

**UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS” - FACULTAD
TECNOLÓGICA
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO**

Nº DE RADICACIÓN: _____

INFORMACIÓN EJECUTORES

Ejecutor 1

Nombre (s):	LUIS ANGEL
Apellido (s):	VARGAS MARTINEZ
Código:	20132375013
E-mail:	Luigiyc@hotmail.com
Teléfono fijo:	
Celular:	315-3989204



Ejecutor 2

Nombre (s):	FREDY ALEXANDER
Apellido (s):	HERRERA VEGA
Código:	20131375087
E-mail:	lori.9@hotmail.com
Teléfono fijo:	4334358
Celular:	313-8144492



INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Título del Proyecto:	SISTEMA DE VENTILACIÓN DE AIRE ALIMENTADO CON ENERGÍA SOLAR	
Duración (estimada):	12 a 16 semanas	
Tipo de Proyecto: (Marqué con una “x”)	Innovación y Desarrollo Tecnológico	X
	Prestación y Servicios Tecnológicos	
	Otro	
Modalidad del	Monografía	

Trabajo de Grado:	
Línea de Investigación de la Facultad*:	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	
Grupo de Investigación:	
Proyecto de Investigación:	
Áreas del conocimiento que involucra:	Estática, dinámica, fluidos resistencia de materiales, transferencia de calor, maquinas hidráulicas
INFORMACIÓN PASANTÍA	
Nombre de la empresa:	
Dirección:	
Teléfonos:	
Correo electrónico:	
Página Web:	
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	
Director: (Vo. Bo.)	
Proyecto de Pasantía: (Tutor): (Vo. Bo.)	
Formulación Proyecto de Grado: (Profesor): (Vo. Bo.)	

SISTEMA DE VENTILACIÓN DE AIRE ALIMENTADO CON ENERGÍA SOLAR

LUIS ANGEL VARGAS MARTINEZ

FREDY ALEXANDER HERRERA VEGA

INGENIERO CAMILO ANDRES ARIAS

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERIA MECANICA

BOGOTÁ, MARZO DEL 2015

Contenido

INTRODUCCION	5
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
1.1 ESTADO DEL ARTE	7
1.2 JUSTIFICACION	9
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo general.....	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
3. MARCO TEORICO	12
Pérdidas de carga.....	12
Ventilación	14
Tipos de ventilación	14
Transferencia de calor	16
Transferencia por radiación	16
4. METODOLOGIA.....	18
5. CRONOGRAMA	19
6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACION.....	20
6.1 Tabla de insumos	20
6.2 Tabla de costos e infraestructura	20
6.3 Tabla de costos de operación	21
6.4 Diagrama de gant.....	21
BIBLIOGRAFIA.....	23

INTRODUCCION

Actualmente en la universidad distrital francisco José de Caldas facultad tecnológica se encuentra instalado un intercambiador de calor tierra – aire “*ICTA*” al cual se le instala una turbina, la cual es la encargada de generar el desplazamiento volumétrico del aire. Esta instalación tiene como finalidad mitigar la temperatura que se genera en las aulas de computadores, y laboratorios de neumática e hidráulica, por los equipos que se encuentran en funcionamiento y que están ubicados en el bloque 4, segundo piso.

Debido a la forma de funcionamiento actual del sistema “*ICTA*” genera un consumo elevado de energía, esto es debido a la potencia de la turbina que actualmente está en funcionamiento con el sistema para poder desplazar el aire, además actualmente el sistema no cubre la demanda que es generada por los laboratorios.

El objetivo del proyecto es diseñar un sistema que funcione en paralelo con el actual, y además que este funcione con energía solar, y de este modo poder reducir el consumo actual que presenta el “*ICTA*”, ya que lo que se busca es que el sistema automáticamente realice los cambios de conexiones (energía de la red, energía solar) dependiendo de la capacidad del diseño del sistema que se busca implementar.

Se quiere implementar un sistema que funcione con energía solar, por medio de un panel que transforma la energía solar en eléctrica y de este modo activar unos ventiladores, cuya función es desplazar el aire que circula por el “*ICTA*”, y en el momento que el sistema no pueda satisfacer la demanda de los elemento que se le conecten, realice un cambio, y active la turbina que se encuentra conectada a la red eléctrica, los cambios entre energía solar y energía de la red reducirán el consumo de corriente, esto es debido a que la turbina no funcionaría con la misma frecuencia con la que se encuentra actualmente

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la universidad distrital Francisco José de caldas facultad tecnológica, está ubicado un intercambiador tierra aire “ICTA”, el cual es utilizado para satisfacer la demanda de ventilación de los laboratorios de hidráulica y neumática, además este funciona con una turbina que realiza un consumo elevado de energía debido a sus características técnicas, y con el objeto de cumplir parámetros de investigación, en busca de aumentar el desempeño del sistema, se planea construir en paralelo al sistema actual, una disposición de ventilación el cual sea alimentado por un sistema dual de energía solar y de la red eléctrica que realice automáticamente el cambio de consumo de energía dependiendo de la capacidad del diseño que se desea implementar.

1.1 ESTADO DEL ARTE

Como antecedente a este proyecto se revisó una tesis de grado de la Universidad Francisco José de Caldas en el año 2009 titulado “*EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LAS VARIABLES LONGITUD Y DIÁMETRO*” cuyo autor es Jairo Salinas el cual explica lo siguiente: este proyecto consiste en diseñar, construir e instalar un sistema de acondicionamiento de aire, que pueda aprovechar el potencial energético térmico que proviene del subsuelo, y de este modo calentar o refrigerar un aula de clase en la que se presente picos de aumento o descenso de temperatura con los cuales se ve afectado el confort de las personas que se encuentren en él, además este proyecto realizó una evaluación de los comportamientos de los diferenciales de temperatura en tres sistemas de intercambiadores de calor enterrados en la facultad tecnológica los cuales se diferencian por sus dimensiones (longitudes y diámetros).

Otro antecedente referenciado es el proyecto de grado de la Universidad Carlos III de Madrid en el año 2009 titulado “DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA CON APLICACIONES PARA ACS Y CALEFACCIÓN EN UN BLOQUE DE VIVIENDAS UBICADO EN PONTEVEDRA” cuyo autor es Eduardo Martínez el cual explica lo siguiente: consiste en cuatro bloques de viviendas formados por siete chalets cada bloque, haciendo un total de veintiocho chalets. Cada bloque de viviendas está separado del que tiene a continuación por una calle y una carretera de un carril, lo que hizo plantearnos la cuestión de si dar servicio a cada bloque de forma independiente, es decir, cuatro instalaciones independientes, o plantear una solución común produciendo la energía en un único lugar y distribuyéndola a todos los bloques.

Esta segunda opción se basa en crear una red de calor que estaría constituida principalmente por:

- Una central térmica exterior en donde estaría la sala de calderas,

- La red de tuberías de distribución para dar servicio a cada bloque de viviendas mediante una subestación que conectase la red de distribución general con la red de distribución propia de cada bloque de viviendas,
- Una subestación en cada bloque de viviendas que consiste en un intercambiador de calor.
- La instalación solar de cada bloque de viviendas, con sus respectivos componentes (paneles solares, intercambiador, tanque de almacenamiento, etc.)
- La instalación interior propia de cada vivienda.

Esta solución conlleva un gran coste principalmente por la construcción de la red general de distribución, y sólo sería viable económicamente si hubiese un mayor número de viviendas a las que dar servicio para así poder amortizarla.

La principal ventaja que se obtendría si se realizase la red de calor para obtener una distribución centralizada es la de obtener un rendimiento más elevado en la producción de calor, ya que toda la demanda se cubriría con una sola caldera.

Por todo ello, la solución que se ha escogido es la de diseñar la instalación solar de forma independiente para cada bloque. Al ser obra del mismo constructor las características constructivas son iguales para cada bloque, pudiendo realizar el proyecto para un solo bloque y aplicarlo exactamente igual al resto.

1.2 JUSTIFICACION

En la universidad distrital se encuentra instalado un intercambiador tierra aire “ICTA” el cual es usado como medio de aire acondicionado para los laboratorios de neumática, hidráulica, y computadores. Este sistema tiene incorporada una turbina la cual se encuentra sobredimensionada para la función que cumple el ICTA, es se realizó con el objeto de poder realizar estudios.

Este proyecto va a permitir una mejora al sistema que se encuentra funcionando actualmente, además se va a realizar una contribución para reducir el consumo de energía debido a la turbina, además las dos metas principales tanto del ejecutor como de la universidad son: para el ejecutor y la universidad.

Para la universidad:

Las grandes utilidades a nivel académico tanto de información como de aplicaciones técnicas para futuros proyectos que son vitales para el desarrollo de la universidad ya que estas utilidades técnicas fomentan la investigación y futura documentación para aplicaciones técnicas y profesionales cercanas.

Estos estudios fomentan a los estudiantes y a los mismos docentes a concentrar una mayor parte de su tiempo a la investigación y desarrollo de las energías renovables, esto con el fin de demostrar uno de los múltiples usos que se le pueden dar a estas energías. La finalidad de este proyecto es brindar una alternativa al sistema actual,

Para los ejecutores:

En este proceso de documentación, revisión y ejecución, las aplicaciones a las cuales se puede dar una opinión profesional sobre análisis de aplicación de las energías alternativas y su aplicación es muy amplia, es por eso que el impacto a nivel profesional y a nivel técnico es bastante importante para el ejecutor del proyecto, dando como foco principal la aplicación de todos estos conocimientos en el análisis de resultados y recomendaciones en el sistema desarrollado.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de impulsión de aire en paralelo al sistema actual, que funcione con energía solar y energía de la red, para el intercambiador tierra – aire “ICTA” instalado en la universidad distrital Francisco José de Caldas facultad tecnológica.

2.2 Objetivos específicos

- Calcular las pérdidas de presión de la línea de ventilación actual.
- Determinar los cambios hora requeridos en función de los cambios hora del diseño actual.
- Determinar el número de unidades de ventilación necesaria por línea.
- Definir el montaje para la adición de los nuevos movedores de aire.
- Desarrollar el montaje eléctrico y mecánico del sistema.
- Desarrollar una simulación en estado transitorio del sistema conectado al espacio.
- Desarrollar pruebas de funcionamiento.
- Presentar un artículo a una revista indexada en función del aporte más significativo del trabajo.

3. MARCO TEORICO

Pérdidas de carga

Las pérdidas de energía son proporcionales a la carga de velocidad del fluido, conforme pasa por un codo, expansión o contracción de la sección de flujo, o por una válvula. Por lo general, los valores experimentales de las pérdidas de energía se reportan en términos de un coeficiente de resistencia **K**.

$$h_L = K(v^2/2g)$$

h_L es la pérdida menor, K es el coeficiente de resistencia y v es a velocidad promedio del flujo en el tubo en la vecindad donde ocurre la pérdida menor. En ciertos casos puede haber más de una velocidad de flujo, como en las expansiones y contracciones. Es de la mayor importancia que sepa cual velocidad usar con cada coeficiente de resistencia.

El coeficiente de resistencia es adimensional debido a que representa una constante de proporcionalidad entre la pérdida de energía y la carga de velocidad. La magnitud del coeficiente de resistencia depende de la geometría del dispositivo que ocasiona la pérdida, y a veces de la velocidad de flujo.

Expansión Súbita

Conforme un fluido pasa de una tubería pequeña a otra más grande a través de una expansión súbita, su velocidad disminuye de manera abrupta, lo que ocasiona turbulencia, que a su vez genera una pérdida de energía. La cantidad de turbulencia, y por tanto de la pérdida de energía, depende de la razón de los tamaños de las dos tuberías.

La pérdida se calcula por medio de la ecuación:

$$h_L = K(v_1^2/2g)$$

Donde V_1 es la velocidad promedio del flujo en la tubería más pequeña antes de la expansión. Las pruebas han demostrado que el valor del coeficiente de pérdida K depende tanto de la relación de los tamaños de las dos tuberías como de la magnitud de la velocidad del flujo

Perdida a la salida

Conforme el fluido pasa de una tubería a un depósito o tanque grande, su velocidad disminuye hasta casi cero. En el proceso se disipa la energía cinética que el fluido tenía en la tubería, indicada por la carga $V_1^2/2g$. Por tanto, la energía perdida por esta condición es:

$$h_L = 1.0(v_1^2/2g)$$

A esta se le denomina pérdida en la salida. El valor de $K = 1.0$ se emplea sin que importe la forma de la salida en el lugar donde el tubo se conecta a la pared del tanque

Expansión gradual

Si es posible hacer que la transición de una tubería pequeña a otro más grande sea menos abrupta que aquella que se logra con una expansión súbita con aristas afiladas. La pérdida de energía se reduce. Es normal que esto se lleve a cabo al colocar una sección cónica entre las dos tuberías. Las paredes pendientes del cono tienden a guiar el fluido durante la desaceleración y expansión de la corriente de flujo. Por tanto,

conforme el ángulo del cono disminuye, se reduce el tamaño de la zona de separación y la cantidad de turbulencia.

La pérdida de energía para una expansión gradual se calcula con la ecuación:

$$h_L = K(v_1^2/2g)$$

Donde V_1 es la velocidad en la tubería más pequeña antes de la expansión. La magnitud de K depende tanto de la relación de diámetros D_2/D_1 como del ángulo del cono.

Ventilación

La ventilación es la técnica que permite sustituir el aire interior de un local, considerado inconveniente por su falta de pureza, temperatura inadecuada o humedad excesiva, por otro del exterior con mejores características. Un sistema de ventilación permite renovar, cambiar y extraer el aire interior de un recinto y sustituirlo por aire nuevo de un recinto.

Tipos de ventilación

Ventilación Forzada: Es la ventilación que se produce por alguna fuerza externa mecanizada o inducida por algún tipo de aparato adecuado para ello. Los ejemplos más comunes que conocemos son el aire acondicionado y los ventiladores de los hogares. Este tipo de ventilación a su vez puede clasificarse de la siguiente manera:

Ventilación por depresión: Aquí la renovación del aire se provoca **por** extracción del mismo hacia afuera a través de máquinas o aparatos extractores, y dejando entradas de aire desde afuera. De esta manera se produce por una diferencia en

la presión atmosférica del ambiente haciendo que el aire proveniente de afuera expulse al del interior y este salga por los extractores.

Ventilación por sobrepresión: De esta manera, el proceso de sustitución del aire se da al contrario que el anterior. Es decir, se colocan máquinas o aparatos inyectoros de aire desde el exterior hacia el interior dejando aberturas para que el aire viciado logre salir. Al igual que la ventilación por depresión, aquí también se produce una diferencia de presión atmosférica entre aires entrantes y salientes pero ahora por sobrepresión, es decir que el aire entrante posee mayor presión que aire interior lo que genera la corriente de aire suficiente para hacerlo fluir e ir desplazándolo progresivamente.

Ventilación Natural: Es lo contrario a la ventilación forzada, ya que esta está generada por las fuerzas ambientales o naturales del entorno y no es inducida por ningún tipo de aparato. Consisten en la manipulación de los espacios tanto externos como internos de una determinado ambiente de manera que, dependiendo de los factores climáticos-ambientales, se produzca una adecuada renovación del aire.

Mediante el manejo adecuado del terreno, los canales de aire, el aprovechamiento tanto de depresiones como de sobrepresiones o factores como humedad, presión atmosférica, temperatura, etc. Se puede lograr un trabajo de ventilación adecuado para el ambiente que lo requiera, y si fuera necesario, puede ser un gran refuerzo a la maquinaria de ventilación.

Ventilación Ambiental: O también llamada *ventilación general o central*, es aquella que, sea Natural o Forzada de inyección o extracción, está diseñada o estructurada de tal manera para que el aire en movimiento recorra todo el ambiente, generando una renovación de todo el sector. Si se trata de situaciones de ambientes industriales o de laboratorio en los que haya existencia de gases o acumulación de partículas de tipo tóxico, este sistema puede resultar inconveniente ya que este aire contaminado recorrería todo el espacio antes de lograr salir completamente.

Ventilación Localizada: Este tipo de ventilación actúa directamente donde se encuentra el núcleo de aire viciado o contaminante generalmente extrayéndolo o expulsándolo de manera muy direccionada. Los casos más comunes son las campanas utilizadas en gastronomía por ejemplo o en laboratorios.

Transferencia de calor

Con base en la experiencia, se sabe que una bebida enlatada fría dejada en una habitación se entibia y una bebida enlatada tibia que se deja en un refrigerador se enfría. Esto se lleva a cabo por la transferencia de *energía* del medio caliente hacia el frío. La transferencia de energía siempre se produce del medio que tiene la temperatura más elevada hacia el de temperatura más baja y esa transferencia se detiene cuando ambos alcanzan la misma temperatura.

Transferencia por radiación

La **radiación** es la energía emitida por la materia en forma de *ondas electromagnéticas*(o *fotones*) como resultado de los cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas. A diferencia de la conducción y la convección, la transferencia de calor por radiación no requiere la presencia de un *medio interventor*. De hecho, la transferencia de calor por radiación es la más rápida (a la velocidad de la luz) y no sufre atenuación en un vacío. Ésta es la manera en la que la energía del Sol llega a la Tierra.

En los estudios de transferencia de calor es de interés la *radiación térmica*, que es la forma de radiación emitida por los cuerpos debido a su temperatura. Es diferente de las

otras formas de radiación, como los rayos x, los rayos gamma, las microondas, las ondas de radio y de televisión, que no están relacionadas con la temperatura. Todos los cuerpos a una temperatura arriba del cero absoluto emiten radiación térmica.

La radiación es un *fenómeno volumétrico* y todos los sólidos, líquidos y gases emiten, absorben o transmiten radiación en diversos grados. Sin embargo, la radiación suele considerarse como un *fenómeno superficial* para los sólidos que son opacos a la radiación térmica, como los metales, la madera y las rocas, ya que las radiaciones emitidas por las regiones interiores de un material de ese tipo nunca pueden llegar a la superficie, y la radiación incidente sobre esos cuerpos suele absorberse en unas cuantas micras hacia adentro de dichos sólidos.

4. METODOLOGIA

Para el desarrollo del proyecto se implementara una metodología de diseño secuencial, la cual establece que las diferentes fases del proyecto dependen una directamente de la otra en secuencia. El planteamiento de diseño del sistema de extracción de aire será realizado por los ejecutores del proyecto. El proyecto se compone de cinco fases principales que son: análisis de la necesidad, planteamiento de soluciones, diseño, validación de la solución obtenida, e instalación.



En la fase de análisis de la necesidad se realiza la comprensión del problema de diseño, en donde se puede observar la necesidad de plantear una nueva alternativa de diseño que disminuya el consumo de energía del sistema. Para realizar un nuevo diseño del sistema se empleara un cálculo para las pérdidas que se generan en el sistema, y de este modo poder establecer los parámetros de diseño.

Retomando la información anteriormente obtenida se continúa con la siguiente fase en el proceso de diseño que es el planteamiento de diferentes alternativas de diseño, el primer paso a seguir para plantear las diferentes alternativas es analizar los requerimientos del sistema, y de este modo poder establecer diferentes alternativas conceptuales, luego de este punto se obtiene un diseño preliminar del sistema.

A partir de esto se continúa con el diseño en detalle de la solución encontrada lo que implica el cálculo y desarrollo del sistema, en este punto se le realizara una simulación en estado transitorio del sistema lo que permite dar paso a la validación del diseño que se realizó. Esto nos permite evaluar el diseño y tomar las decisiones necesarias para encontrar el comportamiento más óptimo frente a las condiciones de uso. Finalmente se realizara los planos de fabricación del modelo solución que servirán como soporte del diseño desarrollado.

En el momento que se tiene el diseño simulado y analizado se procederá con la instalación eléctrica y mecánica del sistema de extracción de aire para el ICTA.

5. CRONOGRAMA

		Nombre	Duracion	Inicio	Terminado
1		Diseño del sistema de ventilacion	87 days	20/03/15 08:00 AM	20/07/15 05:00 PM
2		Aprobacion de factibilidad del proyecto	23 days	20/03/15 08:00 AM	21/04/15 05:00 PM
3		Analisis de la necesidad	14 days	22/04/15 08:00 AM	11/05/15 05:00 PM
4		Revisión del sistema actual	2 days	22/04/15 08:00 AM	23/04/15 05:00 PM
5		Toma de datos del sistema	2 days	24/04/15 08:00 AM	27/04/15 05:00 PM
6		Calculo de perdidas de la tubería	10 days	28/04/15 08:00 AM	11/05/15 05:00 PM
7		Analisis de datos	50 days	12/05/15 08:00 AM	20/07/15 05:00 PM
8		Planteamiento de soluciones	5 days	12/05/15 08:00 AM	18/05/15 05:00 PM
9		Generar alternativas de diseño	5 days	19/05/15 08:00 AM	25/05/15 05:00 PM
10		Selección de ventiladores	2 days	26/05/15 08:00 AM	27/05/15 05:00 PM
11		Desarrollo de la simulación del sistema	5 days	28/05/15 08:00 AM	3/06/15 05:00 PM
12		Análisis de los datos en base a la simulación	1 day	4/06/15 08:00 AM	4/06/15 05:00 PM
13		Diseño	12 days	5/06/15 08:00 AM	22/06/15 05:00 PM
14		Diseño del montaje eléctrico	10 days	5/06/15 08:00 AM	18/06/15 05:00 PM
15		Análisis del diseño eléctrico	2 days	19/06/15 08:00 AM	22/06/15 05:00 PM
16		Diseño del montaje mecánico	10 days	5/06/15 08:00 AM	18/06/15 05:00 PM
17		Análisis del diseño mecánico	2 days	19/06/15 08:00 AM	22/06/15 05:00 PM
18		Montaje	22 days	19/06/15 08:00 AM	20/07/15 05:00 PM
19		Definir el tipo de montaje en base al diseño eléctrico y el diseño m..	2 days	19/06/15 08:00 AM	22/06/15 05:00 PM
20		Realización del montaje	5 days	23/06/15 08:00 AM	29/06/15 05:00 PM
21		Arranque	15 days	30/06/15 08:00 AM	20/07/15 05:00 PM
22		Arranque del sistema	2 days	30/06/15 08:00 AM	1/07/15 05:00 PM
23		Pruebas del montaje	10 days	2/07/15 08:00 AM	15/07/15 05:00 PM
24		Análisis de las pruebas	3 days	16/07/15 08:00 AM	20/07/15 05:00 PM
25		Documentación de cierre	20 days	21/07/15 08:00 AM	17/08/15 05:00 PM
26		Presentar artículo con el aporte más significativo del trabajo	5 days	21/07/15 08:00 AM	27/07/15 05:00 PM
diseño - pagina1					

6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACION

6.1 Tabla de insumos

COSTO DE MATERIALES Y SUMINISTROS					
CATEGORÍA	ITEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	UNIDADES PRODUCCIÓN	COSTO TOTAL
CONSUMIBLES	PAPELERÍA	PAPELERÍA Y UTILES DE ESCRITORIO	\$ 50.000,00	2	\$ 100.000,00
		CORREOS, TELEFONO	\$ 50000,00	2	\$ 100.000,00
		COPIAS Y DUPLICADOS	\$ 20000,00	2	\$ 40.000,00
				SUBTOTAL	\$ 240.000,00

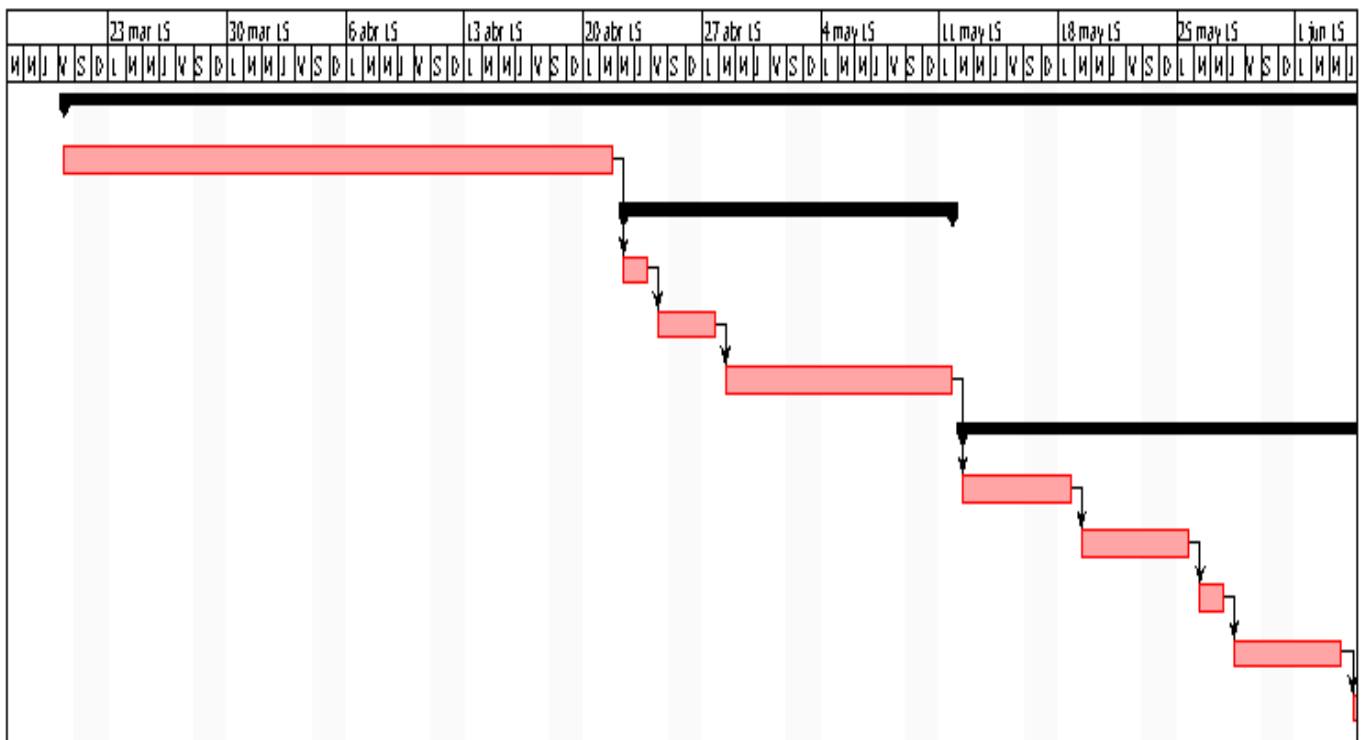
6.2 Tabla de costos e infraestructura

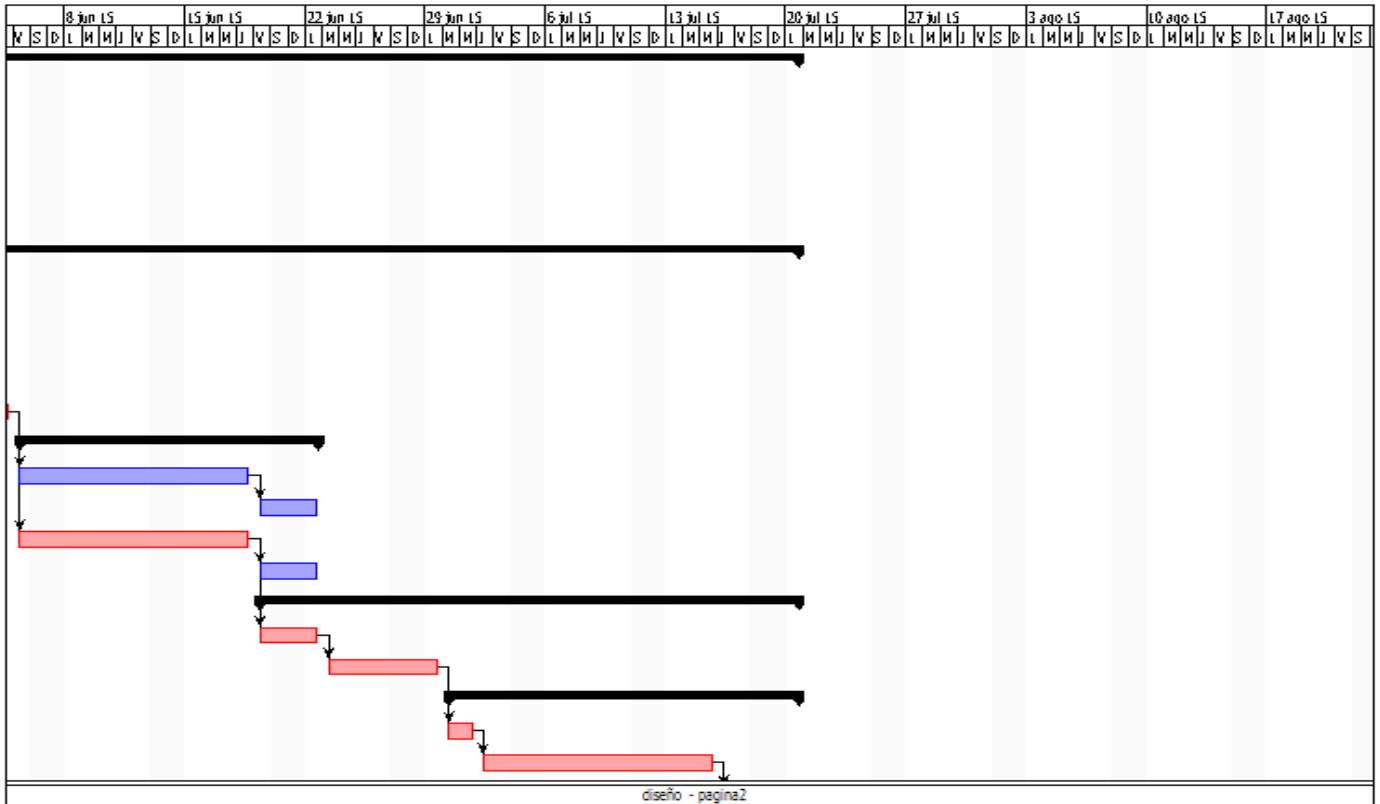
TIPO	DESCRIPCIÓN	COSTO DEL EQUIPO	TIEMPO AMORTIZACIÓN (años)	COSTO HORA POR EQUIPO	COSTO MES POR EQUIPO
INFRAESTRUCTURA	APARTAESTUDIO (Arriendo)	\$ 245.000,00	0,6	\$ 141,78	\$ 34.027,78
	MUEBLES Y ENSERES	\$ 1.500.000,00	2	\$ 260,42	\$ 62.500,00
	AGUA	\$ 60.000,00	0	\$ 250,00	
	LUZ	\$ 120.000,00	0	\$ 500,00	
	GAS	\$ 8.000,00	0	\$ 33,33	
Equipos	COMPUTADORES	\$ 4.000.000,00	2	\$ 694,44	\$ 166.666,67
	UPS	\$ 300.000,00	2	\$ 52,08	\$ 12.500,00
			SUBTOTAL	\$ 1932,05	\$ 275694,45

6.3 Tabla de costos de operación

Operaciones	Operario	Tiempo por operación (min)	Cantidad	Tiempo total(min)	Tiempo total(h)	Costo persona (min)	Costo de mano de obra (min)
Diseño	Ejecutor proyecto 1	1200	1	1200	20	\$ 320,00	\$ 384.000,00
Documentacion digital	Ejecutor proyecto 1	600	2	1200	20	\$ 112,00	\$ 67.200,00
Lectura de ayudas digitales	Ejecutor proyecto 1	320	8	2560	43	\$ 150,00	\$ 48.000,00
Instalacion	Ejecutor proyecto 1	1200	5	6000	100	\$ 250,00	\$ 300.000,00
Diseño	Ejecutor proyecto 2	1200	1	1200	20	\$ 320,00	\$ 384.000,00
Documentacion digital	Ejecutor proyecto 2	600	2	1200	20	\$ 112,00	\$ 67.200,00
Lectura de ayudas digitales	Ejecutor proyecto 2	320	8	2560	43	\$ 150,00	\$ 48.000,00
Instalacion	Ejecutor proyecto 2	1200	5	6000	100	\$ 250,00	\$ 300.000,00
		Tiempo total por operación		Ejecucion total en minutos	Ejecucion total en horas		Total por operación mano de obra
		6640		21920	365,3333333		\$ 1.598.400,00

6.4 Diagrama de gant





La financiación de la investigación será costeada por los investigadores en un 50% cada uno, la cual se verá beneficiada por los resultados obtenidos a lo largo de la investigación, ya que se presentara un plan de mejoramiento al sistema actual, para un total de la investigación del 100%. La Universidad Distrital Francisco José De Caldas brinda apoyo con las asesorías y recursos que considere puedan otorgar a los investigadores.

Los costos totales pueden variar debido al valor del panel y los ventiladores, pero estos dependen del análisis inicial

Se presupuesta el gasto de recursos de la siguiente manera

Mano de obra investigadores 30%

Recursos de la Universidad distrital 10%

Costos de materiales 60%

BIBLIOGRAFIA

Cengel, Y. A. (2007). *Transferencia de calor y masa*. Mexico: Mc Graw Hill.

Mott, R. (2006). *Mecanica de fluidos*. Mexico: Pearson Educacion.

Ventilación solar (2012) obtenido de

<http://artsolarenergiasalternativas.com/SOBRE-NOSOTROS.php>

Primera ley de la termodinámica (2012) obtenido de

http://www.unet.edu.ve/~fenomeno/F_DE_T-74.htm

Ventilación y tipos de ventilación (2014) obtenido de

Tipos de ventilación - Clasificación y Clases <http://www.tipos.co/tipos-de-ventilacion/#ixzz3UhKHjm3m>