

TRABAJO DE GRADO

Estudio técnico de un Centro de Desarrollo Tecnológico enfocado a la rehabilitación con movimiento pasivo.

AUTOR:

Andrés Roncancio Valencia

TUTOR:

Angela Patricia Bacca M.Sc.

PROGRAMA:

GERENCA INTEGRAL DE PROYECTOS



UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C. 2014

Estudio técnico de un Centro de Desarrollo Tecnológico enfocado a la rehabilitación con movimiento pasivo.

Technical study of the United Nations Focused Technology Development Centre for Rehabilitation passive movement

Andrés Josué Roncancio Valencia
Ing. Mecatrónico
Estudiante Especialización Gerencia de Proyectos,
Facultad Ingeniería,
Universidad Militar Nueva Granada,
Bogotá, Colombia,
andresron@hotmail.com

RESUMEN

El presente artículo contiene el estudio técnico de un Centro de Desarrollo Tecnológico (CDT) enfocado a mejorar los procesos de rehabilitación de partes motrices del cuerpo humano por medio de movimientos pasivos, en donde el proceso de recuperación se pueda realizar en un periodo más reducido y con mejores resultados. El objeto del CDT es investigar y desarrollar prototipos que ayuden a la rehabilitación con movimiento pasivo en las articulaciones del cuerpo humano y a su vez contribuir al desarrollo de su entorno económico y social mediante el uso y la promoción de la innovación tecnológica.

Se tomó como base la metodología de investigación cualitativa. Específicamente para la recolección de datos se utilizaron dos técnicas destacadas de los estudios cualitativos que son la observación por medios electrónicos y el análisis de documentos y/o textos.

El estudio se centró en la ciudad de Bogotá, identificando y analizando los interesados potenciales del proyecto los cuales se verán beneficiados con la implementación del Centro de Desarrollo Tecnológico. Se verificó la existencia de centros de rehabilitación y CDT. De igual manera se realizó la investigación de producto con base en el mercado actual.

Finalmente se dan a conocer las normas legales por las cuales se registrará el CDT.

Palabras clave: Centro de Desarrollo Tecnológico, estudio técnico locativo, rehabilitación, Movimiento pasivo.

ABSTRACT

This article contains the technical study of a Technology Development Center (CDT) focused on improving rehabilitation processes of motor parts of the human body through passive movements, so the recovery process can be performed in a shorter period, and with better results. The purpose of CDT is to research and develop

prototypes to help rehabilitate passive movement in the joints of the human body and in turn contribute to the development of their economic and social environment through the use and promotion of technological innovation.

It was based on the methodology of qualitative research. Specifically for data collection two leading qualitative research techniques that are electronically observation and analysis of documents and / or texts were used.

The study center in Bogota, identifying and analyzing potential project stakeholders which will benefit from the implementation of the Technology Development Center. The existence of rehabilitation centers and time deposits was verified. Similarly product research was conducted based on the current market.

Finally the legal standards by which the CDT be governed established.

Keywords: Technology Development Centre (TDC), technical location study, rehabilitation, passive motion.

INTRODUCCIÓN

La robótica es una ciencia o rama de la tecnología, que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano. En el desarrollo de estos manipuladores o robots ha logrado mejorar los procesos de distintas ramas de la industria como la automotriz, domótica, sector salud, entre otros.

El sector salud y más específicamente la rehabilitación física ha sido uno de los más beneficiados en las dos últimas décadas debido a que se han implementado diferentes prototipos o robots que optimizan los procesos de recuperación de los pacientes.

Los procesos de rehabilitación relacionados con las lesiones en las articulaciones de miembros superiores e inferiores se pueden prolongar o reducir de acuerdo a la disponibilidad de equipos médicos de alta tecnología que permitan realizar los ejercicios de manera repetitiva y constante necesarios para la recuperación de la movilidad. Estudios médicos realizados sobre 250 pacientes en el “Burke Rehabilitation Hospital” de Nueva York, con el robot MIT-Manus muestran que el entrenamiento robotizado puede mejorar los resultados clínicos hasta en un 40%, Hermano et al [1].

OBJETIVOS

OBJETIVO PRINCIPAL

Realizar el estudio técnico de un Centro de Desarrollo Tecnológico enfocado a la rehabilitación con movimiento pasivo.

OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Identificar la población objetivo que se beneficiara con el centro de desarrollo tecnológico.
- Realizar el estudio de localización del proyecto-centro de desarrollo tecnológico.
- Determinar qué tipo de organización será el centro de desarrollo tecnológico

1. MARCO TEORICO

LA REHABILITACION FISICA

La rehabilitación, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) es un proceso global y continuo de duración limitada y con objetivos definidos, encaminados a promover y lograr niveles óptimos de independencia física y las habilidades funcionales de las personas con discapacidades, asimismo su ajuste psicológico, social, vocacional y económico que le permitan llevar de forma libre e independiente su propia vida, OMS [2]

La rehabilitación es un proceso complejo que resulta de la aplicación integrada de muchos procedimientos para lograr que el individuo recupere su estado funcional óptimo, tanto en el hogar como en la comunidad en la medida que lo permita la utilización apropiada de todas sus capacidades residuales, Dra Tápanes [3]

El objetivo principal de la rehabilitación es el apoyo para el desarrollo, el mantenimiento y la recuperación de todas las funciones en el ámbito físico y psíquico o para el aprendizaje de funcionamientos alternativos para las disfunciones que no sean recuperables. Los procedimientos propuestos son técnicas fisioterapéuticas especiales para los enfermos, formas dosificadas de los ejercicios deportivos y gimnásticos para personas sanas, y series de movimientos que se desarrollan durante un día normal. Se han tomado los principios de aprendizaje, ejercicio y entrenamiento del desarrollo corporal, deporte y medicina deportiva buscando un incremento progresivo del rendimiento sin perjuicio físico, Ehrenberg et al [4].

En la búsqueda continua de mejoramiento en los tratamientos de rehabilitación física, profesionales de la salud han desarrollado otro tipo de procedimientos para ser combinados con la terapia física, el resultado son tratamientos amplios que incluyen masajes, electroterapia, hidroterapia y terapia enfocada en los movimientos pasivos con resultados en la mayoría de los casos más efectivos.

Los movimientos pasivos son producidos por una fuerza externa, sin que el paciente ayude ni ofrezca resistencia voluntaria. La fuerza puede ser ejercida por el fisioterapeuta, por medios mecánicos (maquinas especializadas) o por la acción de la gravedad.

MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO COMO METODO DE REHABILITACION FISICA

En un vocabulario técnico podemos definir el Movimiento Pasivo Continuo (CPM, continuous passive motion) como una "práctica externa motorizada que permite a las articulaciones moverse pasivamente sobre un rango de movimiento predeterminado". Lo que quiere decir, que la articulación se mueve sin que los músculos del paciente sean usados. Las máquinas de Movimiento Pasivo Continuo fueron hechas para que los pacientes las usen después de la cirugía, o para la rehabilitación de otras lesiones en miembros articulares, recuperación y terapia especializada [5].

Algunos de los objetivos de los movimientos pasivos son:

- Mantener la integridad de la excursión articular y conservar la flexibilidad y movilidad de las diversas estructuras, evitando adherencias y contracturas.
- Recuperación muscular. Los movimientos pasivos producen reflejos de estiramientos, que pueden ocasionar contracciones activas en los músculos.
- Mantener la imagen psicosensoresial y psicomotora.
- Ayuda a la circulación sanguínea y linfática, principalmente la de retorno.

VENTAJAS DEL CPM

En un estudio realizado en la Universidad de Ottawa, Ontario, para obtener una aclaración más precisa sobre los pros y los contras del CPM, el equipo de investigación recogió los resultados de 14 estudios que habían realizado el seguimiento de 952 pacientes que se sometieron a fisioterapia, sin CPM y con CPM, después de una sustitución total de rodilla por enfermedad articular degenerativa.

A las dos semanas de la intervención, el CPM se asoció a un aumento estadísticamente significativo de la flexión activa de la rodilla. Los tratados con CPM alcanzaron también los 90 grados de flexión una media de 4,7 días más rápido que el grupo de control, Brosseau L et al [6].

De la misma manera un estudio observacional realizado en la Clínica San Rafael (Bogotá, Colombia), estableció que el uso de máquinas de CPM mejora los resultados funcionales de los pacientes tanto en el corto como en largo plazo.

El estudio fue analítico, tipo cohorte prospectivo. Acerca de los resultados del uso de la máquina de movimiento pasivo en la rehabilitación. Específicamente, de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, de pacientes con diagnóstico de inestabilidad anterior de rodilla con ruptura aislada del LCA.

Los pacientes fueron divididos en dos grupos, el primero utilizó en su protocolo de rehabilitación la máquina durante su estancia hospitalaria; el segundo inició programa de rehabilitación sin el uso de ésta, y posteriormente ambos grupos continuaron su programa de rehabilitación en forma ambulatoria. Se practicó una

evaluación preoperatoria, a los 30 días del postoperatorio y al año de su cirugía utilizando las escalas de Lisholm, y For Special Surgery [7].

Como resultado se determinó que el uso de la máquina de movimiento pasivo mejoró los resultados funcionales a corto y largo plazo en forma significativa en los pacientes del primer grupo.

Como beneficios destacados en los estudios realizados alrededor del uso del movimiento pasivo continuo (CPM) están los siguientes:

- Reducción en los efectos negativos de la inmovilización articular debido a que reduce la frecuencia de complicaciones postoperatorias.
- Mejora el estado nutricional de la extremidad al potenciar la circulación gracias a la acción continua del bombeo.
- Aumenta el ritmo de curación y regeneración del cartílago intra-articular.
- Permite una recuperación más rápida de la amplitud del movimiento

Cabe resaltar que las maquinas utilizadas en las terapias de rehabilitación con movimiento pasivo continuo (CPM) se desarrollan a través de la investigación ya sea de un grupo especializado con profesionales en el tema, universidades o en centros de desarrollo tecnológico (CDT).

CENTROS DE DESARROLLO TECNOLOGICO

Los Centros de Desarrollo Tecnológico son organizaciones públicas o privadas, dependientes o independientes, que tienen como objetivo social el desarrollo de la investigación aplicada, la ejecución de programas y proyectos de desarrollo tecnológico e innovación, la transferencia tecnológica, la prestación de servicios tecnológicos, la extensión tecnológica, la difusión y uso del conocimiento, Colciencias[8].

Los CDT se generan como estrategia fundamental para el trabajo conjunto del Estado y el sector privado. Se crean con la idea de generar competitividad, formación de recurso humano, mejoramiento de las estructuras de la y prestación de servicios tecnológicos. De la misma forma se crean redes de innovación que vinculan universidades, instituciones y otras entidades de apoyo al cambio técnico, orientadas a promover procesos de creación en el sector productivo.

Los centros también deben estar en la capacidad de aumentar el rendimiento y competitividad de los sectores productivos del país mediante la promoción, la cooperación, las alianzas estratégicas inter empresariales y la dirección participativa.

“En el mismo sentido, los CDT al cumplir las funciones asignadas, deben asegurar que sus servicios tengan demanda dentro de los usuarios en el sector productivo, sin pretender reemplazar la actividad tecnológica de las empresas usuarias sino potenciarla y complementarla. Como misión prioritaria los centros han de desplegar actividades dirigidas a prestar

servicios tecnológicos de apoyo y desarrollar tecnologías precompetitivas estratégicas para el país, que difícilmente pueden ser abordadas por empresas individuales en razón de su alto costo y riesgo”, Garay [9].

En un país donde sus políticas están encaminadas hacia el desarrollo económico, el aumento en la calidad de vida de sus habitantes y aumentar los niveles de educación, entre otras; es de gran importancia la existencia de este tipo de centros. Debido a que como se menciona anteriormente pueden trabajar de la mano con el estado y el sector privado para el desarrollo a través de la investigación, la educación y la formación de personas más competentes en cualquiera que sea el objeto del CDT.

CDT A NIVEL NACIONAL

A nivel Nacional existen diferentes centros de desarrollo tecnológico como el CINSET (Corporación para la investigación Socioeconómica y tecnológica de Colombia) que promueve el desarrollo humano sostenible dentro de los criterios de la Economía Social y Ecológica de Mercado. Mediante la promoción y fortalecimiento empresarial con énfasis en la micro, pequeña y mediana empresa (MIPYME) [10]. El CIDET (Centro de Investigación y Desarrollo en electrónica y Telecomunicaciones) [11]. El CIDEI - es un Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Industria Electro, Electrónica e Informática donde realizan proyectos, brindan capacitaciones y asesorías especializadas, prestan servicios innovadores de las más alta calidad, tomando como base su banco de conocimiento, su recurso humano del más alto nivel y la experiencia de más de 10 años en la formulación y ejecución de proyectos exitosos [12].

Aun cuando se cuenta con centros enfocados a la rehabilitación física en el territorio nacional (Ver tabla 1) no hay ninguno que cuente con una planta estable de personas calificadas para investigación diseño y/o desarrollo de máquinas de movimiento pasivo continuo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del presente artículo se tomó como base la investigación cualitativa. Específicamente para la recolección de datos se utilizaron dos técnicas destacadas de los estudios cualitativos que son la observación por medios electrónicos y el análisis de documentos y/o textos.

2.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se realizó sobre el público objetivo que sería beneficiado con la implementación del Centro de Desarrollo Tecnológico y de Investigación, el cual tiene por objeto el estudio y desarrollo de prototipos que ayuden a la rehabilitación con movimiento pasivo en las articulaciones del cuerpo humano.

De igual forma se determinara que tipo de CDT existen actualmente en Colombia y cuáles están enfocados a la rehabilitación, que tipo de servicio prestan y las empresas a nivel nacional que hacen desarrollo de máquinas de movimiento pasivo continuo.

Para el proceso de **identificación** de la población objetivo se tomara como guía general el capítulo 13 numeral 1 del PMBOK *Gestión de los interesados del Proyecto*, en lo que se refiere a la recopilación de información. Como interesados del CDT entendemos la oferta y demanda del mercado potencial.

Se incluyen los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados. [13]. Ver **figura 1**.

Identificar a los Interesados
Análisis de Interesados

El análisis de interesados es una técnica que consiste en recopilar y analizar de manera sistemática información cualitativa, a fin de determinar qué intereses particulares deben tenerse en cuenta a lo largo del proyecto. Permite identificar los intereses, las expectativas y la influencia de los interesados. También ayuda a identificar las relaciones de los interesados (con el proyecto y con otros interesados) que se pueden aprovechar para crear alianzas y posibles asociaciones para mejorar las probabilidades de éxito del proyecto. [14]

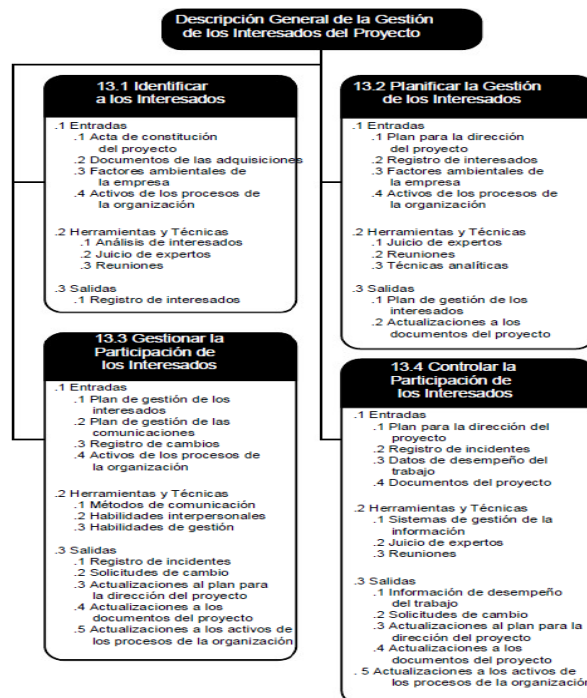


Figura 1. Descripción General de la Gestión de los Interesados del Proyecto

Fuente: Guía del PMBOK, Quinta edición

Investigación del producto

El estudio del producto es tan importante como el análisis de la oferta y la demanda, define las características, ventajas o desventajas que tendrá el mismo en el mercado potencial. Se determina por medio de la información recolectada del mercado actual. En el proceso de investigación se valoran las condiciones que rodean al producto con el objetivo de identificar que las necesidades no satisfechas de los pacientes en rehabilitación con movimiento pasivo.

“El producto del proyecto es el resultado tangible de la acción del trabajo sobre y con los otros factores de producción, como medio que en el momento y circunstancias dadas, permite satisfacer las necesidades. El producto puede estar formado por uno o varios bienes y/o servicios, así como los subproductos y residuos generados durante el proceso de producción, Arboleda [15]”

2.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO Y TIPO DE ORGANIZACIÓN

Para el estudio de localización del proyecto - Centro de Desarrollo Tecnológico el cual consiste en identificar y analizar variables de localización con el fin de buscar en donde estarán situadas las instalaciones del CDT, se utilizara la metodología de antecedentes industriales que está incluida dentro de la metodología de evaluación mediante factores no cuantificables, Arboleda [16].

La metodología de antecedentes industriales se basa en que si en determinada área se ubica una planta de una empresa o industria similar, el área es propicia para el proyecto.

Como se muestra en la **figura 2** los pasos a seguir son la selección de: país, ciudad dentro de la zona geográfica del país, barrio dentro de la ciudad y sitio óptimo dentro del barrio o sector de acuerdo a las industrias o empresas similares ya establecidas.

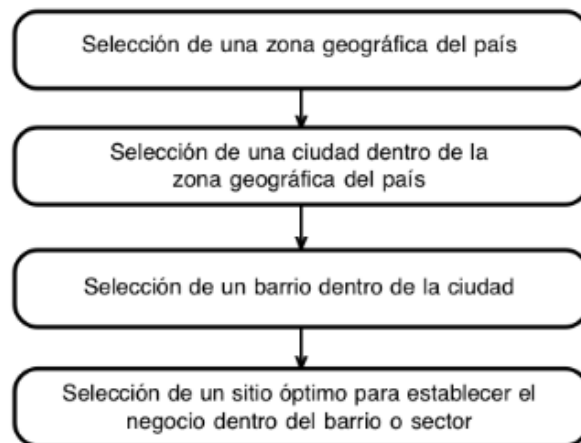


Figura 2. Decisiones secuenciales para la localización de una empresa
Fuente: Proyectos, Formulación, Evaluación y Control; Cuarta edición febrero 2001

Tipo de organización

En cuanto a la determinación del tipo de organización legal que debe ser el Centro de Desarrollo Tecnológico se debe tener en cuenta el objeto del CDT y sus características.

Con el análisis y valoración de estos aspectos se tendrá una visión adecuada para la elección del tipo de organización a implementar.

3. RESULTADOS Y ANALISIS

Identificación y análisis de los interesados

En el transcurso de la investigación y recolección de datos, se encontró que para la *identificación de los interesados* del proyecto (oferta) no hay CDT enfocados en la rehabilitación física con movimiento pasivo continuo, inscritos en Colciencias. El cuál es el Departamento Administrativo encargado de fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnológica e Innovación para Colombia de acuerdo a la ley 1286 de 2009.

En la actualidad existen centros inscritos en Colciencias de Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial enfocados a otras líneas de acción como [17]:

- Infraestructura para la industria, es decir, Diseño en: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Naval, logística y transporte
- Transporte y logística
- Química
- Tecnologías limpias
- Agroindustria: Biotecnología, Alimentos y bebidas
- Seguridad
- Aplicación de TICs para la industria
- Mecatrónica, robótica y automatización
- Uso racional y eficiente de la energía, uso de otras alternativas de energía para la industria
- Desarrollo de Prótesis, Medicamentos, Nutrientes
- Desarrollo y aplicación de nuevos materiales y productos para la industria con criterios de sostenibilidad
- Uso racional y eficiente de materias primas en la industria
- Nuevas fuentes y tecnologías con materiales renovables
- Bienes y Servicios Sector Eléctrico
- Fibras textiles y confecciones
- Servicios de TI & Software
- Cosméticos
- Autopartes

Lo anterior evidencia una necesidad insatisfecha del sector salud en Colombia, específicamente en la rehabilitación física. Se cuenta con centros de investigación en diversas ramas pero al presente no hay ninguno enfocado en dicho sector.

A nivel nacional se cuenta con la posibilidad de adquirir diversas máquinas de movimiento pasivo continuo a través de la importación directa o de representantes de las empresas, Fisionédica [18], pero no se realiza investigación nacional para el desarrollo de estos prototipos.

En este orden de ideas se puede deducir que el proyecto del CDT en rehabilitación física con movimiento pasivo continuo cuenta con un mercado potencial a nivel nacional por la inexistencia de oferta y por la demanda creciente que se muestra a continuación en detalle.

En la identificación y análisis se encontraron centros e instituciones relevantes (**ver Anexo 1**) como interesados del proyecto (demanda), que podrían beneficiarse directamente, influir y/o crear alianzas en el futuro.

Adicionalmente a los interesados identificados (Anexo1) se identificaron universidades que cuentan con programas académicos relacionados con la rehabilitación y a su vez tienen grupos de investigación relacionados con en el tema, como por ejemplo la Universidad Militar Nueva Granada o instituciones universitarias como la Escuela Colombiana de Rehabilitación (ECR), entre otras.

Las expectativas y resultados de estas alianzas dependerán de la investigación del prototipo a desarrollar que deberá definirse en una investigación posterior.

Como se había mencionado anteriormente el proyecto cuenta con un mercado potencial establecido como se ilustra en la tabla anterior. La identificación de la demanda muestra como resultado que las instituciones, fundaciones, hospitales, EPS, IPS y centros de ortopedia, ofrecen en la actualidad servicios de terapia física con la asistencia permanente y a veces personalizada de personas profesionales, pero no cuentan con la investigación ni el desarrollo de prototipos que contribuyan a otro tipo de terapias más eficientes para la recuperación de los pacientes como lo es la terapia con movimiento pasivo continuo (CPM).

Investigación de producto

La terapia de movimiento pasivo continuo se distingue por ser un procedimiento postoperatorio creado para ayudar al paciente a recuperarse después de la cirugía de una *articulación*. Se utiliza para movilizar a pacientes con daño neurológico y cuyo estado no permite el movimiento voluntario, a través de máquinas especializadas las cuales no requieren asistencia personalizada continua y garantizan en la mayoría de casos una disminución en el tiempo de recuperación.

Uno de los riesgos de no lograr mover la articulación después de la cirugía es la paralización del tejido de alrededor y la formación de tejido cicatricial, provocando como resultado una articulación con un rango de movimiento limitado.

Entre las ventajas y principales usos de las máquinas de CPM como producto final del CDT en estudio, encontramos:

Tabla 1. Ventajas y Principales usos de las máquinas de CPM

Ventajas	Principales usos
Incrementa el arco de movimiento.	Aceleración de la reabsorción del hematoma.
Provee estimulación temprana.	Incremento del metabolismo de las articulaciones.
Posible aumento de la dinámica de fluidos.	Prevención de la rigidez de las articulaciones.
Disminuye las estancias hospitalarias.	Promoción de la cicatrización de las zonas de cartilago y ligamentos dañados.
Disminuye la Atrofia muscular por desuso.	Mejora la circulación linfática y sanguínea.
	Prevención de la trombosis y la embolia.
	Distensiones comunes y contusiones.
	Post artrotomía y artroscopia en combinación con otros procedimientos.
	Movilizaciones de las articulaciones en la narcosis.
	Tratamiento post quirúrgico en las fracturas.
	Pseudoartrosis.
	Reemplazo de ligamento.
	La disminución del dolor postoperatorio y la inflamación.
	Implantes endoprotésicos.

Fuente: Fisionómica, <http://www.fisiomedica.com/fisioco/>

Las imágenes de las máquinas (**Ver anexo2**) corresponden a investigaciones y desarrollos de centros internacionales las cuales dan una clara idea para las investigaciones que se implementaran en el CDT enfocado a la rehabilitación con movimiento pasivo continuo.

Localización del proyecto y tipo de organización

Para la mayoría de proyectos la rentabilidad económica es un factor importante, muchas veces incluso más que la ubicación misma, por esta razón en el estudio de localización se trata de elegir aquel que conduzca a la maximización de la rentabilidad entre las alternativas que se consideren factibles.

Aunque el CDT no es la excepción a la regla de maximización de rentabilidad, esta no se encuentra por encima de la ubicación ya que para este tipo de proyectos se utiliza otro tipo de metodología para valorar las características cualitativas que definirán su progreso en el tiempo. En consecuencia para el estudio de localización del proyecto - Centro de Desarrollo Tecnológico se tomó en cuenta la los siguientes pasos (**figura 2.**)

Selección de una zona geográfica del país



Figura 3. Mapa de Colombia dividido en regiones geográficas
Fuente: <http://www.todacolombia.com/geografia/regionesnaturales.html>

El Centro de Desarrollo Tecnológico estará comprendido en Colombia dentro de la región Andina.

En esta región se concentra el **70%** de la población del país, asentada en los principales centros económicos y urbanos como **Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga, Cúcuta, Manizales, Pereira, Armenia, Ibagué, Neiva, Popayán, Pasto y Tunja**. Abarca territorios de los departamentos de Nariño, Cauca, Valle del Cauca, Huila, Tolima, Quindío, Risaralda, Caldas, Chocó, Antioquia, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Norte de Santander, Meta, Córdoba, Cesar, Arauca, Caquetá, Casanare y Putumayo.[36]

Selección de una ciudad dentro de la zona geográfica del país

Dentro de la zona geográfica escogida su ubicación será la ciudad de Bogotá D.C capital de Colombia **figura 4**, está ubicada en el centro del país sobre una extensa planicie en la Cordillera de los Andes a 2.600 metros sobre el nivel del mar, tiene una población cercana a los ocho millones de habitantes provenientes de todos los rincones del mundo. Es una ciudad tan diversa como el país entero, es el centro cultural más importante de Colombia y un lugar con centenares de sitios por conocer y actividades por realizar. [37]



Figura 4. Mapa de Bogotá dividido por barrios
Fuente: <http://portel.bogota.gov.co/mad/buscador.php>

Selección de un barrio dentro de la ciudad

De acuerdo a los parámetros de la metodología escogida se procedió a buscar los CDT existentes en Bogotá. Como se había mencionado anteriormente CDT enfocados a la rehabilitación con movimiento pasivo continuo no existen en la actualidad, sin embargo si hay centros de investigación que generan un factor diferenciador e innovador con los cuales se pueden generar alianzas estratégicas para desarrollar los prototipos de más máquinas de CPM, y se pueden tomar como base para la localización porque desarrollan actividades similares a las que se busca realizar en el Centro de Desarrollo Tecnológico, los más relevantes que se encontraron son:

Tabla 2. Centros de investigación para alianzas estratégicas

Nombre	Referencia	Descripción	Localización	
			Dirección	Barrio
Tecnoparque – SENA	[38]	Programa de innovación tecnológica del Servicio Nacional de Aprendizaje dirigida a todos los Colombianos, que actúa como acelerador para el desarrollo de proyectos de I+D+i materializados en prototipos funcionales en cuatro líneas tecnológicas: Electrónica y Telecomunicaciones, Tecnologías Virtuales, Ingeniería y diseño y Biotecnología nanotecnología, que promueva el emprendimiento de base tecnológica	Calle 54 No. 10- 54	Chapinero
ParqueSoft	[39]	Centros de investigación que desarrolla soluciones de Arte Digital, Ciencia y Tecnologías de la información para los mercados globales	Calle 25 No. 32-27	Teusaquillo

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta las características de los dos centros se determinó que Tecnoparque-SENA desarrolla actividades similares a las que debe tener un CDT. Razón por la cual se escogió el barrio de Chapinero. *“La metodología de antecedentes industriales se basa en que si en determinada área se ubica una planta de una empresa o industria similar, el área es propicia para el proyecto”.*

Por otra parte se dedujo que la ubicación en el barrio de Chapinero es estratégica para el CDT ya que se podrían crear alianzas en el futuro con Tecnoparque-SENA. Basados en su objetivo principal el cual es apoyar el desarrollo de proyectos innovadores de base tecnológica para generar productos y servicios que contribuyan al crecimiento económico y la competitividad del país y las regiones, apalancados en los sectores de clase mundial.[40]

Descripción del barrio Chapinero.

La localidad de Chapinero está ubicada al oriente de la ciudad: va de la Calle 39 a la 100, desde la Avenida Caracas hasta los Cerros Orientales. Limita con las localidades de Santa Fe, al sur; Teusaquillo y Barrios Unidos, al occidente; Usaquén, al norte, y con los municipios de Choachí y La Calera, al oriente.[41]

Vías principales de acceso

Las principales vías de acceso de la localidad son la Avenida 39, las Calles 45, 53, 57, 60, 63, 72, 76, 85, 88, 92, 94 y 100, las Carreras Séptima, 11, 13 y 15, la Avenida de los Cerros, la Avenida Chile (Calle 72) y la Avenida Caracas. En todas ellas se encuentran múltiples rutas de buses urbanos, que llegan a todos los barrios y veredas de la localidad y la comunican con cualquier punto de la ciudad.

El Sistema TransMilenio se encuentra en dos líneas, la A, Troncal Caracas con las estaciones Avenida 39, Calle 45, Marly, Calle 57, Calle 63, Flores, Calle 72, Calle 76, y la B, Auto norte, con las estaciones Héroes, Calle 85, Virrey y Calle 100, todas en el límite occidental de la localidad.[42]

Selección de un sitio óptimo para establecer el negocio dentro del barrio o sector

Como se muestra en la **figura 5**, el sector escogido en el barrio Chapinero para la ubicación del CDT fue la Calle 65 No. 10 – 01. Debido a que podría causar un impacto favorable al proyecto, ya que existe alta transitabilidad alrededor del mismo, está cercano a varias vías principales como la Carrera Séptima, Avenida Caracas, Calle 63, Carrera 11 y Carrera 13 y también a Transmilenio con las estaciones de Calle 72, Flores y Calle 63.

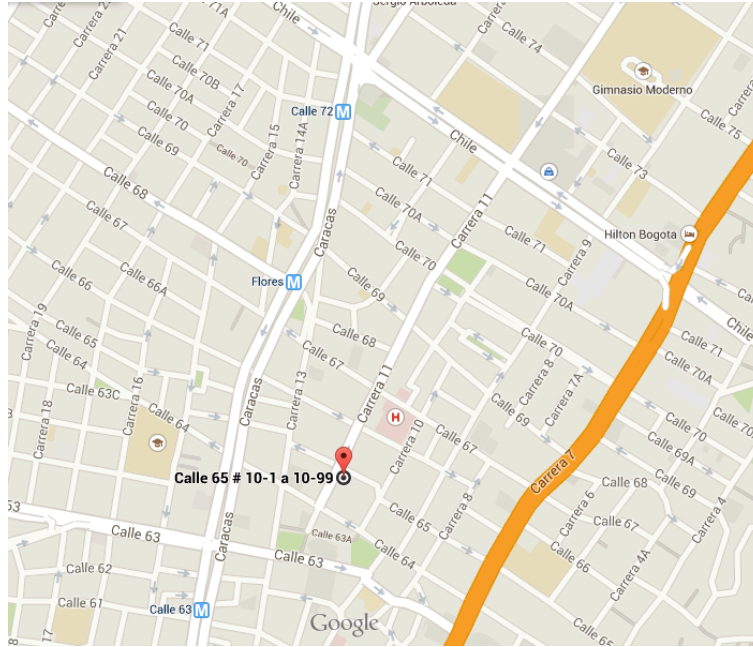


Figura 5. Ubicación del sitio óptimo en Chapinero para el CDT
Fuente: <https://www.google.com/maps>

Tipo de organización

Para la determinación del tipo de organización legal que debe ser el Centro de Desarrollo Tecnológico se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Objeto del CDT y sus características:

Investigar y desarrollar prototipos que ayuden a la rehabilitación con movimiento pasivo en las articulaciones del cuerpo humano y a su vez contribuir al desarrollo de su entorno económico y social mediante el uso y la promoción de la innovación tecnológica.

Debido a que el CDT fomenta la investigación científica, el desarrollo tecnológico, requiere de inversión público-privada y no tiene fines de lucro se estableció que el tipo de organización legal que debe ser es una Fundación.

De acuerdo con el decreto 393 de 1991 de la Ley 29 de 1990, llamada *Ley de Ciencia y Tecnología*, por el cual se dictan normas sobre asociación para actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías, son las corporaciones o fundaciones los modelos legalmente establecidos para constituir cualquier tipo de empresa de estas características.

“Artículo 1. MODALIDADES DE ASOCIACION. Para adelantar actividades científicas y tecnológicas proyectos de investigación y creación de tecnologías, la Nación y sus entidades descentralizadas podrán asociarse con los particulares bajo dos modalidades.

1. Mediante la creación y organización de sociedades civiles y comerciales **y personas jurídicas sin ánimo de lucro como corporaciones y fundaciones**". [43]

4. CONCLUSIONES

La identificación de los interesados del proyecto arrojó como resultado que a nivel nacional no existen Centros de Desarrollo Tecnológicos e Investigación que estén enfocados a la rehabilitación con movimiento pasivo continuo, lo que aumenta el atractivo del proyecto. Dejando abierta la posibilidad de complementarlo con otros estudios y realizar su implementación.

Se evidenció la existencia de empresas nacionales que importan máquinas de CPM, demostrando de esta manera que si hay un mercado potencial para el CDT. Asimismo, se encontraron varios centros de rehabilitación, institutos, EPS, IPS, Hospitales que prestan el servicio de terapias de rehabilitación física que por ende podrían ser clientes potenciales de las máquinas de CPM.

Se determinó la localización en base a Tecnoparque-SENA nodo Bogotá el cual brinda servicios similares a los del CDT y presta asesorías a nivel técnico para iniciar con el desarrollo de prototipos, lo que puede constituir una alianza estratégica a largo plazo.

La investigación realizada sobre las máquinas permitió conocer algunos de los beneficios más importantes no cuantitativos que tiene el uso de las mismas en la rehabilitación física como son: reducción del tiempo de recuperación, mejora en la movilidad de la articulación, flexibilidad en el lugar de realización de la terapia.

REFERENCIAS

- [1] Krebs I Hermano, Ferraro Mark, (2004) Rehabilitation robotics: pilot trial of a spatial extension for MIT-Manus., Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation 2004.
- [2] Organización Mundial de la Salud (OMS), <http://www.who.int/disabilities/care/en/> (Octubre del 2014).
- [3] Dra Tápanes Solangel Hernández, Especialista de Primer Grado en Medicina Física y Rehabilitación., Conceptos básicos relacionados con la rehabilitación. En <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion/temas.php?idv=615> (Octubre del 2014).
- [4] H. Ehrenberg y U. Haeusermann. Fundamentos de la Fisioterapia. En http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-doc/fundamentos_de_la_fisioterapia.pdf (Octubre del 2014).
- [5] Recuperación y terapia Especializada <http://www.recuperarte.net/index.php/ejercicios-pasivos-activos> (Octubre del 2014).
- [6] Brosseau L, Milne S, Wells GA (2004). Efficacy of Continuous Passive Motion Following Total Knee Arthroplasty: A Metaanalysis. En Journal of Rheumatology, 2004 Nov; 31(11):2251-64.
- [7] Lizcano Ortiz Víctor H., Dr. Mateus Lugo Rubén E., Dr. Nieto Rueda Leonardo A. Resultados en el Uso de la Máquina de Movimiento Pasivo Continuo en la Rehabilitación de la Reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior. Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología, Vol.14 No.1 Abril.
- [8] Colciencias, Resolución 688- 2012
- [9] Garay, Luis Jorge., Colombia: estructura industrial e internacionalización 1967-1996. Biblioteca Virtual del Banco de la República, 2004, Edición virtual del libro de Luis Jorge Garay, Capitulo 5 Ciencia y Tecnología “Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT)”
- [10] Corporación para la investigación Socioeconómica y tecnológica de Colombia, <http://www.cinset.org.co> (Octubre del 2014).
- [11] Centro de Investigación y Desarrollo en electrónico y Telecomunicaciones <http://www.cidet.org.co/corporativo> (Octubre del 2014).
- [12] Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Industria Electro, Electrónica e Informática, <http://cidei.net> (Octubre del 2014).
- [13] Project Management Institute; (2013), Guía del PMBOK (5ta ed.), 391p.
- [14] Project Management Institute; (2013), Guía del PMBOK (5ta ed.), 396p.
- [15] Arboleda Vélez, German, (2001). Proyectos formulación, evaluación y control. Cali. AC Editores (4ta ed.), 49 p.

- [16] Arboleda Vélez, German, (2001). Proyectos formulación, evaluación y control. Cali. AC Editores (4ta ed.), 150p.
- [17] Colciencias, http://www.colciencias.gov.co/sobre_colciencias?vdt=info_portal%7Cpage_4, (Noviembre 2014)
- [18] Fisionómica, <http://www.fisiomedica.com/fisioco/>, (Noviembre 2014)
- [19] Unidad de Investigación Científica. Brochure Unidad de investigación científica, Hospital Militar de Colombia, Bogotá <http://www.hospitalmilitar.gov.co/node/13> (Octubre del 2014).
- [20] Rehabilitación física, Fundación Santafé <http://www.fsfb.org.co/?q=node/162> (Octubre del 2014).
- [21] Mobility Group, <http://www.mobilitygroup.com.co> (Octubre del 2014).
- [22] Clínica Country, Bogotá, <http://www.clinicadelcountry.com/ortopedia-y-traumatologia>, (Noviembre 2014)
- [23] Fundación CIREC, <http://www.cirec.org/>, (Noviembre 2014)
- [24] Physical Care LTDA., <http://www.physicalcareltda.com/>, (Noviembre 2014)
- [25] Clínica la Sabana, Bogotá, <http://www.clinicalasabana.com/index.php> , (Noviembre 2014)
- [26] Fundación Cardioinfantil, Bogotá, <https://www.cardioinfantil.org/index.php/servicios-integrales-179/centro-deportivo-cardiosport>, (Noviembre 2014)
- [27] Clinica Marly - Ortopedia y Traumatología "Medicina Deportiva" http://www.marly.com.co/serv_ortopedia.html, (Noviembre 2014)
- [28] Med Sport, <http://www.medsport.com.co/>, (Noviembre 2014)
- [29] CENTRO MEDICO DEPORTIVO MET http://www.clinicamedicinadeportiva.com/index_archivos/fisioterapia.htm, (Noviembre 2014)
- [30] Instituto de Ortopedia y Cirugía Plástica, <http://www.ortopediayplastica.com/index.php>, (Noviembre 2014)
- [31] Hospital San Blas, <http://www.hospitalsanblas.gov.co/ortopedia.html>, (Noviembre 2014)
- [32] Fisis Express, <http://www.fisioexpress.com/index.html>, (Noviembre 2014)
- [33] Centro Integral De Fisioterapia Crearr, <http://www.efisioterapia.net/clinicas/11165-centro-integral-de-fisioterapia-crearr>, (Noviembre 2014)

- [34] Fundación Teletón Colombia, <http://www.teleton.org.co/Cómotrabajamos/Rehabilitaciónbasadaencomunidad.aspx> (Octubre del 2014).
- [35] Centro de Ortopedia y Traumatología <http://www.centroortopedia.com/servicios.html>, (Noviembre 2014)
- [36] Toda colombia es mi pasión, <http://www.todacolombia.com/geografia/regionesnaturales.html>, (Noviembre 2014)
- [37] Procolombia, <http://www.colombia.travel/es/turista-internacional/destino/bogota>, (Noviembre 2014)
- [38] Tecnoparque – SENA, <http://tecnoparque.sena.edu.co/Paginas/default.aspx> (Noviembre del 2014).
- [39] ParqueSoft, <http://www.parquesoft.com> (Octubre del 2014).
- [40] Tecnoparque – SENA, <http://tecnoparque.sena.edu.co/Paginas/default.aspx> (Noviembre del 2014).
- [41] Alcaldia mayor de bogota, <http://www.bogota.gov.co/localidades/chapinero>, (Noviembre 2014)
- [42] Alcaldia local de Chapinero, <http://www.chapinero.gov.co/index.php/mi-localidad/disfrutando-mi-localidad/generalidades>, (Noviembre 2014)
- [43] Decreto 393 de 1991, Artículo 1. Modalidades de asociación.

Anexo 1 Interesados del proyecto (demanda)

Centros de Rehabilitación Física	Refe	Ubicación		Tipo de Centro	Descripción del servicio que presta
		Ciudad	Dirección		
Hospital Militar	[19]	Bogotá	Transversal 3 A No. 49 - 00	Hospital	Protesis para soldados y rehabilitación
Fundación Santa Fe de Bogotá	[20]	Bogotá	Carrera 7 No. 117 – 15 Segundo Piso	Hospital	El Departamento de Medicina Física y Rehabilitación ofrece atención integral y personalizada para el tratamiento de condiciones discapacitantes en todas las etapas del ciclo vital humano.
Mobility Group	[21]	Bogotá	Av. Calle 80 No. 69 -70	centro de rehabilitación física y Funcional	Brindan servicio de rehabilitación integral disponible en Colombia y la región, para pacientes con problemas de movilidad, permitiéndoles tener la mejor recuperación posible gracias a la más alta tecnología disponible en el mundo.
Clinica del Country - Fisioterapia	[22]	Bogotá	Carrera 16 No 82-57	Hospital	El Servicio de Fisioterapia ofrece a través de múltiples modalidades terapéuticas y programas interactivos como el Mr. Cube, un tratamiento que contribuye a un proceso de rehabilitación integral a pacientes que han sufrido lesiones del sistema neuro-osteomuscular.
Fundación CIREC	[23]	Bogotá	Carrera 54 No 65 - 25		Productos para la habilidad y movilidad de las personas. Líderes en la fabricación de prótesis y comercialización de sillas de ruedas neurológicas, coches ortopédicos, línea blanda y ortesis. IPS enfocada en la Rehabilitación Integral de pacientes con discapacidades físicas, neurológicas y degenerativas.
PHYSICAL CARE LTDA	[24]		Cra 21 A No 124 55 consultorio 105	EPS y empresas prepagadas	Prestación de servicios de fisioterapia integral, rehabilitación deportiva, vendaje neuromuscular (kinesiotaping) en niños y adultos.
Clinica la Sabana	[25]	Bogota	Av. 19 # 102-53 Bogotá	Hospital	Atención integral desde su accidente o consulta hasta su rehabilitación total. Para poder brindar el mejor de los servicios contamos con Sub-Especialidades en Cirugía Artroscópica, Ortopedia Pediátrica, Columna, Cadera, Pie, Mano, Hombro y Rodilla.
Fundación Cardio Infantil	[26]	Bogotá	Calle 163 A N° 13B-60	Hospital	Rehabilitación física y cardíaca (Especialidad Clínica)
Clinica Marly - Ortopedia y Traumatología "Medicina Deportiva"	[27]	Bogotá	Calle 50 #9 - 67 Cons. 401- 402	Hospital	prevención de lesiones resultantes del ejercicio físico. Para esto, se tiene en cuenta una evaluación pretemporada, la cual se hace antes de que el individuo se involucre en una actividad deportiva. Incluye programas de acondicionamiento cardiopulmonar, entrenamiento y fortalecimiento muscular, así como de estiramiento.
Med Sport	[28]	Bogotá	Cra 16 A No 82 -16	centro de rehabilitación y acondicionamiento físico para deportistas recreativos y de alta competencia	Realizada por fisioterapeutas con especialización en ejercicio físico para la salud. Nos caracterizamos por manejo de protocolos de rehabilitación rápida de lesiones y contamos con tecnología de última generación con equipos de Ultrasonido, Laser, Electroestimulación y Biofeedback. Contamos con pista de pliometría en madera y zona de césped sintético para retorno deportivo o actividad Física. Sesiones mixta de acuerdo al nivel de la sesión y rehabilitación gradual.
CENTRO MEDICO DEPORTIVO MET	[29]	Bogota	Av 45 Autopista Norte 101-17	Cetro medico deportivo-fisioterapia de rehabilitación	servicios es altamente calificado, especializado en rehabilitación deportiva, con protocolos primordialmente diseñados por medico del deporte y ortopedista. Necesariamente para poder cumplir con el programa la atención es personalizada e individualizada, esto nos permite rehabilitar las lesiones en forma rapida y oportuna.
		Ibague	Avenida Guabinal # 64—32		
Instituto de Ortopedia y Cirugía Plástica	[30]	Bogotá	Av 19 No.114 - 87	Centro de Rehabilitación	Contamos con modernos equipos de rehabilitación bajo el manejo de un grupo interdisciplinario de profesionales, contribuyendo así a una pronta y eficaz recuperación. Estamos en capacidad de atender hasta veinte (20) usuarios del servicio de manera simultánea.
Hospital San Blas	[31]	Bogotá	TRANSVERSAL 5 ESTE N. 19 - 50 SUR	Hospital	Clinica de cadera y rodilla; Trauma adulto y pediátrico de alta complejidad, y cirugía de mano Cirugía de alto costo con unidad de reemplazos articulares y cirugía artroscopica Ofrece servicios de soporte como: Servicio de rehabilitación, cirugía plástica, unidad de cuidados intermedios y atención domiciliaria.
Fisio Express	[32]	Bogotá	Carrera 16 145 –59	centro de rehabilitación	Institución especializada en la recuperación y rehabilitación terapéutica mediante un modelo integral, basados en la calidad y humanización del servicio con profesionales idóneos, competentes e infraestructura adaptada a las necesidades de los usuarios y su familia
CENTRO INTEGRAL DE FISIOTERAPIA CREARR	[33]	Medellin	Carrera 43 B # 14-10	IPS	Entidad privada, la cual pretende mejorar la calidad de vida de la comunidad por medio de las técnicas propias de la fisioterapia, con la tecnología y personal idóneo para ello. Tiene una excelente ubicación con buenas vías de acceso y parqueadero gratuito para los usuarios.
Fundacion Teleton Colombia	[34]	Bogotá D.C. Soacha Manizales Barranquilla Cartagena Rafael Uribe Uribe		Fundación	Ofrece servicios de prevención, habilitación y rehabilitación con enfoque científico y de derechos dirigidos a la población con discapacidad física o motora, en especial atención a niños y jóvenes, promoviendo acciones que faciliten su inclusión social, apoyados en la solidaridad del país
Centro de Ortopedia y Traumatología	[35]	Bogotá	Av. 15 No. 124-47	Centro de Rehabilitación	El Centro de Ortopedia y traumatología cuenta con servicios médicos de atención inmediata y altamente especializada que le permite tener niveles altos de satisfacción en nuestros usuarios que nos han convertido en un centro de frecuente referencia de las instituciones a quienes prestamos servicios, contando para ello con excelente grupo de profesionales.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

Tipos de máquinas de CPM encontradas en el actualmente



Figura 3. Maquina CPM para rodilla

Fuente: <http://www.fisiomedica.com/fisioco/productos-y-servicios/catalogos/catalogo-general/>



Figura 4. Maquina CPM para Tobillo

Fuente: <http://www.fisiomedica.com/fisioco/productos-y-servicios/catalogos/catalogo-general/>



Figura 5. Maquina CPM para Hombro

Fuente: <http://www.fisiomedica.com/fisioco/productos-y-servicios/catalogos/catalogo-general/>



Figura 6. Maquina CPM para Codo

Fuente: <http://www.fisiomedica.com/fisioco/productos-y-servicios/catalogos/catalogo-general/>