

MODELAJE DE LOS REQUERIMIENTOS FÍSICOS, ELÉCTRICOS Y ANÁLISIS  
DE ENERGIZACIÓN CON FUENTES ALTERNATIVAS PARA UN ASCENSOR EN  
LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA SEDE CLAUSTRO

LORIET KATHERINE CASTAÑEDA ORTIZ  
EDNA FERNANDA CERVERA UZETA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
BOGOTÁ D.C.  
2013

MODELAJE DE LOS REQUERIMIENTOS FÍSICOS, ELÉCTRICOS Y ANÁLISIS  
DE ENERGIZACIÓN CON FUENTES ALTERNATIVAS PARA UN ASCENSOR EN  
LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA SEDE CLAUSTRO

LORIET KATHERINE CASTAÑEDA ORTIZ  
EDNA FERNANDA CERVERA UZETA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero  
Electrónico y Telecomunicaciones

Director  
ANDRES ERNESTO MEJIA VILLAMIL  
Magister en Biomedicina

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
BOGOTÁ D.C.  
2013



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



**Sin Obras Derivadas** — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

Firma del Presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Bogotá D.C Abril de 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia agradecemos a Dios por permitir juntarnos en el momento adecuado, a María Teresa Uzeta y a Milena Ortiz nuestras madres quienes sufrieron con nosotras días de traspasos, lágrimas y alegrías.

Gracias a nuestras familias y amigos quienes fueron parte del proceso quienes nos levantaron el ánimo cuando sentíamos desfallecer y a nuestro asesor Andrés Mejía quien se armó de paciencia para guiarnos y darle forma a nuestro trabajo.

Por último gracias a nosotras pues más que un trabajo o la culminación de una carrera fue el crecimiento de una hermandad.

## CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO	11
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
1. GENERALIDADES	14
1.1 ANTECEDENTES	14
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2.1 Descripción del problema	14
1.2.2 Formulación del problema	15
1.3 OBJETIVOS	15
1.3.1 Objetivo general	15
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4 JUSTIFICACIÓN	15
1.5 DELIMITACIÓN	16
1.5.1 Espacio	16
1.5.2 Tiempo	16
1.5.3 Contenido	16
1.5.4 Alcance	16
1.6 MARCO REFERENCIAL	16
1.6.1 Motor eléctrico	16
1.6.2 Energías renovables o alternativas	17
1.6.2.1 Bioenergía	17
1.6.2.2 Energía solar	17
1.6.2.3 Energía eólica	17
1.6.2.4 Energía hidráulica	17
1.6.2.5 Energía geotérmica	17
1.6.2.6 Energía del hidrogeno	18
1.6.3 Lógica difusa	18
1.6.3.1 Historia	18
1.6.3.2 Sistemas basados en lógica difusa	19
1.7 METODOLOGÍA	19
1.7.1 Tipo de estudio	19
1.7.2 Fuentes de información	20
1.8 CRONOGRAMA	20
1.9 PRODUCTOS A ENTREGAR	21
1.9.1 Productos intermedios	21
1.9.2 Productos finales	21
1.10 INSTALACIONES Y EQUIPO REQUERIDO	22
1.11 PRESUPUESTO	22
2. MODELO DE CONTROL CON LÓGICA DIFUSA	24
2.1. MODELO DE CONTROL	24
2.2 DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTO EN EL PROGRAMA	25

	pág.
2.3 VARIABLES DE ENTRADA	26
2.3.1 Nombre del conjunto	27
2.4 VARIABLES DE SALIDA	28
2.5 DEFINIR REGLAS	29
2.6 ANÁLISIS DEL MODELO DE CONTROL	30
3. ASCENSOR Y SU ESTRUCTURA	38
3.1 ANÁLISIS DE ESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD SEDE CLAUSTRO	40
4. ANTECEDENTES EN COLOMBIA	41
4.1 TIPOS DE ENERGÍAS APLICABLES	42
4.2 RELACIÓN DE COSTOS	47
5. CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXOS	54

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Diagrama de bloques del sistema	25
Figura 2. Muestra de inicialización del programa	26
Figura 3. Inicio del programa	26
Figura 4. Definición de entradas	27
Figura 5. Definición de variables	27
Figura 6. Definición de variables de salida	28
Figura 7. Definición de variables	28
Figura 8. Paso 1 para definir reglas	29
Figura 9. Paso 2 para definir reglas	29
Figura 10. Paso 3 para definir reglas	30
Figura 11. Paso 1 para calcular las salidas	30
Figura 12. Paso 2 para calcular las salidas	31
Figura 13. Partes de un ascensor eléctrico	38
Figura 14. Partes de un ascensor hidráulico	39
Figura 15. Partes de un colector solar	43
Figura 16. Partes de un aerogenerador	45
Figura 17. Partes de un aerogenerador	45
Figura 18. Clasificación de biomasa según su origen	47



## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Cronograma	21
Cuadro 2. Presupuesto del recurso humano	22
Cuadro 3. Presupuesto físico y gastos de operación	22
Cuadro 4. Presupuesto total del proyecto	23
Cuadro 5. Datos de tráfico de las escaleras	25
Cuadro 6. Implicación mínima variando congresor desde centro de gravedad hasta media de máximo	32
Cuadro 7. Implicación zاده variando congresor desde centro de gravedad hasta media de máximo	33
Cuadro 8. Implicación Lukasiewicz variando congresor desde centro de gravedad hasta media de máximo	34
Cuadro 9. Implicación Producto variando congresor desde centro de gravedad hasta media de máximo	34
Cuadro 10. Implicación Kleen-Dienes variando congresor desde centro de gravedad hasta media de máximo	36
Cuadro 11. Implicación Estocástica variando congresor desde centro de gravedad hasta media de máximo	37
Cuadro 12. Relación de costos al producir 650Kw/h para poder alimentar el ascensor requerido	47
Cuadro 13. Relación de costos al producir 650Kw/h para poder alimentar el ascensor requerido	49

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Mapa energía eólica	54
Anexo B. Estudio de factibilidad	55

## GLOSARIO

**ASCENSOR:** También es una cabina que permite el desplazamiento vertical dentro de una estructura, permitiendo la movilidad de personas entre pisos o niveles. Se utiliza principalmente para personas que no pueden utilizar escalas.

**CONTROL:** En el contexto de ingeniería es un sistema que maneja variables de entrada y salida para poder diseñar y operar un esquema específico.

**ENERGÍA RENOVABLE:** Denominamos Energías renovables a las fuentes de energía que se obtienen de medios naturales en teoría inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

**DISCAPACIDAD:** Es cualquier restricción o impedimento de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para el ser humano. La discapacidad se caracteriza por excesos o insuficiencias en el desempeño de una actividad rutinaria normal, los cuales pueden ser temporales o permanentes, reversibles o surgir como consecuencia directa de la deficiencia o como una respuesta del propio individuo, sobre todo la psicológica, a deficiencias físicas, sensoriales o de otro tipo. ([http://www.nl.gob.mx/?P=info\\_discapacidad](http://www.nl.gob.mx/?P=info_discapacidad))

**LÓGICA DIFUSA:** Se base en lo relativo, observando el flujo de personas que transitan por las escaleras se logra estimar un promedio para poder tomar un valor, partiendo de la mayor cantidad de decimales posibles cercanos al número entero.

**ESTRUCTURA:** Se denomina estructura al componente físico construido, haciendo posible la movilidad del cuerpo estudiantil.

## RESUMEN

Inicialmente se observó la estructura de la universidad y las falencias que presentaba de manera que se pudiera generar una solución sin que afectara el estado del edificio y le permitiera solventar el problema de desplazamiento vertical, por ello surgió la necesidad de un ascensor en la sede del claustro dado que las facultades de arquitectura, ingeniería electrónica, civil, industrial y de sistemas que se encuentran ubicadas en los diferentes pisos de la sede.

Para poder abordar el tema se partió de realizar un análisis sobre el flujo de personas que transita sobre las escaleras principales y las escaleras de arquitectura en horas pico. Mediante la toma de datos se procedió a realizar un modelo de control usando un aplicativo llamado UNFUZZY, esto con el fin de poder estimar la cantidad de personas que podría resistir y la cantidad de potencia que se debe generar para poder mover el ascensor.

Debido a que es necesario poder estimar una fuente energética que supla la necesidad de dicho ascensor, se realizó un estudio paralelo de las diferentes fuentes de energía renovables para poder identificar la mejor alternativa y su tiempo de uso para que brinde la potencia necesaria que permita realizar el desplazamiento entre pisos.

Luego de identificar la capacidad del ascensor que arrojó el modelo, se realizó un análisis presupuestal sobre los métodos para generar energía y localizar un espacio apropiado para que sea ubicado en la universidad. Finalmente se llegó a la conclusión que el sistema de energía debe ser de respaldo debido al costo que representa implementar un sistema principal, por ello se aconseja usar un sistema de Fuel Cell como respaldo y continuar con el uso de la energía convencional dado que el ascensor tiene una capacidad de siete personas lo que implica una potencia de 560kW/h y solo se logra con un sistema complementario.

## INTRODUCCIÓN

Desde que los fundadores de la Universidad Católica de Colombia decidieron crear en principios de la doctrina de Cristo la Universidad Católica de Colombia sede el claustro, se ha dedicado a formar profesionales en las áreas de Arquitectura e Ingenierías de modo que cualquier estudiante con deseos de crecer como persona pueda llegar desarrollar su futuro como profesional en la carrera adecuada sobre estas áreas; sin embargo debido a que la sede es propiamente un claustro y tiene de construida más de 50 años la infraestructura se ha declarado patrimonio histórico lo que hace que su arquitectura deba conservarse lo más exacta posible.

En la actualidad el país cuenta con 6.4% de la población en condición de discapacidad a nivel físico, según el censo del 2005 realizado por el DANE, esto hace que esta las universidades limiten la educación superior a esta población y poder optar por mejores oportunidades laborales. La Universidad Católica de Colombia cobija a todo aquel se esté en capacidad de estudiar y mantenerse dentro del perfil del estudiante y es acá donde se presenta la problemática pues cuando un individuo que sea parte de este grupo desea vincularse al cuerpo estudiantil y quiera realizar sus estudios en la sede del claustro va a presentar dificultades para su desplazamiento en el eje vertical, por esta razón se realizará un análisis de cómo se puede solucionar dicho problema.

Partiendo del último censo realizado en Colombia hay aproximadamente 41.242.948 desde el 2006, de igual manera día a día hay millones de accidentes por motivos diversos que hacen existente la población con discapacidad física haciendo que el 6,4%\* de la población quede en inmovilidad total o parcial, es decir 2.700.000 habitantes bien sea parapléjicos, con amputaciones o cuadripléjicos, lo que hace que este margen aumente dependiendo de las circunstancias sociales.

# 1. GENERALIDADES

## 1.1 ANTECEDENTES

Muchos siglos atrás se veía la necesidad de realizar un desplazamiento a nivel vertical, debido a ello se generaron dispositivos de elevación como las poleas y las palancas; con el paso de los años este concepto fue evolucionando hasta llegar hoy en día a lo que se conoce como ascensor. En 1850 aparecieron los primeros ascensores a vapor, pero solo hasta 1852 fue cuando se implementó el primero para el uso de personas. Como la arquitectura ha generado muchos ambientes para la habitabilidad de la sociedad fue necesario que el concepto que se tenía de ascensor creciera pues con los rascacielos era necesaria una maquinaria más avanzada y que generara economía y ahorro de tiempo, de esto nacieron los ascensores electricos.

En Colombia solo hay una empresa que se dedicó a la terea de realizar ascensores, esto sucedió en Medellín a comienzos de los 70 cuando luego de realizar una exhaustiva investigación de los desarrollos en Europa se creó la empresa ANDINO la cual durante los últimos 34 años aproximadamente a incursionado en todo el territorio Colombiano y en más de 13 países lo que ha generado que sus desarrollos estén a la altura de cualquier multinacional.

Partiendo de la historia de los motores eléctricos es importante resaltar que quien descubrió el principio de funcionamiento fue Michael Faraday, él descubrió la inducción la cual genera una corriente eléctrica en un conductor en movimiento. El primer motor que utilizo los electroimanes para mover elementos inmóviles fue en 1828 en Hungría para mover el primer vehículo, solo que este motor era lo bastante grande para poder impulsar todo el caparazón. Durante décadas este elemento ha formado parte de diferentes equipos usados en muchas circunstancias como guerras, industrialización y en campos como construcciones, salud y educación.

Hoy en día en Colombia se encuentran diferentes empresas dedicadas a la implementación y al desarrollo de los mismos, sin embargo el mercado más amplio es el desarrollo de motores para automóviles de alta potencia, cuatrimotos y motosierras. A nivel de ascensores o de nuevas tecnologías para facilitar el desplazamiento de personas en masa o con alguna dificultad no se ven avances pues no es un área en donde el mercado genere rentabilidad y aunque no se puede obviar el hecho de la necesidad no es algo que preocupe a los empresarios colombianos.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

**1.2.1 Descripción del problema.** La universidad d Católica de Colombia en la sede el claustro presenta un inconveniente al realizar un desplazamiento vertical en donde se evidencian dos factores importantes a corregir, el primero es el

desplazamiento de los estudiantes de arquitectura con materiales y maquetas que bloquean el paso de las escaleras y el segundo es el hecho que en la universidad se encuentran estudiantes en discapacidad física completa o parcial y esto no les permite tomar sus clases de manera cómoda y adecuada.

**1.2.2 Formulación del problema.** Es necesario garantizar el acceso de los estudiantes a sus aulas, principalmente cuando se genera una alta concentración en el uso de las escaleras, lo que conlleva a inconvenientes que perturban el libre desplazamiento.

En los diferentes programas complementarios como baloncesto, voleibol o taekwondo que la universidad ofrece, se presentan muchos accidentes en el personal recurrente, lo que hace que la sede no cuente con la infraestructura adecuada para dicho desplazamiento, por ser un patrimonio histórico parte de su estructura no es posible modificarla.

### **1.3 OBJETIVOS**

**1.3.1 Objetivo general.** Realizar el modelo del comportamiento de un ascensor para la universidad Católica de Colombia sede el claustro, proponiendo una energía alternativa para su funcionamiento.

#### **1.3.2 Objetivos específicos.**

- Utilizar una herramienta que permita modelar un esquema que ayude a la toma de decisión para implementar la mejor en donde se involucren variable de flujo y tiempo.
- Investigar sobre las diferentes energías alternativas que se acoplen a la capacidad del ascensor y el espacio en la universidad.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

La investigación se fundamenta en la necesidad de garantizar un desplazamiento en los diferentes pisos de la universidad Católica de Colombia sede claustro dado que para el periodo 2013-1 ingresaron estudiantes con discapacidad permanente y las instalaciones no tienen la adecuación necesaria para el acceso a las aulas; en esta situación también se encuentran los estudiantes que por diferentes motivos presentan una lesión y presentan dificultades para poder mantener la continuidad de sus estudios. Según el Ministerio de Educación todos los colombianos están en el derecho de recibir educación básica, lo cual a nivel primario se cumple; sin embargo al momento de formar profesionales el estado deja muchas expectativas al respecto y la Universidad Católica de Colombia no es la excepción.

Dadas las necesidades que se presentan en la universidad, se busca solucionar el déficit del mismo con la implementación de un ascensor que brinde las facilidades de desplazamiento, contemplando la posibilidad de ahorro energético basado en las variables que ejercen sobre dicho ascensor.

Al realizar el análisis respectivo se facilita la necesidad de estudio y se fomenta el desarrollo tecnológico de la universidad, haciéndola más competitiva y ampliando la posibilidad de dar educación de calidad no solo al cuerpo estudiantil actual sino al futuro.

## **1.5 DELIMITACIÓN**

**1.5.1 Espacio.** Esta investigación se realizará en referencia a la universidad Católica de Colombia sede el claustro.

**1.5.2 Tiempo.** El tiempo que se estima para llevar a cabo la investigación comprende del 22 de Julio hasta el 20 de Noviembre.

**1.5.3 Contenido.** Inicialmente se realizará un análisis teórico sobre los motores que se utilizan en ascensores y las energías alternativas que se pueden implementar para el su funcionamiento, partiendo de la toma de muestras de la cantidad de personas que transitan por las escaleras en diferentes momentos del día, luego con los datos tomados se hará el modelamiento del sistema de control con ayuda de un software.

**1.5.4 Alcance.** El resultado al que se desea llegar es plantear una solución a una problemática de una manera netamente informativa en donde se evidencien modelos, posibles lugares y nuevas formas de alimentación, contribuyendo así con el desarrollo de la Universidad Católica de Colombia.

## **1.6 MARCO REFERENCIAL**

Muchas de las cosas que hoy en día se utilizan están alimentadas por energía eléctrica, y los ascensores no son la excepción, usando la energía eléctrica como fuente de alimentación para los motores que dan movimiento, se generan diferentes funciones, la principal función que tiene un motor en un ascensor es ser parte del sistema base para todo su funcionamiento.

Para este caso se tomará en cuenta solo los ascensores electromecánicos y poder así realizar un estudio de las diferentes energías alternativas que se pueden llegar a utilizar en el funcionamiento de este tipo de ascensor. En el caso de estos ascensores la maquinaria se compone básicamente por una cabina y un contrapeso a lo cual se le da movimiento vertical a partir de un motor eléctrico.

**1.6.1 Motor eléctrico.** Este motor convierte la energía eléctrica en energía mecánica esto quiere decir que es un dispositivo electromotriz, también puede funcionar estando conectado a una red de suministro eléctrico o con baterías. En automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar



las ventajas que se tienen de este tipo de aplicaciones.

Un imán tiene polo sur y polo norte, que son las regiones donde se concentran las líneas de fuerza. Para que un motor logre su funcionamiento, se vale de las fuerzas de atracción y repulsión que hay en los polos, es necesario que el motor cuente con polos alternados entre el estator y el rotor ya que los polos magnéticos iguales se repelen y los polos magnéticos diferentes se atraen, de esta manera se produce el movimiento de rotación.

**1.6.2 Energías renovables o alternativas.** Las energías renovables o alternativas son fuentes de energías que se denominan de esta manera porque son consideradas virtualmente inagotables por su gran cantidad de energía o por que se regeneran naturalmente, además tienen la capacidad de reemplazar a las energías que se utilizan hoy en día y están siendo consideradas para reemplazar la energía convencional dado que tienen un efecto menos contaminante y por sus propiedades de renovación.

**1.6.2.1 Bioenergía.** Esta energía se produce gracias a la combustión de la biomasa que se refiere a la materia orgánica proveniente de los animales y el origen vegetal incluyendo los desechos orgánicos, una de las características más importantes porque se deja transportar y se genera con rapidez.

**1.6.2.2 Energía solar.** Aprovechando la luz y el calor del sol nace la energía solar siendo así capturada para convertirla en energía útil ósea utilizándola para calentar algo o producir electricidad.

**1.6.2.3 Energía eólica.** En la energía eólica se usa el aire en movimiento (viento) con el fin de generar electricidad, el viento no siempre es constante por causa de la radiación solar y de la diferencia de presión que existe en la tierra de esta manera se puede identificar que hay dos patrones principales: el estacional y el diario.

**1.6.2.4 Energía hidráulica.** Esta energía se obtiene de la fuerza que generan los ríos y los lagos, esta fuerza se transforma en electricidad con ayuda de las llamadas plantas hidroeléctricas.

En general la construcción de estas plantas hidroeléctricas genera un impacto muy significativo en lo ambiental y lo social por causa de la necesidad de reubicación de poblaciones y el gran espacio que ocupan además de que desvían el cauce natural de las aguas.

**1.6.2.5 Energía geotérmica.** Este recurso también se conoce como energía calórica que se encuentra en el centro de la tierra.

Además de generar electricidad la energía geotérmica tiene otras aplicaciones en las cuales se aprovecha al máximo la energía térmica producida por los desechos

de una planta geo termoeléctrica o también la utilización de los campos geotérmicos de temperatura media.

**1.6.2.6 Energía de hidrogeno.** El hidrogeno es un elemento químico que no se encuentra naturalmente, por lo cual no se puede obtener a bajo costo. La forma más común de obtenerlo es de la descomposición de agua, a partir de la electrolisis, de esta manera puede ser almacenado por largo tiempo hasta que sea necesaria su utilización.

**1.6.3 Lógica difusa.** Esta lógica hace uso de expresiones que no tienen carácter en su totalidad de verdaderas o falsas, es una lógica empleada en situaciones o estados que toman valores intermedios entre valores que cuentan en sus extremos con la verdad absoluta o la falsedad absoluta. Es decir esta lógica permite expresar el hecho de que un objeto sobre el cual sea aplicada esta logia presente valores intermedios entre los extremos. Hace parte de la lógica multivalente o multivariada pero la lógica difusa se caracteriza porque permite agregar valores no exactos. Por ejemplo según la lógica clásica una persona es considerada baja o alta sin lugar a valores medios, en cambio la lógica difusa permite contar que tanto grado de pertenencia tiene una persona en el grupo de los bajos o de los altos.

**1.6.3.1 Historia.** A mediados de los años 60 el ingeniero Lotfy A. Zadeh en la Universidad de Berkeley (California-USA) dio origen al estudio de esta lógica, la denomino inicialmente principio de incompatibilidad. Uno de los enunciados fue: "Conforme la complejidad de un sistema aumenta, la capacidad para ser precisos y construir instrucciones sobre su comportamiento disminuye hasta el umbral más allá del cual, la precisión y el significado son características excluyentes" con el cual fue introducido el concepto de conjunto difuso. Este concepto logro arraigar la idea de que los elementos en los que se basa el pensamiento humano no son números sino expresiones lingüísticas, esta idea permite que los objetos se puedan ubicar de manera cualitativa y no cuantitativa, en un lenguaje matemático mediante los conjuntos difusos y funciones características asociadas a ello. Esto no significa que solo se trabaja con números sino que este lenguaje permite trabajar con datos numéricos y con términos lingüísticos a la vez, a pesar de que los datos lingüísticos son menos precisos que los numéricos y muchas veces son más fáciles de entender para la forma de pensar del humano. La noción de esta lógica se puede llegar a ver hace unos 2500 años atrás cuando los filósofos griegos trabajaron con la idea de que existían distintos grados de verdad y de falsedad.

La tesis de Zadeh se basa también en estudios y obras de autores de otras disciplinas que demostraban puntos de vista distintos a la lógica clásica y muy cercana a la suya. Unos de los discípulos de la lógica difusa se destacan; Bellman, Lakoff, Goguen, Smith y muchos más. Otro suceso influyente en el desarrollo de la lógica difusa fue que en los 70's, varios grupos de investigación en algunas universidades de Japón fueron fundados y con el paso del tiempo aportaron o postularon algunos usos que podrían llegar a tener la lógica difusa.

### 1.6.3.2 Sistemas basados en lógica difusa.

- Bloque difusor. En este bloque a cada dato de entrada se le busca el grado de relación entre las escalas de valores a las cuales se puede ubicar dicho dato de entrada. Las entradas a este bloque son: entrada de datos, difusor, mecanismo inferencia, Desdifusor y salida de datos. valores concretos de la variable a analizar y los datos de salida son los grados de pertenencia a los conjuntos estudiados.
- Bloque de inferencia. Este bloque relaciona conjuntos difusos de entrada y de salida y genera las reglas que definen el sistema.
- Desdifusor. Este bloque a partir de los conjuntos difusos procedentes de la inferencia se obtiene un resultado concreto aplicando métodos matemáticos de des-difusión.

## 1.7 METODOLOGÍA

Se realizarán reuniones periódicas con el fin de dar seguimiento al cronograma y así tener un mejor control del tiempo estipulado con las actividades que se citan a continuación.

- Levantamiento de información con respecto al flujo de personas que transitan por las escaleras de la Universidad Católica de Colombia sede el Claustro.
- Toma de datos para realizar el modelo de control.
- Revisión de los planos de la Universidad Católica de Colombia sede el Claustro
- Revisión de tesis, artículos, proyectos, etc. que tengan que ver con propuestas de energías alternativas con el fin de plantear una alternativa de alimentación para el funcionamiento de un ascensor.
- Muestra de resultados y análisis de la mejor alternativa energética
- Proceso de entrega y finalización con las conclusiones respectivas para dar por terminada la investigación.

**1.7.1 Tipo de estudio.** Debido a la investigación se caracteriza por el planteamiento de hipótesis y con el fin de darle el manejo adecuado se planteó un lineamiento el cual servirá de guía para dar cumplimiento de las actividades propuestas:

- Se analizará el tráfico de las escaleras de la Universidad Católica De Colombia

Sede El Claustro y la consulta de energías alternativas.

- Formular posibles alternativas de solución a la situación real que sufren las personas que transitan por las escaleras y de la Universidad Católica De Colombia Sede El Claustro.
- Con ayuda de los pasos anteriores se comprobará la veracidad de la situación y se realizará el modelo de control del sistema para la ayuda de la toma de decisión de la mejor alternativa que se puede sugerir.

**1.7.2 Fuentes de información.** Los recursos que se tendrán en cuenta como apoyo para llevar a cabo la investigación son libros, manuales, tesis e Internet.

Dentro de los libros consultados están entre otros:

- Energías renovables de Jaime González Velasco
- Energías renovables para el desarrollo Cooperación Internacional de José María de Juana Sardón.
- El hidrogeno y la energía de José I. Linares H. y Beatriz Y. Moratilla S.
- Las energías renovables: Un enfoque público ecológico de Emilio Menéndez Pérez.
- Energías renovables Jaime González Velasco

En cuanto a los manuales el escogido es, Strategic Modelling and Business Dynamics de John Morecroft

En lo referente a tesis, se harán visitas a bibliotecas de diferentes instituciones ubicadas en la ciudad de Bogotá D.C. con el fin de buscar información referente al trabajo que se ha realizado acerca de las energías renovables en Colombia.

## **1.8 CRONOGRAMA**

Se plantea un cronograma para poder realizar el seguimiento de las actividades realizadas de manera que se tenga una continuidad en el desarrollo de la información (véase el Cuadro 1).

Cuadro 1. Cronograma

	ACTIVIDADES/SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Objetivo 1	Construcción del anteproyecto	■	■	■	■												
	Toma de datos de trafico de las escaleras				■	■											
	Estudio Fuzi failed					■	■	■	■	■	■	■	■				
	Modelo de Control Difuso (Fuzi failed)										■	■	■	■			
Objetivo 2	Búsqueda de antecedentes de energías alternativas en Colombia					■	■	■									
	Definición de un ascensor y su estructura						■	■			■						
	Determinar espacio en la Universidad Católica de Colombia para la ubicación del ascensor									■	■	■	■				
	Definición de los 4 tipos de energías aplicables										■	■	■				
	Definición de costos										■	■	■				
	Conclusiones y resultados													■	■		
	Redacción del documento y seguimiento												■	■	■	■	
	Poster y sustentación																■
Verificación y evaluación																	■

Fuente. Los Autores

## 1.9 PRODUCTOS A ENTREGAR

Dentro de los productos que se van a entregar se contemplan productos intermedios y finales; los productos intermedios son considerados los informes, avances y seguimientos que se realicen en el transcurso de la investigación, los productos finales son documentos con los registros de cada toma de datos, la propuesta para la implementación de un ascensor en donde se incluya un espacio, un proveedor, tiempos de recarga y la alternativa energética que alimente dicho ascensor. También se entregara la información recopilada a lo largo de la investigación, testimonios recopilados y anexos fotográficos en donde se evidencie la problemática y se justifique el fin de la investigación.

### 1.9.1 Productos intermedios.

- Anteproyecto.
- Informe del desarrollo del modelo de control.
- Informe de seguimiento

### 1.9.2 Productos finales.

- Poster.
- Documento de trabajo final de trabajo de grado.

## 1.10 INSTALACIONES Y EQUIPO REQUERIDO

Principalmente el estudio se centra en las instalaciones de la Universidad Católica de Colombia en donde se emplearan los siguientes elementos:

- Planos de la sede el Claustro.
- Reloj.
- Un contador de personas.
- Cámara fotográfica.
- Equipos de cómputo y acceso a una red de internet.

## 1.11 PRESUPUESTO

En los Cuadros 3,4 y 5 se ven discriminados los valores y detalles lo que se necesitará para llevar a cabo la investigación.

Cuadro 2. Presupuesto del recurso humano

	Ente	Cargo dentro del proyecto	encargado del Cargo	valor hora	Cantidad de horas	Valor total horas
Recurso humano	Universidad	Asesor de proyecto	Ing. Andres Ernesto Mejía	27.500	16	440000
	Estudiante	Ejecutores del Proyecto	Loriet Katherine Castañeda Ortiz	15.000	224	3360000
			Edna Fernanda Cervera Uzeta	15.000	224	3360000

Fuente. Los Autores

Cuadro 3. Presupuesto físico y gastos de operación

	Descripción	Ente	Valor unitario	Cantidad	Total
Recursos Físicos y Gastos Operacionales	*Libros	Universidad	800.000	1	800.000
	*Internet		1.000	224	224.000
	*Planos		1.000.000	1	1.000.000
	Puesto de trabajo		380.000	1	380.000
	Buses	Estudiantes	1.500	10	240.000
	Alimentación		5.000	80	400.000
	Papelería		600.000	1	600.000

Fuente. Los Autores

Cuadro 4. Presupuesto total del proyecto

Descripción	Universidad	Estudiantes	
Recurso Humano	440.000	6.720.000	
Recursos Físicos y Gastos Operacionales	2.404.000	2.844.000	Total del proyecto
Total	2.844.000	9.564.000	12.408.000

Fuente. Los Autores

\*Los valores de estos artículos son aproximados.

## **2. MODELO DE CONTROL CON LÓGICA DIFUSA**

Según Edward Alarcón profesor del departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad de Cataluña – España, la lógica difusa es una extensión de la lógica clásica que sirve para cuantificar la vaguedad. En la lógica clásica los valores son exactos no hay aproximaciones lo que no pasa en la Lógica Difusa (LD), con LD hay espacio para las aproximaciones y es la razón por la cual se puede llegar a definir criterios de decisión respecto situaciones como definir a un buen jugador de baloncesto como alguien que mide más de 1,85 metros y que tiene buena puntería, la LD permite como haría un entrenador humano, incluir en el conjunto de buenos jugadores a uno que midiera 1,84 pero con una puntería excelente, de esta forma, la LD salva la distancia entre la lógica clásica y la realidad. Este concepto, aplicado a las máquinas, mejora visiblemente el servicio que estas prestan.

En Inteligencia artificial, la LD es utilizada para la solución de problemas, especialmente los relacionados con control de procesos industriales complejos y sistemas de decisión en general, la solución y la comprensión de datos.

### **2.1. MODELO DE CONTROL**

El diseño de este modelo de control se basa en LD, teniendo en cuenta que este tipo de lógica permite flexibilidad en los datos que se presentan en procesos de control, siendo esta una ventaja sobre la lógica clásica que por su parte se encasilla a requisitos estrictos, los cuales no permiten una mejor aproximación a los procesos con los cuales se trabajan, que pueden presentar ambigüedades.

Los datos que se observan en el Cuadro 5 fueron tomados en muestras iguales de 15 minutos durante horas de alto y bajo tráfico de personas por dos escaleras que permiten el acceso a la mayoría de los niveles superiores de los edificios que hacen parte de la sede El Claustro de la Universidad Católica de Colombia, por lo cual se decidió tomar dos variables de entrada y dos variables de salida como se muestra en la Figura 1, teniendo en cuenta el hecho de poder contar con un diseño más acorde con las variaciones de flujo de personas al momento de analizar los resultados (véase el Cuadro 5 y figura 1).

El programa con el cual se va a trabajar se llama UNFUZZY, este fue desarrollado en 1998 por estudiantes de la Universidad Nacional y profesores, entre los cuales se encuentra el PhD Gustavo Pérez quien hoy en día es colaborador de la Universidad Católica de Colombia. Con UNFUZZY se seguirán una serie de instrucciones para establecer las variables de entrada, variables de salida, reglas y análisis de resultados.



Cuadro 5. Datos de tráfico de las escaleras

	Hora	Muestra	Dato	promedio 15 min	
Principal	07:00	1	80	5,33333333	5,6
		2	93	6,2	
		3	79	5,26666667	
	12:30	1	45	3	3,88888889
		2	80	5,33333333	
		3	50	3,33333333	
	18:00	1	153	10,2	16,0666667
		2	320	21,3333333	
		3	250	16,6666667	
metálicas	07:00	1	95	6,33333333	3,55555556
		2	15	1	
		3	50	3,33333333	
	12:30	1	50	3,33333333	2,48888889
		2	22	1,46666667	
		3	40	2,66666667	
	18:00	1	90	6	9,44444444
		2	250	16,6666667	
		3	85	5,66666667	

Fuente. Los Autores

Figura 1. Diagrama de bloques del sistema



Fuente. Los Autores

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTO EN EL PROGRAMA

Para empezar un proyecto nuevo se selecciona archivo nuevo, esto con el fin de iniciar el proyecto como lo muestran las siguientes Figuras (véase las figuras 2 y 3).

Figura 2. Muestra de inicialización del programa



Fuente. Los Autores

Figura 3. Inicio del programa



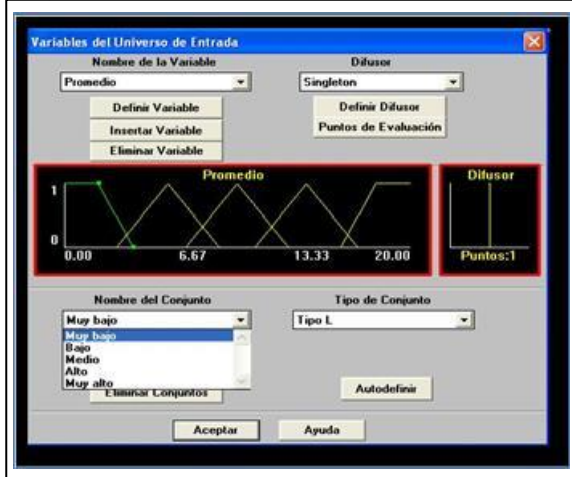
Fuente. Los Autores

### 2.3 VARIABLES DE ENTRADA

El paso a seguir es establecer las entradas y los conjuntos de evaluación, eso se realiza seleccionando el icono de entradas como lo indica la Figura 4. A medida que se insertan las entradas, las salidas y las reglas estos iconos irán cambiando de color de amarillo oscuro a claro.

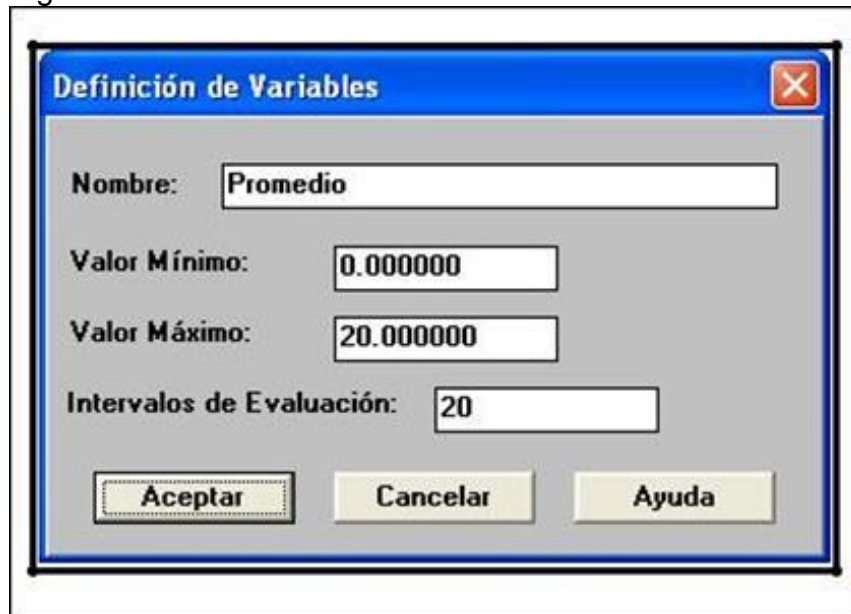
Se puede identificar que hay varios cajones donde se realiza la caracterización de la variable de entrada; para iniciar bajo el espacio de Nombre de la variable hay tres botones, uno de ellos es definir variable el cual se selecciona y aparecerá una ventana donde se define el nombre de la variable y el rango de valor máximo y mínimo donde se quiere evalúa la variable (véase las figuras 4 y 5).

Figura 4. Definición de entradas



Fuente. Los Autores

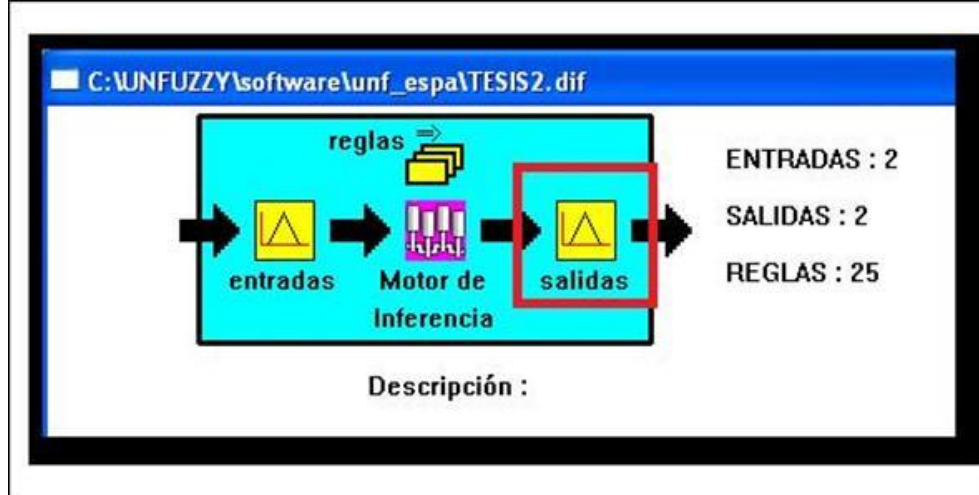
Figura 5. Definición de variables



Fuente. Los Autores

**2.3.1 Nombre del conjunto.** Para este caso se han establecido 5 conjuntos los cuales corresponden a: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, esto se puede identificar en la Figura 6, **en tipo de conjunto** como su nombre lo indica se elige el tipo de conjunto que se desea, para muy bajo el tipo de conjunto es tipo L, para bajo, medio y alto será de tipo triangulo y para el conjunto muy alto el tipo de conjunto será tipo de gamma de esta misma manera se hace para frecuencia solo que el rango de valores serán del 0 a 6, el siguiente paso es definir las variables de salida, dándole click en salidas como lo indica la imagen (véase la Figura 6).

Figura 6. Definición de variables de salida



Fuente. Los Autores

## 2.4 VARIABLES DE SALIDA

Para establecer estas variables se sigue el mismo proceso que para las variables de entrada se establecen dos variables capacidad y necesidad, para capacidad el rango será de 0 a 20, se definen los mismos cinco conjuntos muy bajo, bajo, medio, alto, y muy alto, para la variable de necesidad el rango si será de 0 a 100 con los mismos cinco conjuntos como lo indican la siguiente figura.

Figura 7. Definición de variables

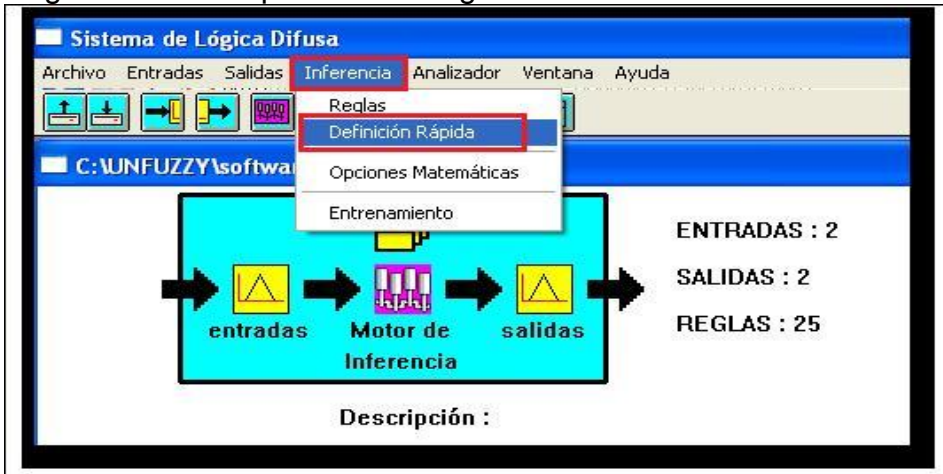
Se muestran dos ventanas de configuración de variables. La ventana de la izquierda se titula 'Definición de Variables' y muestra los siguientes campos: 'Nombre: Necesidad', 'Valor Mínimo: 1.000000', 'Valor Máximo: 100.000000' y 'Intervalos de Evaluación: 20'. La ventana de la derecha también se titula 'Definición de Variables' y muestra: 'Nombre: Capacidad', 'Valor Mínimo: 0.000000', 'Valor Máximo: 20.000000' y 'Intervalos de Evaluación: 20'. Ambas ventanas tienen botones 'Aceptar', 'Cancelar' y 'Ayuda'.

Fuente. Los Autores

## 2.5 DEFINIR REGLAS

Estando en la ventana principal del programa dar click en **inferencia** luego click en **definición rápida** como lo muestra la imagen.

Figura 8. Paso 1 para definir reglas



Fuente. Los Autores

Luego aparecerá una ventana en la cual se le da click en **definir conjunto completo de reglas** con esta acción se van a definir 25 reglas.

Figura 9. Paso 2 para definir reglas



Fuente. Los Autores

Estando en la ventana principal del programa dar click en el icono de reglas, aparecerá una segunda ventana en la cual se deben de arreglar las reglas según sea el criterio de evaluación que se quiera dar a las entradas respecto a las salidas (véase la Figura 10).

Figura 10. Paso 3 para definir reglas



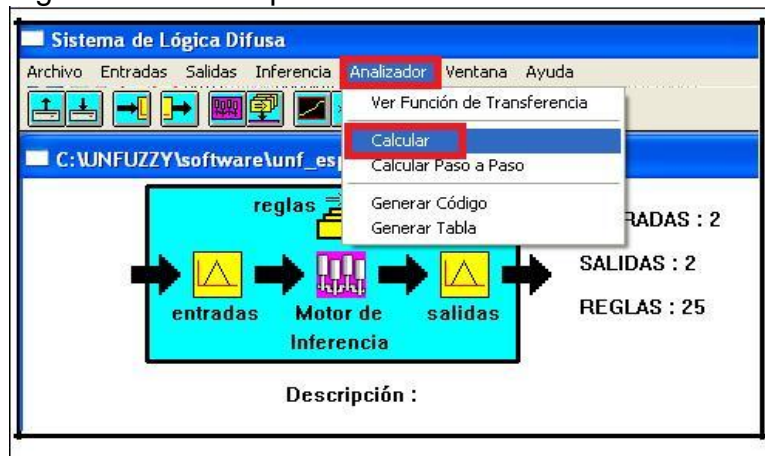
Fuente. Los Autores

En esta ventana se van a definir las reglas. Ejemplo: promedio es muy bajo, frecuencia es muy bajo dar click en capacidad si se quiere cambiar el consecuente dando click también en el ítem de consecuente al conjunto que se necesite o se quiera según el criterio de evaluación de esta misma manera se hace con la variable de necesidad y así sucesivamente dando click en siguiente para definir bien las reglas.

## 2.6 ANÁLISIS DEL MODELO DE CONTROL

Hay que construir una serie de tablas con los datos que se tienen del Cuadro 2 que se mostró inicialmente dando click en analizador y luego click en calcular como se muestra en la imagen, saldrá una segunda ventana donde se manejan los datos y se tendrá un acercamiento al análisis.

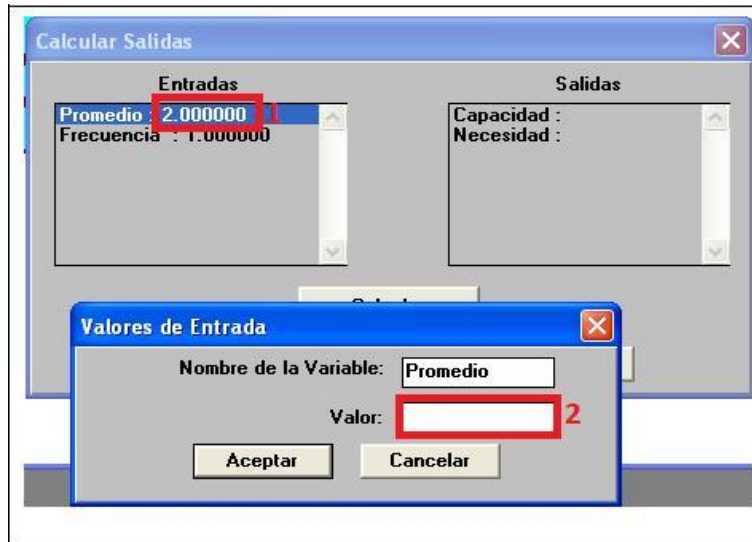
Figura 11. Paso 1 para calcular las salidas



Fuente. Los Autores

Luego de esto saldrá un recuadro donde se colocan los valores de promedio y frecuencia, de esta manera se tiene el valor calculado de capacidad y necesidad como se muestra en la imagen.

Figura 12. Paso 2 para calcular las salidas



Fuente. Los Autores

- Doble click para que salga la ventana de valores de entrada.
- Se inserta el valor de promedio que se quiere evaluar.

Para frecuencia se hace el mismo procedimiento que para promedio, luego de haber insertado los dos valores dar click en calcular con esto se obtendrán los valores de salida de capacidad y necesidad. La construcción de las tablas de análisis se lleva acabo teniendo en cuenta la implicación y el congresor, el proceso realizado fue primero dejar la implicación sin variaciones y cambiar el congresor luego de sacar todos los valores de esta manera se pasa a la siguiente implicación y se vuelve a cambiar el congresor y así sucesivamente lo cual genera los cuadros que se muestran al continuación (véase los cuadros del 6 al 11).

Cuadro 6. Implicación mínima variando congresor desde centro de gravedad hasta media de máximo

<b>Implicación</b>	Mínimo				<b>Implicación</b>	Mínimo			
<b>Congresor</b>	Centro de gravedad				<b>Congresor</b>	Primer máximo			
<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>		<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>	
5	4	6	69,95		5	4	5	69,95	
6	2	6	29,96		6	2	6	29,96	
3	4	2,27	69,95		3	4	1	69,95	
10	1	10	29,96		10	1	10,5	29,96	
20	1	18,111	49,96		20	1	18,19	50,003	
16	2	13,99	29,96		16	2	11,81	29,99	
1	1	1,88	8,53		1	1	1	9,62	
2	1	1,88	8,53		2	1	1	9,62	
<b>Implicación</b>	Mínimo				<b>Implicación</b>	Mínimo			
<b>Congresor</b>	Ultimo máximo				<b>Congresor</b>	Media de máximo			
<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>		<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>	
5	4	7,93	69,95		5	4	6,68	69,95	
6	2	6,68	29,96		6	2	6,68	29,96	
3	4	4,74	69,95		3	4	2,87	69,95	
10	1	10,43	29,96		10	1	10,43	29,96	
20	1	20	50,003		20	1	19,09	50,003	
16	2	16,81	29,99		16	2	14,31	29,99	
1	1	2,8	9,62		1	1	1,9	9,62	
2	1	2,8	9,62		2	1	1,9	9,62	
<b>Implicación</b>	Mínimo								
<b>Congresor</b>	Altura								
<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>						
5	4	6,7	69,95						
6	2	6,7	29,96						
3	4	1,95	69,95						
10	1	10,5	29,96						
20	1	19,04	50,003						
16	2	14,3	29,99						
1	1	1,95	9,62						
2	1	1,95	9,62						

Fuente. Los Autores

De acuerdo a la información del cuadro 6 y teniendo en cuenta el valor mínimo de implicación y las respectivas variaciones del congresor se concluye que para las frecuencias mayores el promedio de la capacidad corresponde a 7 personas.



Cuadro 7. Implicación zadeh variando congresor desde centro de gravedad hasta media de máximo

<b>Implicación</b> <b>Congresor</b>	Zadeh Primer máximo				<b>Implicación</b> <b>Congresor</b>	Zadeh Ultimo máximo			
<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>		<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>	
	5	4	5,43	53,04		5	4	7,93	53,04
	6	2	6,68	29,99		6	2	6,68	29,99
	3	4	1	50,5		3	4	20	50,5
	10	1	10,43	29,99		10	1	10,43	29,99
	20	1	18,19	50		20	1	20	50
	16	2	1	50,5		16	2	20	50,5
	1	1	1	9,62		1	1	2,8	9,62
	2	1	1	9,62		2	1	2,8	9,62
<b>Implicación</b> <b>Congresor</b>	Zadeh Media de máximos				<b>Implicación</b> <b>Congresor</b>	Zadeh Centro de gravedad			
<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>		<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>	
	5	4	6,68	53,04		5	4	9,87	53,04
	6	2	6,68	29,99		6	2	6,87	29,99
	3	4	10,5	50,5		3	4	10,49	50,5
	10	1	10,43	29,99		10	1	10,49	29,99
	20	1	19,09	50		20	1	17,97	50
	16	2	10,5	50,5		16	2	10,49	50,5
	1	1	1,9	9,62		1	1	3,02	9,62
	2	1	1,9	9,62		2	1	3,02	9,62
<b>Implicación</b> <b>Congresor</b>	Zadeh Centro de gravedad								
<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>						
	5	4	6,7	53,04					
	6	2	6,7	29,99					
	3	4	4,54	50,5					
	10	1	10,5	29,99					
	20	1	19,04	50					
	16	2	16,81	50,5					
	1	1	1,95	9,62					
	2	1	1,95	9,62					

Fuente. Los Autores

Para la información obtenida en el cuadro 7 donde la implicación usada fue zadeh y teniendo en cuenta los diferentes valores del congresor se identifica un consenso de capacidad de 7 personas para los datos con la mayores frecuencias..

Cuadro 8. Implicación Lukasiewicz variando congresor desde centro de gravedad hasta media de máximo

Implicación Lukasiewicz Congresor Primer máximo Frecuencia					Implicación Lukasiewicz Congresor Ultimo máximo Frecuencia				
Promedio	a	Capacidad	Necesidad		Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad	
5	4	5,43	56,08		5	4	7,93	56,08	
6	2	6,68	29,99		6	2	6,68	29,99	
3	4	1	54,09		3	4	4,74	54,09	
10	1	10,43	29,99		10	1	10,43	29,99	
20	1	18,19	50		20	1	20	50	
16	2	11,81	48,21		16	2	16,81	48,21	
1	1	1	9,62		1	1	2,8	9,62	
2	1	1	9,62		2	1	2,8	9,62	
Implicación Lukasiewicz Congresor Media de máximos Frecuencia					Implicación Lukasiewicz Congresor Centro de gravedad Frecuencia				
Promedio	a	Capacidad	Necesidad		Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad	
5	4	6,68	56,08		5	4	9,18	56,08	
6	2	6,68	29,99		6	2	6,7	29,99	
3	4	2,87	54,09		3	4	9,06	54,09	
10	1	19,09	29,99		10	1	10,49	29,99	
20	1	14,31	50		20	1	17,97	50	
16	2	19,9	48,21		16	2	11,03	48,21	
1	1	1,9	9,62		1	1	3,02	9,62	
2	1	1,9	9,62		2	1	3,02	9,62	
Implicación Lukasiewicz Congresor Altura Frecuencia									
Promedio	a	Capacidad	Necesidad						
5	4	6,69	56,08						
6	2	6,69	29,99						
3	4	4,32	54,09						
10	1	10,5	29,99						
20	1	19,04	50						
16	2	16,67	48,21						
1	1	1,95	9,62						
2	1	1,95	9,62						

Fuente. Los Autores

Para los datos obtenidos en el cuadro 8 se usó la implicación lukasiewicz con diferentes variaciones del congresor se concluye un valor de capacidad igual a 7 personas para las frecuencias mayores.

Cuadro 9. Implicación Producto variando congresor desde centro de gravedad hasta media de máximo

Implicación	Producto				Implicación	Producto					
Congresor	Primer máximo				Congresor	Ultimo máximo					
Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad	Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad	Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad
	5	4	6,68	69,99		5	4	6,68	69,99		
	6	2	6,68	29,99		6	2	6,68	29,99		
	3	4	1	69,99		3	4	2,8	69,99		
	10	1	10,43	29,99		10	1	10,43	29,99		
	20	1	18,19	50		20	1	20	50		
	16	2	14,31	21,99		16	2	14,31	21,99		
	1	1	1	9,62		1	1	2,8	9,62		
	2	1	1	9,62		2	1	2,8	9,62		
Implicación	Producto				Implicación	Producto					
Congresor	Media de máximo				Congresor	Centro de gravedad					
Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad	Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad	Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad
	5	4	6,68	69,99		5	4	6,7	69,99		
	6	2	6,68	29,99		6	2	6,7	29,99		
	3	4	1,9	69,99		3	4	3,02	69,99		
	10	1	10,43	29,99		10	1	10,49	29,99		
	20	1	19,09	50		20	1	17,97	50		
	16	2	14,31	21,99		16	2	14,29	21,99		
	1	1	1,9	9,62		1	1	3,02	9,62		
	2	1	1,9	9,62		2	1	3,02	9,62		
Implicación	Producto										
Congresor	Altura										
Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad								
	5	4	6,7	69,99							
	6	2	6,7	29,99							
	3	4	1,95	69,99							
	10	1	10,5	29,99							
	20	1	19,04	50							
	16	2	14,3	21,99							
	1	1	1,95	9,62							
	2	1	1,95	9,62							

Fuente. Los Autores

Según el análisis de los datos del cuadro 9 donde la implicación usada fue producto y para las diferentes variaciones en los valores del congresor se determina la capacidad de 7 personas para las mayores frecuencias obtenidas

Cuadro 10. Implicación Kleen-Dienes variando congresor desde centro de gravedad hasta media de máximo

<b>Implicación</b>	kleen-Dienes				<b>Implicación</b>	kleen-Dienes			
<b>Congresor</b>	Primer máximo				<b>Congresor</b>	Ultimo máximo			
<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>		<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>	
	5	4	6,68	53,95		5	4	6,68	53,95
	6	2	6,68	29,99		6	2	6,68	29,99
	3	4	1	51,86		3	4	2,8	51,86
	10	1	10,43	29,99		10	1	10,43	29,99
	20	1	18,19	50		20	1	20	50
	16	2	14,31	49,99		16	2	14,31	49,99
	1	1	1	9,62		1	1	2,8	9,62
	2	1	1	9,62		2	1	2,8	9,62
<b>Implicación</b>	kleen-Dienes				<b>Implicación</b>	kleen-Dienes			
<b>Congresor</b>	Media de máximos				<b>Congresor</b>	Centro de gravedad			
<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>		<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>	
	5	4	6,68	53,95		5	4	9,7	53,95
	6	2	6,68	29,99		6	2	6,7	29,99
	3	4	1,9	51,86		3	4	9,43	51,86
	10	1	10,43	29,99		10	1	10,49	29,99
	20	1	19,09	50		20	1	17,97	50
	16	2	14,31	49,99		16	2	10,62	49,99
	1	1	1,9	9,62		1	1	3,02	9,62
	2	1	1,9	9,62		2	1	3,02	9,62
<b>Implicación</b>	kleen-Dienes								
<b>Congresor</b>	Altura								
<b>Promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Necesidad</b>						
	5	4	6,69	53,95					
	6	2	6,69	29,99					
	3	4	4,32	51,86					
	10	1	10,5	29,99					
	20	1	19,04	50					
	16	2	16,67	49,99					
	1	1	1,95	9,62					
	2	1	1,95	9,62					

Fuente. Los Autores

Para los cálculos del cuadro 10 donde la implicación usada fue kleen- Dienes y con diferentes variaciones de su congresor se puede identificar que para las frecuencias de su mayor valor hubo un consenso de capacidad igual a 7 personas.

Cuadro 11. Implicación Estocástica variando congresor desde centro de gravedad hasta media de máximo

Implicación Congresor		Estocástica Primer máximo			Implicación Congresor		Estocástica Ultimo máximo		
Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad	Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad		
5	4	6,68	51,86	5	4	6,68	51,86		
6	2	6,68	29,99	6	2	6,68	29,99		
3	4	1	50,5	3	4	20	50,5		
10	1	10,43	29,99	10	1	10,43	29,99		
20	1	18,19	50	20	1	20	50		
16	2	1	50,5	16	2	20	50,5		
1	1	1	9,62	1	1	2,8	9,62		
2	1	1	9,62	2	1	2,8	9,62		

Implicación Congresor		Estocástica media de máximos			Implicación Congresor		Estocástica Centro de gravedad		
Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad	Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad		
5	4	6,68	51,86	5	4	10,15	51,86		
6	2	6,68	29,99	6	2	6,7	29,99		
3	4	10,5	50,5	3	4	10,49	50,5		
10	1	10,43	29,99	10	1	10,49	29,99		
20	1	19,09	50	20	1	17,97	50		
16	2	10,5	50,5	16	2	10,49	50,5		
1	1	1,9	9,62	1	1	3,02	9,62		
2	1	1,9	9,62	2	1	3,02	9,62		

Implicación Congresor		Estocástica Altura		
Promedio	Frecuencia	Capacidad	Necesidad	
5	4	10,15	51,86	
6	2	6,7	29,99	
3	4	10,49	50,5	
10	1	10,49	29,99	
20	1	17,97	50	
16	2	10,49	50,5	
1	1	3,02	9,62	
2	1	3,02	9,62	

Fuente. Los Autores

Según los resultados mostrados en el Cuadro con implicación estocástica y las diferentes variaciones del su congresor, se observa que el comportamiento de los datos con frecuencias mayores tienen similitudes en sus resultados llegando a un consenso de capacidad de 7 personas.

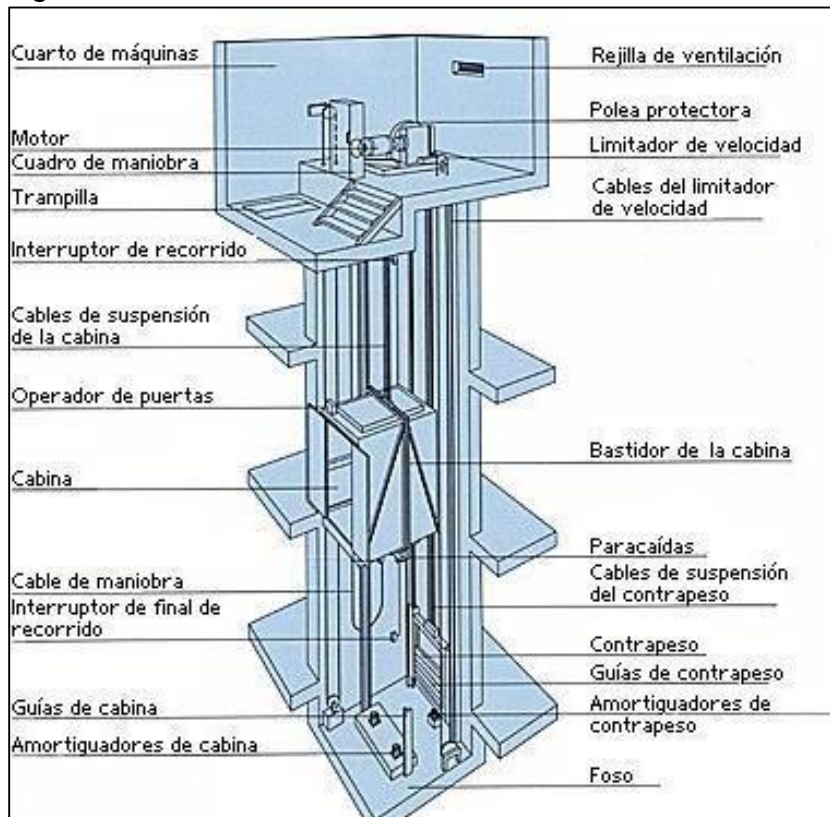
### 3. ASCENSOR Y SU ESTRUCTURA

Un ascensor, formalmente es un mecanismo de transporte vertical compuesto de partes mecánicas, eléctricas y electrónicas, conformado por una cabina, un contrapeso, sistemas de paracaídas los sistemas de control y el sistema de tractor.

Se conocen dos tipos de ascensores los eléctricos y los hidráulicos; los ascensores eléctricos están formados por un motor acoplado a un reductor de velocidad, en el eje de la salida está una polea que arrastra los cables. Los motores más utilizados son de corriente alterna que manejen una o dos velocidades que tenga variador de frecuencia.

La instalación se compone de un circuito de tracción, compuesto por: motor, freno, reductor y polea de tracción y un circuito limitador de velocidad, el cable de paracaídas y el mecanismo de dicho paracaídas detiene la cabina en caso de exceso de velocidad. También se incorpora la instalación fija formada por guías y amortiguadores, cuartos de máquinas, poleas y puertas de acceso.

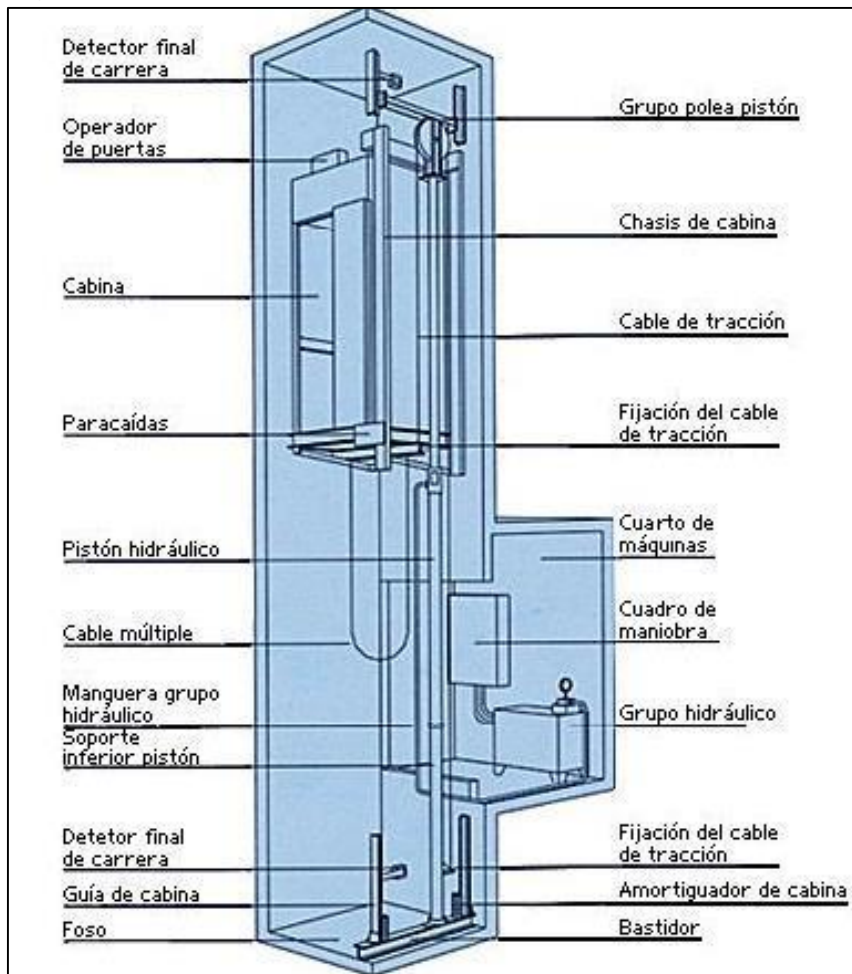
Figura 13. Partes de un ascensor eléctrico



Fuente. UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Guía de productos industriales [en línea]. Salamanca: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet: <URL:<http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/PAGINA%20segunda.htm>>

Por otro lado están los ascensores hidráulicos, estos fueron pioneros en el desplazamiento vertical debido a su fácil implementación, sin embargo son rudimentarios y dada la demanda de tiempo en desplazamiento actualmente solo se usan en aplicaciones como montacargas, rampas de carros y edificaciones no mayores a 6 pisos. Estos ascensores están compuestos básicamente por una central hidráulica la cual tiene como objetivo generar la presión adecuada en el aceite para elevar el pistón del cilindro, luego está el cilindro, el pistón, la cabina y el cuarto de máquinas.<sup>1</sup>

Figura 14. Partes de un ascensor hidráulico



Fuente. UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Guía de productos industriales [en línea]. Salamanca: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet: <URL:<http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/PAGINA%20segunda.htm>>

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Guía de productos industriales [en línea]. Salamanca: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet: <URL:<http://dim.usal.es/areaim/guia%20P.%20I/PAGINA%20segunda.htm>>

### **3.1 ANÁLISIS DE ESTRUCTURA DE LA UNIVERSIDAD SEDE CLAUSTRO**

El posible lugar en la universidad donde se podría ubicar un ascensor que cumplan las necesidades de acceso, de desplazamiento y que cubra todos los pisos. Es ascensor es en el costado del bloque M.

El costado del bloque M junto a las escaleras que unen el bloque O y el L es el único punto en donde se puede prolongar el ascensor sin necesidad de realizar modificaciones drásticas de la estructura actual y permite tener un espacio de reposo en cada piso; los conceptos básicos como las rejillas, los espacios libres, los puntos de apoyo existentes fueron usados en su identificación.

El espacio a usar para este ascensor es de una planta tipo dado, que de acceso a las personas que esperarían el ascensor, se debe generar una estructura nueva que cierre el salón que da en cada piso con una pared sintética según el análisis realizado junto con el Profesor de la facultad de Arquitectura el Arq. Oscar Cortes, hasta llegar al sexto piso en donde se encuentra la cubierta lo cual hace que se aprovechable para conectar todos los pisos y los dos bloques que se pueden aprovechar aún más si se complementa con una rampa con un grado de inclinación del 8%.



#### 4. ANTECEDENTES EN COLOMBIA

Desde el proceso de industrialización una de las grandes preocupaciones ha sido el impacto ambiental que se ha venido generando con el paso del desarrollo tecnológico debido a que este genera grandes cambios en el curso habitual de las fuentes naturales en el mundo. Entre las energías existentes se tienen la energía solar, la energía eólica, la energía hidráulica, la energía geotérmica y biomasa; cada tipo de energía tiene ventajas y desventajas con respecto a su implementación, sin embargo aún se están generando estudios en donde se busca mejorar el desarrollo de las mismas y poder agilizar su implementación para reducir el impacto ambiental hasta el momento.

Partiendo de una descripción aproximada de la energía solar se sabe que es una fuente inagotable de energía, es renovable y es libre de polución, sin embargo presenta como gran desventaja la intermitencia y la baja potencia; aunque se presenten estos inconvenientes en Colombia no han sido impedimentos para realizar proyectos. En Colombia a nivel solar se han realizado aplicaciones tales como calentadores térmicos los cuales se usan básicamente a nivel doméstico que han tenido un proceso de investigación desde tiempos anteriores a 1973 por la crisis de petróleo de esa época, esta aplicación consta de colectores solares que pasa por una parrilla de cobre y un tanque recolector presurizado. Luego se encuentran los sistemas fotovoltaicos que son generadores de energía a base de la acumulación de energía solar. Desde Colciencias continúan impulsando proyectos investigativos en donde el eje principal es el desarrollo de aplicaciones para la utilización de energía solar.

Con respecto a la energía eólica, esta energía se basa en la velocidad del viento a partir de una altura de 10 metros por encima de cualquier obstrucción en un radio de 100 metros, dado que esta es la norma internacional establecida por la (OMM) organización meteorológica mundial; desde las aplicaciones Colombianas se tiene que desde una velocidad de 5m/s las hélices presentan una gran cantidad de energía natural, los puntos donde mejor se desarrolla esta alternativa es en la Guajira con una velocidad de 11m/s, en el anexo 1 se observa el mapa en donde se evidencian las zonas con mayor variación de viento y su factibilidad para la generación de energía.

Dado que Colombia es un país lleno de riquezas naturales, no solo se pueden tomar fuentes que contemplen variables derivadas de la altura o de la hora del día, de esto surge la energía hidráulica, es el segundo recurso renovable más utilizado, este recurso en Colombia es el más factible de utilizar debido a la cantidad de fuentes hídricas, sin embargo es importante tener en cuenta el caudal y la pendiente del terreno pues dependiendo su pendiente así mismo será la fuerza con la que cae y esta genera más potencia. Como ejemplo se pueden tomar las plantas hidroeléctricas de Santander y de Antioquia.

Es importante no asumir que estas son las únicas alternativas energéticas que se tienen, y surge la energía geotérmica en donde el fuerte de esta es poder transferir el calor que produce el centro de la tierra a través de los manantiales de aguas térmicas o en los cráteres de vapor que se generan naturalmente.

En Colombia sobre la energía geotérmica se están desarrollando estudios de factibilidad desde INGEOMINAS en conjunto con ISAGEN para identificar en el país las zonas más apropiadas para establecer una planta de energía, en el anexo 2 se evidencia el mapa en donde se ven los lugares en Colombia con mayores niveles de calor del centro de la tierra.

Finalmente y no la menos importante se encuentra la bioenergía esta energía es generada por los biocombustibles en donde el origen de los mismo proviene de basuras, abono animal, derivados agrícolas y demás componentes silvestres que permitan ser procesados para generar energía. En Colombia se tiene la ventaja de que muchas de sus siembras permiten generar combustibles, un ejemplo muy claro es el combustible a base de caña de azúcar, pues esta al ser procesada para obtener panela es reutilizada para hacer una combinación de combustible orgánico que reduce en un 75% la emisión de gases.

Se sabe que Colombia es el país con más fuentes hídricas y debido a ello es el país que más energías renovables usa. No sufre por la contaminación en comparación con otros países, lo que implica que mirar otras alternativas son más para sistemas eléctricos de respaldo.

#### **4.1 TIPOS DE ENERGÍAS APLICABLES**

Luego de investigar las energías alternativas existentes es necesario definir 4 tipos de energías que sean aplicables al proyecto y el desarrollo energético del ascensor que funcione bien sea como energía de respaldo o como energía constante para el uso del mismo. Debido a ello las mejores alternativas serían energía solar, energía eólica, energía a base de hidrógeno y energía orgánica. Para poder entender el porqué de esta elección es necesario desglosar cada una de las alternativas energéticas mencionadas anteriormente; partiendo de la energía solar, como su nombre lo indica es directamente relacionada con el sol, lo que hace necesario conocer algunos aspectos básicos como que la potencia del sol, “que es la energía que llega a la tierra es de esto también genera una intensidad que llega a la atmósfera y otra que llega a la superficie terrestre, la cual depende de la hora, la inclinación de la tierra con respecto al sol según la estación del año, las condiciones climáticas e indiscutiblemente la cantidad de contaminación sobre la zona”.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> SECRETARÍA DE ENERGÍA. ES Energía solar, energías renovables. Buenos Aires: Tecnología de la información Dirección General de Cooperación y Asistencia Financiera, 2008. p.4

Esta energía se puede aprovechar de dos formas una por calor y la otra por la luz que se produce, y esto a su vez presenta dos características fundamentales en relación a la energía convencional, una es la dispersión la cual hace que se necesiten más superficies de captación y la otra característica es la intermitencia lo que hace que sea necesario el uso de sistemas que almacenen la energía captada.

Actualmente para la captación de energía solar se tiene dos sistemas, los pasivos que son los que no necesitan ningún tipo de dispositivo para capturar la energía solar si no que se utilizan elementos arquitectónicos conocidos como arquitectura bioclimática; luego se encuentran los sistemas activos los cuales captan la energía por medio de un colector el cual realiza una conversión térmica aprovechando la radiación del sol y la convierte en energía eléctrica convencional por medio del efecto fotovoltaico.

Pasando a un plano más técnico es importante saber cómo se hace a conversión térmica, en donde se sabe que si un cuerpo en negro la absorción es máxima y si es blanco refleja las radiaciones y el cuerpo no experimenta variación de temperatura. Si se toma los niveles de temperatura que se alcanza con el sol se tienen tres forma de absorción baja, media y alta; la absorción baja se mide si la temperatura del agua está por debajo de su punto de ebullición y bajo esta característica está el colector que para este tipo de calor son los paneles solares los cuales son cajas metálicas compuesta por una serie de tubos pintados de color negro y en la parte superior tiene un cristal que hace las funciones de aislante y permite el paso de los rayos haciendo un efecto invernadero de forma artificial como se muestra en la siguiente figura.

Figura 15. Partes de un colector solar



Fuente. SECRETARÍA DE ENERGÍA. ES Energía solar, energías renovables. Buenos Aires: Tecnología de la información Dirección General de Cooperación y Asistencia Financiera, 2008. p.6

Luego de presenta la conversión de mediana temperatura que se basa en temperaturas superiores a 100°C, lo que se busca hacer es poder concentrar todo el calor en un solo punto y esto se logra usando un colector “cilíndrico- parabólico, está compuesto de un espejo que refleja la radiación”.<sup>3</sup>

Finalmente se “encuentra la conversión de alta temperatura esta es enfocada a temperaturas superiores a los 500°C, esta concentración de calor se usa generalmente para producir altos niveles de energía”<sup>4</sup>; para poder realizar la recolección de la radiación se necesitan unos colectores más grandes.

“De esta teoría viene la conversión, es la que se encarga de hacer que la energía solar pase a ser energía eléctrica mediante paneles solares; los dispositivos que generan energía se llaman generadores fotovoltaicos”<sup>4</sup>, “estas tecnologías se basan en silicio y como es un material que se genera en la tierra pero es necesario someterlo a un proceso de refinado, el cual genera más contaminación y llega a ser más costoso”.<sup>5</sup>

Pasando a otro tipo de energía renovable se toma como base la eólica la cual se basa en el movimiento del viento, en la cantidad de calor que se genere y la dirección que lleve.

“Una de las grandes ventajas que presenta esta energía es que es inagotable dado que el viento siempre soplara y no genera gases contaminantes, adicional a ello la implementación de una planta eólica no es perjudicial para la salud humana dado que los niveles de ruido son mínimos y actualmente la muerte de aves es menor que la relacionada a la cacería debido a que los diseños tubulares que se usan actualmente”.<sup>6</sup>

Para aprovechar la energía eólica y producir energía se necesita de un aerogenerador el cual se alimenta de la potencia que el viento genera la cual se obtiene calculando la energía cinética de la masa del aire por unidad de tiempo para que la final la potencia será directamente proporcional al incremento de la velocidad al cubo. Un aerogenerador está compuesto por el sistema hidráulico, una unidad de refrigeración y un generador eléctrico entre otras partes que se muestran en la siguiente figura (véase la Figura16).

---

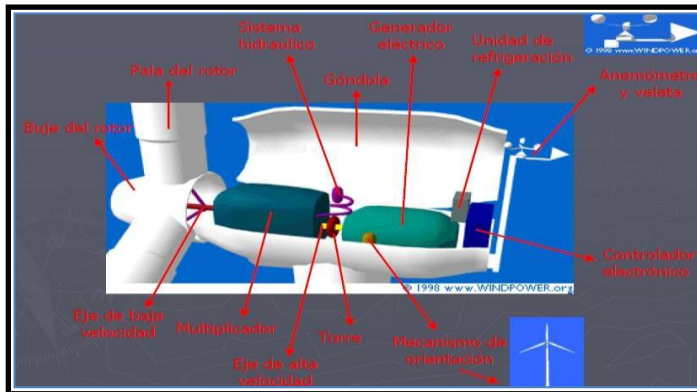
<sup>3</sup> Ibid., p.6

<sup>4</sup> Ibid., p.7

<sup>5</sup> PROYECTO DE ENERGÍA RENOVABLE. Procedimientos [en línea]. México: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet:<URL: [http://proyectodeenergiarenovable.com/Descargas/Manuales/Curso\\_Interconecion\\_a\\_red/Principios%20de%20la%20Conversion%20fotovoltaica.pdf](http://proyectodeenergiarenovable.com/Descargas/Manuales/Curso_Interconecion_a_red/Principios%20de%20la%20Conversion%20fotovoltaica.pdf)>.

<sup>6</sup> UNIVERSIDAD DE CASTILLA. Curso de física ambiental [en línea]. Toledo: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet:<URL: [http://www.uclm.es/profesorado/ajbarbero/FAA/EEOLICA\\_Febrero2012\\_G9.pdf](http://www.uclm.es/profesorado/ajbarbero/FAA/EEOLICA_Febrero2012_G9.pdf)>

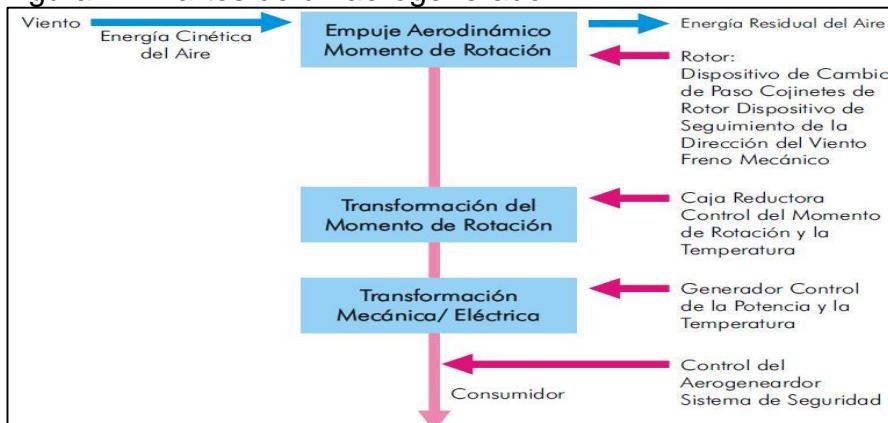
Figura 16. Partes de un aerogenerador



Fuente. UNIVERSIDAD DE CASTILLA. Curso de física ambiental [en línea]. Toledo: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet:<URL: [http://www.uclm.es/profesorado/ajbarbero/FAA/EEOLICA\\_Febrero2012\\_G9.pdf](http://www.uclm.es/profesorado/ajbarbero/FAA/EEOLICA_Febrero2012_G9.pdf)>

El funcionamiento básico de una planta eólica es que el viento golpee las hélices y esto active un rotor en el aerogenerador, aumentando la temperatura para luego ser recolecta y convertida en energía eléctrica lista para ser utilizada, sin embargo el proceso se ilustra mejor en la figura 17, debido a los muchos desarrollos sobre el proceso se han diseñado nuevos molinos en donde se tiene menos palas y se hacen tubulares para generar más rotación la cual produce más velocidad lo que hace que aumente la potencia y la conversión de energía sea mayor.<sup>7</sup>

Figura 17. Partes de un aerogenerador



Fuente. COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA. Energía eólica teoría y características de instalación [en línea]. Buenos Aires: La Empresa [citado 18 OCTUBRE, 2013]. Disponible en Internet:<URL: [http://www.cnea.gov.ar/pdfs/boletin\\_energetico/13/eolica1.pdf](http://www.cnea.gov.ar/pdfs/boletin_energetico/13/eolica1.pdf)>

<sup>7</sup> COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA. Energía eólica teoría y características de instalación [en línea]. Buenos Aires: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet:<URL: [http://www.cnea.gov.ar/pdfs/boletin\\_energetico/13/eolica1.pdf](http://www.cnea.gov.ar/pdfs/boletin_energetico/13/eolica1.pdf)>.

Pasando a un tipo de energía diferente se tiene la tecnología del hidrogeno, este combustión no se obtiene directamente de la tierra como se puede hacer con otra energías por lo que es necesario inducir un efecto químico que permita la separación de las moléculas de agua en donde se obtengan las partículas de oxígeno y las de hidrogeno, a partir de un proceso de electrolisis el cual consiste en aplicar una corriente eléctrica al agua mediante dos electrodos, lo que se busca es generar un gran cantidad de energía extra para hacer la auto ionización que separa las partículas.

Una ventaja es que es un recurso que se puede conservar tanto tiempo como sea necesario dentro de una celda de combustible lo que hace que si es necesario producir de nuevo agua se puede revertir el proceso y obtener agua pura, sin generar contaminación o la emisión de gases.

Para poder almacenarlo es necesario utilizar tanques presurizados más grandes que los tanques actuales para guardar gasolina puesto que el estado del hidrogeno es gaseoso a temperatura ambiente se necesita mayor cantidad; otra forma de almacenamiento es en estado líquido sin embargo el proceso de fusión es necesario tener un contenedor que soporte temperaturas de  $-250^{\circ}\text{C}$ .

Finalmente el proceso de generar energía eléctrica se realiza mediante una pila de combustible, el proceso consiste en: “mezclar hidrógeno con oxígeno a través de unas membranas que separan a los protones de los electrones, obligando a estos últimos a pasar por un circuito externo donde se genera electricidad, produciendo vapor de agua como único residuo”<sup>8</sup>, gracias a su bajo costo en carga con relación a las baterías convencionales hace que sea una energía muy atractiva para el uso, la única desventaja en general que presenta es la baja eficiencia.

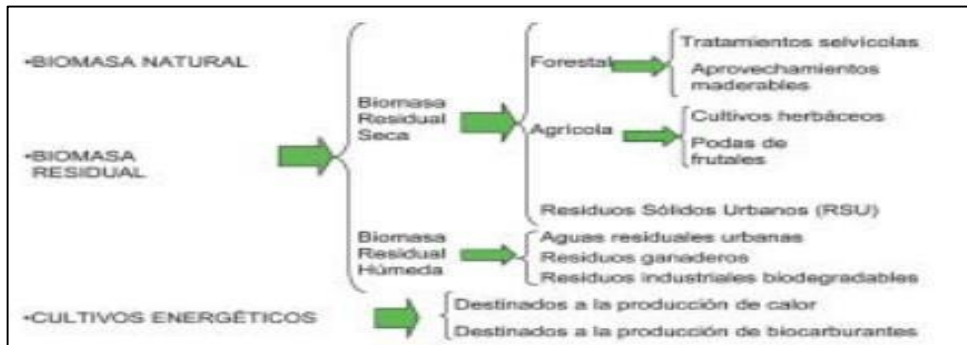
Para terminar con el estudio de las posibles energías a utilizar se llega a la energía orgánica o bioenergía en donde el enfoque es el estudio de los seres vivos, en donde se involucren los aspectos relacionados con la transformación energética.

La biomasa se usa generalmente para generar calor que es la fuente principal para poder producir energía, sin embargo su extracción no es fácil de realizar debido al costo de procesar la materia orgánica y producir energía. La base de esta energía es la sustancia orgánica animal o vegetal, en donde no se busca sustituir el combustible fósil si no combinarlo para poder reducir la cantidad de  $\text{Co}_2$  como se muestra en la a continuación (véase la Figura 18).

---

<sup>8</sup> QUE INVENTEN ELLOS. El hidrogeno como fuente de energía [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet:<URL: <http://queinventenellos.com/el-hidrogeno-como-fuente-de-energia/>>

Figura 18. Clasificación de biomasa según su origen



Fuente. FENERCOM. Guía de la bioenergía [en línea]. Madrid: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-la-bioenergia-fenercom.pdf>>

Los productos que se pueden obtener por medio de la biocombustión como el aceite vegetal, biodiesel o bioetanol se pueden emplear para generar energía mecánica y alimentar motores que permitan el acople y así reducir la emisión de gases.

#### 4.2 RELACIÓN DE COSTOS

Para poder definir la efectividad de los proyectos es importante conocer que tan rentable llega a ser con relación a los costos que se lleguen a generar de ser implementado el proyecto.

Cuadro 12. Relación de costos al producir 650Kw/h para poder alimentar el ascensor requerido

BIOMASA		HIDROGENO		SOLAR		EOLICA	
1 Kw/h	Costo-COP	1 Kw/h	Costo-COP	1 Kw/h	Costo-COP	1 Kw/h	Costo-COP
5301		\$ 4.750		\$ 4.769.000		\$ 191.300	
10	\$ 53.010	10	\$ 47.500	10	\$ 47.690.000	10	\$ 1.913.000
20	\$ 106.020	20	\$ 95.000	20	\$ 95.380.000	20	\$ 3.826.000
30	\$ 159.030	30	\$ 142.500	30	\$ 143.070.000	30	\$ 5.739.000
40	\$ 212.040	40	\$ 190.000	40	\$ 190.760.000	40	\$ 7.652.000
50	\$ 265.050	50	\$ 237.500	50	\$ 238.450.000	50	\$ 9.565.000
60	\$ 318.060	60	\$ 285.000	60	\$ 286.140.000	60	\$ 11.478.000
70	\$ 371.070	70	\$ 332.500	70	\$ 333.830.000	70	\$ 13.391.000
80	\$ 424.080	80	\$ 380.000	80	\$ 381.520.000	80	\$ 15.304.000

Cuadro 12. (Continuación)

BIOMASA		HIDROGENO		SOLAR		EOLICA	
1 Kw/h	5301	1 Kw/h	\$ 4.750	1 Kw/h	\$ 4.769.000	1 Kw/h	\$ 191.300
kW/h	Costo-COP	kW/h	Costo-COP	kW/h	Costo-COP	kW/h	Costo-COP
90	\$ 477.090	90	\$ 427.500	90	\$ 429.210.000	90	\$ 17.217.000
100	\$ 530.100	100	\$ 475.000	100	\$ 476.900.000	100	\$ 19.130.000
110	\$ 583.110	110	\$ 522.500	110	\$ 524.590.000	110	\$ 21.043.000
120	\$ 636.120	120	\$ 570.000	120	\$ 572.280.000	120	\$ 22.956.000
130	\$ 689.130	130	\$ 617.500	130	\$ 619.970.000	130	\$ 24.869.000
140	\$ 742.140	140	\$ 665.000	140	\$ 667.660.000	140	\$ 26.782.000
150	\$ 795.150	150	\$ 712.500	150	\$ 715.350.000	150	\$ 28.695.000
160	\$ 848.160	160	\$ 760.000	160	\$ 763.040.000	160	\$ 30.608.000
170	\$ 901.170	170	\$ 807.500	170	\$ 810.730.000	170	\$ 32.521.000
180	\$ 954.180	180	\$ 855.000	180	\$ 858.420.000	180	\$ 34.434.000
190	1.007.190	190	\$ 902.500	190	\$ 906.110.000	190	\$ 36.347.000
200	1.060.200	200	\$ 950.000	200	\$ 953.800.000	200	\$ 38.260.000
210	1.113.210	210	\$ 997.500	210	1.001.490.000	210	\$ 40.173.000
220	1.166.220	220	1.045.000	220	1.049.180.000	220	\$ 42.086.000
230	1.219.230	230	1.092.500	230	1.096.870.000	230	\$ 43.999.000

Fuente. Los Autores



Cuadro 13. Relación de costos al producir 650Kw/h para poder alimentar el ascensor requerido

BIOMASA		HIDROGENO		SOLAR		EOLICA	
1 Kw/h	0	1 Kw/h	\$ -	1Kw/h	\$ -	1Kw/h	\$ 191.300
	1.272.24		1.140.00		1.144.560.00		\$
240	\$ 0	240	\$ 0	240	\$ 0	240	45.912.000
	1.325.25		1.187.50		1.192.250.00		\$
250	\$ 0	250	\$ 0	250	\$ 0	250	47.825.000
	1.378.26		1.235.00		1.239.940.00		\$
260	\$ 0	260	\$ 0	260	\$ 0	260	49.738.000
	1.431.27		1.282.50		1.287.630.00		\$
270	\$ 0	270	\$ 0	270	\$ 0	270	51.651.000
	1.484.28		1.330.00		1.335.320.00		\$
280	\$ 0	280	\$ 0	280	\$ 0	280	53.564.000
	1.537.29		1.377.50		1.383.010.00		\$
290	\$ 0	290	\$ 0	290	\$ 0	290	55.477.000
	1.590.30		1.425.00		1.430.700.00		\$
300	\$ 0	300	\$ 0	300	\$ 0	300	57.390.000
	1.643.31		1.472.50		1.478.390.00		\$
310	\$ 0	310	\$ 0	310	\$ 0	310	59.303.000
	1.696.32		1.520.00		1.526.080.00		\$
320	\$ 0	320	\$ 0	320	\$ 0	320	61.216.000
	1.749.33		1.567.50		1.573.770.00		\$
330	\$ 0	330	\$ 0	330	\$ 0	330	63.129.000
	1.802.34		1.615.00		1.621.460.00		\$
340	\$ 0	340	\$ 0	340	\$ 0	340	65.042.000
	1.855.35		1.662.50		1.669.150.00		\$
350	\$ 0	350	\$ 0	350	\$ 0	350	66.955.000
	1.908.36		1.710.00		1.716.840.00		\$
360	\$ 0	360	\$ 0	360	\$ 0	360	68.868.000
	1.961.37		1.757.50		1.764.530.00		\$
370	\$ 0	370	\$ 0	370	\$ 0	370	70.781.000
	2.014.38		1.805.00		1.812.220.00		\$
380	\$ 0	380	\$ 0	380	\$ 0	380	72.694.000
	2.067.39		1.852.50		1.859.910.00		\$
390	\$ 0	390	\$ 0	390	\$ 0	390	74.607.000
	2.120.40		1.900.00		1.907.600.00		\$
400	\$ 0	400	\$ 0	400	\$ 0	400	76.520.000
	2.173.41		1.947.50		1.955.290.00		\$
410	\$ 0	410	\$ 0	410	\$ 0	410	78.433.000
	2.226.42		1.995.00		2.002.980.00		\$
420	\$ 0	420	\$ 0	420	\$ 0	420	80.346.000

Cuadro 13. (Continuación)

BIOMASA		HIDROGENO		SOLAR		EOLICA	
1 Kw/h	0	1 Kw/h	\$ -	1Kw/h	\$ -	1Kw/h	\$ 191.300
430	2.279.43 \$ 0	430	2.042.50 \$ 0	430	2.050.670.00 \$ 0	430	\$ 82.259.000
440	2.332.44 \$ 0	440	2.090.00 \$ 0	440	2.098.360.00 \$ 0	440	\$ 84.172.000
450	2.385.45 \$ 0	450	2.137.50 \$ 0	450	2.146.050.00 \$ 0	450	\$ 86.085.000
460	2.438.46 \$ 0	460	2.185.00 \$ 0	460	2.193.740.00 \$ 0	460	\$ 87.998.000
470	2.491.47 \$ 0	470	2.232.50 \$ 0	470	2.241.430.00 \$ 0	470	\$ 89.911.000
480	2.544.48 \$ 0	480	2.280.00 \$ 0	480	2.289.120.00 \$ 0	480	\$ 91.824.000
490	2.597.49 \$ 0	490	2.327.50 \$ 0	490	2.336.810.00 \$ 0	490	\$ 93.737.000
500	2.650.50 \$ 0	500	2.375.00 \$ 0	500	2.384.500.00 \$ 0	500	\$ 95.650.000
510	2.703.51 \$ 0	510	2.422.50 \$ 0	510	2.432.190.00 \$ 0	510	\$ 97.563.000
520	2.756.52 \$ 0	520	2.470.00 \$ 0	520	2.479.880.00 \$ 0	520	\$ 99.476.000
530	2.809.53 \$ 0	530	2.517.50 \$ 0	530	2.527.570.00 \$ 0	530	\$ 101.389.000
540	2.862.54 \$ 0	540	2.565.00 \$ 0	540	2.575.260.00 \$ 0	540	\$ 103.302.000
550	2.915.55 \$ 0	550	2.612.50 \$ 0	550	2.622.950.00 \$ 0	550	\$ 105.215.000
560	2.968.56 \$ 0	560	2.660.00 \$ 0	560	2.670.640.00 \$ 0	560	\$ 107.128.000
570	3.021.57 \$ 0	570	2.707.50 \$ 0	570	2.718.330.00 \$ 0	570	\$ 109.041.000

Fuente. Los Autores

## 5. CONCLUSIONES

Al realizar un análisis del resultado de las implicaciones variando su congresor se pueden ver diferentes resultados de capacidad y necesidad de acuerdo al promedio y frecuencia, cabe aclarar que la necesidad como resultado no es un valor tenido en cuenta para decidir si se necesita o no, el asesor ya que la necesidad desde un principio del proyecto, es la esencia del mismo, lo que se quiere con este valor es tener un acompañamiento con el valor de capacidad y de esta manera tener un criterio más claro de decisión.

Se puede observar en las tablas de la 5 a la 10, que los valores de capacidad arrojados por el software UNFUZZY, se tienen en cuenta los promedios con mayor frecuencia y mayor necesidad, de esta manera se puede identificar que los valores de capacidad oscilan entre 6,6 y 6,8 por redondeo, al analizar los datos arrojados por el software la capacidad del ascensor debe ser de 7 personas.

Partiendo del estudio sobre la capacidad de personas que pueden ingresar al ascensor se deduce que el ascensor requerido es un tipo 7 de uso residencial que se alimente con 560kW/h; analizando los costos que se calcularon se observa que aunque las energía alternativas son una ayuda importante para el desarrollo sostenible de un país, para este proyecto no es posible aplicarlas dado que el costo es muy elevado y la inversión que se tendría que realizar es demasiado alta para el beneficio que da para crear una planta de energía que aplique cualquiera de estas alternativas se requiere una inversión que supera los 1000 millones de pesos.

La energía que se debe utilizar es la energía eléctrica suministrada por Codensa, y como respaldo energía obtenida por Fuel Cell.

## BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA INSULAR DE ENERGÍA DE TENERIFE. La energía del hidrogeno y las pilas de combustible [en línea]. Bruselas: La Empresa [citado 10 agosto, 2013]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random4991acdf34e12/1234284228\\_Energ\\_a\\_Hidr\\_geno\\_Pilas\\_Combustible\\_EC\\_06.pdf](http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random4991acdf34e12/1234284228_Energ_a_Hidr_geno_Pilas_Combustible_EC_06.pdf)>

ASCENSORES WS. Maquinaria de ascensores [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 10 agosto, 2013]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.ascensores.ws/componentes/maquinaria-de-ascensores.html>>

------. Sistema de Arranque de Motores de Ascensores [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 10 agosto, 2013]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.ascensores.ws/funcionamiento/sistema-de-arranque-de-motores-de-ascensores.html>>

BIOMANIATICOS. Energía Geotérmica [en línea]. Nueva Zelanda: La Empresa [citado 10 agosto, 2013]. Disponible en Internet: <URL: <http://d-geotermica.blogspot.com/2008/08/energia-geotermica.html>>

EDU 365. OTIS Información sobre Ascensores y Escaleras Mecánicas [en línea]. Madrid: La Empresa [citado 10 agosto, 2013]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.edu365.com/aulanet/comsoc/treballsrecerca/treballs\\_04\\_05/suggeriments\\_04\\_05/suggeriments\\_ascensor/documents/ascensor.htm](http://www.edu365.com/aulanet/comsoc/treballsrecerca/treballs_04_05/suggeriments_04_05/suggeriments_ascensor/documents/ascensor.htm)>

INGENIERÍA TECNOLÓGICA. Lógica borrosa [en línea]. Madrid: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet: < URL: <http://ingtecnologia.files.wordpress.com/2011/06/logica-difusa2pdf.pdf>>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Presentación de Tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. 6 ed. NTC 1486. Bogotá: ICONTEC, 2004. 36 p.

JAVIER ARENZANA. Lógica Difusa [en línea]. Madrid: La Empresa [citado 18 de octubre, 2013]. Disponible en Internet: < URL: <http://www.javierarenzana.es/matemáticas/fuzzy.html>>

JORGE A. POLAINA P. Motores Eléctricos [en línea]. Neiva: La Empresa [citado 10 agosto, 2013]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.joanpola.com/resources/Motores%20el%C3%A9ctricos.pdf>>

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD DE ESPAÑA. Lógica difusa [en línea]. Madrid: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet: < URL: <http://www.agenciasinc.es/Reportajes/Logica-difusa-la-brillante-ciencia-de>>

MINISTERIO DE EDUCACIÓN. Colombia una potencia en energías alternativas [en línea]. Medellín: La Empresa [citado 10 agosto, 2013]. Disponible en internet: <URL:<http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-117028.html>>

MONOGRAFÍAS. Motores Eléctricos [en línea]. Santa Cruz: La Empresa [citado 10 agosto, 2013]. Disponible en internet: <URL:<http://www.monografias.com/trabajos93/motores-electricos/motores-electricos.shtml#ixzz2bbzb0Jtg>>

MUY INTERESANTE. La lógica difusa permite que los computadores sean más humanos [En línea]. Madrid: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet: < URL: <http://www.muyinteresante.es/tecnologia/articulo/la-logica-difusa-permite-que-los-ordenadores-sean-mas-humanos>>

PROFESORES. Introducción a la lógica difusa [en línea]. Valparaíso: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet: < URL: <http://profesores.elo.utfsm.cl/~tarredondo/info/soft-comp/Introduccion%20a%20la%20Logica%20Difusa.pdf> >

SECRETARIA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN. Buenas prácticas energías sustentables [en línea]. Buenos Aires: La Empresa [citado 10 noviembre, 2013]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=1269> >

SLIDE SHARE. Lógica difusa [en línea]. San Francisco: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet: < URL: <http://www.slideshare.net/renatolachira/logica-difusa> >

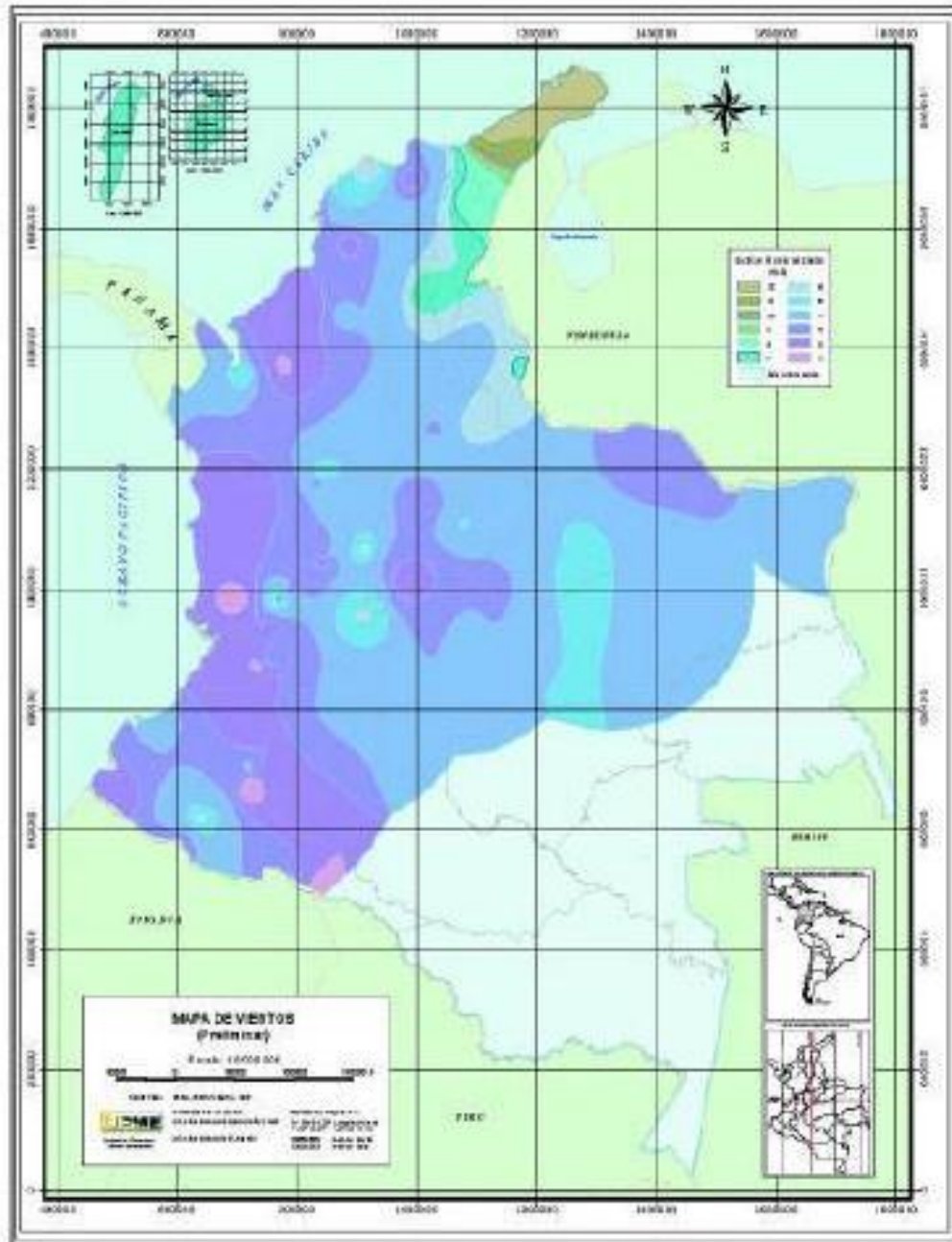
UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE) [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 18 octubre 2013]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.upme.gov.co/Sigic/DocumentosF/Vol\\_3\\_Tecnologia\\_Costos\\_FNCE.pdf](http://www.upme.gov.co/Sigic/DocumentosF/Vol_3_Tecnologia_Costos_FNCE.pdf)>

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE TLAXCALA. Sistemas difusos [en línea]. Tlaxcala: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet: < URL: [http://ingenieria.uatx.mx/crsanchez/files/2012/07/Sistemas\\_Difusos.pdf](http://ingenieria.uatx.mx/crsanchez/files/2012/07/Sistemas_Difusos.pdf)>

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO. Lógica difusa [en línea]. Santiago de Chile: La Empresa [citado 18 octubre, 2013]. Disponible en Internet: < URL: <http://archivos.labcontrol.cl/SI/fuzzy.pdf> >

## ANEXOS

### Anexo A. Mapa energía eólica



Fuente. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE) [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 18 octubre 2013]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.upme.gov.co/Sigic/DocumentosF/Vol\\_3\\_Tecnologia\\_Costos\\_FNCE.pdf](http://www.upme.gov.co/Sigic/DocumentosF/Vol_3_Tecnologia_Costos_FNCE.pdf)>



Fuente. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE) [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 18 octubre 2013]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.upme.gov.co/Sigic/DocumentosF/Vol\\_3\\_Tecnologia\\_Costos\\_FNCE.pdf](http://www.upme.gov.co/Sigic/DocumentosF/Vol_3_Tecnologia_Costos_FNCE.pdf)>