



# **ESTUDIO DE VENTILACION INDUSTRIAL A LA EMPRESA ECO5 SAS**

Girón Santander

Por: Hernán Gómez Mejía  
Gerente Comercial  
**INDUSTRIAS GM**



## **I. OBJETIVO**

El objetivo de **ESTUDIO DE VENTILACION INDUSTRIAL** es evaluar el comportamiento térmico de la edificación de la empresa **ECO5 S.A.S**, localizada en El Parque Industrial Manzana E bodega Nro. 12 en el municipio de Girón Santander, para diseñar las estrategias, de ventilación natural y confort térmico del proyecto.

## **II. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES**

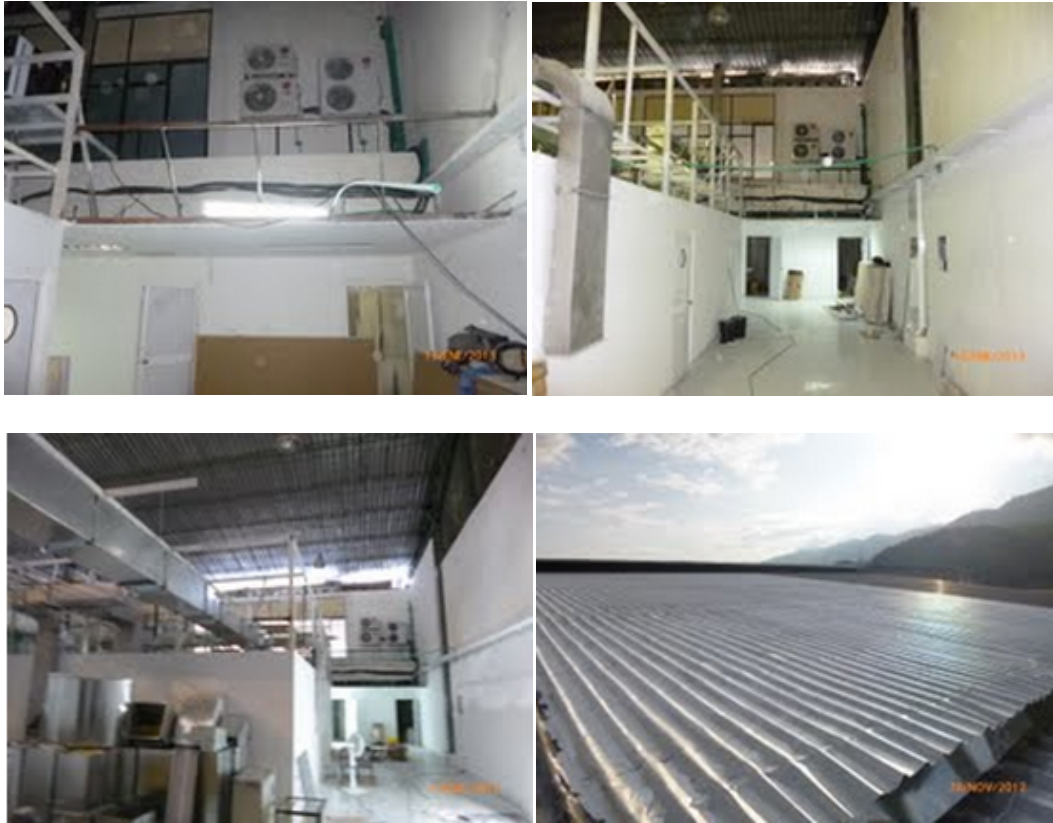
Siguiendo parámetros de sostenibilidad en edificios, el presente estudio ofrece la alternativa de instalación de **EXTRACTORES EOLICOS TIPO TURBINA** que permitan utilizar al máximo la ventilación natural, proporcionando confort para todos sus ocupantes y reducir las carga energética por los aportes de los equipos de aire acondicionado instalados por debajo de la cubierta y las cargas solares captadas y absorbidas por el techo metálico de la edificación y que a su vez sea eficiente en el consumo energético durante su operación, contribuyendo con las políticas ambientales mundiales.

De esta manera se esperan los siguientes resultados:

- Disminución en los costos de los equipos por la utilización de sistemas pasivos de climatización en caso que se quiera utilizar el Aislamiento Termo Cerámico para la cubierta o optimizando el funcionamiento de los sistemas mecánicos de ventilación.
- Disminución en el consumo energético del edificio.
- Aumento en la calidad ambiental de los espacios proporcionando espacios sanos y confortables y ventilados naturalmente.
- Contribución a la educación ambiental de los ocupantes por incentivar hábitos de ahorro energético dentro de la edificación.
- Deducir la inversión de los impuestos acogiéndonos al estatuto tributario Art 158 – 2 DEDUCCIÓN DE RENTA POR INVERSIONES EN CONTROL Y MEJORAMIENTO DE MEDIO AMBIENTE.

### **1. EL PROYECTO**

Instala Extractores de Turbina sobre la cubierta de la edificación de la empresa **ECO5 S.A.S**, ubicada en El Parque Industrial Manzana E bodega Nro. 12 en el municipio de Girón Santander.



## 2. ESTUDIO CLIMÁTICO

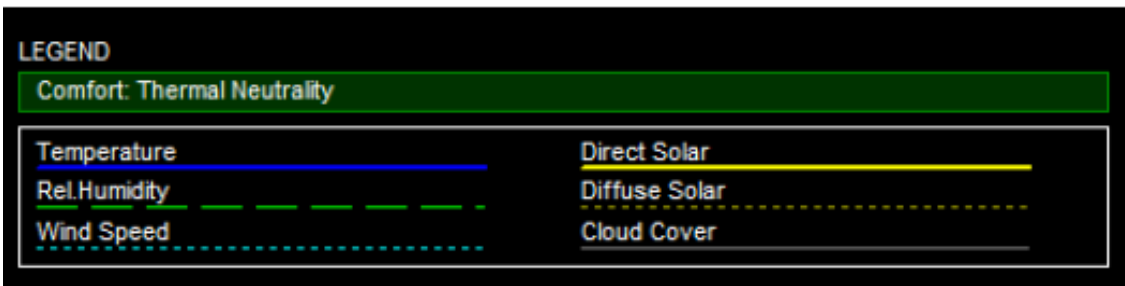
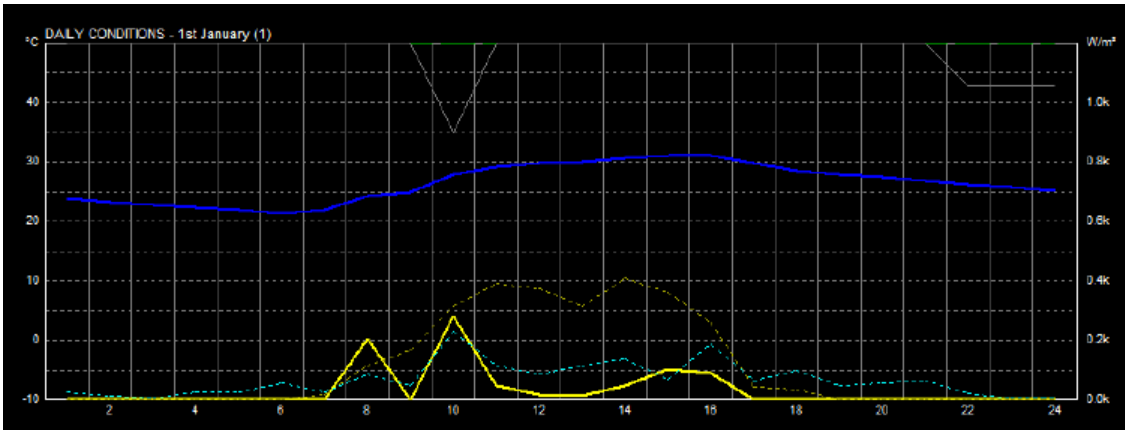
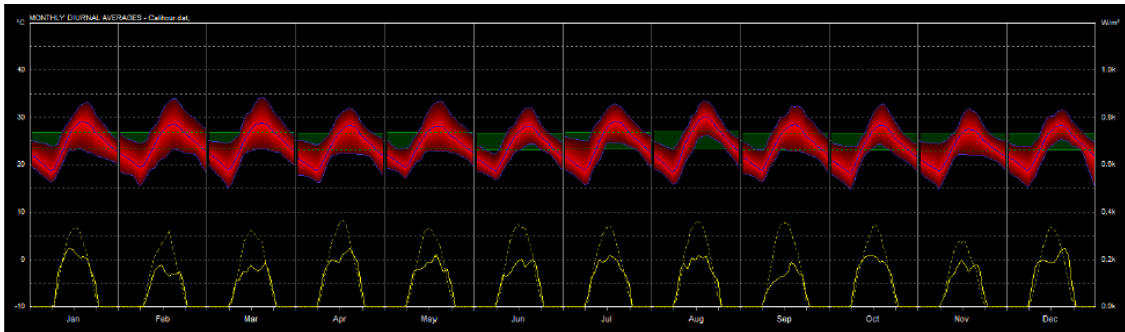
Para lograr condiciones de confort, tenemos en cuenta las variables climáticas que conforman la zona pues busca procurar el mejor escenario para el desarrollo de actividades humanas. Los factores microclimáticos complementan el contexto macroclimático de cada proyecto y según el objetivo de la implementación en ventilación natural, serán o no relevantes.

### 2.1. Datos Meteorológicos de Girón

Los datos climáticos de Girón obtenidos en el IDEAM, 23 °C, viento N a 0 km/h, a una elevación de 777 m.s.n.m.

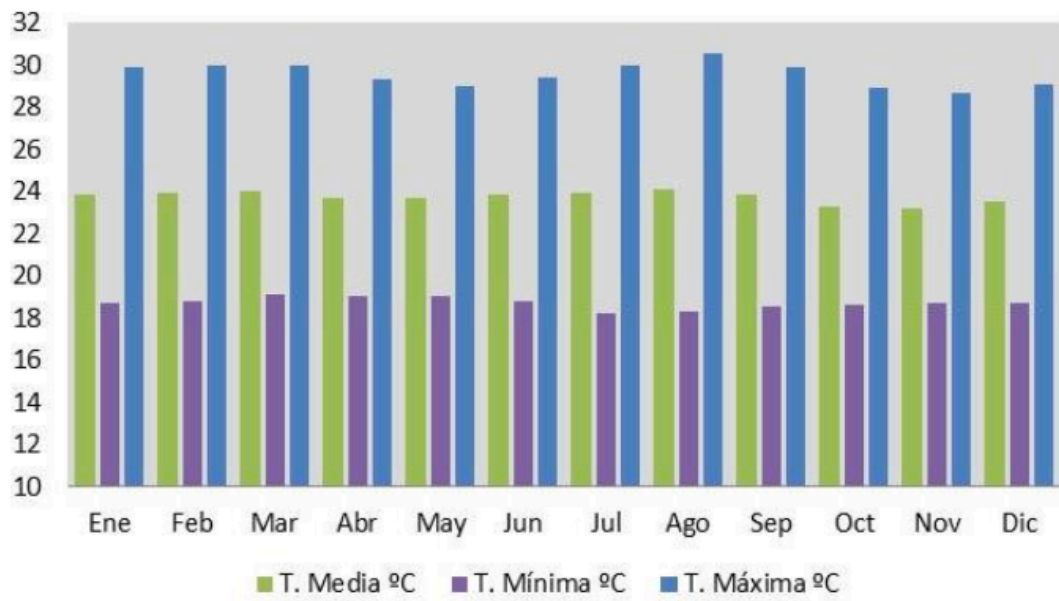
Ubicada en la longitud 07°04''N 73°10''O .

Se tuvieron en cuenta para este estudio la temperatura ambiental, La temperatura generada por los equipos de condensación de los aires acondicionados, la humedad relativa, precipitación, viento, nubosidad y radiación solar.

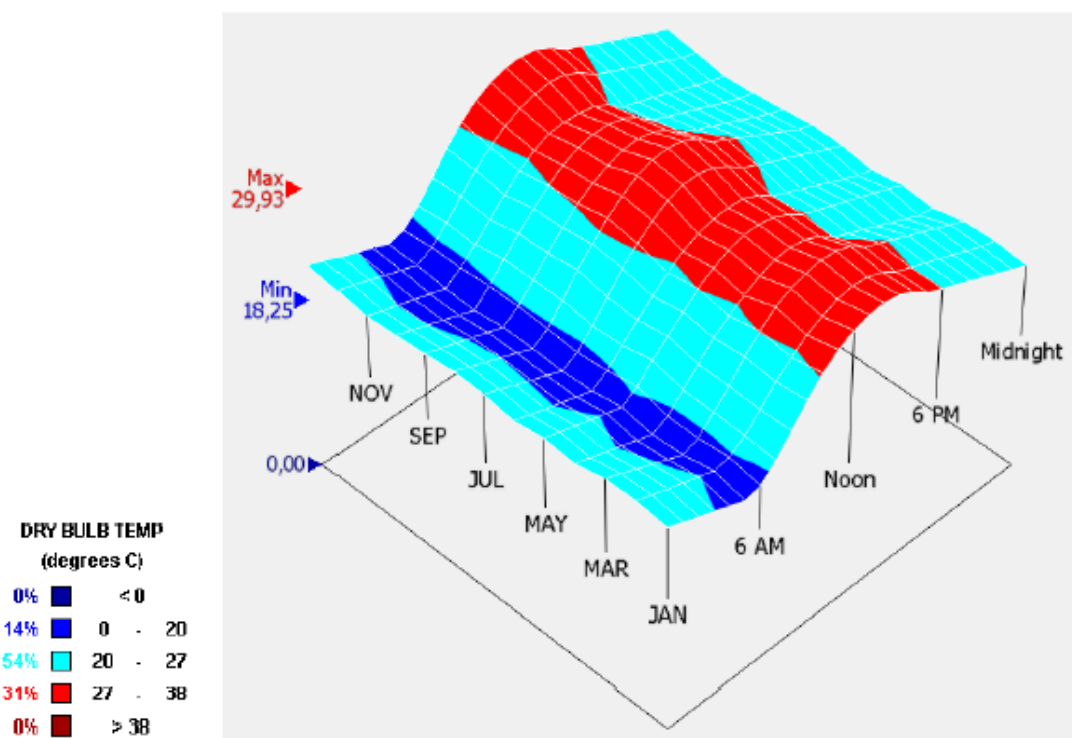


**Gráfica No 1. Clima Anual de Girón- promedios mensuales y diarios.**

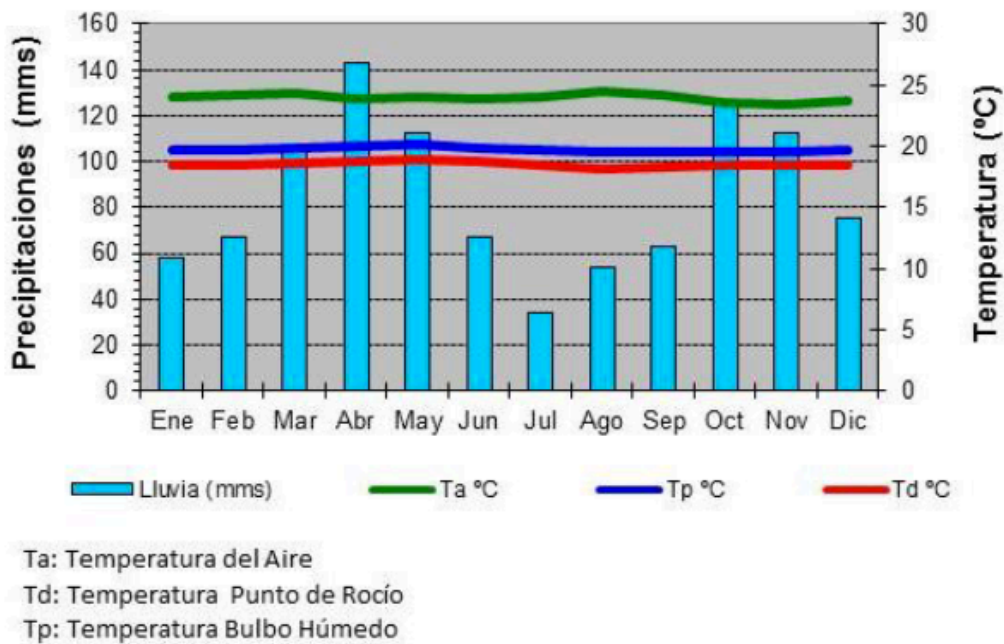
2.1.1. Temperatura: La temperatura anual media de Girón es de 23 C. Siendo los meses de febrero, marzo, julio y agosto donde se registran las temperaturas más altas durante el día alcanzando los 30.5 0C, y en estos mismos meses se registran las más bajas entre 18.3 a 18.80C



**Gráfico No 3. Temperaturas de Girón.**



**Gráfico No 3. Temperaturas de Girón.**



**Gráfico No 4, Climograma de Girón**

2.1.2. Humedad Relativa: La humedad relativa es la cantidad de humedad que contiene el aire y la cantidad de agua necesaria para saturarlo a una misma temperatura. Esta proporción se expresa en porcentajes.

Es la manifestación de energía en el aire (calor latente) relacionada de manera directa con la temperatura y puede afectar nuestra percepción de confort.

La humedad relativa en Girón fluctúa entre 69% en los periodos secos hasta 74% en los periodos de lluvia.

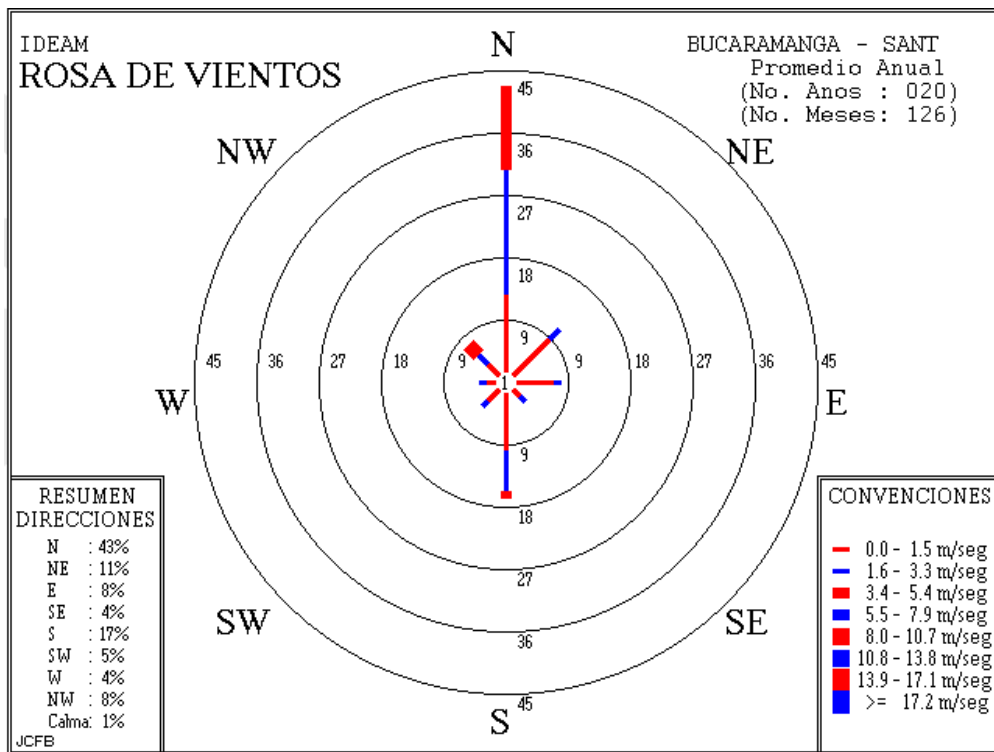
Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
72	72	72	76	74	75	71	69	72	75	76	74

**Tabla No 1. Humedad Relativa de Girón (Anual)**

2.1.3. Viento: Se forma por corrientes de aire producidas en la atmósfera por causas naturales.

Se mide en la horizontal. El viento tiene diversos atributos que lo caracterizan, como son dirección, frecuencia y velocidad. El viento es un parámetro climático importante a la hora de cuantificar el consumo energético del edificio, debido a la posibilidad de infiltrarse al interior por las aperturas o de enfriar las superficies exteriores de la

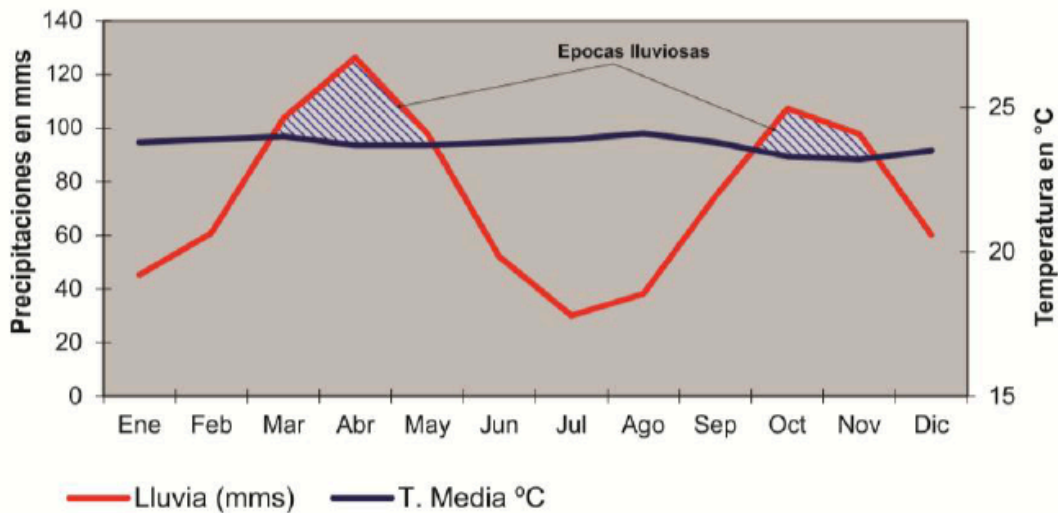
piel del edificio.



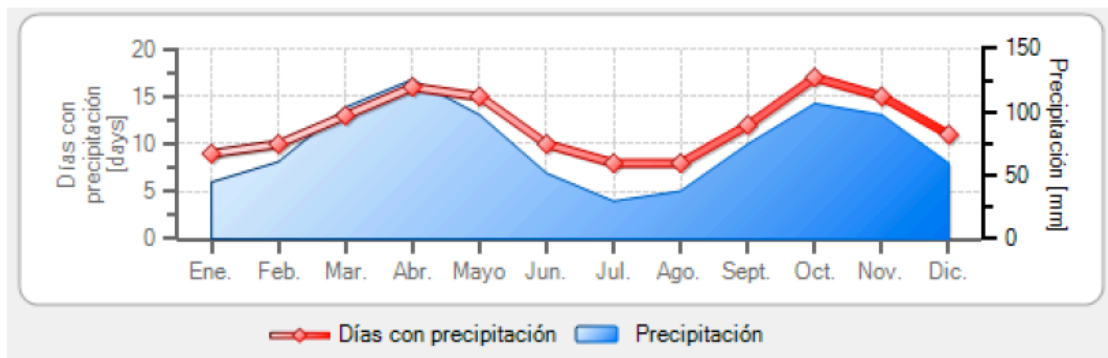
**Gráfica No 5. Rosa de Vientos de Bucaramanga**  
**Fuente: IDEAM.**

2.1.4. Precipitaciones: Hay dos épocas húmedas en el año, la primera se presenta a finales del mes de marzo hasta mayo, y la segunda desde el mes de octubre hasta noviembre, siendo abril el mes donde se presentan los valores más altos de pluviosidad con 126.4 mms.

Las épocas secas se dan entre los meses de diciembre y febrero y la segunda que es más larga de junio a septiembre, con promedios entre 30 y 75 mm/mes.



**Gráfica No 6. Diagrama Ombrotérmico**  
Fuente Datos: Ideam



**Gráfica No 7. Diagrama Precipitaciones & días con precipitación**  
Fuente: Meteonorm

### 3. CONFORT TÉRMICO

Otra de las variables que tenemos en cuenta en este estudio es el confort térmico.

Se define el confort como "un estado de completo bienestar físico, mental y social". El confort, así definido, depende de multitud de factores personales (respuesta a las sensaciones, expectativas para el momento y lugar considerados) y parámetros físicos (visuales, auditivos, térmicos, olfativos, etc.).

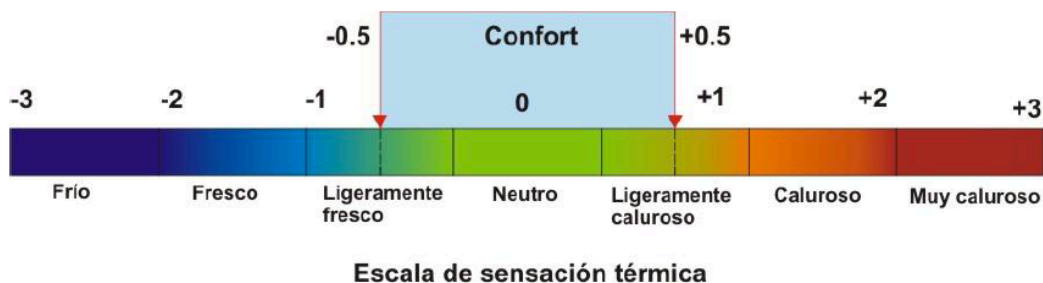
De entre todos los factores, el confort térmico representa el sentirse bien "desde el punto de vista del ambiente higrotérmico exterior a la persona". Los límites extremos, desde el punto de vista térmico, pueden resultar dañinos, e incluso mortales, para el ser humano. Ello es debido a que el ser humano es homeotérmico, es decir, debe



mantener ciertas partes vitales a temperatura aproximadamente constante.

El método Fanger completa su análisis con la estimación del Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) a partir del Voto medio estimado (PMV). Dicho índice analiza aquellos votos dispersos alrededor del valor medio obtenido, y representa a las personas que considerarían la sensación térmica como desagradable, demasiado fría o calurosa.

Para la evaluación de la sensación térmica se tuvo en cuenta las temperaturas operativas de la simulación térmica. Este sistema de evaluación es el mismo sugerido en por el ANSI/ASRAE Standard 55 - 2004, Thermal Environmental Conditions for human Occupancy.



Mediante el índice PMV de Voto Medio Previsto (Predicted Mean Vote) podemos obtener los límites de la temperatura y la humedad para obtener un grado de confort térmico razonable. El índice PMV predice el valor medio de la sensación subjetiva de un grupo de personas en un ambiente determinado.

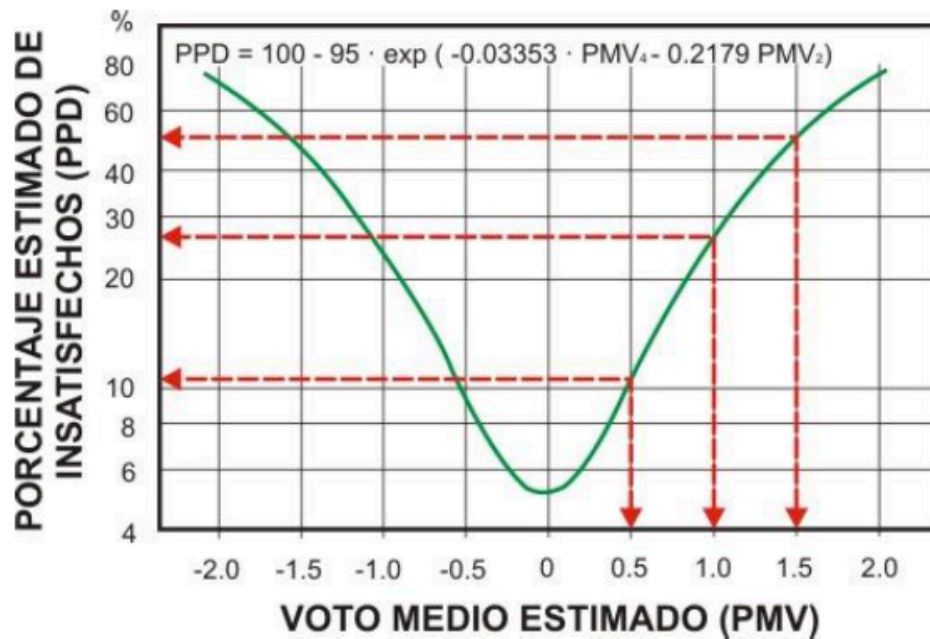
La escala del PMV tiene un rango de sensación térmica de 7 puntos, desde - 3 (frío) a +3 (caliente), donde el 0 representa una sensación térmica neutra.

Aunque el índice PMV sea 0, todavía habrá algunos individuos que estén insatisfechos con el nivel de temperatura, a pesar que todos ellos tengan una vestimenta y un nivel de actividad similar, porque la evaluación de la comodidad difiere ligeramente entre las personas.

Para predecir cuánta gente está insatisfecha en un ambiente térmico determinado, se ha introducido el índice de Porcentaje de Personas Insatisfechas PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied). En el índice PPD los votos de la gente de - 3, - 2, +2, +3 en la escala PMV se considera térmicamente insatisfechas

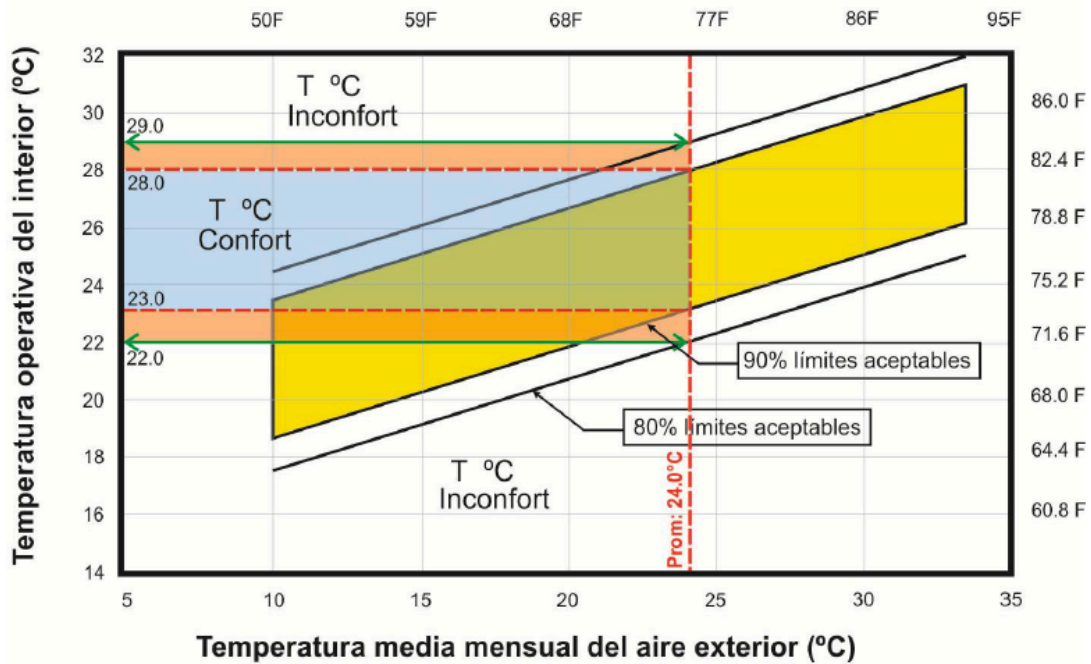
**TABLE 5.2.1.2**  
**Acceptable Thermal Environment for General Comfort**

PPD	PMV Range
< 10	-0.5 < PMV < + 0.5



**Tabla No. 5.2.1.2. Porcentaje de personas insatisfechas (PPD-predicted percentage dissatisfied), en función del Voto medio estimado (PMV-predicted mean vote)**

Los requerimientos de ventilación antes expresados están de conformidad con lo requerido por el ASHRAE 55-2004 en función de las temperaturas operativas para este clima así:



**Imagen No 3. Condiciones de confort adaptativo admisibles para Girón. Temperaturas operativas en ausencia de ventilación.**

El confort adaptativo considera que el ocupante ya no es simplemente un receptor pasivo del ambiente térmico, sino que interactúa con el medio ambiente y cambia. Estos cambios pueden darse por medio de un ajuste personal, tales como el tipo de ropa, la actividad, la postura, comer o beber (frío/ calor) o el desplazamiento por el lugar. También por un ajuste tecnológico o del medio ambiente modificando el entorno en sí mismo como: abrir/cerrar ventanas, encender ventiladores o el aire acondicionado, etc., y por ajustes culturales como los códigos de vestimenta, etc. Considerando los rangos de confort adaptativo para este estudio se consideraron las temperaturas de confort entre 22°C y 29°C.

#### 4. DIAGRAMA BIOCLIMÁTICO

La herramienta utilizada en este trabajo para procesar los datos meteorológicos es el diagrama bioclimático. Los medios de intervención, sobre los efectos del clima exterior, con los dispositivos arquitectónicos o técnicos se ilustran por las zonas de influencia en el diagrama psicrométrico.

El diagrama bioclimático es una representación tal que cada punto del mismo define unas determinadas condiciones atmosféricas dadas por la temperatura ambiente T y las condiciones de humedad H.

El clima local está representado por dos puntos donde las coordenadas son los valores extremos medios mensuales de temperatura y humedad del aire exterior.

Sobreponiendo el polígono de confort, el clima local representado en las zonas de influencia de los diversos medios de climatización natural y artificial, se puede leer casi instantáneamente las respuestas apropiadas al clima estudiado.

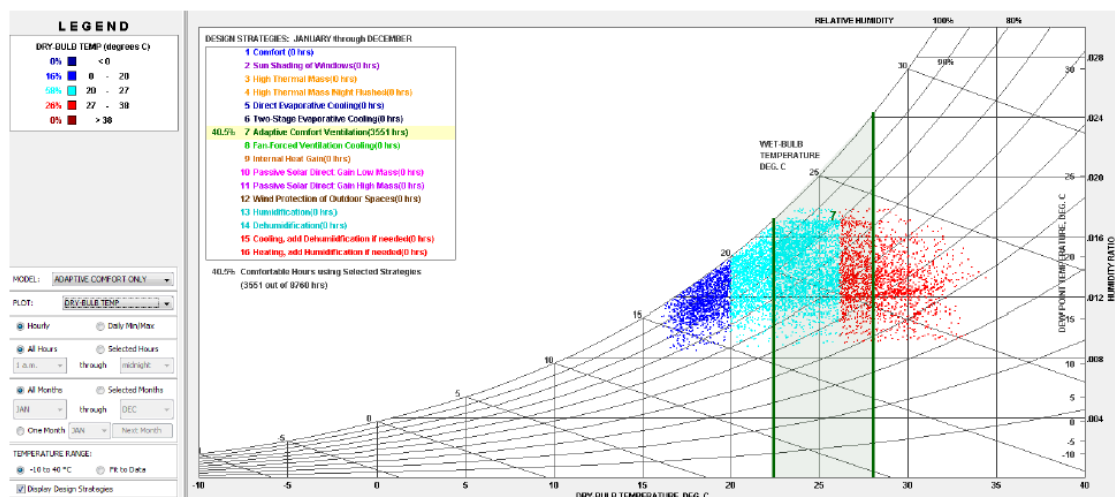
Hay dos formas diferentes de observar la humedad:

- Humedad absoluta, dada como la presión parcial de vapor de agua en mm de Hg. Se representa en el eje de ordenadas del diagrama.
- Humedad relativa, dada como el porcentaje de humedad respecto al máximo que admite la atmósfera a esa temperatura. En el diagrama se representa por un conjunto de curvas.

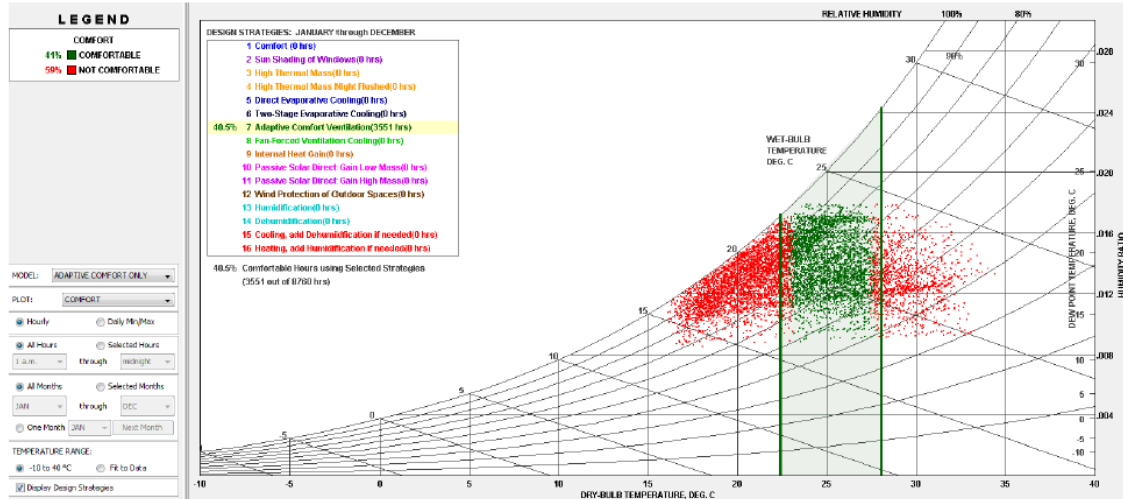
En cuanto a la temperatura, se puede observar de dos maneras diferentes:

- **Temperatura seca**, que es la temperatura tal como la conocemos habitualmente, medida por un bulbo termométrico seco. Se representa en el eje de abscisas del diagrama.
- **Temperatura húmeda**, que es la temperatura que tendría un bulbo termométrico permanentemente humedecido. Como la evaporación del agua provoca el enfriamiento del bulbo, la temperatura húmeda es siempre menor que la temperatura seca. En condiciones de atmósfera muy seca, la evaporación es más rápida, por lo que la temperatura húmeda es menor, mientras que en una atmósfera saturada de agua, no es posible la evaporación, y la temperatura húmeda iguala a la temperatura seca. La medida se realiza con viento en calma (pues este aceleraría la evaporación). En el diagrama se representa como un conjunto de curvas.

#### 4.1. Diagrama Bioclimático para Girón.



## Imagen No 4. Diagrama Bioclimático de Girón, según los rangos de temperatura exterior y al Confort Adaptativo. ASHRAE Standard 55-2004



## Imagen No 5. Diagrama Bioclimático de Girón De acuerdo al Confort Adaptativo ASHRAE Standard 55-2004

### 7. ADAPTIVE COMFORT USING NATURAL VENTILATION:

90.0	% Acceptability Limits (80% or 90%)
23.0	Maximum Mean Monthly Outdoor DB Temp (33.5° C or less)
25.0	Maximum Mean Monthly Outdoor DB Temp (33.5° C or less)
22.4	Comfort Low - Min Operative Temp in this Climate (°C)
28.0	Comfort High - Max Operative Temp in this Climate (°C)

(Air Velocity is controlled by opening and closing windows)

## Imagen No 6. Rangos de Confort Adaptativo ASHRAE

De acuerdo a los resultados del diagrama bioclimático, el 40.5% del total de horas del año, que equivale a 3551 horas, se encuentra en el rango de confort adaptativo (22.4-28°C) ASHRAE.

En la imagen No. 6 se presentan los rangos de confort adaptativo utilizando ventilación natural, que van desde 28°C en los máximos y 22.4°C en los mínimos.

## 5. ESTUDIO SOLAR

El estudio de la trayectoria solar y su incidencia sobre las fachadas es uno de parámetros más importantes a tener en cuenta en el

comportamiento térmico y en el manejo de la luz natural.

### **5.1. Estudio Trayectoria Solar**

Dejamos pendiente esta parte del estudio ya que hasta el momento no se van a intervenir las fachadas con el Aislante Termo cerámico.

## **6. SISTEMA DE VENTILACIÓN NATURAL**

Se busca con la ventilación natural cumplir con tiene tres funciones fundamentales:

- Mantener la calidad del aire al interior de los edificios cambiando el aire viciado por el aire nuevo. Renovaciones por higiene. Norma ASHRAE 62.1 -2007.
- Participa en el confort térmico del cuerpo, ayudando a la pérdida de calor, por convección y por evaporación del sudor. Norma Confort Térmico ASHRAE 55 – 2004.
- Proporciona el enfriamiento de la masa interna del edificio en ciertas condiciones. Ventilación Natural.

### **6.1. Principios de la ventilación natural**

Para estudiar el problema de movimiento del aire al interior de un local en términos aerodinámicos, es necesario poner en evidencia un principio físico del movimiento. La diferencia de presiones entre dos puntos determina un potencial de circulación de aire entre estos dos puntos, en el sentido de la presión más alta hacia la presión más baja. Las causas de estas variaciones de presión son de dos tipos:

Térmicas y dinámicas. Ellas actúan solas o combinadas. Por otra parte pueden ser amplificadas o modificadas porque se puede nombrar los factores modificantes.

- Las causas térmicas: La diferencia de temperatura entre dos puntos ocasiona una variación de densidades del aire, con un gradiente de presión que es el origen de la circulación; entre más grande sea la diferencia de temperaturas, más velocidad tendrá la circulación.
- Las causas dinámicas: El viento que sopla sobre un volumen modifica el valor y la repartición de las presiones sobre las caras del mismo. Como regla general, la paredes situadas en frente al viento se encuentran en sobrepresión y las de la cara opuesta se encuentra en depresión. Es raro encontrar una distribución uniforme de valores: se encuentran diferencias de presión en las diferentes caras del volumen.

- Los factores modificantes: Los movimientos de aire pueden ser modificados, al interior de un volumen, por la orientación, la dimensión y la forma de los vanos.

Posición de los vanos: para ventilar un espacio debe haber una entrada de aire y una salida. Este es el comportamiento del viento de acuerdo con el tamaño y ubicación de los vanos.

## **6.2 Equipos**

Se recomienda instalar extractores eólicos a lo largo de la cumbrera de la cubierta, que evacuen el aire de la bodegas al exterior.

## **6.3 Descripción Extractores Eólicos tipo Turbina**

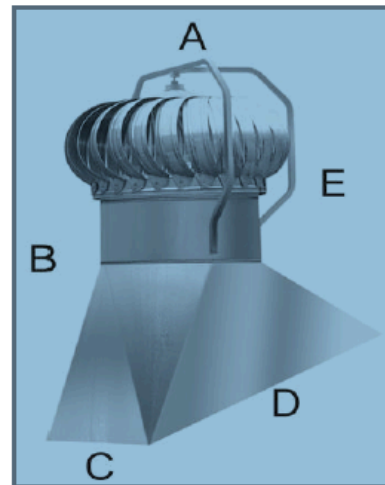
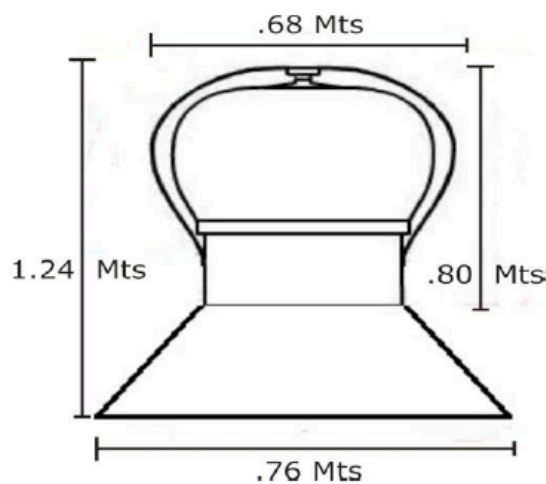
El extractor de Turbina es un sistema mecánico que funciona asiendo rotar la turbina por e l fenómeno físico de chimenea de evacuación de fluidos generado por los gradientes de presión y las diferencias de temperatura entre una y otra zona de la edificación y entre el exterior y el interior del mismo. En la parte exterior, la acción del viento le pega a las aletas de la turbina en forma permanente 360 grados, no importa la dirección del viento, esa acción la hace rotar aun mas aumentando la presión negativa que succiona los gases interiores de la edificación expulsándolos al exterior, el volumen de aire a extraer esta condicionado a la velocidad del viento, la orientación del edificio, el diseño, y la existencia de obstáculos en las proximidades del mismo.

El extractor de Turbina permanentemente succiona hacia fuera (Salida) el aire caliente acumulado debajo de la cubierta, el cual es compensado de manera natural mediante la entrada de Aire Fresco a través de las ventanas ubicadas estratégicamente en los estratos más bajos de la edificación, este proceso, técnicamente dirigido, genera un nivel de circulación de aire dentro del recinto que garantiza la correcta ventilación del mismo.

Esta es la forma en que trabaja un sistema de ventilación apropiado, permitiéndole deshacerse del calor, la humedad, vapores, polución y olores acumulados al interior de su edificio. Por ello y por no generar costos de operación, el extractor de turbina se constituye una opción muy económica en ventilación industrial.

Importante: La capacidad máxima de extracción de todo sistema de ventilación está dada en función del equilibrio entre los caudales de entrada y salida de aire al edificio. Es decir, la capacidad de extracción del sistema deber poder ser compensada con un suficiente ingreso de aire al inmueble mediante la disposición de accesos

naturales mismo como ventanas, vanos, puertas, bloques y calados.



<b>MEDIDAS EXTRACTOR DE TURBINA 30"</b>	<b>Mts.</b>	<b>Pulg.</b>
A- Superior	.68	27"
B- Izquierda	1.24	49"
C-D- Inferior	<b>.76</b>	<b>30"</b>
E- Derecha	.80	31"

**NOTA: Complementario a este estudio se adjunta la ficha técnica del extractor de Turbina para su respectivo estudio.**

#### **6.4 Calculo de equipos y precios.**

Para calcular el numero de equipos y su costo bajamos el programa que fue diseñado con los parámetros promedios de datos climatológicos para Colombia tomados del IDEAM que nos permitimos detallarles en este estudio. El programa se puede descargar de la pagina Web <http://igm.mex.tl/downloads.html> .

Aplicado al programa las medidas correspondientes a la edificación que son 23 Mts de largo x 14 Mts de ancho x 11 Mts de alto lo cual nos arrojó un resultado de 20 equipos, para controlar una temperatura máxima debajo de la cubierta de 60 grados centígrados.



## INDUSTRIAS GM "Expertos en ventilación natural y climatización de edificaciones".

### CALCULOS Y PRECIOS EXTRACTORES EOLICOS TIPO, AXIAL 16", TURBINA 30" Y VENTURI 30"

#### Siga las siguientes instrucciones ...

- 1- Coloque en los cuadros amarillo, azul y rojo las medidas de la edificación en metros y números enteros sin decimales.
- 2- Busque en las casillas ROJAS el rango de temperatura MAXIMA ACTUAL a controlar, vea al lado en las casillas negras la cantidad de equipos.
3. Selecciones el equipo que más le conviene a su edificación de acuerdo a las RECOMENDACIONES detalladas abajo.

Coloque en las casillas del lado las medidas de la edificación.

<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Alto</b>
<b>23</b>	<b>14</b>	<b>11</b>

TEMPERATURA Mxima a controlar Grados centigrados C°	CANTIDAD EXTRACTORES	AXIALES EOLICOS	TURBINA ó VENTURI (Sin Motor)	VENTURI Con motor
		16 Pulgadas	30 Pulgadas	30 Pulgadas
		VALOR	VALOR	VALOR
20, 21 y 22	2	\$ 560.000	\$ 1.360.000	\$ 1.960.000
23, 24 y 25	4	\$ 1.120.000	\$ 2.720.000	\$ 3.920.000
26 , 27 y 28	5	\$ 1.400.000	\$ 3.400.000	\$ 4.900.000
29 , 30 y 31	7	\$ 1.960.000	\$ 4.760.000	\$ 6.860.000
32, 33 y 34	8	\$ 2.240.000	\$ 5.440.000	\$ 7.840.000
35, 36 y 37	9	\$ 2.520.000	\$ 6.120.000	\$ 8.820.000
38, 39 y 40	11	\$ 3.080.000	\$ 7.480.000	\$ 10.780.000
41, 42 y 43	12	\$ 3.360.000	\$ 8.160.000	\$ 11.760.000
44, 45 y 46	14	\$ 3.920.000	\$ 9.520.000	\$ 13.720.000
47, 48 y 49	15	\$ 4.200.000	\$ 10.200.000	\$ 14.700.000
50, 51 y 52	17	\$ 4.760.000	\$ 11.560.000	\$ 16.660.000
53, 54 y 55	18	\$ 5.040.000	\$ 12.240.000	\$ 17.640.000
56, 57 y 58	19	\$ 5.320.000	\$ 12.920.000	\$ 18.620.000
59, 60 y 61	21	\$ 5.880.000	\$ 14.280.000	\$ 20.580.000
62, 63 y 64	22	\$ 6.160.000	\$ 14.960.000	\$ 21.560.000
65, 66 y 67	24	\$ 6.720.000	\$ 16.320.000	\$ 23.520.000
68, 69 y 70	25	\$ 7.000.000	\$ 17.000.000	\$ 24.500.000

RECOMENDACIONES: Cuando instalar Extractores Eólicos:

**AXIALES 16"**: Que el recinto tenga: 1. No tenga techo. 2. Entradas de aire del exterior. 3. No se requiera extraer contaminación y/o polución. La cantidad que nos dé el programa se multiplica por dos.

**TURBINA 30"**: Que el recinto tenga: 1. Techo. 2. Entradas de aire del exterior. 3. No se requiera extraer contaminación y/o polución.

**VENTURI 30"**: Que el recinto tenga: 1. Techo. 2. pocas entradas de aire del exterior. 3. Se requiera extraer contaminación y/o polución. 4. Mantener una temperatura homogénea.

Recomendamos el Extractor de Venturi ya que tiene la misma efectividad y precio que el de Turbina, se puede repotenciar para lograr una óptima extracción sin tener que depender de factores externos para su funcionamiento, su mantenimiento es mínimo ya que no gira permanentemente como el Turbina, solo se orienta a favor del viento para lograr el efecto Venturi, por ende hay poco desgaste de rodamientos.

### Imagen No 7. Calculo de equipos y precios

Como las obras no están concluidas, este estudio de ventilación lo hacemos calculando con valores mínimos de temperatura aproximados a la situación final, cualquier variación a estos cálculos se podrá hacer a posteriori incrementando el numero de equipos o aplicando Aislamiento Termo cerámico a la cubierta para lograr que la carga calórica producida por la cubierta no incida en el comportamiento de los equipos.

Importante dejar entradas de aire positivo, estas deben ser de un metro cuadrado ( 1 mt2) por cada equipo para efectos de ventilación natural y para inyectores de aire forzado 1 por cada 5 equipos deben ser marca Siemes de 16" pulgadas (400 mm) a 220 Voltios referencia 2CC2404-SYD6SMT

## BIBLIOGRAFÍA

- Bioclimatisme en Zone Tropicale. Gret. Groupe de recherches et d'échanges Technologiques. Olivier Huet, Robert Cellaire. Manual of Tropical Housing and Building. Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew, Szokolay.
- IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.
- Ventilación Natural de Edificios. Fundamentos y Métodos de Cálculo para aplicación de Ingenieros y Arquitectos. Editorial Nobuko. Buenos Aires, 2005.
- Natural Ventilation in Buildings. A design Handbook. European Commission Directorate General for Energy Alternner Program. Published by Jamaes y James. London, 2002.
- [www.industriasgm.com /](http://www.industriasgm.com/)
- Viento y Arquitectura. El viento como factor de diseño arquitectónico. García Chávez, José Roberto. Fuentes Freixanet, Víctor. Editorial Trillas. México, 2005.