



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

Booklets



RENIECYT
Registro Nacional de Instituciones
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

CONACYT

LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Construcción de un túnel de viento

Author: David FRANCO MARTÍNEZ

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2017-02
BCIERMIMI Classification (2017): 270917-0201

Pages: 22
Mail: davd_francom@hotmail.com
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
244 – 2 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			



Introducción

- Objetivo : diseñar un Túnel de Viento subsónico partiendo con que la cámara de pruebas tenga una velocidad de 50 m/s (0.145 M) y unas dimensiones de 35x35 cm y con un largo de 50 cm.





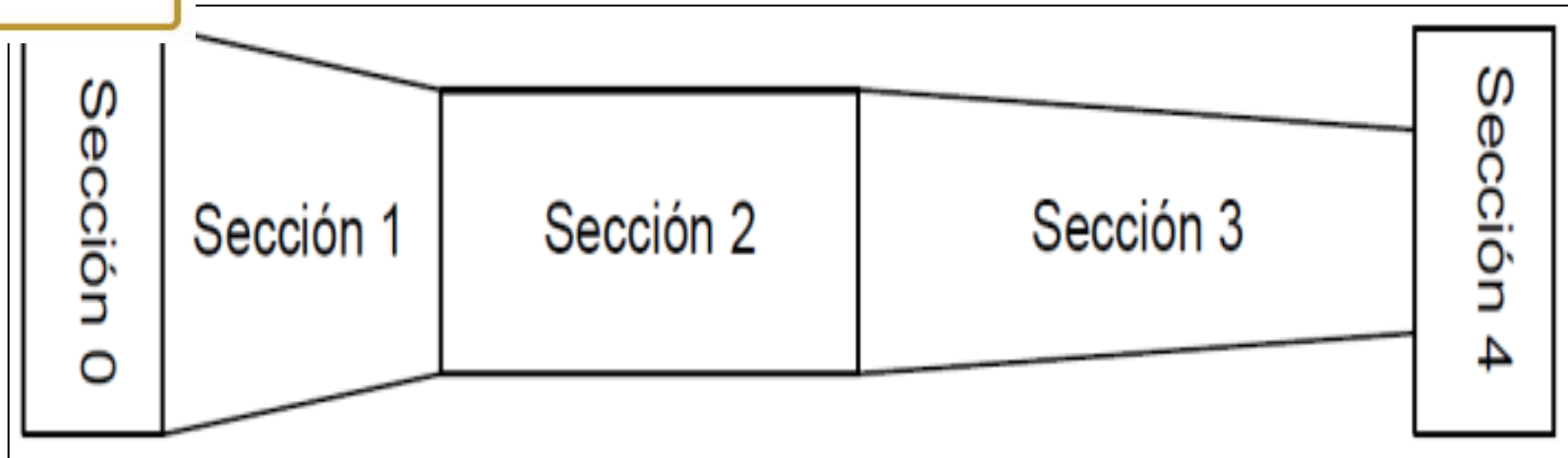
Tipo de túnel de viento

- Hay dos tipos de túnel de viento, los de circuito cerrado y los de circuito abierto; el diseño de este Túnel de Viento es de circuito abierto





Secciones del túnel



Sección 0 → Sección de Estabilización (Mallas y/o Pantallas)

Sección 1 → Colector

Sección 2 → Cámara de Pruebas

Sección 3 → Difusor

Sección 4 → Ventilador y/o Extractor





1. Cámara de Pruebas

Tabla 1. Dimensionas de la Cámara de Pruebas

Velocidad V	50 m/s	180 Km/h
Altura A	0.35 m	35 cm
Ancho B	0.35 m	35 cm
Longitud L	0.50 m	50 cm
Sección Rectangular A	0.1225 m ²	1225 m ²





Determinación del Tipo de Flujo

Tabla 2. Tipo de Flujo

Velocidad N	50.00 m/s
Diámetro Hidráulico D_h	0.350 m
Densidad P	0.910 Kg/m^3
Viscosidad Dinámica μ	1.41×10^{-5} $Kg/m \cdot s$

$$N_R = 1.13 \times 10^6$$

El número de Reynolds que se obtuvo fue muy elevado, un resultado mayor a 4000 da un flujo turbulento, por lo que se deben de utilizar pantallas para mantener un flujo laminar.





Calculo del Caudal de Aire Necesario

El Caudal se expresa en la ecuación 1:

$$Q = vA \dots \dots \dots (1)$$

Dónde:

- Q = Caudal ()
- V = Velocidad (m/s)
- A = Área Transversal ()

Así tendremos que el caudal es:

$$Q = 6.13 \frac{m^3}{s}$$





Perdidas de la Cámara de Pruebas

- Las pérdidas se calcularon con el modelo de Darcy-Weisbach

La fórmula de Darcy-Weisbach para calcular las pérdidas en una tubería es:

$$hf = f \frac{L}{D_h} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (4)$$

Dónde:

- hf = Pérdidas de Energía Debido a la Fricción (m)
- f = Factor de Fricción
- L = Longitud (m)
- V = Velocidad (m/s)
- D_h = Diámetro Hidráulico (m)

- g = Gravedad de la ciudad de México m/s^2





Factor de fricción

Se utilizó la ecuación de Colebrook o el diagrama de Moody para determinarlo

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left(\frac{\varepsilon/(D_h)}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right) \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

- ε = Rugosidad Equivalente





Factor de fricción

- Para poder aplicar la ecuación de Colebrook, fue necesario combinarla con el diagrama de Moody

Tabla 3. Datos para el Diagrama de Moody

Rugosidad Relativa $\epsilon/$	8.57×10^{-7} m
Rugosidad ϵ	3.00×10^{-7} m
Diámetro Hidráulico m	0.350
Número de Reynolds Re	1.13×10^6

- De spues de una serie de iteraciones utilizando valores de factor de fricción se lleo a: $hf = 2.09 \text{ m}$
- Esto significó que cada 2.09 N*m de energía se pierden por cada Newton de aire que fluya





2. Colector

- Tiene una doble función, la primera, estabilizar el flujo que entra de forma turbulento y la segunda, incrementar la velocidad del flujo de aire para que pase a la cámara de pruebas.
- Se determinó el número de Mach para conocer las condiciones del tipo de flujo (comprensible o incomprensible) y obtuvo un resultado menor de 0.3





2. Colector

Tabla 5. Datos del Colector

Velocidad V2	50.00 m/s
Área de Entrada A1	0.360 m ²
Área de Salida A2	0.1225 m ²





Calculo de Presiones en el Colector

Para calcular la presión en el colector, se recurrió a la ecuación de Bernoulli, es una de las más importantes en la mecánica de fluidos, ayuda a resolver una gran cantidad de problemas en la vida real, siempre y cuando se cumplan tres condiciones para poder aplicarla:

- El fluido debe de ser de régimen estacionario
- El fluido debe ser incomprensible
- El fluido no debe ser viscoso





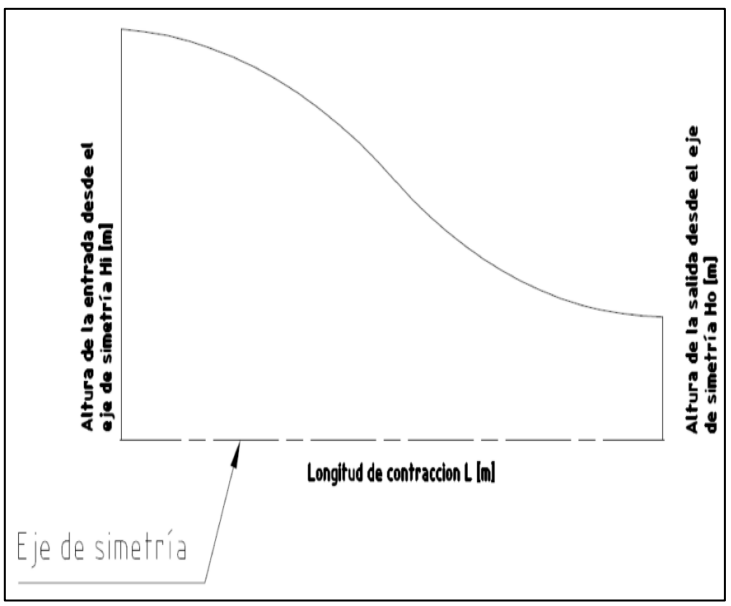
Diseño de la Geometría del Colector

- Hay dos formas para diseñar la geometría del colector. La primera es haciendo cálculos matemáticos usando una formula. La segunda (es la forma en la que se hizo), fue utilizando el programa de Solid Works





Figura 2. Geometría del Colector



Primera Forma: Usando Formula

Se utilizó la fórmula de 5to orden polinómica del modelo de Brassard, asegurando la condición de que la primera y segunda derivada son cero a la entrada y a la salida. Dando la ecuación 12:

$$h = [-10(\xi)^3 + 15(\xi)^4 - 6(\xi)^5](h_i - h_o) + h_i \dots\dots\dots (12)$$

$$\xi = \frac{X}{L}$$

Dónde:

- ξ = Razón de Longitud
- X = Longitud del Colector Parcializada en Pequeños Tramos (m)
- L = Longitud del Colector (m).
- h_i = Altura del Colector en la Entrada de Aire a Partir del Eje de Simetría (m)
- h_o = Altura del Colector en la Salida de Aire a Partir del Eje de Simetría (m)





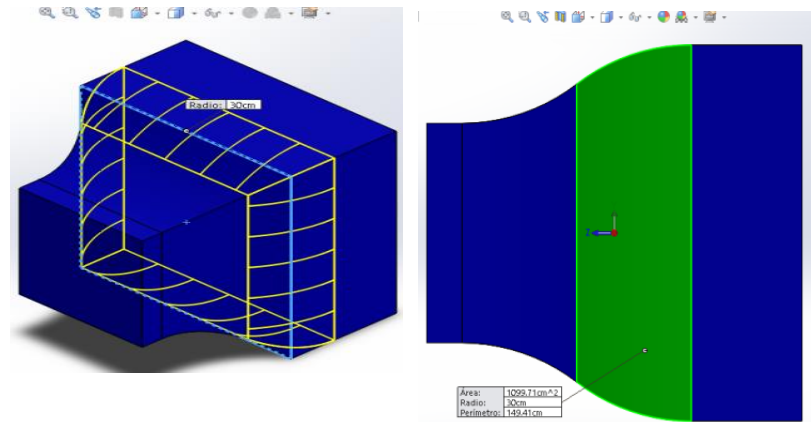
Segunda Forma: Usando SolidWorks

Se dimensiona el colector con los datos de la tabla 8 y se empieza a dibujar.

Tabla 8 Tamaño del Colector

Longitud L	0.600 m
Área de Entrada A1	0.360 m^2
Área de Salida A2	0.1225 m^2

Figura 3. Redondeo del Área de Entrada

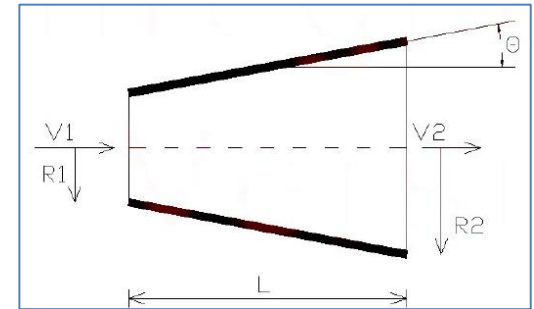


3. Difusor

- El difusor disminuye la velocidad de flujo de aire lentamente para evitar la separación de la capa límite que se va a llegar a formar en la cámara de pruebas. La forma más conveniente es una expansión gradual para reducir las pérdidas y evitar la turbulencia manteniendo así un flujo uniforme en el túnel.

La longitud del difusor queda limitada a tener un ángulo no mayor a 2.5° definido por la relación de áreas.

Figura 4. Difusor





3. Difusor

- la siguiente ecuación se utilizó para calcular el ángulo de entrada:

$$\theta = \arctan\left(\frac{R_2 - R_1}{L}\right) = \arctan\left(\frac{\frac{1}{2} \sqrt{A_R - 1}}{\frac{L}{D_1}}\right)$$

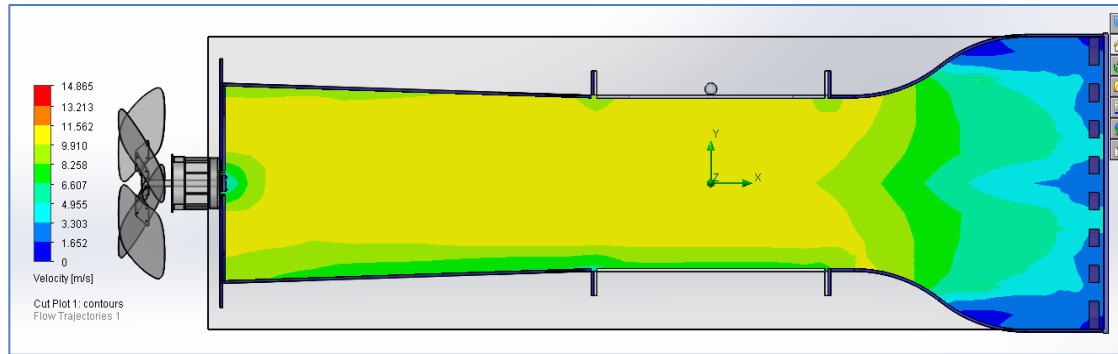
Dónde:

- R_2 = Radio hidráulico de la sección final (m).
- R_1 = Radio hidráulico de la sección inicial (m).
- L = Longitud de la sección (m).
- D_1 = Diámetro hidráulico
- A_R = Relación de áreas A_2/A_1





Análisis del desempeño del túnel de viento



Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables,
Mantenimiento Industrial, Mecatrónica e Informática

2017



4. Instrumentación y Control

1. *Maquina de vapor*
2. *Variador de Frecuencia (Dimmer)*
3. un anemómetro en cada sección del túnel
4. ventilador para el arranque

Maquina de Humo





5. Pruebas de funcionamiento.

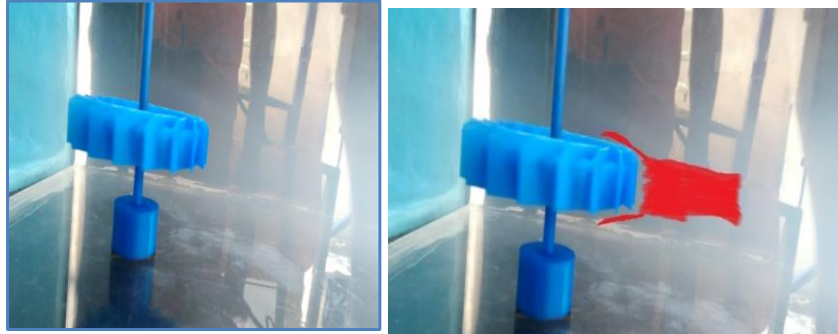
Tabla 16 Velocidades en el Túnel de Viento

Parte del Túnel	Velocidad Real (m/s)	Velocidad Simulación (m/s)	Velocidad Memoria de cálculo (m/s)
Colector	3.40	3.30 – 4.95	3.40
Cámara de Pruebas	7.00	9.91 – 11.56	10.00
Difusor	9.80	9.91 – 11.56	9.75
Ventilador	12.00	S/N	S/N



5. Pruebas de funcionamiento.

Modelo de turbina de agua.



Modelo de turbina de vapor.



Modelo de turbina de gas.





Conclusiones

- El diseñar y hacer simulaciones del túnel de viento en SolidWorks, ayuda a visualizar el resultado que se quiere llegar. No solo eso, se puede comprobar en parte los cálculos que se realizaron antes y ver qué tan lejos o cerca se estuvo al momento de realizarlos.
- - La velocidad en la cámara de pruebas fue un objetivo no alcanzado. esto sucedió a que el rendimiento no sea el adecuado sobre la superficie del colector y el difusor no fuese lisa por la mala aplicación de la fibra de vidrio
- - No se puede apreciar la aerodinámica de objetos porque el humo le hace falta densidad, pero en objetos grandes se aprecia con bastante nitidez





ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)