos	
82 615		585 219	
área de atención			
consulta externa		hospitalización	
sesiones	tratamientos	sesiones	tratamientos
69 071	487 426	13 544	97 793

cuadro 2.1.8: cantidad de terapias por año, que brinda el centro por áreas de atención.

2.1.2 Clasificación de los pacientes

La clasificación de los pacientes con que se trabaja se basa en la teoría propuesta por Dorotea Orem. Consiste en que la enfermera puede asumir el autocuidado, pero con carácter temporal para facilitar la recuperación de la determinación de la persona y su independencia; la base de una relación de enfermería es la necesidad de realizar acciones compensatorias para vencer la incapacidad o capacidad limitada de cuidarse o para facilitar el desarrollo u organización de las actividades de autocuidado. Esto se lleva a la práctica con la teoría de sistemas de enfermería diseñada por Orem, con acciones por parte del profesional de enfermería y acciones por parte de la persona que requiere autocuidado, siendo el individuo y la familia, los protagonistas de su proceso.

En este modelo se hace evidente que la función de la enfermera es solo cuando el paciente es incapaz de satisfacer por sí mismo sus necesidades de autocuidado. Orem ve al individuo como un ser autónomo, con capacidad de autocuidarse mientras objetivamente no se demuestre lo contrario, para ser capaz de adoptar sus propias decisiones en materia de salud.

La incapacidad para llevar a cabo el autocuidado de una forma autónoma produce sentimientos de dependencia y percepción negativa de sí mismo. La enfermera tiene la obligación y responsabilidad de brindar atención segura y competente cuando asume su papel dentro de un marco de relación interpersonal con el fin de actuar, conocer y ayudar a las personas, satisfacer sus demandas de autocuidado terapéutico y regular el desarrollo o ejercicio de la actividad de autocuidado.

tipos de pacientes según enfermería		
necesidad total	necesidad parcial	apoyo educativo
requiere ayuda en cualquier actividad que desee realizar.	colabora con el enfermero en alguna función.	se encuentra en la última fase de terapia. fortalecen puntos más débiles.

cuadro 2.1.9: caracterización de los pacientes que trata el CENARE

2.1.2.1 Pacientes con necesidad total

Se diseñará específicamente para un tipo de pacientes dentro de esta clasificación; los pacientes con hemiplejía.

La hemiplejía se define como la parálisis de un lado del cuerpo, ésta se da cuando se daña un hemisferio del cerebro.

Sus principales causas son accidentes cerebrovasculares y tumores cerebrales. Los pacientes con esta clase de parálisis sufren de rigidez y atrofiamiento de músculos no afectados por falta de uso, el brazo afectado queda pegado al costado del cuerpo y en algunos casos el paciente presenta problemas de lenguaje.

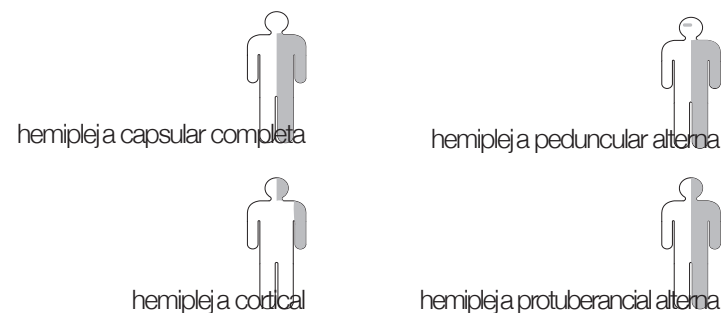


fig 2.1.1: clasificación tipos de hemiplejía.

2.1.3 Otras cifras

dentro del CENARE	
rubro	cantidad
tiempo de duración para alistar al paciente	20-30 minutos
duración recorrido cuarto- rea de terapia	5-7 minutos
duración sesión de terapia	30-45 minutos
cantidad de sillas de ruedas	60
cantidad de camillas para traslado	8
capacidad máxima de pacientes internos	88
personal	11 enfermeras, 30 auxiliares, 18 asistentes

cuadro 2.1.10: cifras importantes

2.1.4 Actividades diarias del paciente

Describe la rutina ideal de un paciente interno, desde el inicio del día hasta el final del mismo. Pero no necesariamente se cumple con exactitud, el principal problema que afronta es la movilización del paciente, muchas veces se pierden hasta 20 minutos más de lo provisto.

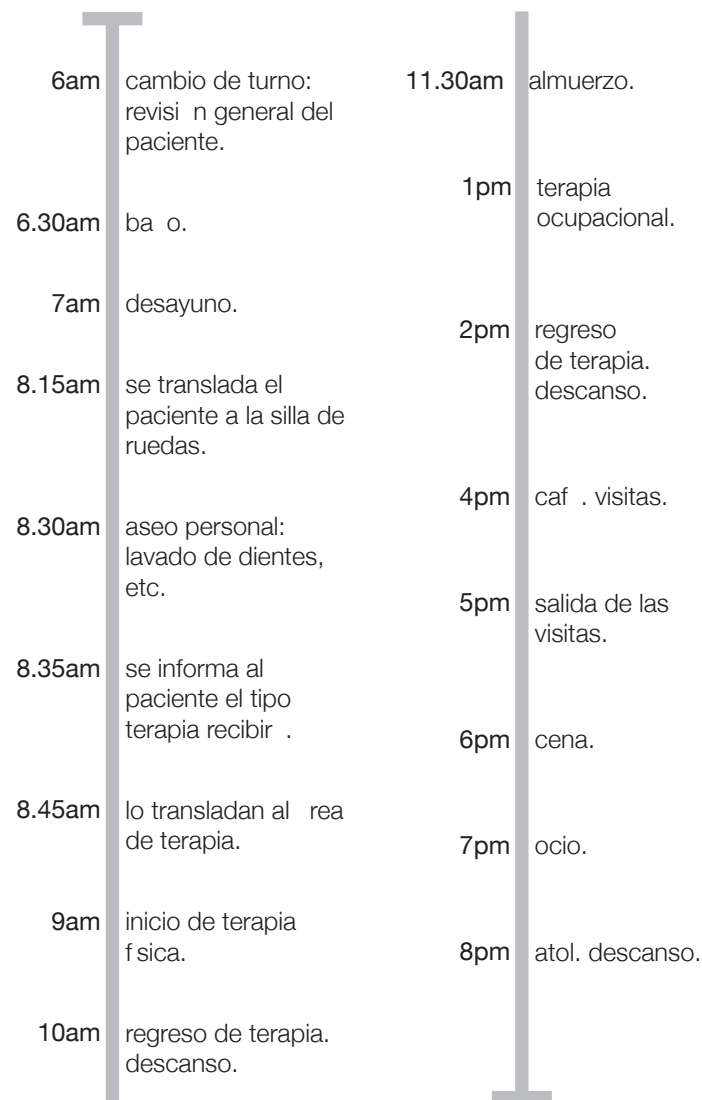


fig 2.1.2: horario diario pacientes internos

2.1.5 Manipulación del paciente

Se refiere a los pasos que debe realizar un enfermero o asistente para movilizar al paciente, desde la camilla hasta la silla, y posteriormente su traslado al área de terapia.

1. el enfermero debe establecer un plan de maniobra: confirmar la capacidad cognitiva del paciente para saber si puede comprender instrucciones, y examinar la fuerza del paciente para determinar si es lo suficientemente fuerte para participar en el procedimiento.

2. el enfermero debe informar al paciente del procedimiento a realizar para hacer sentir al paciente respetado y no controlado. Debe colocar la silla de ruedas, lo más cerca posible, frente a los pies de la cama, bloquear los frenos de la silla y doblar los reposapiés.

3. ajustar la altura de la cama lo más baja posible, para evitar el riesgo de heridas en una eventual caída. Bajar la baranda del lado en que se colocó la silla.

4. el enfermero debe elevar la cabecera de la cama hasta un nivel tolerable, debe estar controlando al paciente durante este procedimiento para corroborar que no está mareado o nervioso.

5. el enfermero debe colocar un brazo debajo del hombro del paciente y el otro soportando la cadera del lado opuesto. Contar hasta tres y cuidadosamente mover las piernas del paciente hacia el lado de la cama, lo asiste para levantar su tronco y hombros hasta que quede en posición sedente.

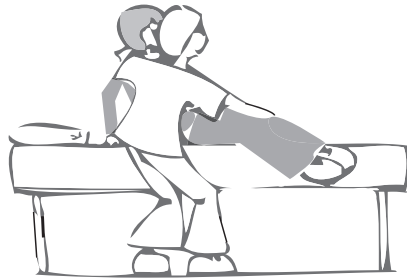
6. el enfermero debe ubicar sus brazos alrededor del tronco del paciente como soporte y colocar un brazo del paciente sobre su hombro mientras el otro brazo del paciente está extendido sobre la cama. Luego debe acercarse al paciente al borde de la cama hasta que sus pies estén planos sobre el piso.

7. el enfermero debe ampliar la distancia entre sus pies colocando el pie derecho hacia adelante y el izquierdo atrás para que le sea más fácil cambiar el peso a medida que levanta al paciente.

8. el enfermero debe ubicar el pie derecho junto al pie izquierdo del paciente (del lado del dedo pequeño) y ubicar su pierna al nivel de su rodilla. La ubicación del pie y pierna del enfermero provee estabilidad previniendo que el pie y rodilla del paciente se deslicen cuando lo levante.

9. el enfermero debe doblar las rodillas levemente e inclinar su cuerpo, mientras informa al paciente que se prepare para ser levantado. Debe contar hasta tres a medida que asiste al paciente, lo levanta y pivota hasta que la espalda del paciente quede posicionada frente a la silla de ruedas y lo baja lentamente hasta el asiento. El enfermero debe doblar sus rodillas y mantener la espalda recta durante la asistencia.

10. el enfermero debe posicionar al paciente de forma apropiada en la silla, asegurándose que sus nalgas estén totalmente descansadas en el asiento y la espalda bien apoyada en el respaldo. Una vez en la silla de ruedas, se deben colocar los brazos en los apoyabrazos y los pies en los reposapiés.



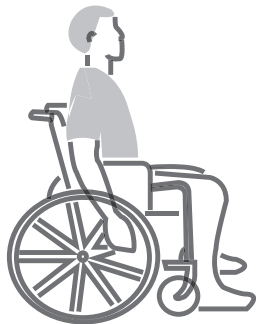
paso 6



paso 8



paso 10



traslado del paciente

fig 2.1.3: manejo del paciente

2.2 Terapias

- . Significa 'tratamiento'.
- . Es la parte de la medicina que enseña a preceptos y remedios tras sufrir algún tipo de problema en su cuerpo, que afecte la movilidad o bien la función cerebral.
- . Se refiere al protocolo empleado tras sufrir alguna enfermedad física, somática o psíquica, que impida las habilidades físicas, cuya finalidad es rehabilitar al paciente, y ayudarlo a recuperar la mayor independencia posible en los quehaceres diarios.

2.2.1 Tipos

2.2.1.1 Terapia Física

Es el tratamiento de diferentes enfermedades bajo el uso de medios físicos y mecánicos, de acuerdo a las habilidades y condiciones propias del paciente, para mejorar su función musculoesquelética.



fig 2.2.1: salón de terapia física (gimnasio)

2.2.1.2 Terapia Ocupacional

Disciplina socio sanitaria que evalúa la capacidad de la persona para desempeñar las actividades de la vida cotidiana e interviene cuando dicha capacidad está dada por cualquier causa. El terapeuta ocupacional utiliza la actividad con propósito y el entorno para ayudar a la persona a adquirir el conocimiento, las destrezas y actitudes necesarias para desarrollar las tareas cotidianas y conseguir el máximo de autonomía e integración” (Asociación Profesional Española de terapeutas ocupacionales).



fig 2.2.2: cocina y habitación. sala de terapia ocupacional

2.2.1.3 Terapia de Lenguaje

Consiste en la rehabilitación de la expresión verbal, de los trastornos fonéticos, fonológicos y de las alteraciones en la comprensión del lenguaje.



fig 2.2.3: paciente en terapia de lenguaje

22.1.4 Terapia Respiratoria

Consiste en diversas prácticas y métodos que se aplican a pacientes con patologías respiratorias, cardiovasculares, neuromusculares o anomalías de la caja torácica, con el fin de reeducarlos para mejorar su capacidad pulmonar.



fig 2.2.4: desarrollo de terapia respiratoria

22.1.5 Terapia de Rehabilitación Cardíaca

Es necesaria tras una crisis cardíaca o una intervención quirúrgica severa. Garantiza mejoras en la calidad de vida del paciente y permite en la mayoría de los casos, recuperar una vida completamente normal. Consiste principalmente de un programa de ejercicio físico controlado.



fig 2.2.5: paciente en terapia cardíaca

22.1.6 Terapias Alternativas

Así se denominan las terapias menos convencionales entre las cuales se puede mencionar la electroterapia y la hidroterapia.

La primera consiste en liberar una corriente eléctrica que pasa a través de la piel hasta los nervios. La corriente produce calor moderado que alivia la rigidez y el dolor y ayuda a mejorar los rangos de movimiento.

Este tratamiento no es invasivo y no se han reportado efectos secundarios. Se puede utilizar para controlar el dolor agudo y el dolor crónico.



fig 2.2.6: tanque de hubbard y piscina

2.3 Infraestructura

El Centro Nacional de Rehabilitación se ubica al oeste de la Uruca en San José. Sus instalaciones miden aproximadamente 165 mil metros cuadrados. Cuenta con un área destinada para servicios administrativos, un vestíbulo, una serie de consultorios exclusivos para consulta externa, un jardín interno, un laboratorio, rayos x, una farmacia, un auditorio, un área destinada para cirugías, dos áreas destinadas para internos (aproximadamente 7500 metros cuadrados cada una) y un área exclusiva para terapias y servicios generales.

- servicios administrativos
- vestíbulo
- consulta externa
- jardín
- laboratorio, rayos x, farmacia
- cirugía
- encamados
- terapia
- auditorio
- parqueo
- calle pública
- entrada

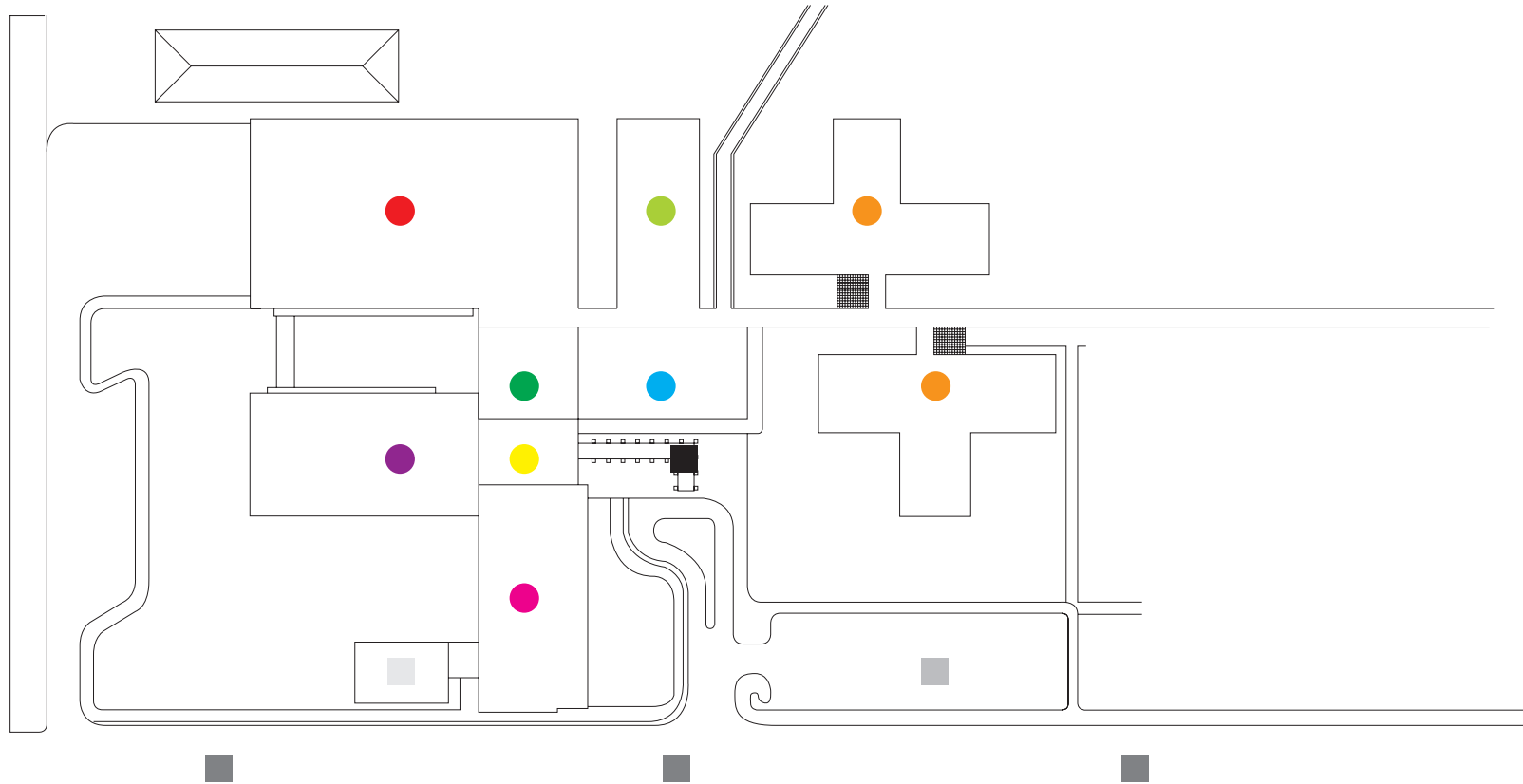


fig 2.3.1: distribución del espacio.
instalaciones del CENARE

El rea de terapias y servicios generales cuenta con aproximadamente 2100 metros cuadrados. Los cuales se encuentran divididos entre los diferentes tipos de terapia: hidroterapia, diaterapia, electroterapia, gimnasio y terapia ocupacional. Así como espacios complementarios para las mismas, además se cuenta con una capilla disponible para pacientes así como para sus familiares.

- estación de enfermeras
 - terapia ocupacional
 - diaterapia y electroterapia
 - inmersión parcial y parafina
- hidroterapia
 - capilla
 - gimnasio
 - sala de espera



fig 2.3.2: distribución interna. rea de terapia

Existen dos áreas de encamados con capacidad para cuarenta y cuatro pacientes cada una. Están ubicadas en lados opuestos del pasillo principal. Cada una de estas consta de catorce cuartos: ocho cuartos con capacidad para cuatro pacientes y seis para dos pacientes. Cada uno de estos cuenta con un baño y ducha.

El recorrido interno del pabellón de extremo a extremo es de aproximadamente 44m y 35m.

- estación de enfermeras
- cuarto para dos pacientes
- cuarto para cuatro pacientes

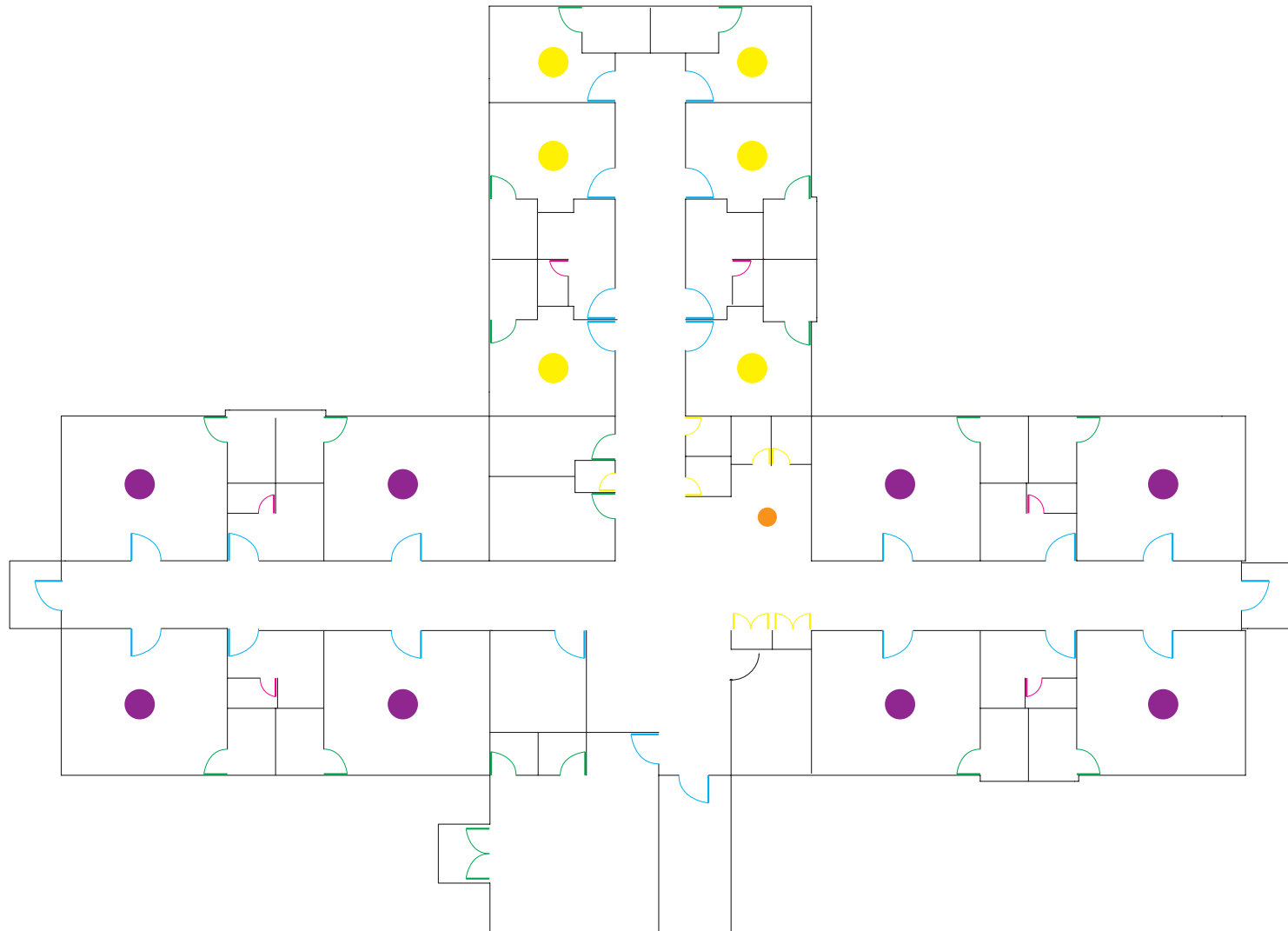


fig 2.3.3: distribución interna. sala de encamados

2.3.1 El recorrido

Para movilizar un paciente desde el rea de encamados hasta el rea de terapia toma aproximadamente de 20 a 30 minutos, que corresponden a preparar al paciente hasta llevarlo al rea correspondiente. Se cuenta con únicamente dos enfermeros para preparar y transportar a cuatro pacientes a cada sesión, lo cual debería realizarse, idealmente, en menos de quince minutos.

posibles recorridos: distancias desde		
hasta	pabellón A	pabellón B
● gimnasio	125,32m	131,64 m
● terapia ocupacional	117,67m	123,99 m
● electroterapia	96,55m	102,87m
● hidroterapia	88,03m	94,35m

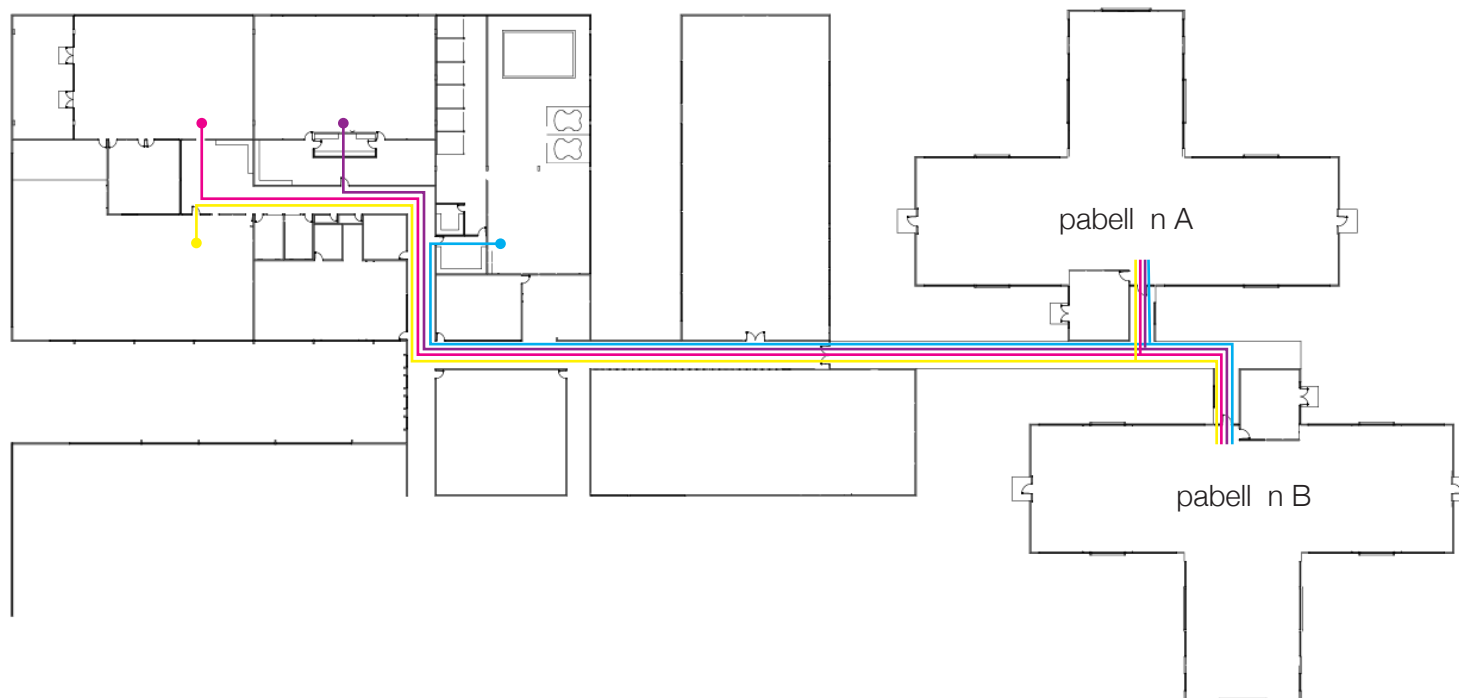


fig 2.3.4: dimensión recorridos

2.4 Análisis de lo existente

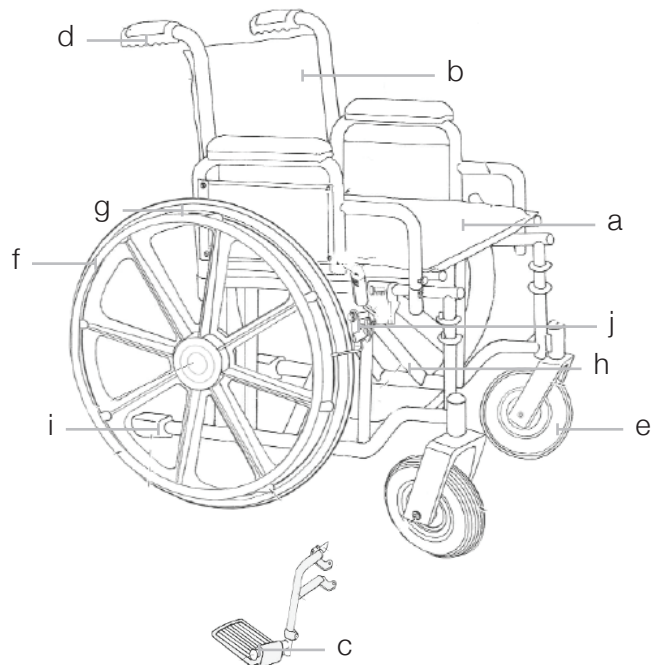
Se presentan una serie de sistemas y accesorios, denominados ayudas técnicas, disponibles en el mercado, a nivel nacional e internacional. Este análisis se realiza con el fin de conocer características indispensables con las que dichos sistemas deben contar.

2.4.1 Sillas de ruedas

Ayuda para el desplazamiento. Su uso es relacionado a pérdidas de equilibrio y dificultad o limitaciones en la deambulaci n.

El sistema se encuentra dividido en dos partes:

1. chasis: base y ruedas
2. soporte corporal: respaldo, asiento reposacabezas, etc.



- | | |
|----------------------------|--------------------------------|
| Soporte corporal: | Chasis: |
| a: asiento | e: ruedas delanteras |
| b: respaldo | f: ruedas traseras propulsoras |
| c: reposapiés desmontables | g: aros propulsores |
| d: mangos de empuje | h: barras cruzadas |
| | i: barras antivuelco |
| | j: frenos de estacionamiento |

fig 2.4.1: partes de una silla de ruedas

2.4.1.1 Tipos

clasificación según necesidades físicas				
		dim	material	peso
manual		36x56cm	aluminio	34lbs
con reposacabezas		48x68cm	acero cromado	57lbs
elctrica		36x56cm	aluminio	66lbs

cuadro 2.4.1: tipos de sillas de ruedas disponibles en el mercado

2.4.1.2 Silla de ruedas manual

Silla adaptada con al menos tres ruedas, aunque lo normal es que disponga de cuatro. Estos dispositivos están pensados para permitir el desplazamiento de personas que no pueden deambular, con problemas de locomoci n o movilidad reducida



fig 2.4.2: sillas de ruedas manuales

Algunos modelos de este tipo de silla son:

- . no autopropulsable. Controlada por un asistente
- . para usuarios con amputación de miembros inferiores
- . con propulsión en las ruedas delanteras
- . con propulsión con una sola mano
- . con propulsión por los pies
- . adaptada para diferentes transportes

2.4.1.3 Silla de ruedas eléctrica

La silla de ruedas autopropulsable es la que puede mover el usuario de forma autónoma. Existen de diferentes pesos pero se recomienda que sea ligera (peso inferior a 15 kg), esto con el fin de optimizar la ayuda de terceros, la función de plegar y el transporte.



fig 2.4.3: sillas de ruedas eléctricas disponibles en el mercado

2.4.2 Camillas

Las camillas son utilizadas por personas que tienen problemas de movilidad temporal o permanente. La cama articulada consiste en un somier dividido en dos o más módulos accionables individualmente o sincronizados con el resto. Esta posibilidad a la persona encamada a adoptar gran variedad de posturas para su comodidad o por su funcionalidad. Para accionar las camas existen mecanismos manuales (manivela, cremallera o hidráulico), eléctricos o mixtos.

La cama puede tener 3 módulos para mejorar la posición del paciente que son:

- . módulo para cabeza y tronco
- . módulo para glúteos (fijo)
- . módulo para muslo y pierna

Módulos Principales:	Otros:
a: cabeza y tronco	d: cabecera
b: glúteos	e: piecero
c: muslos y piernas	f: estructura

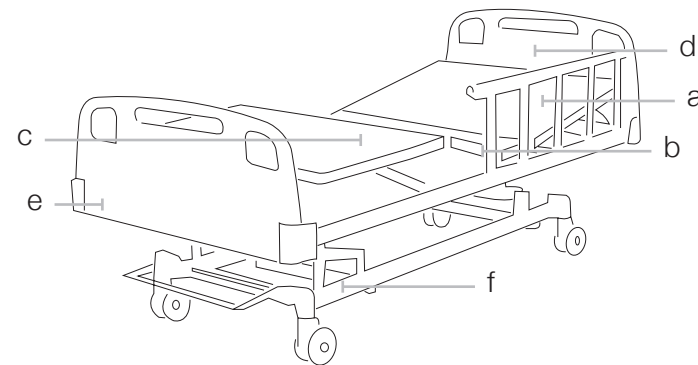


fig 2.4.4: partes de una camilla

2.4.2.1 Tipos

clasificación según flexibilidad		material	peso
rigida		acero	ind
articulada manual		acero	ind
articulada eléctrica		aluminio, acero, madera	ind

cuadro 2.4.2 : tipos de camillas

Algunos modelos son más versátiles lo que permite añadir accesorios que aumentan las acciones como:

- . mesas
- . respaldos
- . ruedas en las patas con frenos individuales
- . protectores laterales
- . jaulas

2.4.3 Grúas

Las grúas son sistemas de elevación y traslado para evitar que el ayudante cargue con el peso del paciente al transferirlo.

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| a: percha | g: batería |
| b: brazo | h: sistema de apertura de patas |
| c: motor | i: frenos |
| d: mando con cable | j: ruedas |
| e: sistema de elevación | k: patas |
| f: bloqueo de seguridad | |

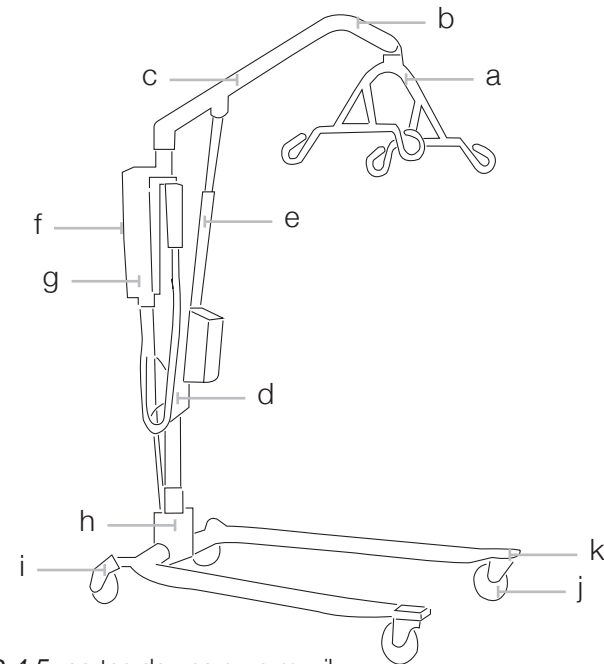








fig 2.4.5: partes de una grúa manual

Las patas de la grúa pueden abrirse para acercarse al mobiliario y colocarlas paralelas para el traslado.

2.4.3.1 Tipos

clasificación según forma de fijación		carga	material	peso
manual eléctrica		60kg	acero y aluminio	28kg
manual hidráulica		130kg	acero	35kg

		carga	material	peso
de bipedestación		100kg	acero y aluminio	30kg
fija al techo		ind	acero	ind
fija		120kg	acero	20kg
fija para baño		127kg	acero	32kg
pocket		90kg	acero y aluminio	ind
confort		ind	acero y aluminio	ind

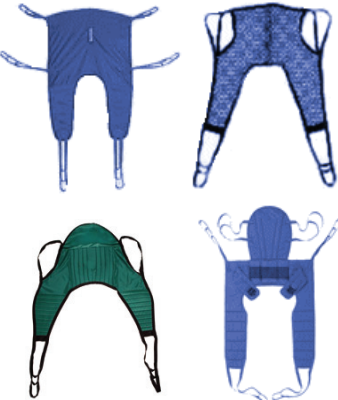

cuadro 2.4.3: características de los diferentes tipos de grúas

Cuando se usa la grúa se necesitan soportes corporales para sujetar al individuo. Los soportes pueden ser rígidos o flexibles.

Los flexibles pueden:

- . ser de distintos tamaños y materiales (seco o mojado, niños o personas obesas, etc).
- . tipo hamaca con soporte de cabeza.
- . especiales para personas con amputación de algún miembro.

2.4.3.2 Tipos de soportes corporales

clasificación según forma		material	tallas
u-slings		nylon	s,m,l,xl
cuerpo entero		nylon	s,m,l,xl

cuadro 2.4.4: características de los soportes corporales para el uso de grúas

2.4.4 Otras ayudas de transferencia

Estos objetos son ayudas de transferencia para pacientes con limitaciones motoras. Las transferencias son entre distancias muy cortas, desde autos, camas, sillas de ruedas, bañeras, etc.

2.4.4.1 Tipos

clasificación según soportes				
		carga	material	peso,dim
cintur n		ind	nylon y velcro	ind
cintur n		150kg	nylon y velcro	ind
cintur n		34kg	nylon	0.45kg 23x48 cm
tabla flexible		150kg	pl stico flexible	0.45kg 51x20 cm
tabla rgida		ind	pvc o plywood	ind 60x25 cm

		carga	material	peso,dim
tabla semi-flexible		150kg	pl stico	2kg 70x 30cm
tabla rgida		150kg	pvc o plywood	2kg 70x 30cm
tabla rotatoria		125kg	plywood	1,2kg D= 38cm

cuadro 2.4.5: características de las ayudas técnicas para transferencia

2.4.5 Soluciones alternativas

RIBA, es un robot, y es capaz de obedecer órdenes que se le den, por ejemplo levantar a una persona y pasarla de la cama a la silla o de la silla al cuarto de baño.

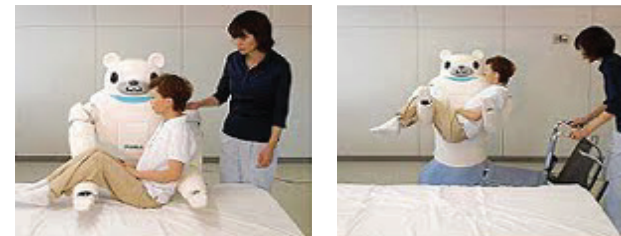


fig 2.4.6: RIBA en funcionamiento

2.5 Consideraciones Tecnológicas

Se hace un listado de las características, propiedades, procesos aplicados y consideraciones para el diseño según los posibles materiales a ser utilizados para el desarrollo del producto. Además se analizan una serie de elementos industriales, como ruedas, elementos electrónicos, etc, que podrían ser aplicados al sistema final.

2.5.1 Acero

Aleación metálica de hierro y carbono. Es un material muy tenaz, relativamente dúctil, maleable. y permite una buena mecanización.

clasificación según elementos de aleación			
	características	adicional	usos
al carbono	corresponden a más del 90% de los aceros.	manganeso, silicio y cobre	automóvil, construcción
aleados	son aceros de alta calidad, dureza y resistencia.	vanadio, molibdeno	engranajes, ejes, fresas
ultraresistentes	son más resistentes, menor peso, más baratos.		vagones, estructuras de edificios
inoxidables	brillantes, resistentes al herrumbre, duros	chromo, níquel	tanques de petróleo, aviones

cuadro 2.5.1: características de tipos de acero según su composición

2.5.1.1 Procesos de formado

Se refiere a los diferentes procesos de manufactura disponibles para dar la forma definitiva en que se necesita la aleación.

procesamiento del acero		
	características	usos
fundición	se funde el metal, se vacía en el molde y se deja enfriar.	lingotes, piezas complejas, tuberías
metalurgia de polvos	polvo de la aleación se prensa en la forma y luego se calienta.	engranes, rotores, contactos electrónicos
laminado	rodillos comprimen material hasta alcanzar espesor deseado.	perfiles estructurales, varillas
forjado	se comprime el material entre dados usando impacto para formar la parte.	componentes de alta resistencia, bielas, pistones
extrusión	metal es forzado a pasar a través de un dado.	tubos, perfiles complejos
estirado de barras	la sección transversal de una barra se reduce al tirar del material.	alambre, perfiles delgados

cuadro 2.5.2: características de los procesos de manufactura de aceros

2.5.1.2 Consideraciones para el diseño

- . Un diseño simple facilitará la fundición, el proceso será más eficiente y mejora la resistencia de la fundición.
- . Evitar esquinas y ángulos agudos, ahí se concentran los esfuerzos.
- . Espesores de secciones uniformes para prevenir bolsas de contracción.
- . Debe dimensionarse el producto de forma que permita los posibles procesos de maquinado.
- . Considerar el volumen de producción para seleccionar el proceso de producción con mejor relación presupuesto-calidad.

2.5.2 Polímeros

Compuesto de moléculas de largas cadenas. La mayoría se basan en carbono.

Tienen baja densidad con respecto a metales y cerámicos, buena relación resistencia-peso, alta resistencia a la corrosión y baja conductividad eléctrica y térmica.

Requieren menos energía que los metales para su producción.

clasificación según resistencia a temperatura		
	características	usos
termoplásticos	soportados a temperatura ambiente. producción fácil y barata. 70% de polímeros sintéticos producidos.	suelas de zapatos, revestimiento cable eléctrico
termofijos	se moldean tras un único calentamiento. no toleran ciclos de calentamiento y enfriamiento.	recipientes, tuberías, electrodos
elásticos	son hules. tienen gran elasticidad. se pueden estirar y recuperan su forma inicial.	instrumentos odontológicos, llantas

cuadro 2.5.3: características de tipos de polímeros

2.5.2.1 Procesos de formado

Las operaciones comunes son extrusión y moldeo. Los plásticos moldeados termofijos son más complicados porque requieren curado, los termoplásticos son más fáciles de moldear y se dispone de una mayor variedad de operaciones para procesarlos.

procesamiento de los polímeros		
	características	usos
extrusión	proceso de compresión en el cual se fuerza al material a fluir a través del orificio de un dado	tubos, ductos, mangueras, perfiles estructurales
moldeo por inyección	proceso en que el polímero se calienta y se hace fluir dentro de la cavidad del molde.	LEGO, partes de automóviles y aviones
moldeo por compresión	proceso en que el polímero se calienta y se hace fluir dentro de la cavidad del molde.	discos, llantas de hule
moldeo por transferencia	se aplica presión para forzar al polímero a pasar al molde caliente.	enchufes, portafusibles, electrodos
moldeo por soplado	presión de aire se usa para inflar el plástico suave dentro de la cavidad de un molde.	partes huecas sin costuras, botellas plásticas
moldeo rotacional	el polvo de polímero se coloca en un molde que se calienta y se gira para que tome la forma del molde.	pelotas de playa, cascos, boyas, muebles, cestos
termoformado	una lámina de plástico se calienta y luego se presiona dentro del molde.	regaderas, difusores de luz, señales, juguetes
fundición	se vacía la resina líquida en un molde permitiendo que la gravedad rellene la cavidad.	transformadores, bobinas, conectores

cuadro 2.5.4: características de los procesos de manufactura de plásticos

2.5.2.2 Consideraciones para el diseño

- . No deben usarse en aplicaciones donde se pueden encontrar altos esfuerzos. La resistencia de los plásticos varía.
- . La capacidad para absorber los impactos en general es buena.
- . Las temperaturas de servicio son limitadas.

- . La expansión térmica es grande.
- . En secciones transversales extruidas es conveniente que el espesor de las paredes sea uniforme.
- . Considerar que las secciones huecas complican los diseños de los dados y el flujo del plástico en las extrusiones.
- . Se deben evitar las esquinas agudas dentro y fuera de las secciones transversales, porque provocan un flujo irregular durante el procesado.
- . En el moldeo por inyección, los moldes son costosos, se debe considerar el volumen de producción para compensar los costos.
- . Las partes moldeadas deben diseñarse con un ángulo de salida en sus lados para facilitar la remoción del molde.

2.5.3 Cerámicos

Compuesto inorgánico que consiste en un metal y otro o más no metales. Tienen alta dureza, buenas propiedades de aislamiento térmico y eléctrico, estabilidad química y altas temperaturas de fusión. También son frágiles y prácticamente no poseen ductilidad.

clasificación según métodos de procesamiento		
	características	usos
tradicionales	se basan en silicatos minirelas. sus materias primas son de las más abundantes. alta plasticidad.	ladrillos, tejas, abrasivos, refractarios
nuevas cerámicas	desarrollados sintéticamente. son químicamente más simples que los tradicionales	herramientas de corte, huesos artificiales
vidrio	compuesto de naturaleza amorfa. material con tiempo insuficiente durante el enfriamiento.	envases, ventanas, bombillos, fibras

cuadro 2.5.5: tipos de polímeros

2.5.3.1 Procesos de formado

Los productos cerámicos tradicionales se hacen a partir de minerales que se encuentran en la naturaleza. Se producen a partir de polvos mezclados con agua. Los nuevos cerámicos, se hacen a partir de materias primas producidas sintéticamente. El material inicial también es polvo, pero se mezclan con sustancias químicas para el formado.

procesamiento de los cerámicos		
	características	usos
fundición	se vacía una pasta aguada de polvos cerámicos en agua, dentro de un molde poroso de yeso.	jarras, vasos, objetos de arte
formado plástico	mezcla inicial con consistencia plástica, se forma a mano (con torno) o bien en un molde.	objetos de arte, vajillas, floreros, souvenirs
prensado	para mezcla con baja plasticidad. requiere alta presión para forzarlo dentro de la cavidad de un dado.	azulejos, aisladores eléctricos, ladrillos refractarios
inyección de polvos	partículas cerámicas se mezclan con polímero termoplástico, se calienta y se inyecta en un molde.	poco frecuente: muy vulnerable a grietas

cuadro 2.5.6: caracterización procesos de manufactura de cerámicos

2.5.3.2 Consideraciones para el diseño

- . Son más fuertes a la compresión que a la tensión, los componentes deben diseñarse para soportar esfuerzos de compresión pero no de tracción.
- . Son frágiles y casi no poseen ductilidad, no deben usarse en aplicaciones que implican cargas de impacto.
- . Mantener formas simples por razones económicas y técnicas. Deben evitarse perforaciones, canales y

muestras profundas.

. Los bordes externos y esquinas deben tener chaflanes y las esquinas inferiores deben ser redondeadas.

. La contracción durante el secado y quemado puede ser significativa, por lo que se deben tener en cuenta al dimensionar la pieza.

. Evitar roscas, son difíciles de fabricar y no tienen la resistencia adecuada.

2.5.4 Maderas

Material ortotrópico muy resistente y gracias a esta característica y a su abundancia natural es utilizada ampliamente. En la actualidad muchos de los usos de la madera han sido cubiertos por metales o plásticos.

clasificación según dureza		
	características	usos
duras	proceden de árboles de crecimiento lento, son más densas, mejor resistencia. Más costosas, escasas.	muebles, estructuras, construcción pesada
blandas	proviene de las coníferas, menos costosas, vida más corta, manipulación sencilla, más astillas, sin vetas.	muebles interiores, aislantes de sonido
aglomerados	sobros de madera encolados a presión, de diferentes tamaños y estructuras según la función.	mobiliario, cajas para embalajes

cuadro 2.5.7: características según el tipo de madera

2.5.4.1 Procesos de formado

Son pocos los procesos para transformar la madera, son procesos mecánicos que requieren en su mayoría de la utilización de maquinaria industrial. Ninguno se refiere a procesos químicos.

procesamiento de la madera		
	características	usos
aserrado	da calidad a superficies, limita el desgaste de las herramientas y minimiza la pérdida de materia prima.	dar a la madera una escuadría determinada
cepillado	genera una superficie plana eliminando el exceso de la madera produciendo virutas.	obtener espesores uniformes de la pieza
lijado	alisar la superficie con la calidad deseada y el mínimo esfuerzo posible.	acabados finales, preparar superficie para pintura
taladrado	permite todo para producir agujeros cilíndricos en una pieza con herramientas de arranque de viruta.	agujeros para tornillos, detalles de producto
torneado	mecanizado que se realiza en los ejes de revolución que tengan mecanizados cilíndricos.	piezas de forma circular, o con secciones circulares

cuadro 2.5.8: caracterización en procesos de transformación de la madera

2.5.4.2 Consideraciones para el diseño


- . Se debe seleccionar el tipo de madera según el uso final del producto así como la vida útil esperada.
- . Considerar las dimensiones con tolerancias para poder realizar el maquinado adecuado.
- . Garantizarse de utilizar madera debidamente seca, para evitar daños cuando está siendo utilizada.
- . Utilizar productos para prolongar su vida útil, tales como selladores, preservantes, etc.
- . Utilizar herramientas debidamente afiladas y que hayan recibido el correcto mantenimiento para evitar dañar el material y lesiones al operario.

2.5.5 Apoyos

Encargados de proporcionar estabilidad impidiendo el movimiento. Se clasifican por la cantidad de grados de libertad que restrinjan. Los más simples, restringen un solo grado de libertad como rodillos, superficies lisas, uniones con cables, apoyos basculantes, etc. El segundo tipo son aquellos que restringen dos grados de libertad, pertenecen las articulaciones, las superficies rugosas, las rotulas, etc. Y el tercer tipo y último, los empotramientos.

2.5.5.1 Apoyos simples: Ruedas/Rodines

Restringen el desplazamiento solo en una dirección, y tiene dos grados de libertad, un desplazamiento en la otra dirección ortogonal y un giro. Una rueda debería siempre moverse firmemente en el suelo. Sin embargo en la mayoría de los casos, eso es pura teoría. Durante períodos breves, las ruedas siempre pierden el contacto con el suelo, en superficies desniveladas, en umbrales de puertas, carriles y también en huecos. De repente se sobrecargan o solamente tres de las cuatro ruedas tocan el suelo, teniendo que asumir toda la carga. Esto debe ser considerado al calcular la capacidad de carga. Por eso, la siguiente fórmula proporciona las reservas de seguridad necesarias: el peso propio del equipo más la carga, dividido en tres.

tipos de ruedas más utilizados	
características	
	de santopreno para bajo a medio uso, en ambientes institucionales, no dejan huellas. capacidad de carga: 90 a 550 lbs; diámetro: 63,5 a 152 mm; ancho de la llanta: 10 a 12 mm.
	ventajas no dejan huellas en el piso, movilidad silenciosa.
	desventajas no soportan gran uso, limitadas para uso en interiores.

características	
	ruedas de acero giratoria con freno, soporte de acero prensado, núcleo de rueda de polipropileno. diámetro de la rueda: 50 mm; ancho de la rueda: 19,5 mm; altura total: 69 mm; capacidad de carga: 88 lbs. ventajas fácil de movilizar en cualquier dirección, freno de alta seguridad. desventajas no hay amortiguación, difícil de limpiar, no resistentes a químicos.
	rodines para carrito de avión con freno central total, soporte de acero inoxidable y núcleo de polipropileno diámetro: 75 mm; ancho de la rueda: 25 mm; altura total: 101 mm; capacidad de carga 220 lbs. ventajas movilidad en cualquier dirección, fáciles de movilizar. desventajas difícil de limpiar, no resistentes a químicos.
	ruedas industriales soporte de acero inoxidable, núcleo de aluminio, bandaje goma resistente al calor, reductora de ruidos. diámetro: 100 mm; ancho de la rueda: 35 mm; altura total: 128 mm; capacidad de carga: 176 lbs. ventajas resistente a la oxidación y a agentes químicos, livianas. desventajas sin freno, resistencia a rodamiento, alto esfuerzo para movilizar.
	ruedas de alta carga soporte de acero, núcleo de aluminio, bandaje de poliuretano fundido, resistencia media al desgaste. diámetro: 200 mm; ancho: 50 mm; altura total: 250 mm; capacidad de carga: 1320 lbs. ventajas freno total, para alto tránsito, para variedad de terrenos. desventajas sobre dimensionadas, núcleo no permite amortiguación.
	ruedas de goma con freno centro de la rueda con base de caucho duro, silenciosas, proveen amortiguación. capacidad de carga: 154 a 265 lbs; diámetro de la rueda: 65, 75, 100 y 125mm. ventajas amortiguación eficiente, no dañan los pisos, resistencia a químicos. desventajas difíciles de limpiar.




cuadro 2.5.9: caracterización de ruedas disponibles en el mercado nacional

caracterización según dimensión del diámetro	
características	
8"	ideal para movilización en interiores, sobre el pavimento o terreno liso urbano.
12"	perfectas para transportarlos por el zacate, trillos, aceras.
16"	muy versátiles, se movilizan con suma facilidad en interiores. Tamaño ideal para movilizarse sobre nieve y arena.
20'	fáciles de maniobrar, permiten que el viaje sea sumamente uniforme. Se mueven con facilidad sobre terreno irregular.

cuadro 2.5.10: usos de las ruedas/rodines según su dimensión

2.5.5.2 Apoyos de segundo tipo: Patas



Restringen el desplazamiento en dos direcciones, y tienen un grado de libertad, un desplazamiento en la otra dirección ortogonal.

clasificación según cantidad de apoyos	
características	
	trípode aparato de tres partes que permite la estabilización de un objeto en su parte superior. Se usa para poder evitar el movimiento propio del objeto. son regulables en altura.
	bípode armazón de dos pies para apoyar ciertos instrumentos.
	monopie es menos estable que un trípode pero mucho más rápido a la hora de desplegarlo. son regulables en altura.

cuadro 2.5.11: características soportes

2.5.6 Pistones

Son símbolos que se ajustan al interior de las paredes de un cilindro mediante anillos. Contienen un fluido en su interior, que permite suavizar los movimientos verticales. Es un sistema que permite compensar cualquier fuerza aplicada a su superficie superior.

clasificación según contenido	
características	
	hidráulico en su mayoría funcionan con aceite. al accionar la válvula de salida se regula la altura, permitiendo la movilización del líquido. Sus movimientos son más lentos que los neumáticos.
	neumático funcionan con aire u otro gas. al accionar la válvula de salida se regula la altura, permitiendo la salida o entrada de aire. la cámara cuenta con un resorte que empuja la parte interna del pistón hacia arriba.

cuadro 2.5.12: características pistones

2.6 Consideraciones Ergonómicas

Los datos antropométricos y los criterios ergonómicos de la población a continuación son aplicables a la obtención de las medidas de accesibilidad en infraestructura, transporte y artículos de transferencia de pacientes de camilla a silla de ruedas.

2.6.1 Percentiles

Los datos antropométricos se expresan en percentiles, P, indican el porcentaje de personas pertenecientes a una población que tiene una dimensión corporal menor que ciertas medidas.

2.6.2 Dimensiones antropométricas estándar

Las dimensiones antropométricas consideradas para el diseño de espacios y elementos constructivos para personas con dificultades de deambulación son las siguientes:

1. estatura de pie
2. estatura sentado, desde el plano del asiento
3. altura de ojos de pie
4. altura de ojos sentado
5. altura de codos de pie
6. altura de codos sentado
7. anchura de hombros

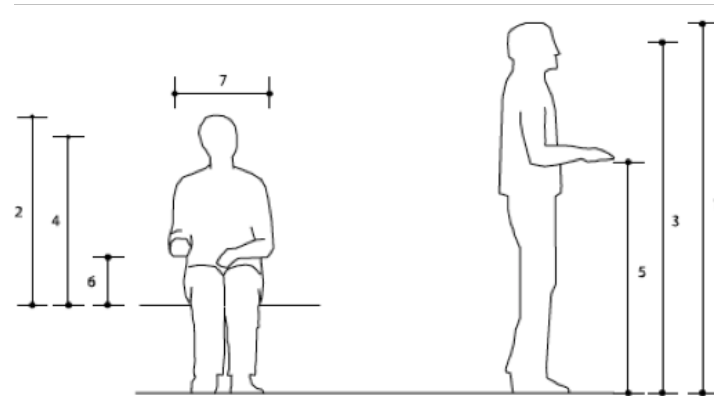


fig 2.6.1: dimensiones antropométricas

2.6.3 Población

Este análisis se ha centrado en las personas que tienen inmovilidad parcial o total para deambular.

Colectivos considerados:

- a) personas con dificultades de deambulación
- b) personas usuarias de sillas de ruedas
- c) personas usuarias de camillas

2.6.3.1 Personas con dificultades de deambulación

Las dimensiones de estas personas no son diferentes de las de la población en general sin embargo varían su distribución por edades.

dimensiones	hombres			mujeres			global		
	%	%50	%95	%	%50	%95	%	%50	%95
1	1527	1660	1794	1440	1529	1659	1417	1585	1754
2	779	860	940	700	792	884	718	821	924
3	1418	1550	1682	1291	1429	1567	1314	1481	1648
5	943	1039	1125	857	950	1043	869	988	1107
7	381	435	490	337	380	423	338	404	469

tabla 2.6.1: dimensiones antropométricas (en mm)

2.6.3.2 Personas usuarias de sillas de ruedas

Las dimensiones antropométricas consideradas para el diseño de espacios y elementos, para el usuario de silla de ruedas y las dimensiones relevantes en la silla son:

1. estatura sentado
2. altura de ojos
3. altura de codos
4. altura de rodilla
5. altura de la punta del pie

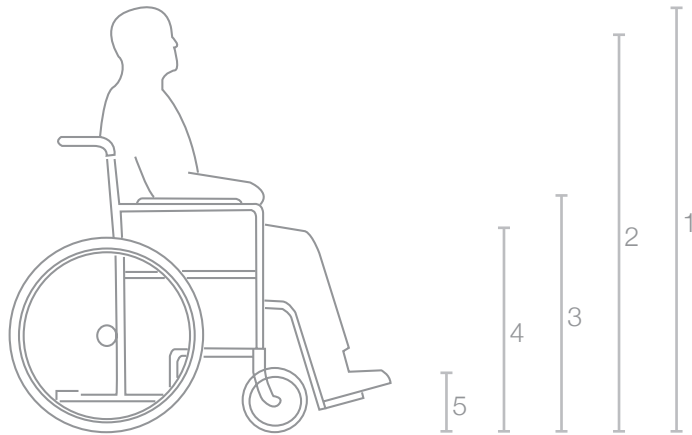


fig 2.6.2: dimensiones antropométricas en silla de ruedas

dimensiones	hombres			mujeres			global		
	%	%50	%95	%	%50	%95	%	%50	%95
1	1152	1267	1382	1091	1205	1319	1119	1243	1368
2	1026	1143	1259	983	1094	1205	1003	1123	1244
3	620	697	774	602	682	761	612	691	770
4	568	632	696	540	626	712	556	630	704
5		124	168		165	190			

tabla 2.6.2: dimensiones antropométricas estimadas de las personas usuarias de sillas de ruedas (en mm)

2.6.4 Dimensiones antropométricas funcionales

Se incluyen dimensiones asociadas a funciones generales como son los alcances en función de la posición y la situación de la persona y las alturas confortables en cuanto al plano de trabajo. Estas funciones sirven de base para la determinación de factores de diseño.

2.6.4.1 Alcance: Personas con dificultades de deambulación

Las dimensiones funcionales consideradas para personas con dificultad de deambulación son:

1. alcance horizontal frontal de pie
2. alcance vertical sin obstáculos
3. alcance vertical con estante
4. alcance vertical inferior
5. altura del plano de trabajo de pie

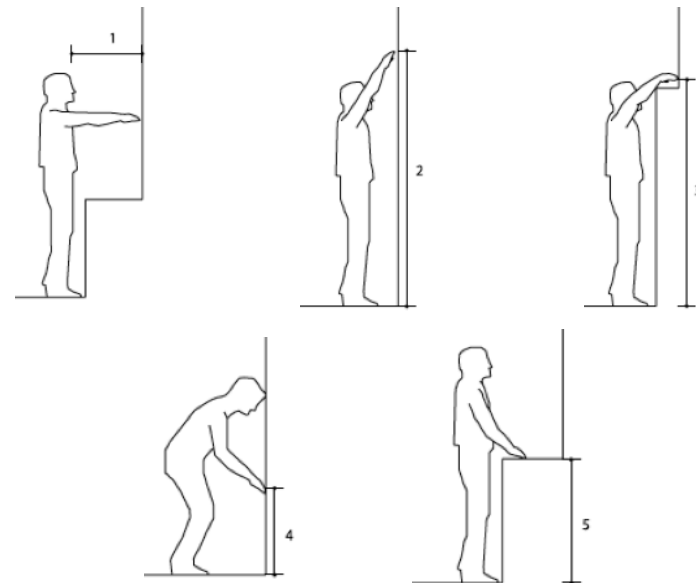


fig 2.6.3: dimensiones funcionales en usuarios con dificultad de deambulación

dimensiones	hombres			mujeres		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
1	430	543	656	390	500	610
2	1831	2007	2183	1663	1834	2005
3 con estante de 20cm	1667	1843	2019	1499	1670	1841
3 con estante de 40cm	1502	1678	1855	1335	1505	1679
3 con estante de 60cm	1338	1514	1690	1170	1341	1512
4	549	612	675	500	547	594
5	869	964	1060	782	875	968

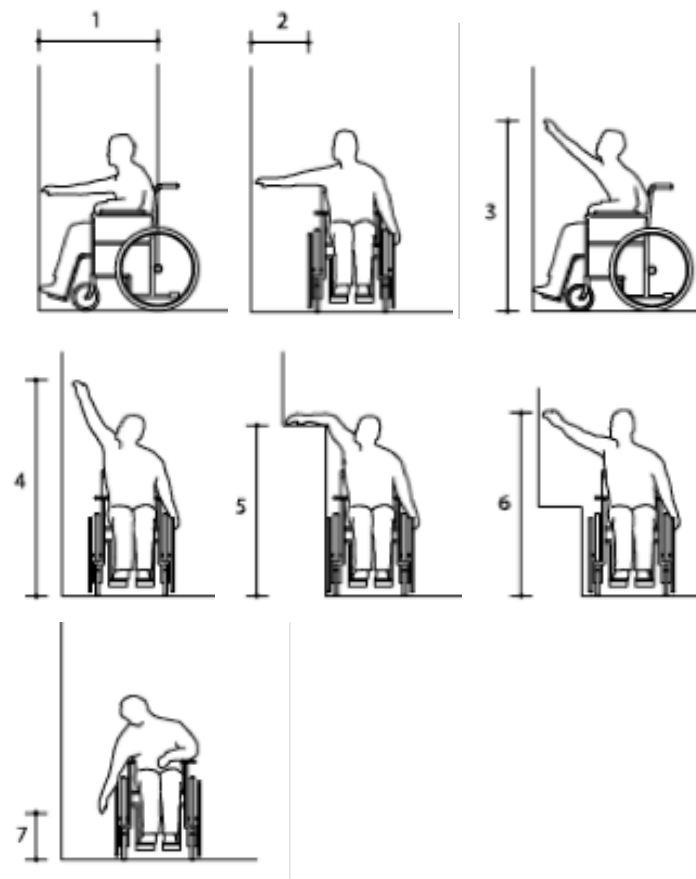
tabla 2.6.3: dimensiones funcionales de personas con dificultad de deambulación, de pie (en mm)

Se ha optado por estimar estas dimensiones partiendo de las dimensiones antropométricas posteriormente mencionadas y bajo el supuesto de que su movilidad puede ser similar a la de los ancianos ya que no se han encontrado estudios de antropometría funcional de esta población.

2.6.4.2 Alcance: Personas usuarias de sillas de ruedas

En el caso de usuarios de sillas de ruedas las dimensiones consideradas son :

1. alcance horizontal frontal
2. alcance horizontal lateral
3. alcance vertical frontal
4. alcance vertical lateral sin obstáculo
5. alcance vertical lateral con obstáculo
6. alcance vertical lateral a estantes
7. alcance inferior



dimensiones	hombres			mujeres		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
1	545	658	771	468	610	752
2	328	429	529	252	384	515
3	1162	1327	1492	1048	1233	1419
4	1372	1550	1728	1315	1502	1690
5 con obstáculo de 40cm	1151	1411	1671	1134	1329	1525
5 con obstáculo de 60cm	1015	1291	1568	828	1126	1423
6 a estantes de 20cm	1202	1322	1442	1163	1279	1394
6 a estantes de 40cm	999	1120	1241	961	1077	1193
7	483	375	268	482	368	254

tabla 2.6.4: dimensiones funcionales de usuarios en silla de ruedas (en mm)

2.6.4.3 Desplazamiento

Las dimensiones antropométricas asociadas al desplazamiento: pasos y movimientos de giro, sirven de base para establecer criterios de diseño de espacio. Las dimensiones antropométricas de los movimientos de giro de 90°, 180°, 260°, corresponden a la población de usuarios de sillas de ruedas por ser el que da lugar a condiciones más restrictas.

espacio	giros	90°	90°	180°	180°	360°	360°
dimensión	m/nimo c	m/nimo c	m/nimo c	m/nimo c	m/nimo c	m/nimo c	m/nimo c
		120x140	140x140	150x150	150x180	d150	d180

tabla 2.6.5: dimensiones según los giros en silla de ruedas (en cm)

2.6.5 Dimensiones de sillas de ruedas

El estudio de las sillas de ruedas recoge las dimensiones totales máximas que se consideran relevantes para el diseño de espacios y de elementos constructivos.

Las dimensiones de las sillas de ruedas más relevantes y algunas de las relaciones entre estas:

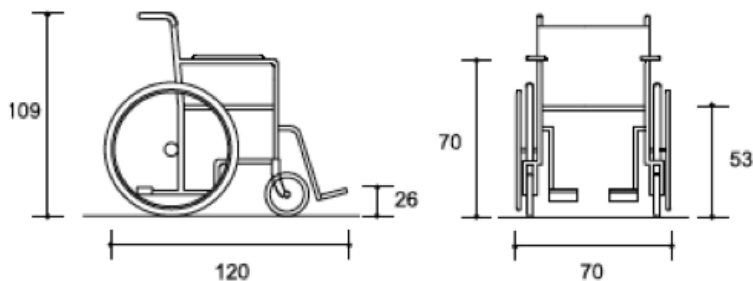
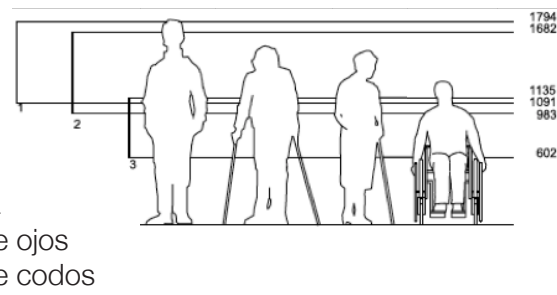


fig 2.6.4: dimensiones de sillas de ruedas convencionales

2.7 Síntesis

Las dimensiones recogidas en función de la discapacidad o limitación de la persona se expresan a continuación en función de bandas de medidas:



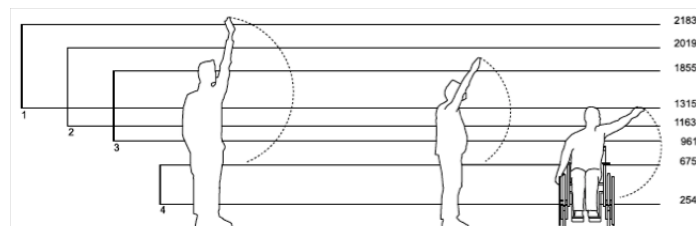
1. estatura
2. altura de ojos
3. altura de codos

fig 2.7.1: síntesis dimensiones antropométricas estéticas en pie



1. estatura
2. altura de ojos
3. altura de codos

fig 2.7.2: síntesis dimensiones antropométricas estéticas sentados



1. alcance vertical
2. alcance vertical 20cm
3. alcance vertical 40cm
4. alcance inferior

fig 2.7.3: síntesis dimensiones funcionales alcance

2.8 Análisis antropométrico del espacio

2.8.1 Accesos

- . Se refiere a las entradas o pasos.
- . Manera o forma de entrada un área específica.

2.8.1.1 Condiciones Técnicas

Permiten el tránsito seguro y cómodo a través de ellos. La posición del acceso debe destacarse visualmente por diferenciación cromática para facilitar su localización.

2.8.1.2 Condiciones Espaciales

La anchura libre mínima en el acceso de paso ser 85 cm. La altura libre mínima de paso ser 210 cm.

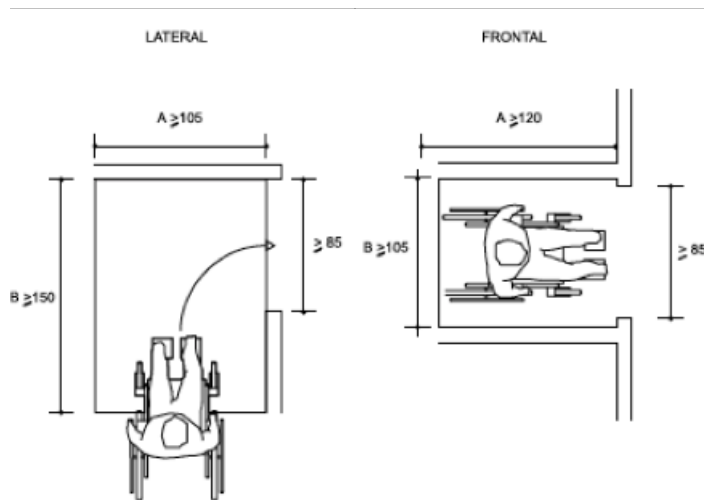


fig 2.8.1: aproximación a accesos de paso (en cm).

2.8.2 Pasillos

- . Espacio comprendido entre dos muros.
- . Área que da acceso a las zonas laterales de un edificio.
- . Se establece que la anchura mínima en pasillos públicos sea de 120 cm.

2.8.2.1 Condiciones Técnicas

En los pasillos o recorridos los cambios de dirección no ortogonales pueden causar desorientación en los usuarios.

2.8.2.2 Movilidad

Las personas que utilicen silla de ruedas pueden cambiar el sentido de la marcha en espacios donde se pueda inscribir un círculo de 150 cm de diámetro como mínimo.

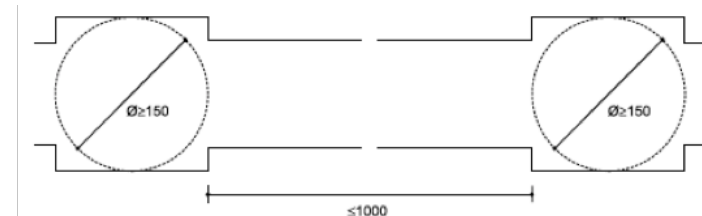


fig 2.8.2: áreas de giro en pasillos (en cm).

2.8.2.3 Elementos Auxiliares

Los pasamanos a lo largo del pasillo ayudan a la deambulación. Los pasamanos deben estar separados de la pared entre 45mm y 55mm, y a una altura comprendida entre los 95 cm y los 105cm. El sistema de sujeción no debe impedir el deslizamiento continuo de la mano. Es recomendable colocar un segundo pasamanos a una altura entre 65 y 75 cm.

2.8.2.4 Condiciones Espaciales

La anchura del pasillo se determina en función del trazado, del flujo y de las características de las personas que por él circulan, considerando los giros, los cambios de dirección y las puertas a las que el mismo da acceso.

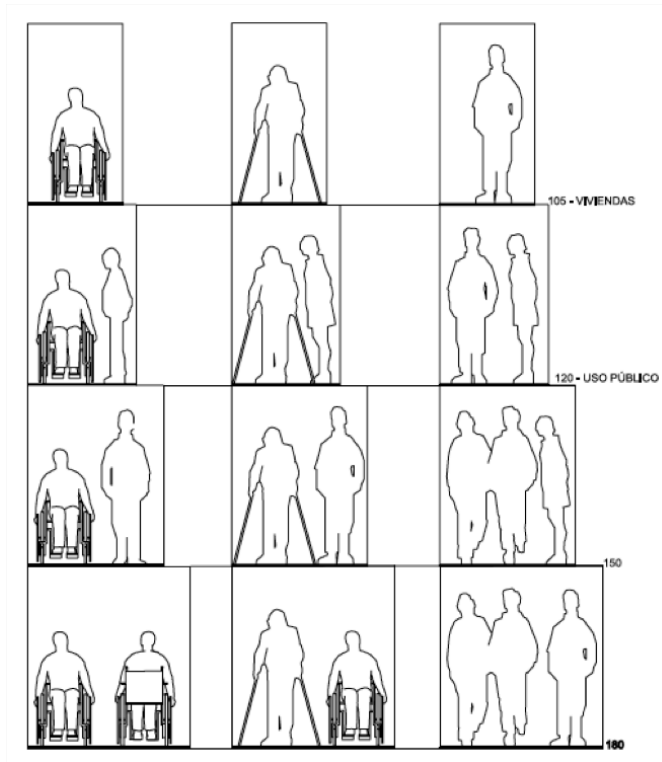


fig 2.8.3: pasillos rectos. anchura libre (en cm).

grado de giro	dimensión	X	Y	d
90	n	90	120	
		105	105	
180	n	122	105	
		85	120	
360				150

tabla 2.8.1: dimensiones mínimas en áreas de giro (en cm)

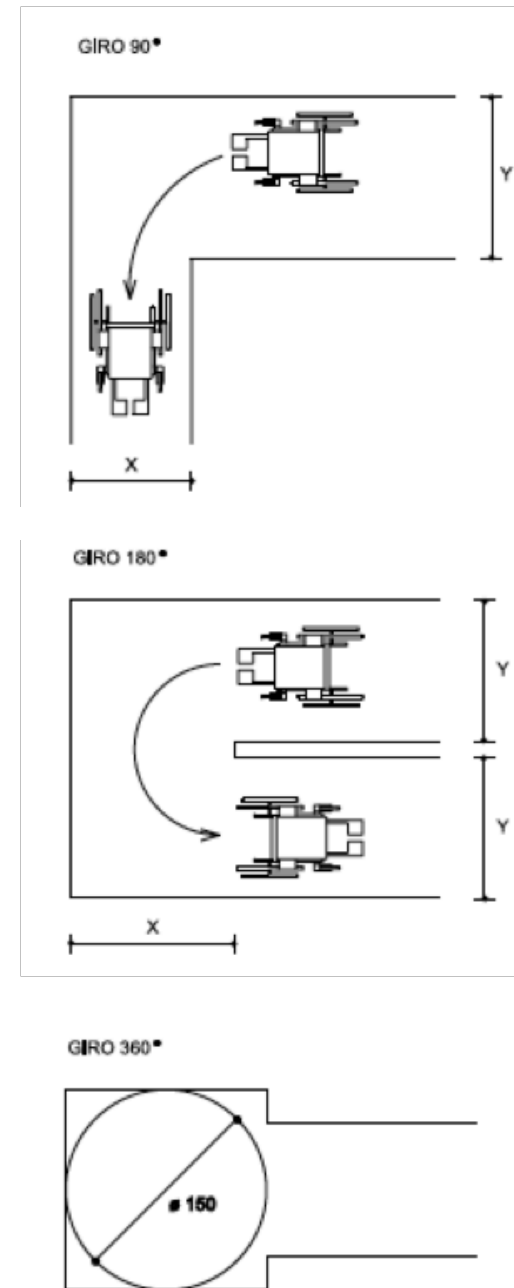


fig 2.8.4: dimensiones mínimas en áreas de giro en relación con tabla 2.8.1

2.9 Análisis de condiciones de localización (accesibilidad universal)

La localización tiene como objetivo informar sobre las demandas puntuales del usuario, por lo que se debe evitar el exceso de información. Los factores que intervienen en la percepción dependen del receptor, el medio y la propia señal.

2.9.1 Receptor

Disponen de niveles de agudeza diferentes en los distintos órganos sensoriales. En la percepción visual hay que tener en cuenta la altura de visión del receptor en función de su estatura o de su posición, en pie o sentado, así como el ángulo de visión que oscila entre 27 y 30 grados.

2.9.2 Medio

En edificios de uso público la información debe estar dispuesta en un lugar cercano a la entrada o fácilmente localizable desde los accesos teniendo en cuenta los usos o las características formales del edificio. Debe haber tantos puntos de información como sea necesario.

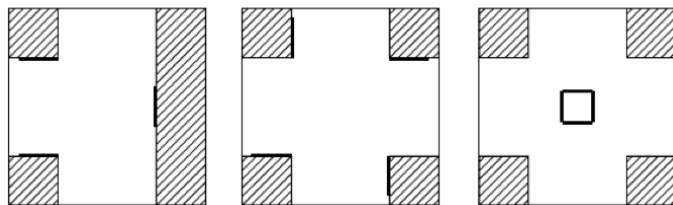


fig 2.9.1: localización de la información

Los paneles de información gráfica permanente o temporal están situados perpendicularmente al desplazamiento de tal forma que no queden ocultos por ningún obstáculo ya sea concurrencia de personas, puertas o mobiliario.

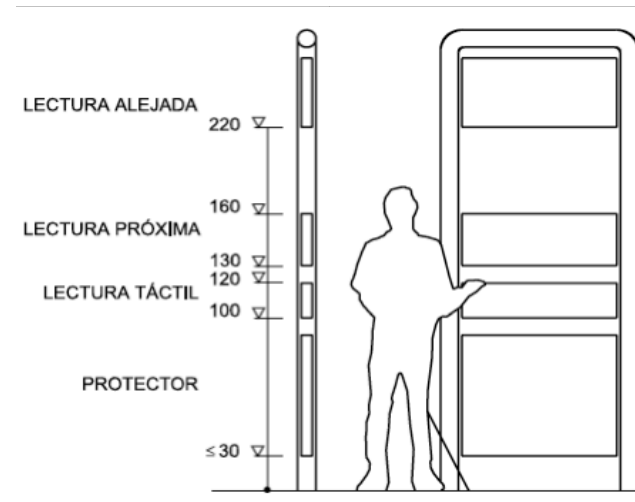


fig 2.9.2: distancias correctas de paneles de información (en cm)

2.9.3 Señalización Visual

Está constituida por símbolos o caracteres gráficos. La señal debe diferenciarse del entorno. Se deben utilizar elementos de alto contraste entre figura y fondo en elementos como texto, puertas, etc. Los colores y formas empleadas se ajustarán a códigos y formas normalizadas.

símbolo	fondo
blanco	azul/verde oscuro, rojo
negro	amarillo, blanco
verde	blanco
rojo	blanco
azul	blanco
amarillo	negro

tabla 2.9.1: contraste de colores para señalización

colores	formas		
rojo	prohibición	-	contra incendios
amarillo	-	atención/peligro	-
verde	-	-	seguridad
azul	obligación	-	información

tabla 2.9.2: significado formas y colores en señalización de seguridad

El tamaño de los símbolos depende de la distancia a la que van a ser leídos. Toda información permitir una lectura desde una distancia menor que 5m. Al elegirlos se prioriza la calidad y sencillez.

distancia lectura (m)	tamaño letra (cm)
5	14,0
4	11,2
3	8,4
2	5,6
1	2,8

tabla 2.9.3: tamaño textos según distancia de lectura

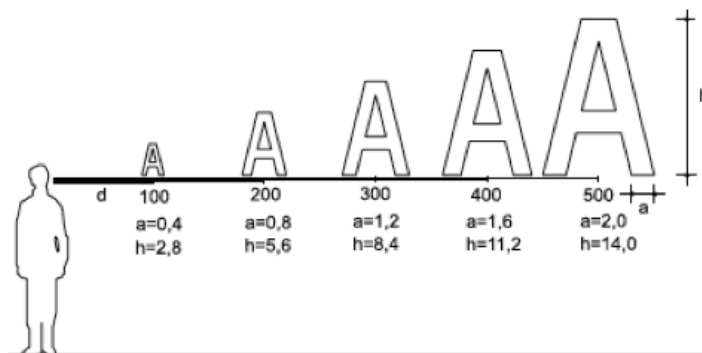


fig 2.9.3: relación tamaño del símbolo-distancia de lectura (en cm)

Las letras no deben situarse sobre ilustraciones o fotografías. Esto limita el contraste y dificulta la discriminación. La elección adecuada de tipografía conduce a una lectura correcta.



fig 2.9.4: ejemplo de elementos gráficos de fácil lectura

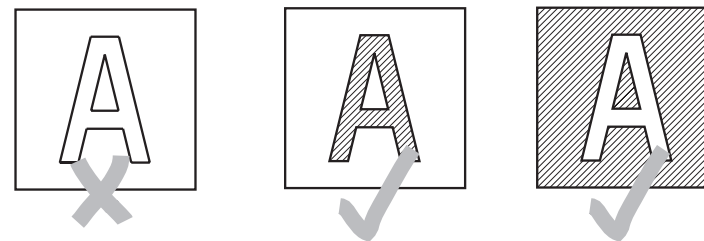


fig 2.9.5: correcta relación figura-fondo

Las formas tanto como los colores empleados se ajustan la mayoría de las veces a formas normalizadas. Como por ejemplo en las señales de tránsito. A continuación se citan las formas y colores de las señales con el propósito para el cual usualmente se utilizan

significado forma-color de las señales		
forma	color	significado
	amarillo	atención/peligro
	rojo verde azul	material vs incendios seguridad/socorro información
	rojo azul	prohibición obligación

cuadro 2.9.1: significado según forma y color de las señales

2.10 Análisis perceptual

El propósito principal de este análisis es determinar cuáles son las características físicas que transmiten al usuario aspectos importantes de los productos médicos como seguridad, confiabilidad e higiene.

Se analiza el aspecto de los tres principales sistemas analizados anteriormente: sillas de ruedas, camillas y grúas, ya que aunque los tres no cumplen la misma función, todos están directamente involucrados en posibles procesos de movilización del paciente.



fig 2.10.1: mapa perceptual

Es evidente que la mayoría de los productos que cumplen con los requerimientos perceptuales necesarios son aquellos que presentan una apariencia más robusta. Desde los materiales hasta la cromática aplicada.



fig 2.10.2: cuadro cromático

Prevalece el aluminio como material estructural y se conserva en la mayoría de las opciones en el color original. En algunos casos se aplican sellantes de colores oscuros, negro, café, azul, etc. Se concluye que los colores neutros y opacos cubren de mejor forma la suciedad, así como los golpes o daños que hayan sufrido.



fig 2.10.3: cuadro cromático

Prevalen el aluminio y el acero inoxidable como materiales estructurales, a los que se les aplican sellantes para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas, así como para prolongar su vida útil y reducir el mantenimiento necesario. Sobresale el color blanco por ser color neutro que refleja inocuidad y limpieza. En la mayoría de los casos los modelos de camillas para pacientes que requieren estar en la casa, presentan acabados y materiales más acogedores como madera y plástico.

2.11 Resumen

Los principales aspectos a tomar en cuenta, con relación a los análisis previamente expuestos se pueden resumir en la siguiente tabla:

aspectos a considerar de los análisis	
	características
Estadísticas del Centro	<ol style="list-style-type: none"> 1. salones para pacientes internos : 2 2. pacientes por salón: 88 3. técnicos y enfermeros dispuestos para la preparación de los pacientes por salón: 1 técnico y 1 enfermero 4. turnos de terapia por día para cada paciente interno: 3 turnos de una hora cada uno. 5. Cantidad de veces que se tiene que trasladar cada paciente a terapia por día: 3 6. Enfermedad más común presentada en los pacientes: hemiplejía 7. cantidad de personal incapacitado por mes debido a lesiones lumbares: 3-5
Terapias	<ol style="list-style-type: none"> 1. terapias que dependen del traslado del paciente por parte de un enfermero o auxiliar: todas. <p>Nota: únicamente los pacientes que se encuentran en una etapa muy avanzada de su recuperación no necesitan ayuda para trasladarse</p>
Infraestructura	<ol style="list-style-type: none"> 1. distancia o recorrido máximo entre los salones de encamados y el área de terapias: 131, 64 m.
Existente	<ol style="list-style-type: none"> 1. elementos auxiliares para transferencia de cama a silla: 0 2. elementos auxiliares para el traslado de los pacientes a las terapias: 60 sillas de ruedas
Ergonomía	<p>principales medidas a tomar en cuenta:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. percentiles 95 adultos 2. dimensiones estáticas: estatura sentado desde el plano del asiento, anchura de hombros, altura de codos sentado, etc. 3. dimensiones de las sillas de ruedas convencionales

	características
Antropom tría de la infraestructura	<ol style="list-style-type: none"> 1. radios de giro para una silla de ruedas: 0,60 m 2. radio de giro completo de una silla de ruedas: 1,50 m 3. anchura mínima de pasillos según ley 7600: 2,50 m 4. distancia entre una cama y cama en el salón de encamados: 1,20 m
Perceptual	<ol style="list-style-type: none"> 1. higiénico 2. fuerte 3. seguro
Tecnología	<ol style="list-style-type: none"> 1. realizable en el ámbito nacional aunque se tenga que importar algún componente.

cuadro 2.10.1: resumen análisis realizados

3.1 Desarrollo del Concepto

3.1.1 Descomposición del Problema

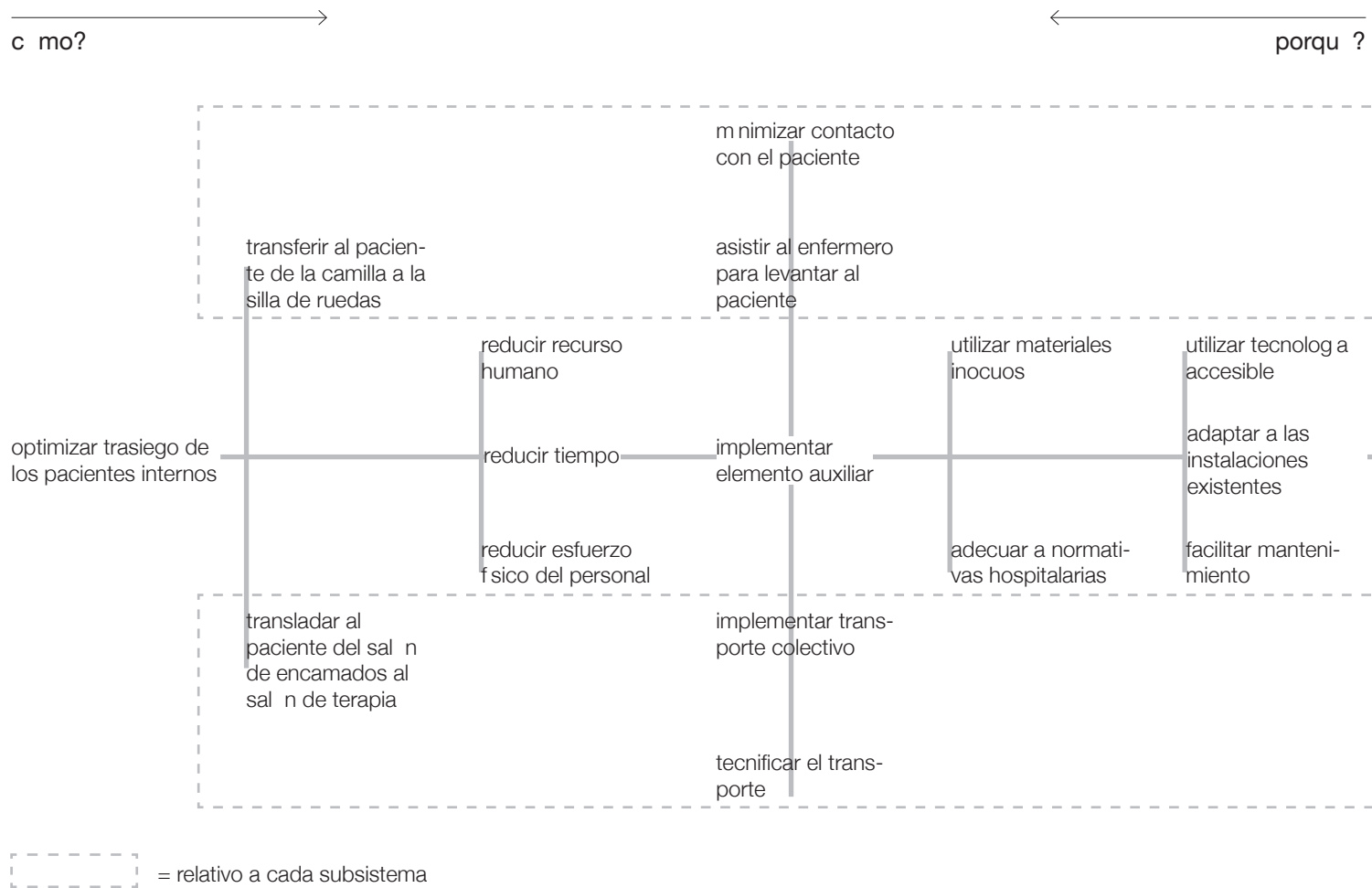


fig 3.1.1: diagrama FAST: diagrama de funciones

3.1.2 Planteamiento del Concepto

En este caso el concepto se define como respuesta idónea al problema anteriormente planteado:

Carencia de un sistema auxiliar en el trasiego de los pacientes internos del Centro Nacional de Rehabilitación; proceso de transferencia entre la camilla y la silla y traslado de la entrada del salón de encamados a la entrada del área de terapia.

Por lo tanto el concepto queda definido de la siguiente manera:

Optimización del trasiego de pacientes internos del CENARE, maximizando los recursos humanos disponibles.

3.2 Posibles Soluciones

Se trata cada subproblema de forma independiente para buscar posibles soluciones simples a cada uno, al descomponerlos y trabajarlos de forma individual, queda claro con cuales alternativas se debe trabajar en base a la sujeción del conjunto para resolver el problema.

transferencia camilla - silla de ruedas	
sistemas	accesorios
grúa	cinturón para el paciente
espaldadera y plataforma hidráulica	tabla/tobogán deslizante con apoyos
manta tensionada	fajas multifuncionales
rotación + silla + tobogán	discos giratorios
	poleas
	tela elástica

traslado salientes encamados - salientes de terapia	
sistemas	accesorios
rieles	motor para silla
imanes	uniones entre sillas
bandas sin fin	carrico/cuadrado elástico
	bicicleta

fig 3.2.1: recopilación de ideas

3.2.1 Clasificación de Estrategias

Las ideas anteriores se clasifican en categorías que las relacionen, de forma que se pueda definir cuales de esas tienen mayor potencial y cuales deben dejarse de lado. De igual forma dichas categorías pueden dar lugar a mayor cantidad de posibles soluciones que conlleven a propuestas más viables.

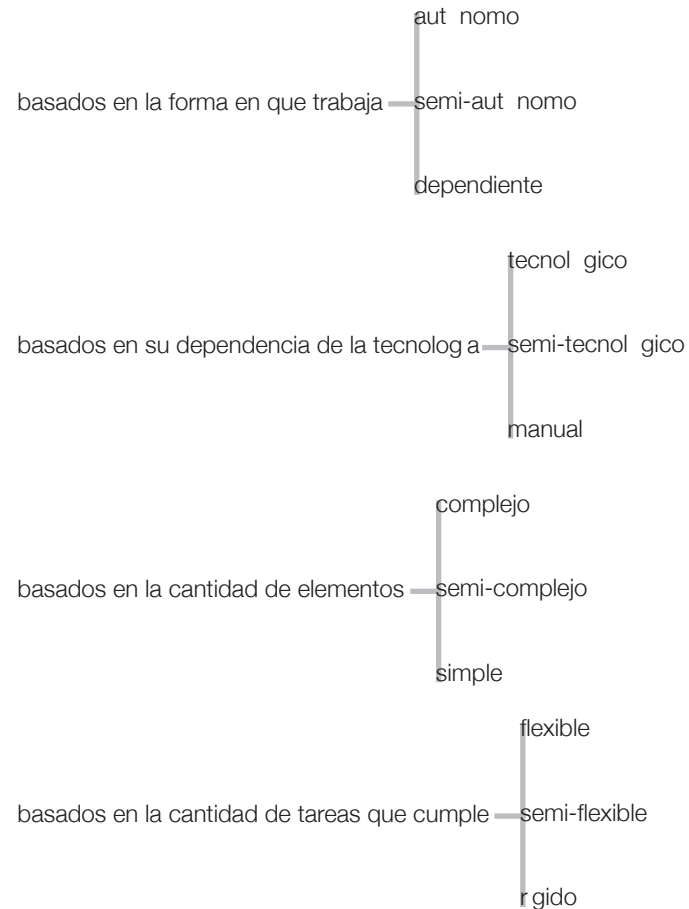


fig 3.2.2: clasificación de alternativas

32.1.1 Matriz de Estrategias

Al clasificar las alternativas bajo diferentes criterios, estos se prestan para ser relacionados dentro de una matriz. Cuando se cruzan alternativas se promueve el proceso creativo, da paso al planteamiento de diferentes soluciones y propuestas que responden al mismo concepto de diseño.

gr a: rgido + semiaut nomo

plataforma hidr ulica: rgido + semitecnologico

“manta” tensionada: semiflexible + manual

silla: rgido + dependiente

disco giratorio: simple + manual

cintur n para el paciente: simple + dependiente

tabla deslizante con apoyos: simple + manual

fajas multifuncionales: flexible + simple

poleas: simple + manual

tela elástica: semiflexible + dependiente

rieles: rgido + semiaut nomo

imanes: complejo + tecnologico

bandas sin fin: tecnologico + autonomo

motor para silla: flexible + autonomo


uniones entre sillas: rgido + manual

carrito eléctrico: flexible + semiautónomo

bicicleta: flexible + dependiente

	aut nomo	semi-aut nomo	dependiente	tecnol gico	semi-tecnol gico	manual	complejo	semi-complejo	simple
tecnol gico	t+a	t+Sa	t+d						
semi-tecnol gico	St+a	St+Sa	St+d						
manual	m+a	m+Sa	m+d						
complejo	c+a	c+Sa	c+d	c+t	c+St	c+m			
semi-complejo	Sc+a	Sc+Sa	Sc+d	Sc+t	Sc+St	Sc+m			
simple	s+a	s+Sa	s+d	s+t	s+St	s+m			
flexible	f+a	f+Sa	f+d	f+t	f+St	f+m	f+c	f+Sc	f+s
semi-flexible	Sf+a	Sf+Sa	Sf+d	Sf+t	Sf+St	Sf+m	Sf+c	Sf+Sc	Sf+s
rgido	r+a	r+Sa	r+d	r+t	r+St	r+m	r+c	r+Sc	r+s

 = cruce entre misma categoria

 = cruce dificulta alcanzar el concepto


 = cruces que facilitan alcanzar el concepto

fig 3.2.3: matriz de alternativas

32.1.2 Eliminación de Alternativas

En este apartado se descartan las alternativas que no son viables para alcanzar el concepto de diseño y se procede a evaluar las que se consideran como ideales para la resolución del problema. Además dentro de los considerados como semi-viables se descartaron los más complejos según el análisis tecnológico.

alternativas viables	
ideales	semi viables
bandas sin fin	plataforma hidráulica
poleas	silla
tabla deslizante con apoyos	cinturón para el paciente
fajas multifuncionales	tela elástica
disco giratorio	rieles
motor para silla	carrico eléctrico
	bicicleta

cuadro 3.2.1: recopilación de ideas

32.1.3 Combinación de alternativas

Con las alternativas resultantes, se busca generar propuestas de más viabilidad y cuya utilidad sea mayor haciendo combinaciones entre estas.

plataforma hidráulica + tela elástica
 tela elástica + tabla deslizante con apoyos
 silla + disco giratorio + tabla deslizante con apoyos
 cinturón + disco giratorio
 poleas + tela elástica
 tabla + fajas multifuncionales

32.2 Requisitos de Uso

El diseño apropiado involucra una estructura compleja por los actores y por el sistema de trabajo utilizado en el presente, definiendo requerimientos que buscan encontrar lo indispensable en el concepto propuesto.

Para lograr estos requerimientos se toman en cuenta los siguientes factores:

1. una interrelación entre el diseñador, el usuario y el entorno más inmediato (enfermeros y auxiliares).
2. entender al usuario como individuo, componente pro-activo en la estructura social, reconociendo sus necesidades y limitaciones a nivel físico.
3. desde una concepción tal, que permita al sistema ser capaz de apoyar en sus funciones a los enfermeros y auxiliares.

requisitos de uso
seguro
compacto
simple
versátil
fácil de manipular
fácil mantenimiento
bajo esfuerzo físico
viabilidad técnica
maximización del tiempo
maximización del recurso humano

cuadro 3.2.2: requisitos de uso

3.3 Desarrollo de Propuestas

3.3.1 Caracterización de Propuestas

3.3.1.1 Fajas Multifuncionales

Consisten de una serie de fajas que se colocan por medio de broches, a los auxiliares y a los pacientes. Su funcionalidad está limitada por la capacidad del paciente para mover y mantener firmes sus brazos.

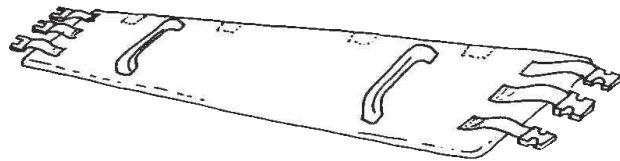


fig 3.3.1: faja multifuncional

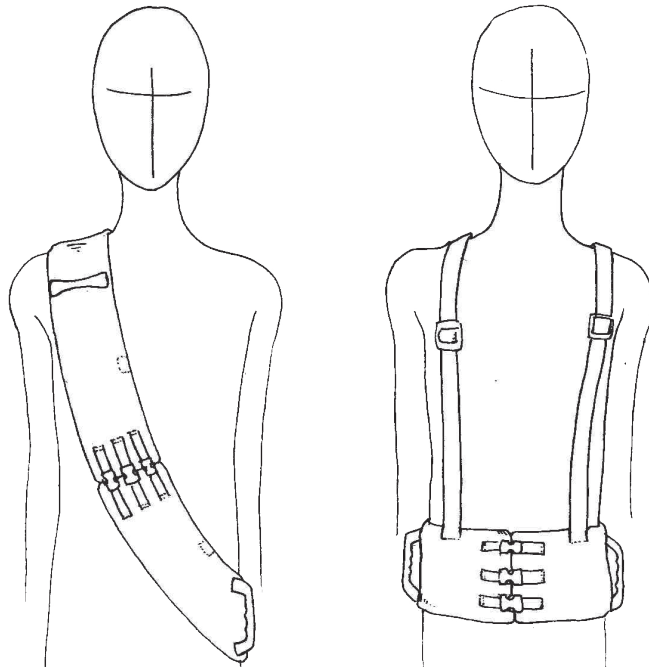


fig 3.3.2: auxiliar con faja multifuncional

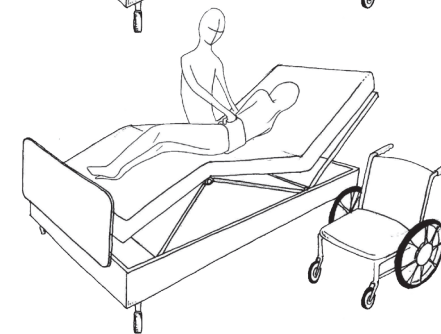
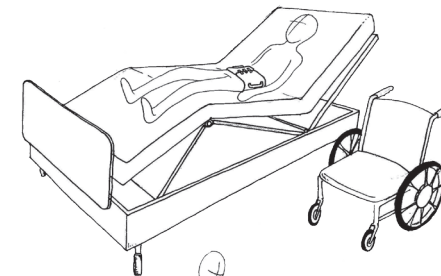
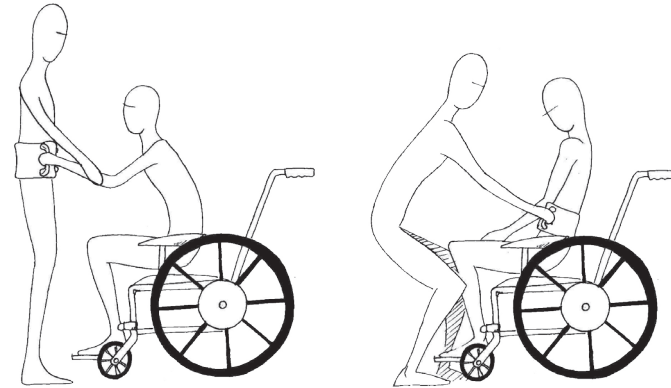
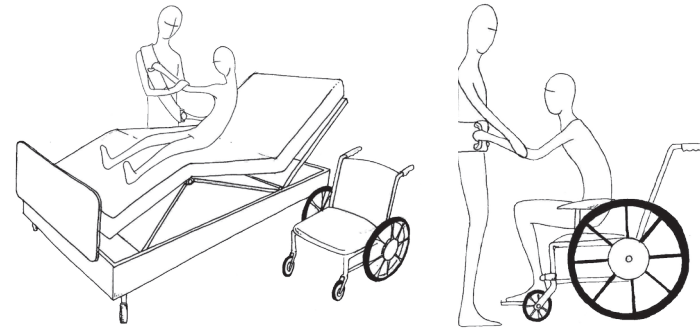


fig 3.3.3: como se usa la faja multifuncional

3.3.1.2 Sistema Giratorio

Consiste en un plato giratorio sobre el que se apoya el paciente. Al agregar un accesorio en forma de bastón, el paciente puede apoyarse y por si mismo rotar cuanto lo necesite.

Este tipo de accesorio se vuelve útil en las últimas etapas de la recuperación, cuando el paciente puede soportar su propio peso y requiere hacer la transferencia por si solo. Debido a la naturaleza de las lesiones de los pacientes para los que se está diseñando este tipo de sistema se convierte en un auxiliar, así como para el desarrollo de otras propuestas con funciones similares.

La principal ventaja del mismo es que permite al paciente sentirse independiente y esto inclusive se convierte en un factor clave de la recuperación.

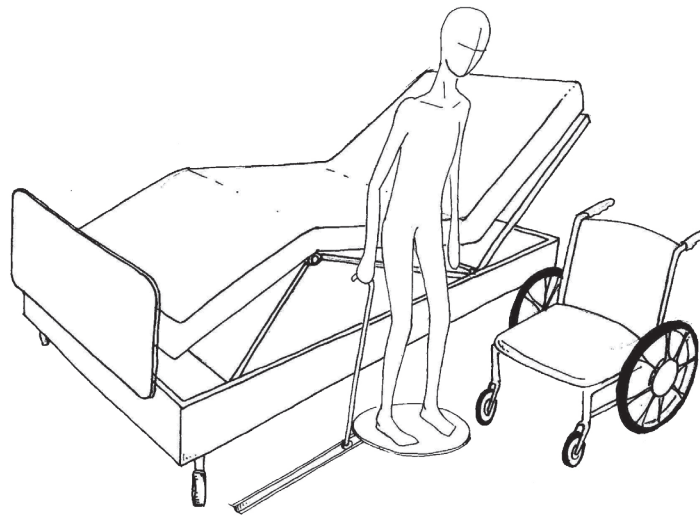


fig 3.3.4: paciente haciendo uso del sistema giratorio

3.3.1.3 Poleas

Se busca implementar sistemas sencillos de fácil instalación y utilización, por lo que se recurre a elementos existentes fáciles de implementar, como las poleas.

Se plantean opciones que permitan elevar y descender al paciente de la cama a la silla de ruedas. Con puntos fijos ya sea en la camilla o en el techo. Ambas requieren que el paciente sea capaz de mantenerse estable por un corto periodo de tiempo.

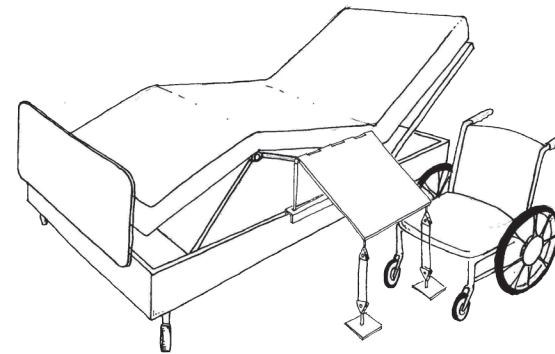


fig 3.3.5: sistema de poleas fijas al suelo

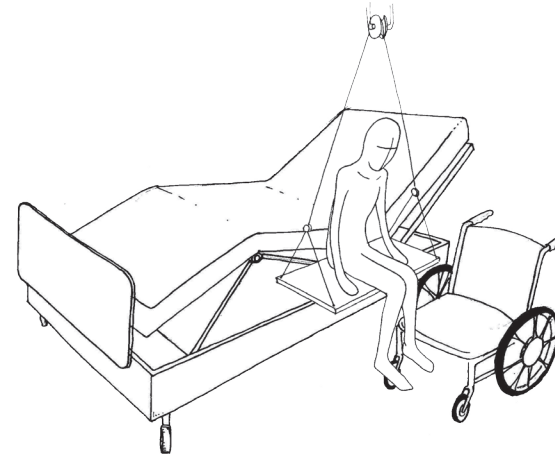


fig 3.3.6: sistema de poleas fijas al cieloraso

3.3.1.4 Tabla-tobogán Deslizante

Consiste de una tabla como las de transferencia que permita dejar al paciente en la posición sedente y además deslizarlo hasta la silla de ruedas. Cuenta con una serie de resortes que facilitan levantar el peso del paciente.

Se busca con esta asistencia que la tarea de levantar al paciente pueda ser realizada por una sola persona y además reducir los puntos de contacto del paciente.

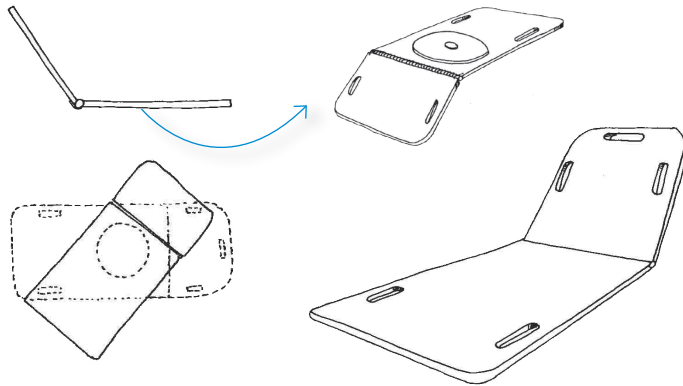


fig 3.3.7: detalles de la tabla-tobogán deslizante

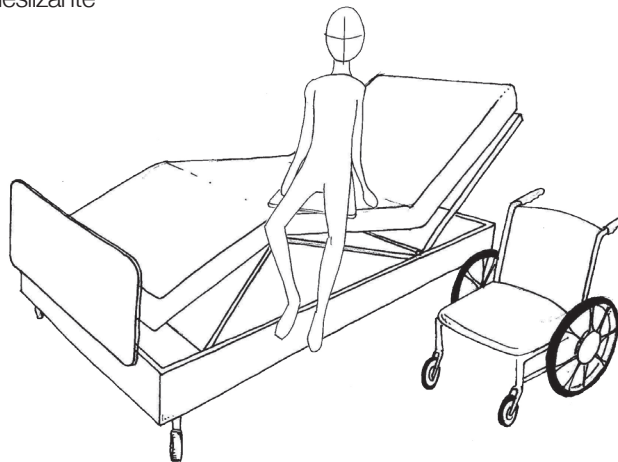


fig 3.3.8: rotación de paciente utilizando la tabla-tobogán deslizante

3.3.1.5 Tela Elástica

Este accesorio se tensa por medio de unos ganchos ubicados en los extremos de la cama de forma que permite fijar el plato de rotación por debajo del paciente, en los glúteos del mismo. Una vez colocada, permite girar al paciente y colocarlo frente a la silla. Uno de los inconvenientes que saltan a primera vista con este sistema es la falta de soporte lumbar para el paciente, por lo tanto va a requerir a un de la asistencia de al menos dos auxiliares.

Posteriormente a la rotación, la tela se une a la silla de ruedas para formar un paso entre esta y la camilla.

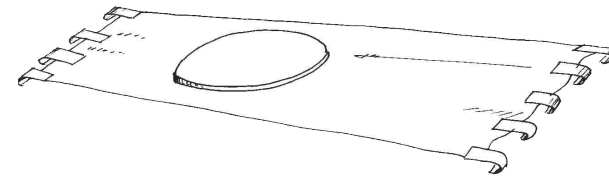


fig 3.3.9: tela elástica

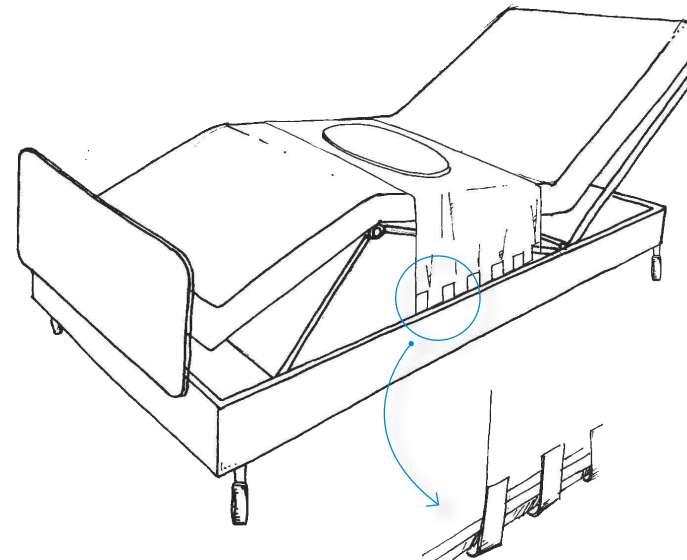


fig 3.3.10: fijación de la tela elástica a la camilla

3.3.1.6 Tabla Deslizante

Se busca establecer un paso entre la camilla y la silla de ruedas. El auxiliar se verá encargado de dar asistencia al paciente para deslizarlo entre ambos. Se debe trabajar con sillas de ruedas cuyos reposabrazos sean colapsables, de forma que no vayan a entorpecer la transferencia del paciente, o la ubicación de la tabla.

Es estable ya que se fija provisionalmente a la cama y de la misma forma a la silla, que una vez que los frenos son activados, se mantiene sumamente estable.

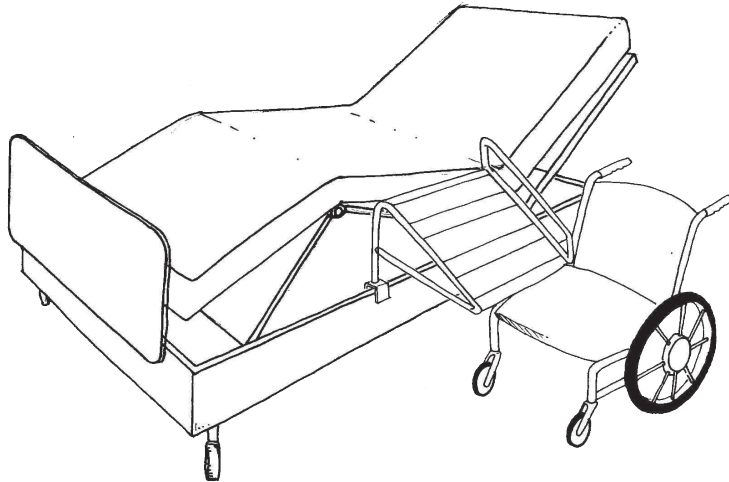


fig 3.3.11: ubicación de la tabla deslizante entre la camilla y la silla

3.3.1.7 Rieles

Serie de canales sobre los que corre un carrito con agarraderas, que se colocan ya sea en el cielo raso o en la pared, y que conectan los salones de encamados y el área de terapia.

Las extensiones verticales son para sujetar las sillas de ruedas, de forma tal que impulsan la silla en la dirección establecida. La principal ventaja de este sistema es que permite que cada silla se movilice de forma individual de forma que un desajuste no afecte la movilización del resto de las sillas.

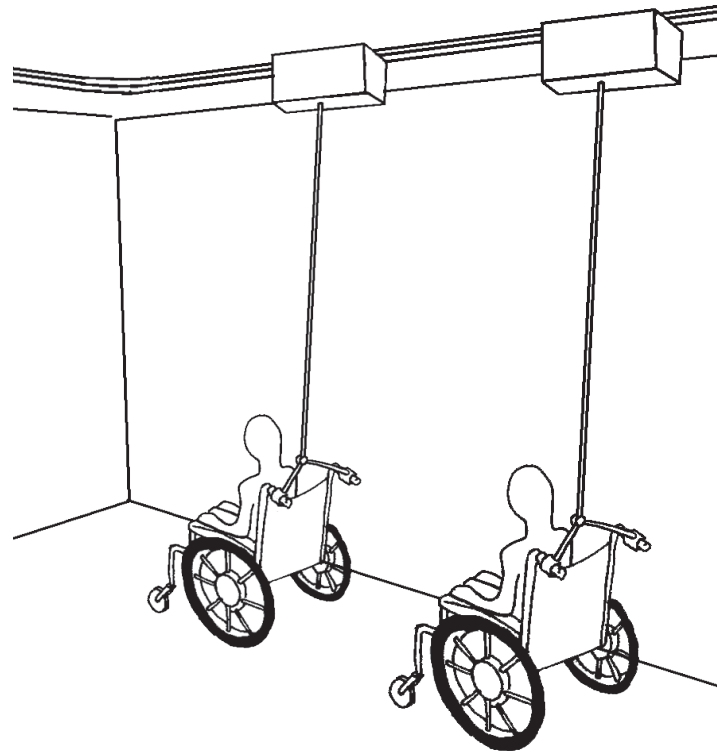


fig 3.3.12: sistema de rieles instalados

3.3.1.8 Banda Sin Fin

Consiste en un sistema formado por una banda que rota por debajo de sí misma, de forma tal que permite movilizar aquello que se coloque en la superficie. Las partes principales del sistema son la banda, un tambor en cada extremo de la misma y un motor. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores y arrastrada por un tambor accionado por el motor, mientras el otro tambor gira libre para dar retorno a la banda. Este sistema presenta grandes problemas de implementación, así como de presupuesto. Los costos para instalar y dar mantenimiento a un sistema como este son sumamente altos.

Para instalarlo se requieren remodelaciones costosas que implican generación de escombros y requieren de modificaciones significativas de las instalaciones. Además la implementación en otras instituciones requiere de altos análisis de factibilidad. No cualquier construcción puede ser modificada de forma que permita la instalación de un sistema como tal. Otro factor importante a considerar es la factibilidad de adquirir este tipo de tecnología en el país así como los costos.

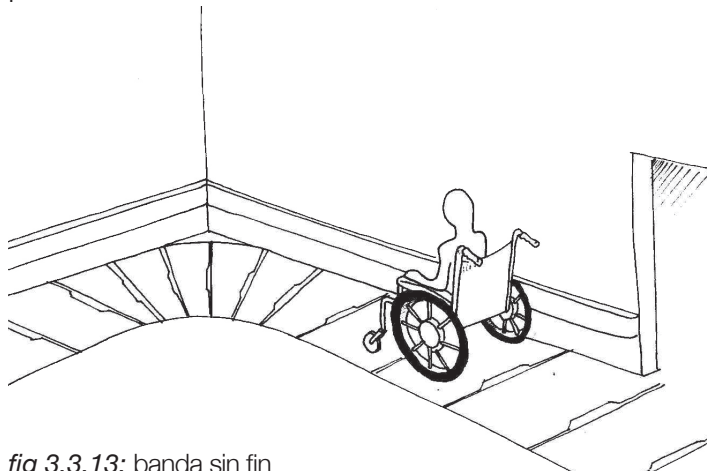


fig 3.3.13: banda sin fin

3.3.1.9 Motor Independiente Adaptable

Desarrollar un motor fácil de adaptar a las sillas ya existentes en el centro. Para automatizar la movilización se implementará un lector óptico que realice un recorrido marcado ya sea en el suelo o en la pared. De esta forma el asistente únicamente debe encargarse de sentar al paciente en la silla a la que ya está acostumbrado y dirigirlo hasta la puerta del salón de encamados. El motor se encargará de dirigir la silla y trasladar al paciente hasta el área asignada.

Entre las principales ventajas del sistema es la facilidad de implementación, principalmente señalar que no hay necesidad de construcciones complejas.

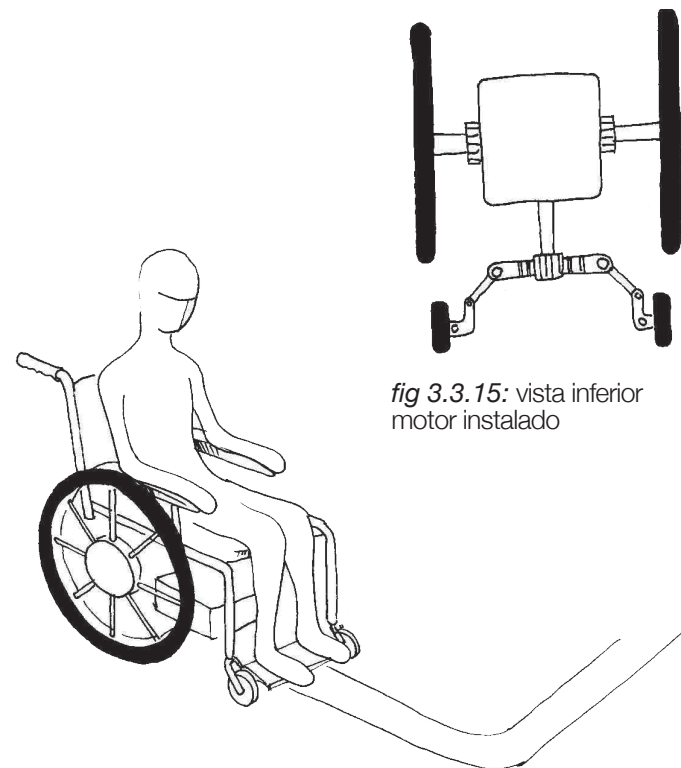


fig 3.3.15: vista inferior motor instalado

fig 3.3.14: motor independiente leyendo cinta lectora

3.3.2 Evaluación de Alternativas

Se seleccionaron los tres requisitos de uso que facilitan alcanzar el concepto establecido. A estos se les asignó un porcentaje en base a cien según la relevancia que cada uno de ellos tiene con respecto al concepto. Posteriormente se dio a cada propuesta un valor relativo a dicho porcentaje y finalmente, basados en la suma de estos puntos, aquellas dos con mayores valores, se desarrollarán como propuesta final. Este sistema orienta con mayor facilidad a los diseñadores en la toma de decisiones pero no pretende limitar el desarrollo del diseño. Tampoco implica que no se puedan integrar otros sistemas dentro de los seleccionados.

	criterios			total
	versátil 15%	fácil de manipular 25%	maximización del recurso humano maximización del tiempo (20%) disminución de esfuerzo físico (40%) 60%	
poleas	7	20	36	63
tabla - tobogán deslizante con apoyos	15	24	57	96
rieles	7	10	48	65
motor para silla	15	24	60	99
fajas multifuncionales	13	18	27	58
tela elástica	14	17	27	58

cuadro 3.3.1: evaluación de propuestas



3.3.3 Validación de Alternativa Final

Se somete el prediseño del sistema a la valoración del mismo por parte de los diseñadores.

La validación se realiza con la intención de eliminar y corregir los potenciales errores del sistema basados en la opinión de conocedores de la problemática y posibles usuarios.

critérios	total
pocos pasos	8
manipulable por un solo enfermero	9
duración menor a 10 minutos	9
reduce esfuerzos lumbares	8
contacto mínimo con el paciente	6
uso intuitivo	8
confianza al paciente	8
fácil mantenimiento	7
seguro	9
conforme a normativas hospitalarias	10
puntuación final del sistema	82

cuadro 3.3.2: validación de propuesta final por parte de diseñadores

4.1 Propuesta Final

La propuesta final de diseño es un sistema compuesto de dos partes diferenciadas por la función que cada una realiza.

La transferencia se refiere al cambio del paciente de su camilla a una silla, de una silla a las colchonetas, y viceversa. Y el traslado se define específicamente como la movilización de los pacientes desde las habitaciones (área de encamados) hasta las diferentes áreas de terapia.

4.1.1 Transferencia

La solución a la transferencia del paciente de la camilla a la silla de ruedas y viceversa consiste en un sistema de apoyo corporal para el paciente que cumple con un desplazamiento vertical.



fig 4.1.1: auxiliar para transferencias

4.1.1.1 Características Técnicas

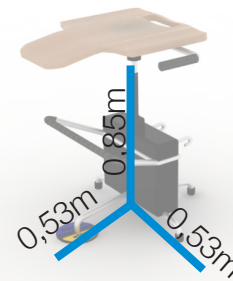


fig 4.1.2: volumen que ocupa el objeto



fig 4.1.3: ubicación del centro de masa

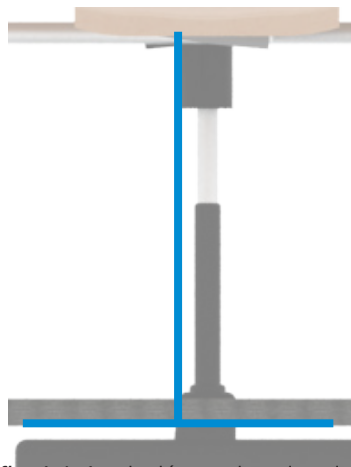


fig 4.1.4: relación ancho-alto-simetría, garantizan la estabilidad

especificaciones técnicas	
característica	valor
voltaje que requiere el sistema	12V
cargador que requiere el sistema	tungar 6V,12V

cuadro 4.1.1: requerimientos técnicos para el subsistema de transferencia

4.1.12 Estructura

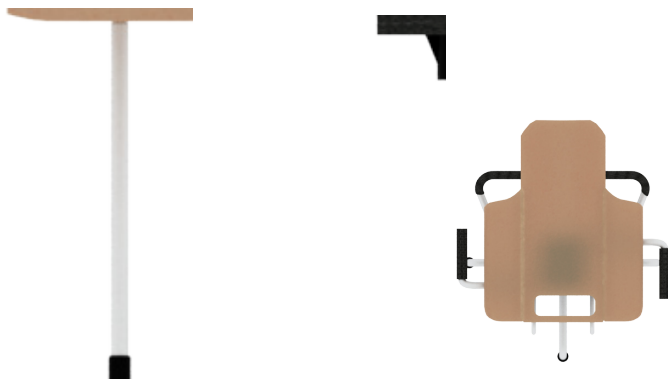


fig 4.1.5: vistas planas (de izquierda a derecha) fronta, lateral, superior

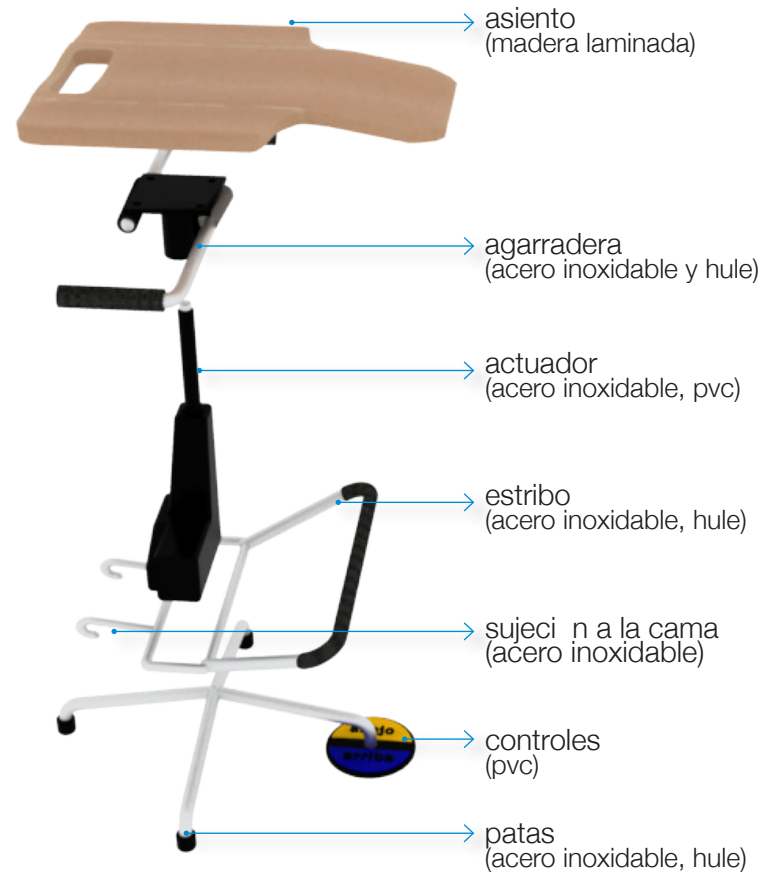


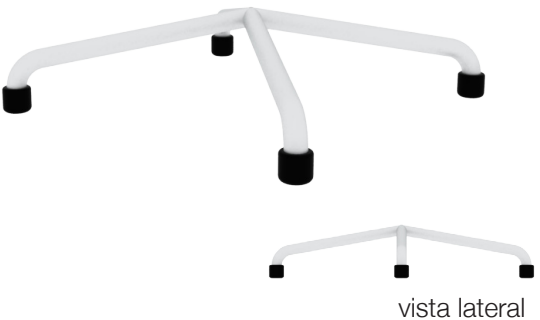
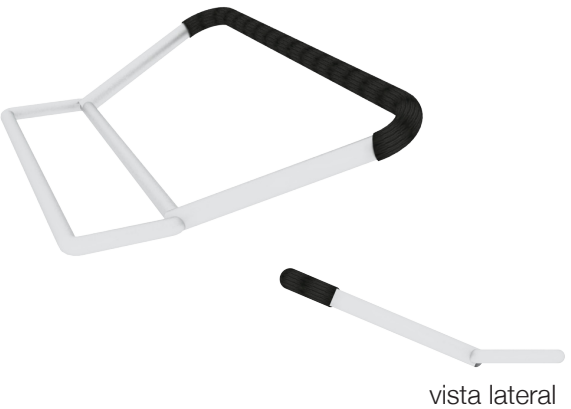
fig 4.1.6: componentes y materiales del subsistema

4.1.13 Caracterización de las Partes

En este apartado se determinan las características de los componentes establecidos en el apartado anterior; las dimensiones de cada uno así como un resumen de los materiales a utilizar.

Si se quisiera conocer más detalles de los materiales, se puede referir al análisis tecnológico contenido dentro de este informe.

partes del subsistema		
parte	características	imagenes
asiento	pieza de madera laminada dispuesta de forma horizontal. posee un recubrimiento de poliuretano. rea: 400 x 500mm. grosor 30mm	 <p>vista superior</p> <p>vista lateral derecha</p>
agarradera	estructura tubular en forma de L.	 <p>desplegadas</p> <p>base</p>
actuador Linak LA31 Deskline (pistón)	<p>actuador electromecánico: elemento que convierte voltajes de corriente en movimiento lineal.</p> <p>especificaciones actuador: motor de 12 V longitud de carrera: max 500 mm esfuerzo max 3500 N</p> <p>especificaciones batería (Neata): 12 V, 4.5 Amperios</p>	

parte	características	imagenes
patas	estructura desplegada con forma de prisma. fabricada de acero inoxidable.	
estribo	estructura tubular en forma curva. busca dar soporte a la extremidad inferior afectada del paciente. los materiales aplicados son acero inoxidable y hule como antideslizante.	

cuadro 4.1.2: características específicas de las partes del subsistema

materiales: subsistema de transferencia	
material	características
acero inoxidable de la industria médica	<ul style="list-style-type: none"> .tipos: 17-4, 304, AISI 316, AISI 316L, 455, 589. .puede ser sometido a tratamiento térmico .resistencia a la corrosión .propiedades higiénicas .reciclable
hule	<ul style="list-style-type: none"> .impermeable .antideslizante .estable .elástico .resistente contra químicos

material	características
madera laminada	<ul style="list-style-type: none"> .resistente: por la disposición sucesiva de capas encoladas. .flexible .estable por el extenso proceso de secado. .poca proliferación de hongos: no posee humedad.
PVC	<ul style="list-style-type: none"> .rígido y duro mecánicamente .aislante eléctrico .resistente a sustancias químicas, hongos, bacterias e insectos .impermeable a gases y líquidos

cuadro 4.1.3: resumen de las propiedades de los materiales aplicados



4.1.1.4 Funcionamiento del Actuador

El actuador consta en tres elementos principales; un motor, un engranaje y un eje roscado que incluye una tuerca.

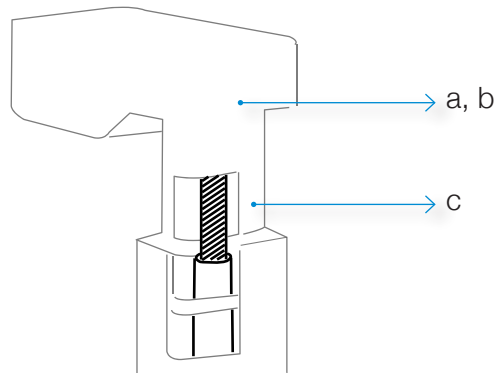


fig 4.1.7: actuador

El motor del actuador (conectado a una batería) hace rotar un engrane y este produce el movimiento vertical del eje roscado (tornillo sinfin).

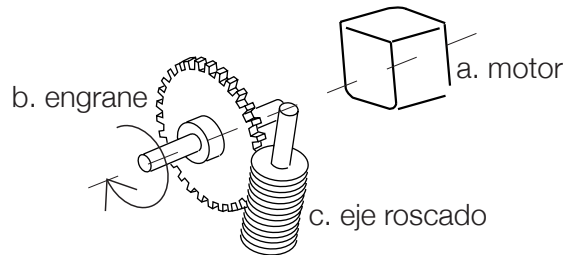


fig 4.1.8: funcionamiento interno del actuador

El actuador (pistón) se abre cuando se presiona el botón que indica hacia arriba. Esto permite un movimiento ascendente del soporte corporal. El actuador se cierra cuando se presiona el botón que indica hacia abajo. Esto permite un movimiento descendente del soporte corporal.

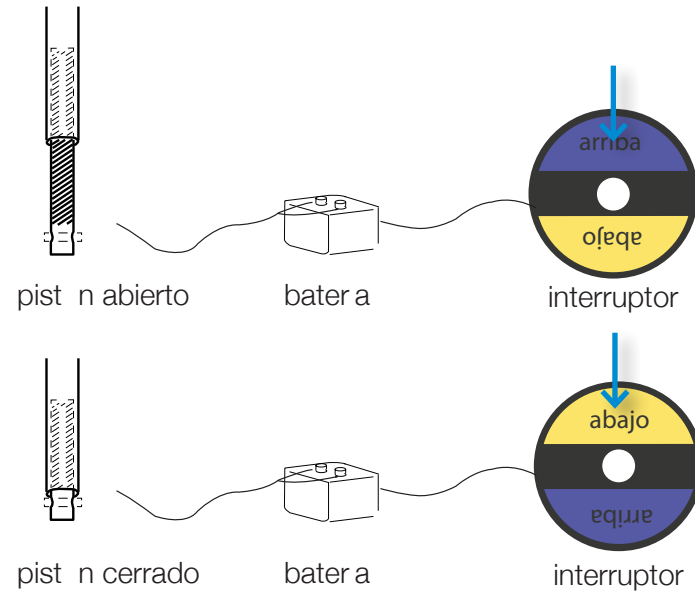


fig 4.1.9: funcionamiento del actuador

4.1.1.5 Funcionamiento de las Patas

Las patas proveen cuatro puntos de apoyo sumamente firmes sobre el suelo. Estas se encuentran soldadas al eje principal y el ángulo de inclinación de las mismas evita las fuerzas cortantes perpendiculares al suelo, lo que las vuelve más estables y con menos posibilidades de colapso.

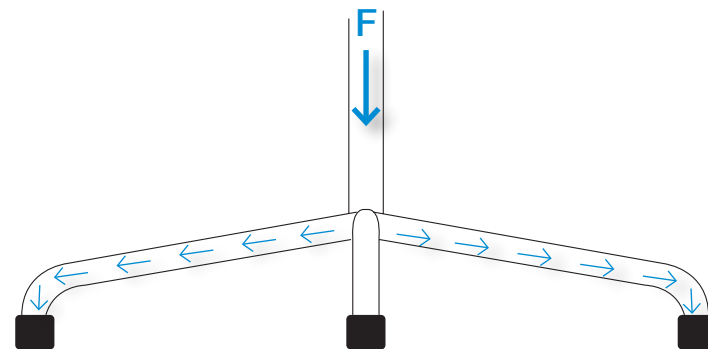


fig 4.1.10: vista lateral de las patas

4.1.1.6 Funcionamiento de las Agarraderas

Las agarraderas tienen desplazamiento horizontal de izquierda a derecha y de derecha a izquierda. La agarradera de estructura tubular se desliza dentro de un cilindro soldado a la base del asiento. Cuando la agarradera no está en uso se desliza por debajo del asiento para no obstaculizar el desplazamiento del paciente.

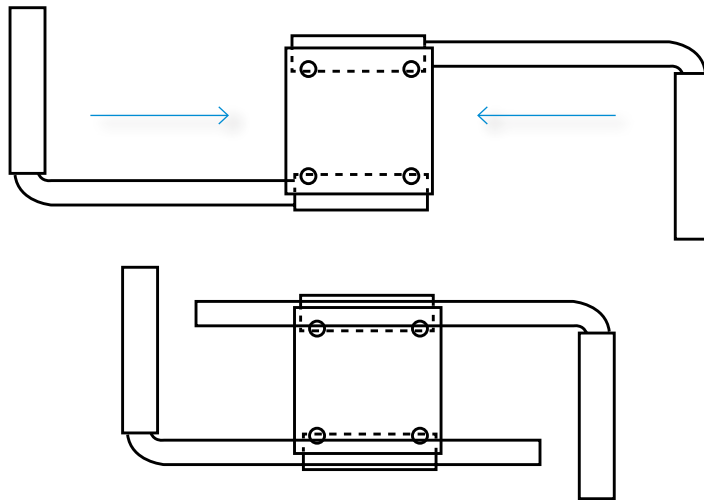


fig 4.1.11: vista superior sujeción para el paciente

4.1.1.7 Usabilidad

Es un requisito indispensable del diseño de este sistema que durante el proceso, el paciente, así como el enfermero se encuentren cómodos y completamente seguros.

Como se ha mencionado varias veces anteriormente, se está diseñando para pacientes con hemiplejía lo que quiere decir que en uno de los hemisferios (derecho o izquierdo) aún posee cierto nivel de movilidad. Con este elemento, el paciente se verá obligado a

volverse parte activa del proceso de transferencia, utilizando el lado de su cuerpo que aún está sano. Y a la vez reforzando el área psicológica procurando demostrarle que aún tiene capacidades propias.

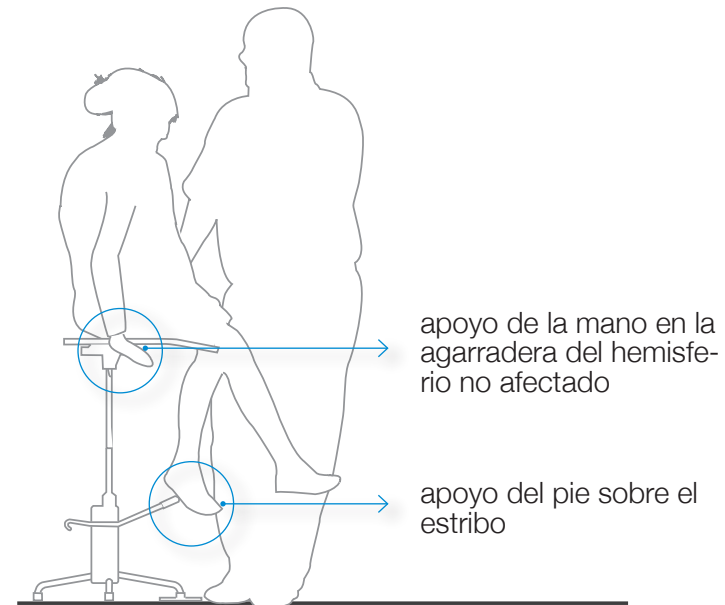


fig 4.1.12: uso por un paciente

El asiento está diseñado para que el paciente apoye el glúteo y el muslo del hemisferio afectado. Sin embargo el apoyo del hemisferio con movilidad es parcial, con el fin de dar más libertad de movimiento a la pierna y así que el paciente coloque la misma en la posición que le brinde más seguridad.

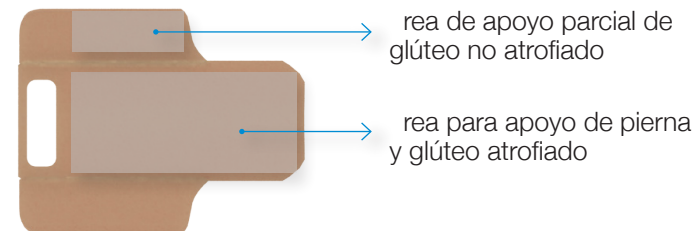
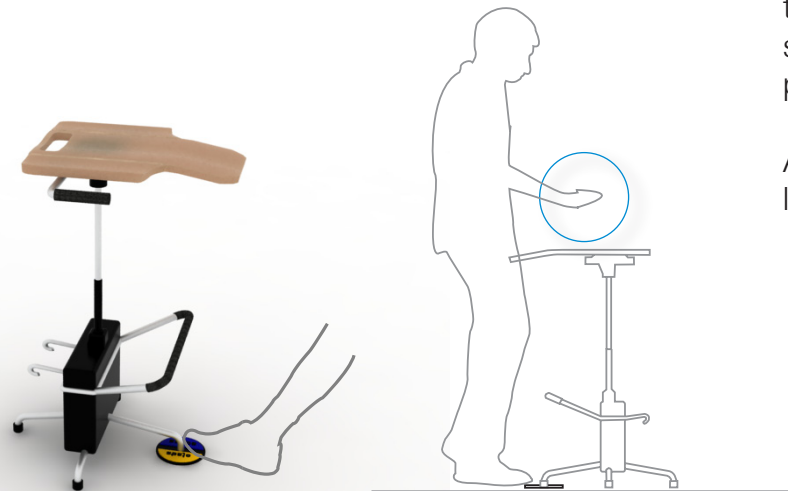


fig 4.1.13: configuración del asiento

Es indispensable además que dentro de las consideraciones de usabilidad y ergonomía, se tomen en cuenta las necesidades del enfermero, ya que el sistema entre todo, busca facilitarle su trabajo. Para hacerlo funcionar, el enfermero pulsa con el pie los botones para realizar el movimiento vertical del sistema.



el control se encuentra en el piso para que el enfermero mantenga ambos brazos libres para asistir al paciente

fig 4.1.14: ubicación y uso de los controles

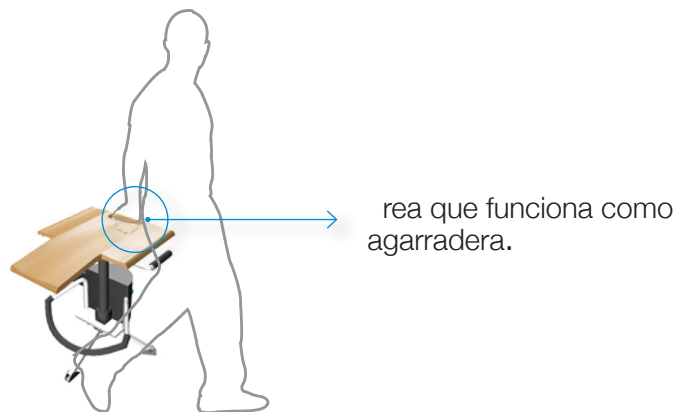
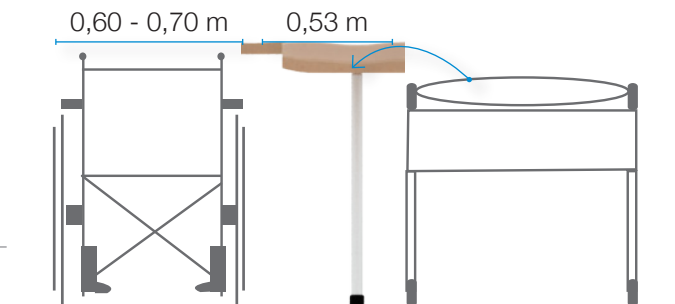


fig 4.1.15: movilizar el sistema

4.1.1.8 Optimización Espacial

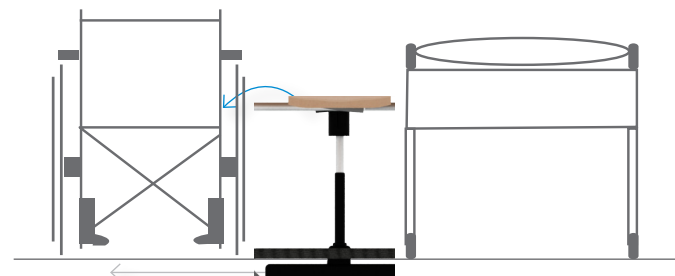
La transferencia se realiza de la cama a la silla de ruedas y viceversa. El sistema propuesto para mover verticalmente el paciente se coloca entre la silla y la cama. Entre cada una de la camas hay 1,20 m de espacio. Posicionado el sistema para la transferencia el espacio ocupado por el mismo y la silla de ruedas es de 1 - 1,10 m. La asistencia por parte del enfermero es frente al sistema.

A. posición del sistema para transferir el paciente a la cama



para llevar el apoyo corporal al filo de la cama se coloca la pata debajo de la cama

B. posición del sistema para transferir el paciente a la silla



la silla de ruedas se debe de acercar lo máximo posible al sistema para facilitar la transferencia

fig 4.1.16: traslado de camilla a silla de ruedas

4.1.1.9 Logística

Se detallan los pasos a realizar para utilizar el sistema.

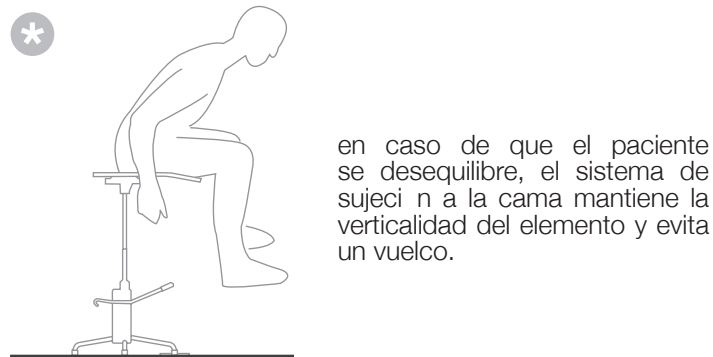
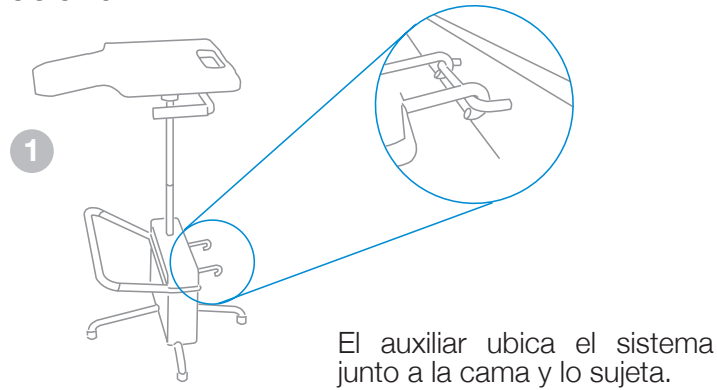


fig 4.1.17: diagrama uso del sistema de traslado

4.1.2 Traslado

La tarea a realizar por este sistema consiste en movilizar al paciente, transportarlo de forma eficiente, rápida y segura.

El sistema está conformado de tres subsistemas:

- . silla de ruedas existentes en el Centro + chaleco de ajuste a la silla
- . subsistema electrónico-mecánico
- . señalización

El desplazamiento que realizará el paciente a sus rutinas diarias de terapia será de manera autónoma por medio de una silla de ruedas programada para lograr varios recorridos (según la terapia a la que se dirija).



fig 4.1.18: subsistema de transporte instalado

4.1.2.1 Estructura

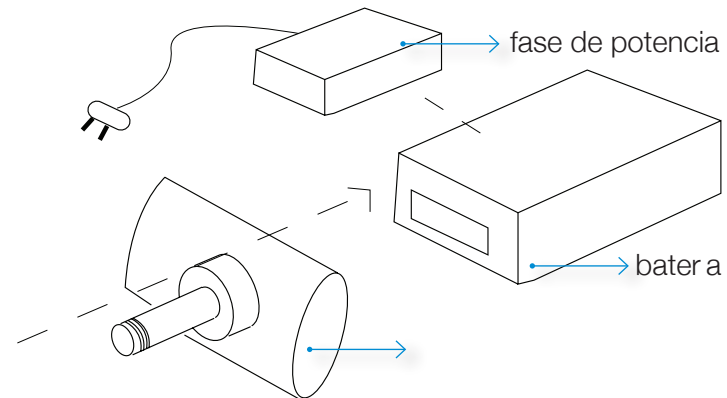


fig 4.1.19: composición del sistema de transporte

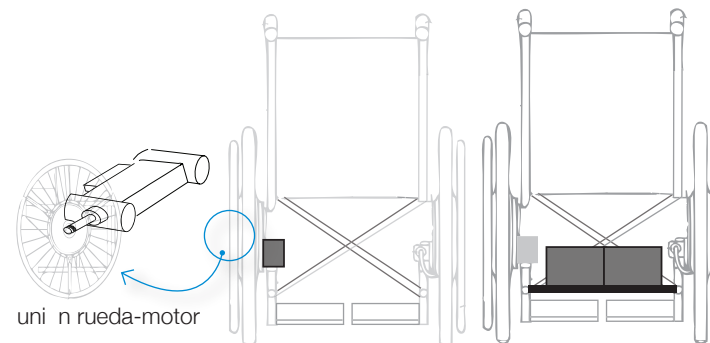


fig 4.1.20: ubicación de los motores y baterías

4.1.2.2 Caracterización de las Partes

En este apartado se determinan las características de los componentes establecidos en el apartado anterior; las dimensiones de cada uno de ellos como un resumen de los materiales a utilizar.

Si se quisiera conocer más detalles de los materiales, se puede referir al análisis tecnológico contenido dentro de este informe.

partes del subsistema		
parte	características	imagenes
bater as	<ul style="list-style-type: none"> .voltaje nominal: 12V .capacidad: (EN) Ah 50 .reserva de capacidad:(EN) mín. 110 .carcasa herm tica antiderrame .dimensiones (l x a x h) : 254 x 83 x 206mm .peso: 8,3 Kg 	
motor	<ul style="list-style-type: none"> .gran potencia, alta eficiencia, poco consumo, gran torsión de arranque, etc. .este motor se aplica principalmente a sillas de rueda eléctrica, scooter de movilidad, eje trasero, scooter para discapacitados etc. .dimensiones: 19 x 8cm 	
sensores	<ul style="list-style-type: none"> .detecci n de todo tipo de cuerpos s lidos y lquidos. .ajuste de sensibilidad variable (programable) .di metros de 18 y 30 mm. .distancia de sensado de 8 y 15 mm. 	
chip electr nico	<ul style="list-style-type: none"> .conector USB 2.0 para programar .el enchufe de uni n de poder puede ser impulsado con el suministro de energ a de corriente continua o la corriente alterna .5V regulador de voltaje .cuatro montaje agujerea 3,3 mm .dimensiones 104x76 mm 	
chaleco de sujeci n	<ul style="list-style-type: none"> .dimensiones incluyendo el respaldo de 79 a 178 cm .chaleco con zipper con cintas de regulaci n y sujeci n con hebillas de cierre .de material semir gido transpirable 	

cuadro 4.1.4: características específicas de las partes del subsistema

materiales: subsistema de transferencia	
material	características
fibra de carbono	.gran capacidad de aislamiento térmico .resistencia a la corrosión .liviana
ABS	.muy resistente al impacto .termoplástico amorfo .gran tenacidad .duro y rígido .resistencia química aceptable .resistencia a la abrasión .buena estabilidad dimensional .reciclable
acero inoxidable	.resistente a la corrosión .reciclable .propiedades higiénicas

cuadro 4.1.5: resumen de las propiedades de los materiales aplicados

4.1.2.3 Funcionamiento

A nivel de infraestructura se sealará un recorrido en el piso de color negro, el cual servirá para ubicar en el espacio a la silla y será reconocido por sensores, para evitar que el sistema pierda el sentido del recorrido. Para lograrlo la silla contará con sensores de luz los cuales reconocerán los blancos y los negros por medio de intensidades de luz lo cual permitirá que el chip descarte los colores y pueda controlar la respuesta del motor.

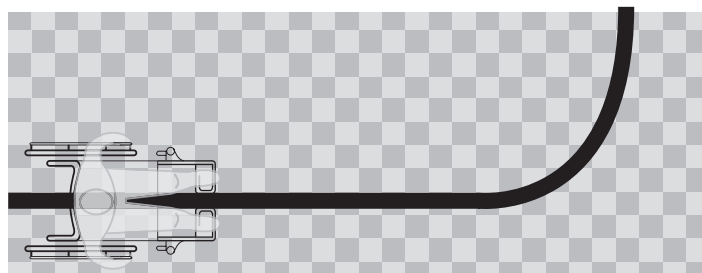


fig 4.1.21: vista superior bandas de identificación del recorrido

Además se ubican en los puntos extremo de la silla, una serie de sensores de proximidad que permiten reducir los riesgos de un choque con cualquier tipo de obstáculo sobre el recorrido, por ejemplo alguien que vaya caminando. Además vuelve más seguros los giros que deben realizarse, ya que reconoce la cercanía a la que se encuentra, de puntos peligrosos.

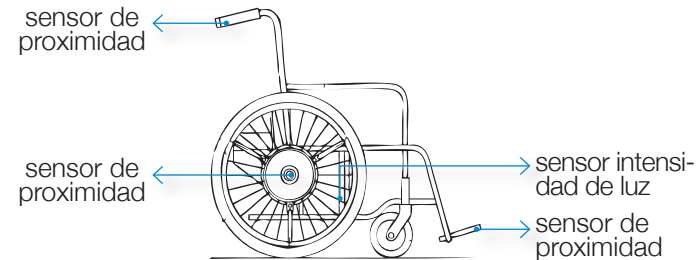


fig 4.1.22: ubicación de sensores auxiliares

Si los sensores de proximidad detectan un objeto, la silla se detendrá y los sensores estarán escaneando el área cada microsegundo, si desaparece, el motor se reactiva y continúa sobre el recorrido. De lo contrario, si después de un minuto el objeto sigue en el mismo lugar, se activará una alarma de baja intensidad (permitida según las regulaciones internas) y una señal aparecerá en el monitor y el encargado del sistema se dará cuenta que se produjo un problema en el recorrido.

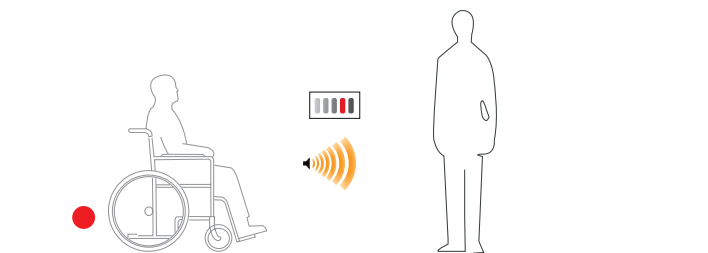


fig 4.1.23: reacción de los sensores y motores cuando hay obstáculos

Contará con dos motores en las llantas traseras, unidos a un tornillo sin fin, el funcionamiento de los motores será de forma análoga de manera que cuando los dos motores se encuentren encendidos avanzará de manera lineal, cuando el motor de la llanta derecha está apagado y el de la izquierda encendido, girará a la derecha y viceversa.

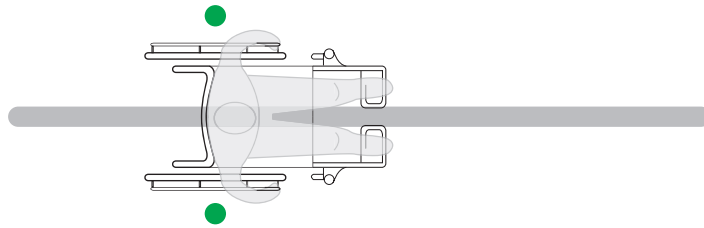


fig 4.1.24: funcionamiento de los motores para avanzar en línea recta

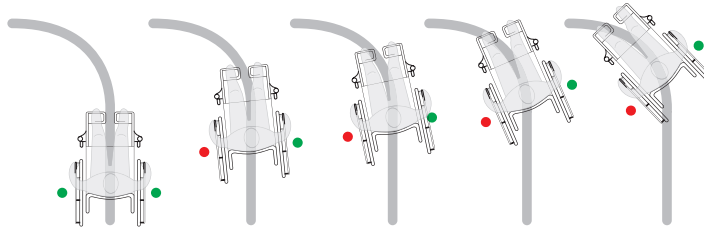


fig 4.1.25: funcionamiento de los motores para realizar un giro

Están conectados a una fase de potencia la cual se encarga de recibir los datos del chip y transformar los voltajes, en esta parte se colocará una palanca que se activará para consumir corriente o para recargar las baterías, estas serán baterías de 50 amperios, herméticas, cuyo único mantenimiento necesario es la recarga.

En el chip electrónico se encuentra el diseño de los datos de comportamiento lo que se desea que ejecute el sistema, activar o desactivar, avanzar o detenerse, giro o lineal según sea la función para

cada sensor, el sistema contará con sensores de proximidad, de luz y control de velocidad, según el recorrido diseñado.

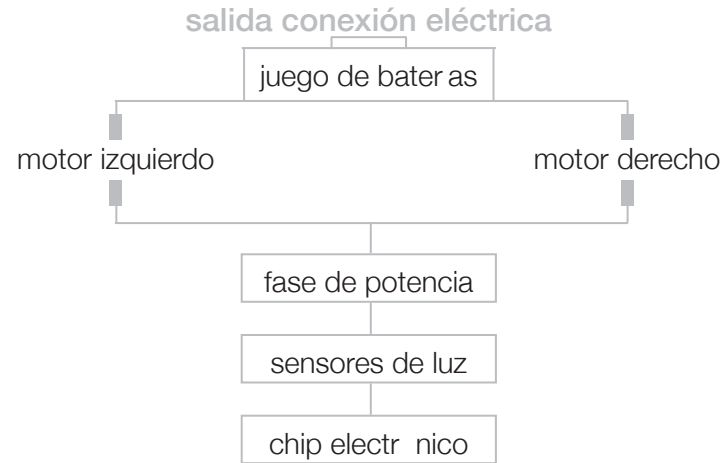


fig 4.1.26: diagrama subsistema electrónico

4.1.2.4 Otras características

Motor en neutro

El sistema cuenta con la opción de ser desactivado (corte de electricidad) al presionar el botón de off en el control remoto. Esto es para poder utilizar la silla de manera convencional, ser guiada por una persona o por el paciente.

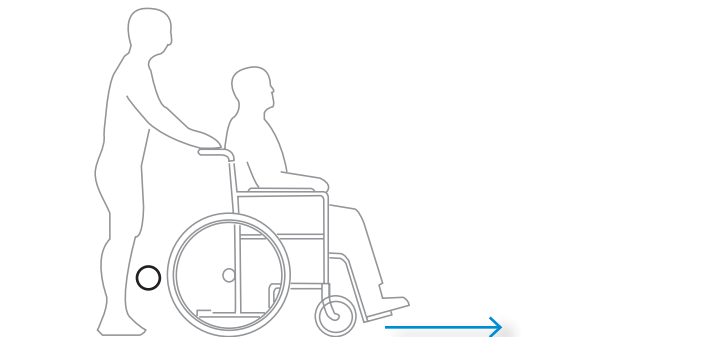


fig 4.1.27: motor en neutro para uso manual

Radio de giro

Se establecen las dimensiones mínimas que requiere el sistema para realizar un giro de forma segura para el paciente. Se toma en consideración la versatilidad de las sillas de ruedas, la velocidad a la que se movilizan así como las dimensiones de los pasillos del Centro.

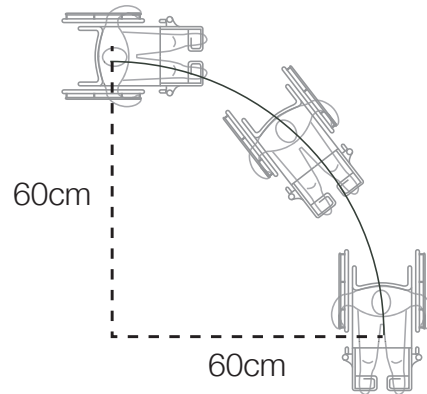


fig 4.1.28: radios de giro del sistema

Velocidad

Se programa una velocidad menor a la que normalmente funciona el motor con el objetivo de reducir riesgos en el recorrido. La velocidad será de 3 km/h tomando como referencia que una persona con capacidades totales camina a 5 km/h.

4.1.2.4 Usabilidad

El sistema es sumamente sencillo de utilizar, una vez que el paciente ha sido sentado en la silla de ruedas, el enfermero deberá cerrar el chaleco de sujeción al paciente para evitar que vaya a resbalarse de la silla durante la trayectoria o a inclinarse hacia algún lado.

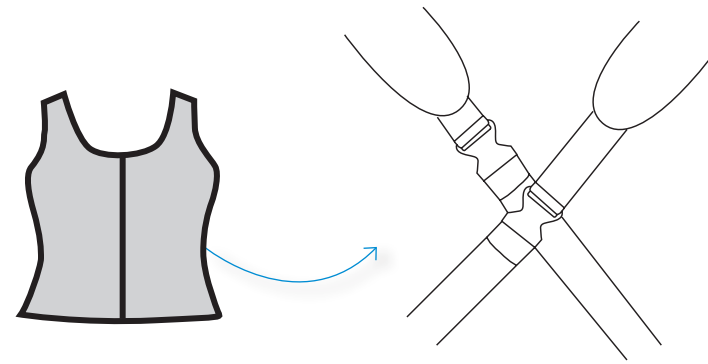


fig 4.1.29: sistema de sujeción posterior del chaleco

Para seleccionar el destino final, se va a proveer al enfermero con un control remoto. Ese mismo control se utiliza para seleccionar el recorrido de cualquier motor.

El enfermero únicamente deberá apuntar hacia el motor de la silla presionar el botón de encendido por 5 segundos, luego seleccionar el destino final y la dirección (si va desde la sala de encamados al área de terapia o viceversa). Deberá ubicar la silla en la salida del salón y esperar 10 segundos para que inicie el motor.

El control tiene una dimensión de 8 x 4 cm y 1,5 cm de espesor, es liviano y fácil de cargar. Estas dimensiones garantizan que el enfermero puede guardarlo en la bolsa de la gabacha con facilidad.

4.1.25 Interfases

Control remoto

En este están los posibles recorridos que se pueden realizar, los botones de encendido y apagado así como los accionadores de dirección: ya sea de un área de terapia específica hacia encamados o viceversa.



fig 4.1.30: control remoto para control de recorrido

Control interno

Se implementará en el sistema de cómputo de la estación de encamados, una ventana que especificará el estado del recorrido de cada una de las sillas que están en uso.

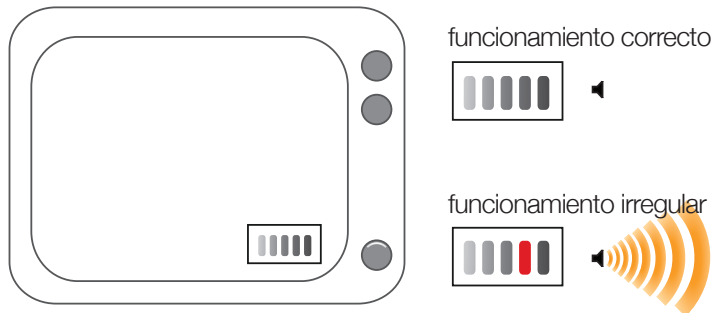


fig 4.1.31: ventana que muestra la ubicación de los pacientes

Botón "Emergencia"

Se implementa uno bajo cada reposabrazos, esto en caso que el paciente requiera detenerse. Está codificado para que se active por presión, para evitar que alguien roce lo active accidentalmente.

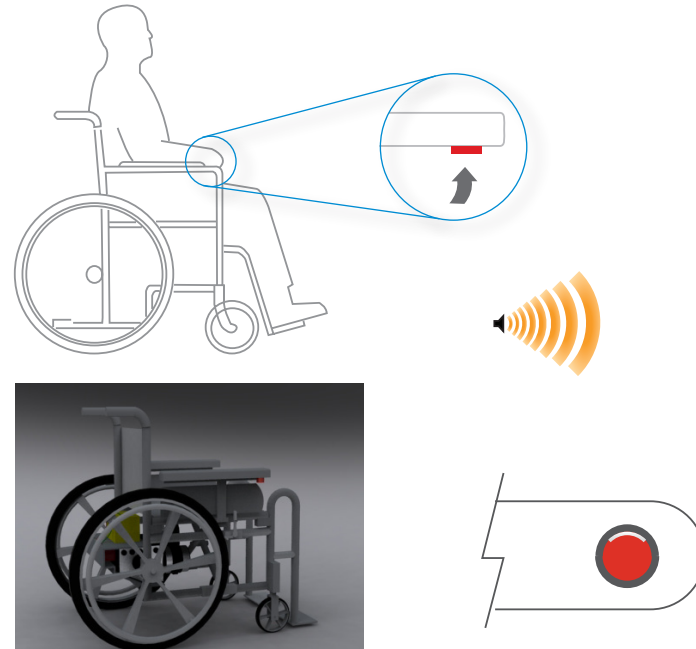
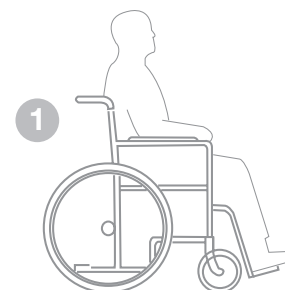


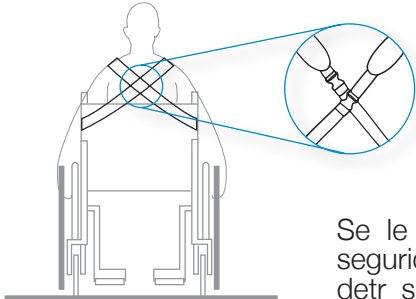
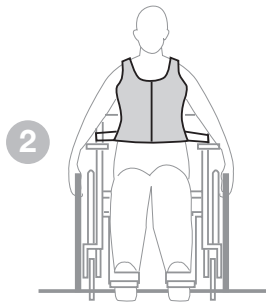
fig 4.1.32: ubicación del botón de emergencia

4.1.26 Logística

Se detallan los pasos a realizar para poner a funcionar el sistema.



Inicia con el paciente correctamente sentado en la silla de ruedas.

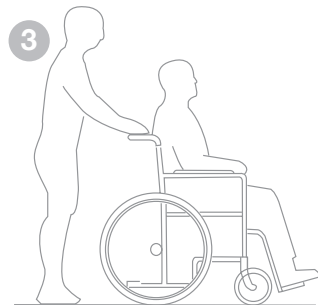
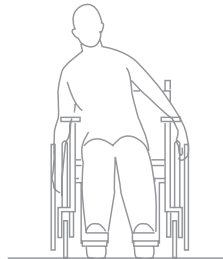


Se le coloca el chaleco de seguridad y se abrocha por detrás.

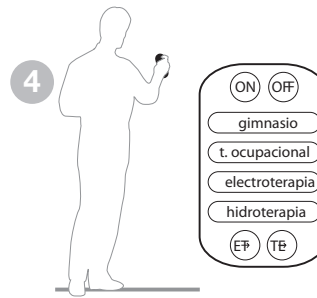
*



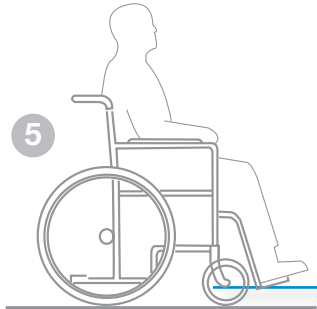
El chaleco evita que el paciente tome una posición incorrecta y por esta razón evita sufrir un accidente.



Llevar al paciente al punto de partida.



El auxiliar de enfermería selecciona el recorrido a realizar según la terapia designada.



De forma automática la silla comienza el recorrido seleccionado.

fig 4.1.33: diagrama de uso sistema de transporte

4.1.2.6 Tiempos de traslado

Explicación de cómo se llevan a cabo dos de los posibles recorridos establecidos (ver figura 2.3.4), de forma que se cuantifica y se analiza la forma en que se realiza el traslado.

características de la terapia
se realizan cada hora
cada hora se atienden 4 pacientes

cuadro 4.1.6: resumen de las características del servicio de terapia

Recorrido ideal Gimnasio - Encamados

Distancia total: 132m.

* ideal: recorrido en donde el paciente no se encuentre con ningún obstáculo o deba detenerse.

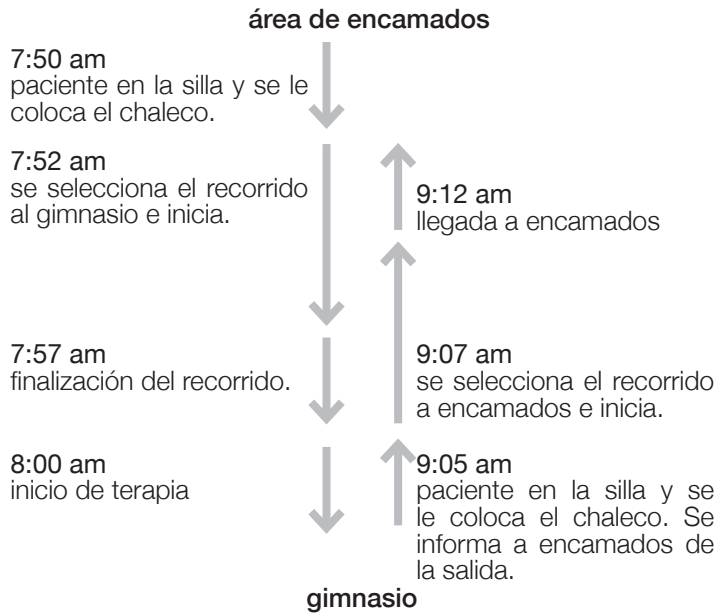


fig 4.1.34: diagrama de logística recorrido al gimnasio

Recorrido ideal Encamados - Hidroterapia

Distancia total: 88m.

* ideal: recorrido en donde el paciente no se encuentre con ningún obstáculo o deba detenerse.

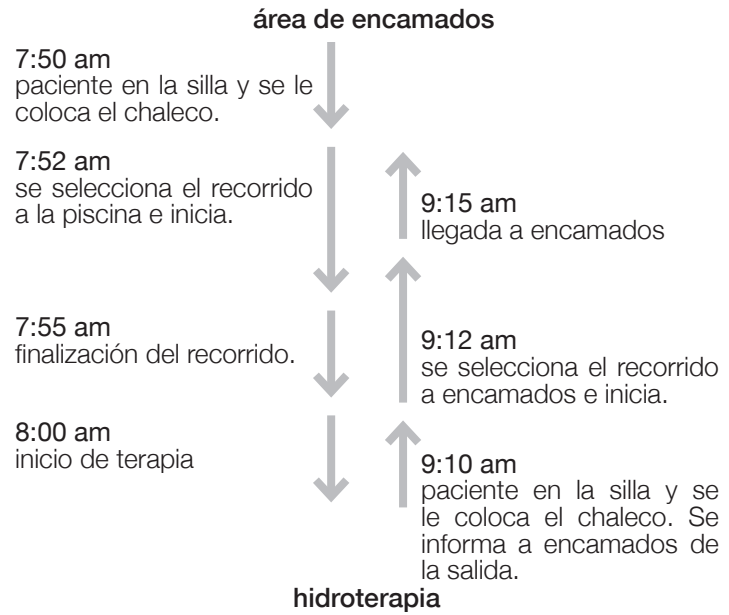


fig 4.1.35: diagrama de logística recorrido al área de hidroterapia

4.2 Gradientes de Mejoramiento

4.2.1 Transferencia

Se establecen las actividades necesarias para realizar la transferencia de paciente de la cama hacia la silla, se realizan comparaciones de la situación actual y la forma en que se realiza la tarea con el subsistema diseñado.

comparación métodos de transferencia		
posición	actividad	
	situación actual	sistema auxiliar
inclinarse	tomar al paciente de la cama	trasladar el subsistema a la par de la cama**.
de pie	alzar al paciente*	presionar el botón para elevar el asiento al nivel de la cama. ayudar al paciente a deslizarse hacia el asiento. oprimir el botón para bajar mientras asiste al paciente. ayuda al paciente a deslizarse hacia la silla de ruedas.
cargar al paciente*	trasladar al paciente a la silla	
levantarse	tomar la silla	
empujar	llevar al paciente hacia el área de terapia	llevar al paciente al punto de partida del traslado automático.
	*se toman como referencia de esfuerzos, el peso de los pacientes cuyo promedio ronda los 90kg, incluida la influencia de peso muerto.	**se toman como referencia de esfuerzos, el peso del sistema 12kg.

cuadro 4.1.7: situación actual vs sistema auxiliar, sistema de transferencia

gradientes de mejoramiento
Reducción de esfuerzo físico del enfermero.
Reducción de lesiones en zona lumbar de enfermeros, terapeutas y auxiliares.
Mejoramiento del desempeño laboral del enfermero, auxiliar, terapeuta, etc.
Seguridad y comodidad del paciente durante la transferencia.
Aumento de la eficiencia de los empleados

cuadro 4.1.8: gradientes de mejoramiento (transferencia)

4.2.2 Traslado

Se enumeran todas las acciones necesarias a realizar para llevar a cabo el proceso de traslado de los pacientes del rea de encamados al rea de terapia que le corresponde a cada uno. Se compara la realidad actual y la situación ideal planteada por el sistema automáticamente diseñado.

comparación métodos de traslado		
posición	actividad	
	situación actual	sistema auxiliar
de pie	tomar a silla	programar el sistema para cada paciente con el control remoto.
empujar	llevar al paciente hacia el rea de terapia	
	únicamente permite trabajar con un paciente a la vez. Tiempo de realización: 40 min. Se trasladan 4 pacientes hacia el gimnasio y 4 pacientes a hidroterapia.	Tiempo de realización: 5 min. Se pueden trasladar 8 pacientes a la vez

cuadro 4.1.9: situación actual vs sistema auxiliar, sistema de traslado

gradientes de mejoramiento
Aprovechamiento del tiempo 7 veces mayor que el actual.
Eficiencia en el traslado 8 veces mayor al actual.
Paciente tiene mayor aprovechamiento de las terapias
Mejores resultados en la evolución del paciente

cuadro 4.1.10: gradientes de mejoramiento (traslado)

4.3 Conclusiones y Recomendaciones

4.3.1 Conclusiones

.Con el desarrollo de un sistema de poco esfuerzo para la transferencia y un sistema automático para el traslado de pacientes se observa como se puede mejorar la calidad de vida del recurso humano del centro de rehabilitación nacional.

.Dentro de los aportes observados se puede mencionar la minimización del esfuerzo del personal del centro, la reducción de personal para atención de cada paciente y la automatización o tecnificación de actividades.

.Al aportar ayudas técnicas a las dos actividades más importantes que cumple en el trasiego de pacientes desde la cama hasta la sala de terapia que son la transferencia y el traslado se produce una cadena de beneficios:

- al disminuir el esfuerzo de los pacientes se maximiza el personal
- al maximizar el tiempo del personal se cuenta con más recursos humanos para el desarrollo de actividades
- al automatizar el transporte se minimiza el tiempo de traslado y aumenta el tiempo de terapia
- al maximizar el tiempo de terapia se reduce el tiempo de recuperación de los pacientes y se incentiva al mismo para poner más esfuerzo de su parte en el proceso.

As sucesivamente se mejora todo un proceso de trabajo conjunto que realiza no solo el personal del centro sino sus pacientes para posteriormente la realización de un bienestar social.

4.3.1 Recomendaciones

.Aunque el grado de dificultad en la manipulación del equipo es mínima, por ser ambos productos innovadores se recomienda un seminario de presentación del producto para el personal en donde les enseñen la manipulación del mismo. Además se debe también de presentar la interacción de los mismos con el usuario (paciente) para sacar el mayor provecho de los mismos.

.Se recomienda comprar un cargador de baterías (tungar) para el sistema de transferencia diseñado.

.Aunque los diseños no necesitan de constante mantenimiento si se recomienda revisión y cambio de baterías cada 3 - 5 años que es lo que cubre la garantía de las mismas.

.Cada vez que un paciente utiliza el sistema de automatización para transporte por primera vez se recomienda que un enfermero o técnico los acompañe en el recorrido para evitar inseguridades en el paciente.

Anexo 1 Cuadro de involucrados

grupos	intereses	problemas percibidos	recursos y mandatos	intereses en estrategia	conflictos potenciales
pacientes	movilización de manera cómoda y segura dentro del centro de rehabilitación.	inseguridad lesiones físicas por manipulación. estrés. cansancio.	ley 7600. libro de texto Both .	alto / seguridad en la movilización del paciente.	existe gran diversidad de discapacidades.
familiares	pronta recuperación de su familiar.		económicos.	bajo / no tienen relación directa con la situación.	
enfermeros y terapeutas	mejor aprovechamiento del tiempo. reducción de esfuerzo físico. menos lesiones. minimizar manipulación del paciente.	altos niveles de incapacidades laborales.	libro de texto Both . capacitaciones. normas de seguridad laboral.	alto / menor esfuerzo físico, mayor seguridad laboral.	falta de información de la situación del paciente.
diseñadores	lograr sistema simple y versátil. bajo costo económico. brindar asesoría al centro de rehabilitación.	desconocimiento del real mundo. falta de recursos. falta de tiempo.	manejo de métodos de diseño. estudios de diseño industrial. acceso a consultas interdisciplinarias.	alto / desarrollo de un sistema que facilita labores diarias en el centro de rehabilitación.	apego a métodos tradicionales.
CENARE	optimizar movilización del paciente. mejora aprovechamiento de los recursos.	falta sistema de transporte. subutilización de la infraestructura.	presupuestos establecidos. factor humano (enfermeros). tiempo laboral.	alto / optimiza el servicio de terapia. mejor aprovechamiento de los recursos.	recursos económicos. falta de personal capacitado.

Anexo 2 Testimonio: Paciente Hemipléjico

¿Cuántos años tiene usted?

50 años

¿Hace cuánto tiempo tiene una discapacidad?

Hace 2 años, a causa de un tumor en la hipófisis me operaron y tuve un infarto cerebral el cual me afectó el lado derecho de mi cuerpo.

¿Qué fue lo más difícil para usted durante este proceso?

Lo primero fue tener que aceptar que las cosas no iban a ser iguales, que de ahora en adelante muchas de mis actividades las tenía que realizar con ayuda de una persona, o sea estaba perdiendo mi independencia.

¿Qué es lo más difícil de las terapias?

Al principio uno está muy atrofiado cualquier tipo de manipulación es dolorosa, así que yo al principio prefería hacer menos para evitar el dolor, conforme fui avanzando en las terapias me motivé.

¿Cuáles partes eran las que más le dolían?

En mi caso me dolía mucho el costado izquierdo, y el brazo derecho en ese momento no tenía nada de control sobre él, así que padecía de dolores a nivel de hombro trapecio.

¿Al día de hoy sufre un poco de dolor lumbar por que recarga el peso en el lado que no está afectado?

Access Health [en línea]. Disponible en: http://www.accesshealth.com.au/access_health_specials.php?mode=list&sample=65&id=73&category=Wheel%20chairs [2010, 15 de abril].

Actuadores para Fichas Técnicas [en línea]. Disponible en: <http://www.linak.es/Products/?id3=1689> [2010, 10 de mayo].

Berta Bobath, Hemiplejía del Adulto (2000). Hemiplejía del Adulto. Buenos Aires, Argentina.

Carayon, Pascale. Handbook of human factors and ergonomics in health care and patient safety [en línea]. Disponible en: http://books.google.com/books?id=tBBF9ohYY8cC&pg=PA312&lpg=PA312&dq=biomechanical+and+ergonomic+patient+transferring&source=bl&ots=KNWooYz4hV&sig=0u-_d6xMbOTNzwApp4ZzFulUD14&hl=en&ei=ALDDS-qaHsH-8Ab6vPnrCA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CBAQ6AEwAjgU#v=onepage&q=biomechanical%20and%20ergonomic%20patient%20transferring&f=false [2010, 3 de mayo].

Cargador de Baterías [en línea]. Disponible en: http://www.construcr.com/CARGADOR_DE_BATERIAS_TUNGAR [2010, 10 de mayo].

Chair/Bed/Transporter [en línea]. Disponible en: http://www.brumaba.com/cms/front_content.php?idcat=19&idart= [2010, 15 de abril].

Como funciona la dirección de un automóvil [en línea]. Disponible en: <http://todosloscomo.com/2009/11/17/como-funciona-la-direccion-de-un-automovil/> [2010, 3 de mayo].

Evidence-Based Practices for Safe Patient Handling and Movement [en línea]. Disponible en: <http://www.nursingworld.org/>

MainMenuCategories/ANAMarketplace/ANAPeriodicals/OJIN/TableofContents/Volume92004/No3Sept04/EvidenceBasedPractices.aspx [2010, 3 de mayo].

Gr as Verticales [en l nea]. Disponible en: <http://www.1stseniorcare.com/invacarereliantstand-uplift350-1patientliftfreeshipping.aspx> [2010, 15 de abril].

Guía de accesibilidad (2001). Gobierno de España [en línea]. Disponible en: <http://www.mviv.es/es/> [2010, 10 de marzo].

Patient Transfer Systems [en l nea]. Disponible en: <http://www.aciamedical.com.au/products/manual-handling/patient-transfer-systems.php> [2010, 15 de abril].

Pistones [en l nea]. Disponible en: <http://www.compuniver.com/> [2010, 10 de mayo].

Proyectos de Integración, Universidad de Zaragoza [en línea]. Disponible en: www.unizar.es [2010, 10 de mayo].

Scoliosis and Spine Associates [en l nea]. Disponible en: <http://www.scoliosisassociates.com/> [2010, 10 de mayo].

Sistemas de Traslado [en l nea]. Disponible en: <http://www.sci-geriatria.com/Gruas.html> [2010, 19 de marzo].

Staxi, patient transportation [en línea]. Disponible en: <http://www.staxi.com/patient-transportation.asp> [2010, 15 de abril].

Techniques in Moving Bed Patients [en l nea]. Disponible en: <http://www.tpub.com/content/armymedical/MD0556/MD05560057.htm> [2010, 3 de mayo].

Transfer equipment [en línea]. Disponible en: <http://www.youareable.com/TwoShare/getPage/07Equipment/01Advice/01Around+the+home/02Beds/Transfer+equipment> [2010, 15 de abril].

Consultas profesionales:

Ing. Adolfo Chávez, Ingeniero en Electrónica Profesor del ITCR. Especialista en sensores.

Dr. Federico Montero Mejía, Director General CENARE.

Ing. Johnny Mora, Ingeniero en Diseño Industrial.

Ing. Jorge Parra, Oficina de ingeniería del CENARE

Msc. Ing José Salazar Frías, Ingeniero Mecánico

Ing. Marco Garro, Ingeniero en Electrónica

Licda. María Gabriela Zuñiga Z, Fisioterapeuta