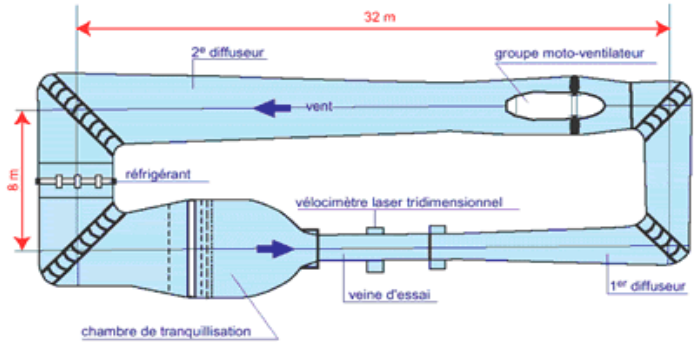
Modulo 1
Tunel de Viento 2D de Circuito Abierto

Antecedentes

Un tunel de viento es una herramienta **experimental** para estudiar los efectos del flujo de aire sobre objetos o cuerpos solidos. El principio de funcionamiento se basa en que el fluido (aire) es soplado o aspirado a través de un ducto equipado con una seccion de ensayos, donde se colocan modelos de distintas geometrias para su estudio.

Hay varias tecnicas para medir las variables importantes que describen la interaccion entre el flujo de aire y el modelo. Las variables mas comunes son velocidad, presion, fuerzas de arrastre y sustentacion etc. Las tecnicas para medir van desde el uso de tubos pitot (presion), anemometros de hilo caliente, laser doppler o PIV (velocidad) y balanzas aerodinamicas (fuerzas), particulas trazadoras tipo humo (visualizaciones).

Los tuneles de viento pueden ser de cirtuito abierto (el aire es soplado o aspirado y luego escapa del tunel hacia la atmosfera) o de circuito cerrado, donde el aire es forzado a circular en forma indefinida al interior del tunel. El tamaño y tipo de fluido puede variar, desde los muy pequeños (http://www.rpi.edu/tphtl/research/lvfp/lvfp.html) donde el tamaño de la seccion de ensayo es del orden los microns (fluido tipicamente es un liquido), hasta los grandes que pueden alojar un avion de tamaño real (http://www.onera.fr) como se observa en la fotos.

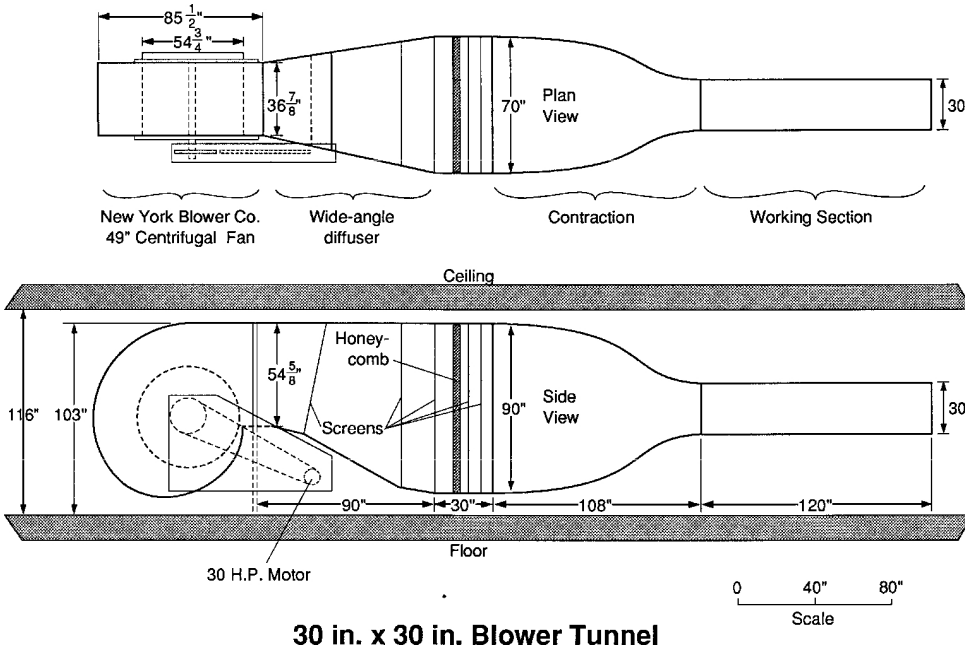


Una tercera clasificacion se realiza en función de la velocidad del flujo U, donde se distingue el numero de Mach M=U/C del tunel, donde C es la velocidad del sonido. Si M<1 el tunel es subsonico, y si M>1 es supersonico.

Los parametros mas importantes que definen la calidad de un tunel de viento son (1) Rango de velocidad (2) Uniformidad del flujo de aire en la seccion de ensayo (3) Fluctuaciones temporales de velocidad (< 0.3 %).

Para lograr un tunel de calidad es necesario diseñarlo usando un nivel de ingenieria avanzado que incorpora una gran parte de los cursos de la Ingenieria Mecanica, y fundamentalmente un gran conocimiento de la Mecanica de Fluidos.

En nuestro caso, diseñaremos un tunel de viento subsonico, de circuito abierto, utilizando el metodo de soplado. Estos tuneles constan tipicamente de 5 etapas como se observa en la figura siguiente (http://navier.stanford.edu/bradshaw/tunnel/index.html).



30 in. x 30 in. Blower Tunnel

1. Ventilador: Le entrega presion y velocidad al aire

2. Difusor: Disminuye la velocidad del flujo aumentando la presion para disminuir las perdidas por friccion.

3. Camara de Laminarizacion: Usa paneles de nido de abeja y mallas finas que deben reducir las fluctuaciones de velocidad del aire (< 0.3 %).

4. Contraccion: Aumenta la velocidad del aire y concentra el flujo en la entrada de la seccion de ensayos.

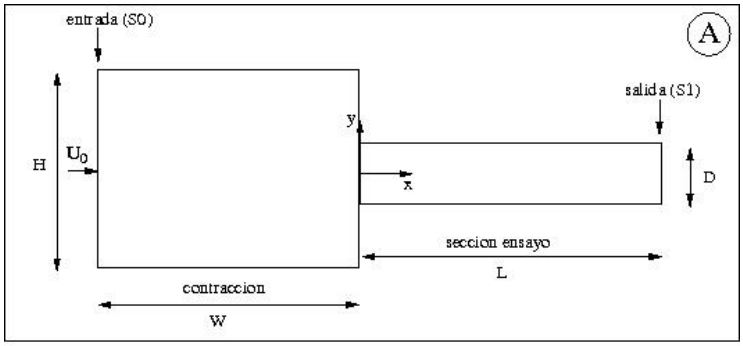
5. Seccion de ensayos: Aqui colocamos los modelos y todos los instrumentos necesarios para realizar las mediciones.

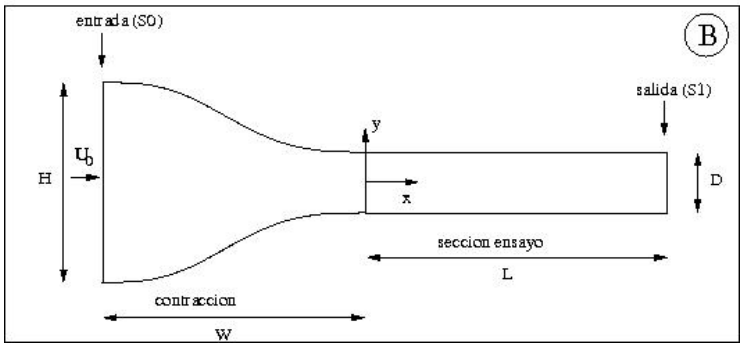
Objetivos del Modulo

1. Diseñar un tunel de viento 2D de circuito abierto (Contraccion y Seccion de Ensayos) .
2. Obtener los perfiles de velocidad aguas arriba y abajo de un modelo
3. Determinar las fuerzas que son generadas sobre el modelo.

CFD del Tunel de Viento

Vamos a considerar un tunel de viento simple en 2 dimensiones (x,y) que consta de 2 partes principales. La contracción o admisión (convergente) de dimensiones (W,H) y la seccion de ensayo de dimensiones (L,D). En la figura se muestran dos casos, usando una contracción recta (caso A) y luego una contraccion suave (caso B) muy similar a los tuneles reales.





Consideramos un flujo de aire de Uo = 0.5 m/s impuesto en las seccion S0 de entrada al tunel (x=-W). Este aire fluye a través de la contraccion y luego ingresa a la seccion de ensayo. El flujo termina por escapar a la atmosfera a través de la sección de salida S1 (x=L). Aquí se asume presión atmosférica P=1 atm (101325 Pa). Las propiedades termofísicas del fluido so: Densidad del fluido es $\rho = 1.22$ kg/m^3 y la viscosidad es $\mu = 1.73 \times 10^{-5}$ Kg/(ms).

El parámetro adimensional que caracteriza el flujo es el número de Reynolds (Re) en la sección de ensayos, definido por $Re = \rho <U> D/\mu = 6.6 \times 10^3$, donde D es el alto de la sección de ensayos y <U> es la velocidad promedio en la entrada de la sección de ensayos.

Casos a resolver

Ud. va a resolver el campo de flujo en las dos situaciones presentadas en la figura anterior.

Caso A: Utilizará la contracción recta rectangular de dimensiones (H=30 cm, W=40 cm) de la figura anterior y la conectará a la sección de ensayos de dimensiones (D=10 cm, L=50 cm). Resolverá para una malla gruesa y luego para una malla fina.

Caso B: Utilizará la contracción suave generada por una función de la forma $y = 5*(1 + \tanh(-x/10)) + 5$ considerando que $-40 < x < 50$. Resolverá para una malla fina.

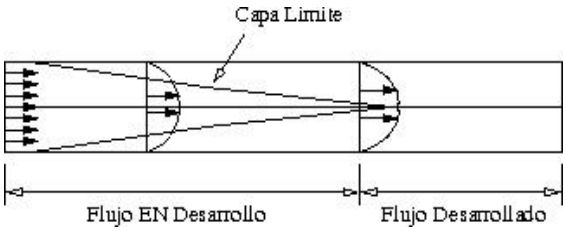
Los campos fluidodinámicos que se obtienen son:

El campo vectorial de velocidad del fluido **U** = (Ux, Uy) y el campo escalar de presión P, ambos campos son funciones del tiempo y la posición.

En ambos casos se pide :

1. Graficar el perfil de la velocidad Ux(x,0) y de presión P(x,0) en función de x, para -W <x<L.
2. Graficar los perfiles de velocidad U(x1,y) , Uy(x1,y), P(x1,y) en función de y, para x1= (0, L/2, L).
3. Graficar el campo vectorial de velocidad en todo el tunel de viento.
4. Graficar las líneas de corriente (pathlines) en todo el tunel de viento.

Se espera que el perfil de velocidad U(y) evolucione a lo largo de la sección de ensayo. Esto porque las zonas de gradientes viscosos elevados (cerca de las paredes) denominadas Capas Limite, van a ir creciendo transversalmente a medida que el flujo evoluciona axialmente (en x), hasta eventualmente tocarse. Cuando esto ocurre, el flujo esta desarrollado y el perfil de velocidad deja de evolucionar con x.



Existen calculos teoricos que permiten estimar el perfil de velocidad para flujo desarrollado. Este calculo lo realizaremos en clase, usando argumentos de similitud con un balance de fuerzas fluidas.

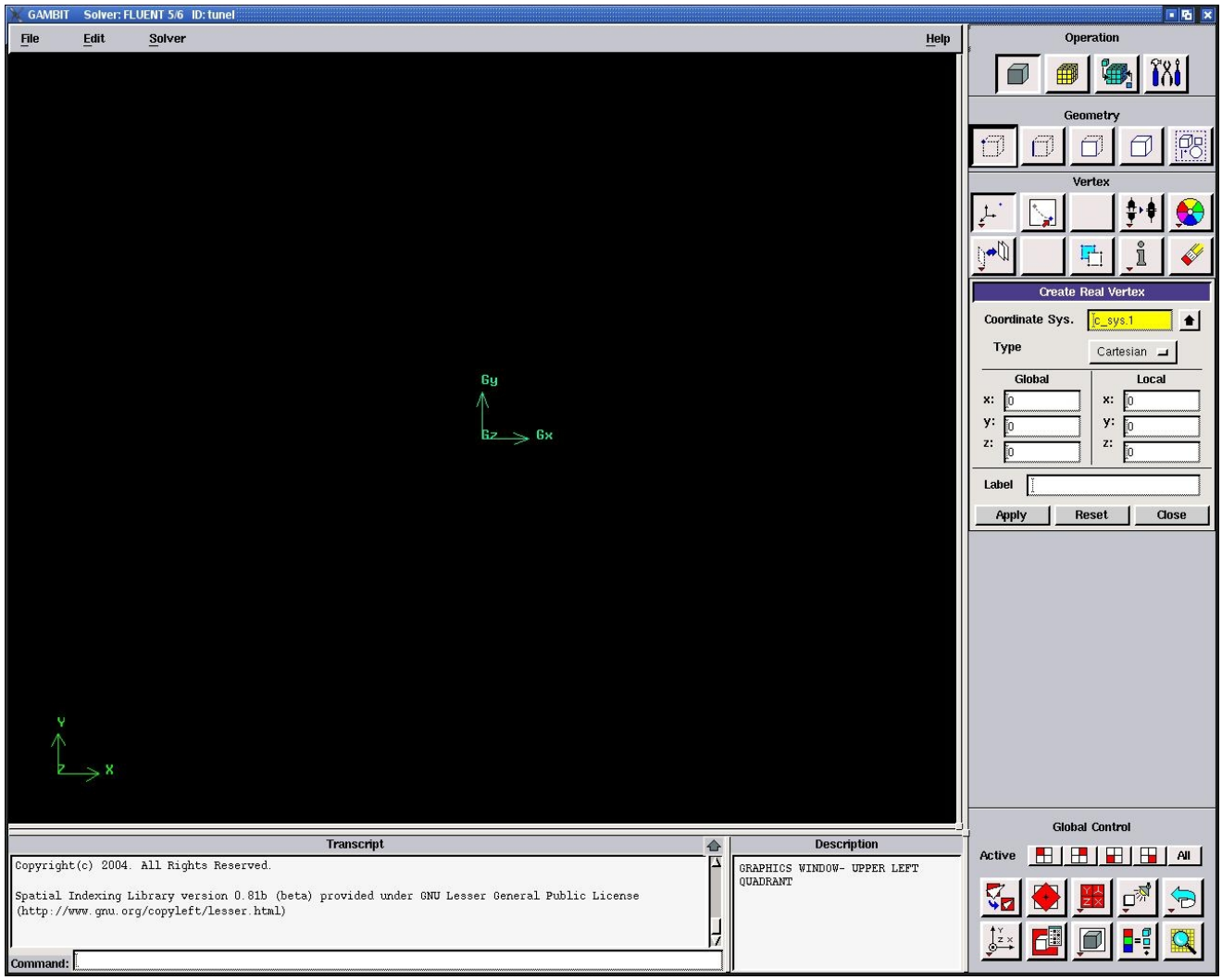
Informe

El alumno entregará un informe escrito (formato pdf) con sus resultados. El informe contiene las siguientes secciones.

	Sección	# páginas	Contenido
1.	Introducción	(1)	Detalles de los tuneles de viento, fotos, etc.
2.	Objetivos	(1)	Objetivos generales y específicos
3.	Modelo en Gambit	(1)	Geometría, Malla, Condiciones de borde
4.	Modelo en Fluent	(1)	Parámetros usados, Tipos discretización, dt, etc
5.	Resultados	(las necesarias)	Residuos, Gráficos, etc
6.	Conclusiones	(1)	Simetría, Reynolds, Estabilidad, Desarrollo dePerfiles
7.	Bibliografía	(1)	Libros, Artículos, Internet, etc.

USO DE GAMBIT

El software GAMBIT posee una ventana gráfica como la que se aprecia en la figura siguiente.



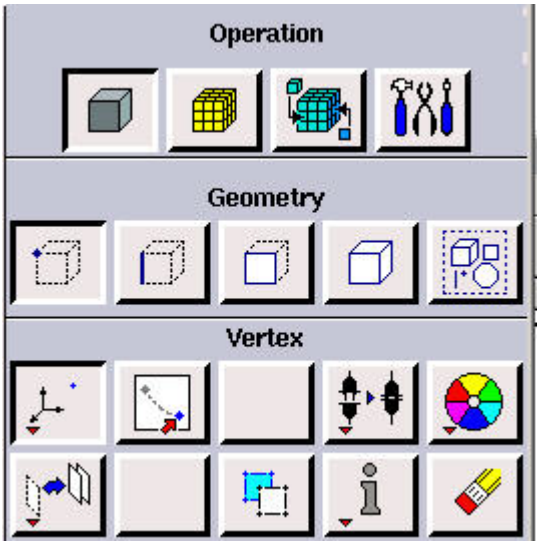
Cada uno de los paneles de la ventana principal son explicados a continuación.

La interfaz gráfica de *GAMBIT* tiene los siguientes módulos

- *Menu Principal*:

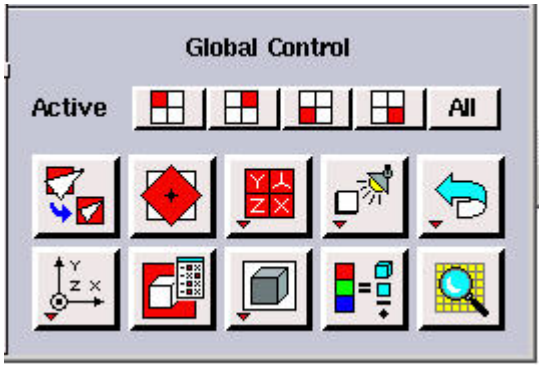
Note que el archivo actual aparece bajo el nombre *pipe* luego de *ID:* en la barra de títulos

- *Panel de Herramientas (Operation):*



Cada vez que elige uno de los botones superiores, aparece un sub-panel asociado. La geometría del subpanel se muestra aquí abajo.

- *Panel de Herramientas de Control Global (Global Control):*

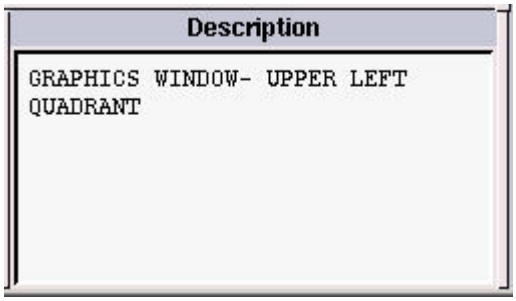


El panel de Herramientas de Control tiene varias opciones: Fit to Screen para que el modelo geometrico ocupe toda la pantalla, y Undo que es usado para deshacer operaciones durante la creación de la geometría y el mallado del modelo.

- *La Zona Gráfica de GAMBIT:*

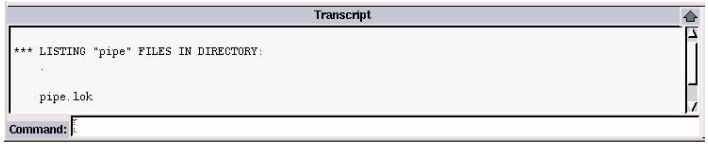
Todos los resultados de las operaciones geométricas o de mallado, aparecen en este *Display Grafico*.

- *Panel de Ayuda de GAMBIT (Description):*



Este Panel de Ayuda despliega información de cada boton al que apunta el Mouse.

- *Ventana de Tarnscripción de GAMBIT (Transcript):*



En esta ventana aparecen los vomandos de GAMBIT y entrega una retroalimentación sobre todas las acciones desarrolladas por GAMBIT. Esta ventana puede ser redimensionada haciendo Click en la *flecha.*