

46
28un

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO DE DUCTOS DE AIRE
ACONDICIONADO ASISTIDO
POR COMPUTADORA

BIBLIOTECA CENTRAL

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
GONZALO FERNANDEZ VALENCIA

DIRECTOR: EDUARDO HERNANDEZ GORIBAR



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INTRODUCCION

La ingeniería de proyectos sufre alteraciones en sus metodologías y procedimientos de cálculo debido a la influencia y accesibilidad del microcomputador digital. Esto hace que se delegue al computador todo cálculo rutinario y sistemático y se mejore la certidumbre, precisión, rapidez y costo del mismo y permite diseñar sistemas óptimos y con un detallado análisis económico.

El objetivo de este trabajo es desarrollar los modelos matemáticos que permitan crear un programa para computadora digital que asista al ingeniero en el diseño óptimo de sistemas de ductos rectangulares de baja velocidad para aire acondicionado.

En el capítulo uno se explican los modelos físicos y económicos que intervienen en el diseño y evaluación de un sistema de ductos. Los primeros son expresiones analíticas derivadas de la mecánica de fluidos y la termodinámica y algunos ajustes funcionales de información experimental. Las ecuaciones implícitas se resuelven por el método numérico de Newton-Raphson o de la secante, según conviene. La evaluación económica se hace mediante el método del valor presente. La optimización se efectúa con base en el método de búsqueda directa; para ésto, se expresan todos los costos en función de la velocidad del ducto conectado a la descarga del ventilador.

El capítulo dos contiene las reglas, procedimientos y metodologías convencionales de el diseño de redes de ductos.

En el capítulo tres se describen los programas y archivos del sistema de cálculo.

En el capítulo cuatro se valida el programa al resolver un ejemplo publicado en un texto de la especialidad y comparar resultados.

Por último, en el capítulo cinco se resuelve, por todos los métodos de

diseño, el mismo sistema empleado en la validación.

Algunas capacidades del programa son:

- Proporciona información detallada de cada tramo de la red de ductos, por ejemplo: velocidad, flujo, longitud, dimensiones, presiones, temperatura, calibre de la lámina, espesor del aislamiento, etc.
- Toma en cuenta restricciones de espacio y velocidad máxima.
- Diseña la red según alguno de los siguientes criterios: velocidad constante, asignación de velocidad, gradiente de presión constante, pérdida de presión balanceada y recuperación de presión estática.
- Cubre un amplio rango de presiones atmosféricas.
- Analiza sistemas de ductos existentes.
- Estima la pérdida de presión de los accesorios más comunes.
- Selecciona la trayectoria de mayor pérdida de presión.
- Calcula la transmisión de calor en la red de ductos.
- Hace estimaciones de costos de aislamiento, lámina, mano de obra y de operación.
- Imprime resultados y lista de materiales (lámina y aislamiento).
- Determina la presión total y estática del ventilador y su potencia aproximada.
- Diseña sistemas de inyección, retorno y extracción.
- Grafica los resultados más importantes.
- Emplea el Sistema Internacional de Unidades.

INDICE

INTRODUCCION	1
INDICE	3
NOTACION	6
1. FUNDAMENTOS	8
1.1 Propiedades termodinámicas y físicas del aire	8
1.1.1 Densidad	8
1.1.2 Viscosidad	9
1.1.3 Condiciones estándares	9
1.2 Ecuación de Bernoulli	9
1.3 Pérdidas de presión en un ducto redondo	11
1.4 Dimensionamiento de un ducto redondo	13
1.5 Cálculo de ductos rectangulares	14
1.6 Pérdidas de presión en accesorios	15
1.6.1 Codo de sección rectangular	16
1.6.2 Derivaciones	17
1.7 Cálculo del ventilador	20
1.7.1 Presión total del sistema	20
1.7.2 Presión estática del ventilador	22
1.7.3 Selección del ventilador	22
1.7.4 Potencia	22
1.8 Transferencia de calor en un ducto	24
1.9 Cuantificación de lámina y aislamiento en la manufactura de ductos	26
1.10 Topología de la red	27
1.11 Evaluación económica	29
1.11.1 Consideraciones técnico-económicas en el diseño de ductos	29
1.11.2 Costo de un sistema de ductos	30

2.	METODOLOGIAS DE DISEÑO	32
2.1	Reglas generales para el diseño de ductos	33
2.2	Procedimiento de diseño de ductos	33
2.3	Método de asignación de velocidad	34
2.4	Método de fricción constante	35
2.4.1	Procedimiento	35
2.4.2	Ecuaciones de dimensionamiento	36
2.4.3	Comparación del método	36
2.5	Método de pérdida de presión balanceada	37
2.5.1	Procedimiento	37
2.5.2	Ecuaciones de dimensionamiento	37
2.5.3	Comparación del método	38
2.6	Método de recuperación de presión estática	38
2.6.1	Procedimiento	38
2.6.2	Ecuaciones de dimensionamiento	38
2.6.3	Comparación del método	41
3.	DESCRIPCION DE PROGRAMAS Y ARCHIVOS	42
3.1	Programas	43
3.1.1	Datoductos	43
3.1.2	Calcula1	43
3.1.3	Calcula2	43
3.1.4	Solductos	43
3.1.5	Grafica	43
3.1.6	Programas de soporte	43
3.2	Archivos	44
3.2.1	Ductos.data	44
3.2.2	Inyección.data y retorno.data	46

3.2.3 Inyección.resul y retorno.resul	46
3.2.4 Ductos.resul	47
3.2.5 Ductos.hoja	48
3.3 Forma de captura	50
4. VALIDACION Y EJEMPLOS	51
4.1 Validación	51
4.2 Ejemplos	55
4.2.1 Velocidad constante	55
4.2.2 Fricción constante	55
4.2.3 Pérdida de presión balanceada	55
4.2.4 Recuperación de presión estática	55
4.3 Comparación de resultados de los métodos de diseño	56
CONCLUSIONES	65
REFERENCIAS	66
APENDICES	67
A.1 Listado de datotuctos	67
A.2 Listado de calcula1	75
A.3 Listado de calcula2	88
A.4 Listado de solductos	93
A.5 Listado de grafica	101

NOTACION

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	UNIDADES
A	Angulo	grados
A	Area	m ²
AL	Area del aislamiento por unidad de longitud	m
APLICA	Tipo de aplicación	
A1	Variable auxiliar	
A2	Variable auxiliar	
B	Parámetro auxiliar	
c	Calibre de lámina	
C	Constante de proporcionalidad	
CA	Costo del aislamiento	\$
CAD	Costo de adquisición	\$
CE	Costo de la energía eléctrica	\$/kW-h
CL	Costo de la lámina	\$
CMDA	Costo de la mano de obra del aislamiento	\$
CMOL	Costo de la mano de obra de la lámina	\$
CO	Costo de operación	\$
CP	Calor específico a presión constante	J/kg·K
CSI	Costo de los servicios de ingeniería	\$
CT	Costo total	\$
CUA	Costo unitario del aislamiento	\$/m ²
CUL	Costo unitario de la lámina	\$/kg
CUMDA	Costo unitario de la mano de obra del aislamiento	\$/m ²
CUMOL	Costo unitario de la mano de obra de la lámina	\$/kg
d	Densidad	kg/m ³
D	Diámetro	m
de	Densidad en condiciones estándares	kg/m ³
De	Diámetro equivalente	m
Dh	Diámetro hidráulico	m
dr	Densidad en condiciones reales	kg/m ³
DT	Diferencia de temperatura	K
e	Rugosidad absoluta	m
E	Espesor del aislamiento	m
Ed	Eficiencia del difusor	
Em	Eficiencia del motor	
Ev	Eficiencia del ventilador	
f	Factor de fricción	
FEVF	Factor de escalación a valor presente	
g	Gravedad	m/s ²
G	Peso específico	N/m ³
he	Coefficiente de convección exterior	W/m ² ·K
He	Potencia eléctrica	W
He	Potencia en condiciones estándares	W
hi	Carga de presión	m
hi	Coefficiente de convección interior	W/m ² ·K
Hh	Potencia hidráulica	W
Hm	Potencia mecánica	W
Hr	Potencia en condiciones reales	W
i	tasa de interés	
J	tasa de escalación de costos	
k	Conductividad térmica	W/m·K
k	Rugosidad relativa	

E	Coefficiente de pérdidas dinámicas	
EA	Factor de ángulo	
EF	Factor de flujo	
EO	Coefficiente de pérdidas dinámicas de codo de 90°	
L	Longitud del ducto	m
Leq	Longitud equivalente del accesorio	m
Ma	Viscosidad absoluta	Pas
n	número de años	
Na	Viscosidad cinemática	m ² /s
P	Presión	Pa
Pc	Presión crítica	Pa
Pd	Presión dinámica	Pa
Pe	Presión estática	Pa
Pe	Presión en condiciones estándares	Pa
Pev	Presión estática del ventilador	Pa
Pf	Pérdida de presión por fricción	Pa
Pi	3.141592654	
Pl	Gradiente de presión	Pa/m
Pr	Presión en condiciones reales	Pa
Pr	Presión reducida	
Pt	Presión total	Pa
q	Calor perdido o ganado a lo largo del ducto	W
Q	Gasto	m ³ /s
r	Constante particular de un gas	J/kg·K
R	Radio medio	m
R	Resistencia térmica	K·m ² /W
Re	Resistencia térmica del aislamiento	K·m ² /W
Re	Número de Reynolds	
RPr	Recuperación de presión estática real	Pa
RPt	Recuperación de presión estática teórica	Pa
SP	Semiperímetro	m
t	tiempo de operación del ventilador	h/semana
T	Temperatura	K
Ta	Temperatura ambiente	K
Tc	Temperatura crítica	K
Te	Temperatura de entrada	K
Tr	Temperatura reducida	
Ts	Temperatura de salida	K
u	Factor de superficie	
U	Coefficiente global de transferencia de calor	W/m ² ·K
V	Velocidad promedio	m/s
w	Densidad de la lámina por metro cuadrado	kg/m ²
WL	Densidad del ducto por metro lineal	kg/m
λ	Ancho de un ducto	m
XY	Relación ancho/peralte	
y	Grupo adimensional	
Y	Peralte del ducto	m
Z	Altura	m

FUNDAMENTOS

1.1 PROPIEDADES TERMODINAMICAS Y FISICAS DEL AIRE

1.1.1 DENSIDAD

En los sistemas de aire acondicionado se supone que el aire se comporta como gas ideal o perfecto, es decir, cumple con

$$d = P/r/T \quad (1.1)$$

Para validar que el aire es gas ideal hay que asegurar que el factor de compresibilidad Z sea igual a la unidad.

La presión reducida es el cociente de la presión del gas a la presión crítica. La temperatura reducida es igual al cociente de la temperatura del gas a la temperatura crítica del mismo.

El aire es una mezcla de Nitrógeno, Oxígeno, Argón y dióxido de Carbono con las siguientes proporciones en fracción molar (2)

Nitrógeno	0.7807
Oxígeno	0.2095
Argón	0.0093
Dióxido de carbono	0.0005

Para estas proporciones se obtiene que

$$r = 287.055 \text{ J/kg/K}$$

$$T_c = 132.5 \text{ K}$$

$$P_c = 3.77 \text{ MPa}$$

Si se admite un 2% de error para el factor antes mencionado y se utiliza

la gráfica generalizada de compresibilidad de la referencia (2) se obtienen los siguientes intervalos para las variables críticas

$$0.6 < Pr_c < 0.04 \quad (1.2)$$

$$1 < Tr_c < 3 \quad (1.3)$$

Esto implica que para temperaturas menores que 124°C y mayores que -140°C y presiones menores que 150 kPa y mayores que 0 absoluta el aire se comporta como gas perfecto, con un error relativo máximo de 2%.

1.1.2 VISCOSIDAD

A presiones menores que 10 atm. la viscosidad del aire depende primordialmente de la temperatura y se puede calcular según la siguiente expresión (3)

$$\mu_a = 1.101 \times 10^{-6} (1.8 \times T)^{1.5} / (1.8 \times T + 200) \quad (1.4)$$

donde

μ_a = Viscosidad absoluta, Pa.s

T = Temperatura absoluta, K

1.1.2 CONDICIONES ESTANDARES

Existen varias definiciones de las propiedades del aire estandar. Las condiciones del aire estándar a nivel del mar en los Estados Unidos de Norte América (1) se muestran en la TABLA 2.1.

TABLA 1.1 PROPIEDADES DEL AIRE ESTANDAR

PROPIEDAD	SIMBOLO	S. I.	BRITANICO
Temperatura	T	288 K	59 F
Presión	P	101.3 kPa	14.696 psia
Densidad	d	1.225 kg/m ³	0.002377 slug/ft ³
Viscosidad	μ_a	1.781x10 ⁻⁵ kg/m.s	3.719x10 ⁻⁷ Lbf.sec/ft ²
Calor específico a presión cte.	cp	1.004 kJ/kg.K	0.002884 Btu/lbm/R

Se considera que el calor específico a presión constante no varía en el rango de temperaturas establecido.

1.2 ECUACION DE BÉRNOLLI

La ecuación de Bernoulli resulta muy útil en el análisis del flujo de aire en ductos. Su forma más conocida es

$$z_1 + V_1^2/2g + P_1/\rho = z_2 + V_2^2/2g + P_2/\rho \quad (1.5)$$

Los subíndices 1 y 2 se refieren a dos puntos de una línea de corriente.

Es importante tomar en cuenta que dicha ecuación es válida solo bajo las siguientes condiciones:

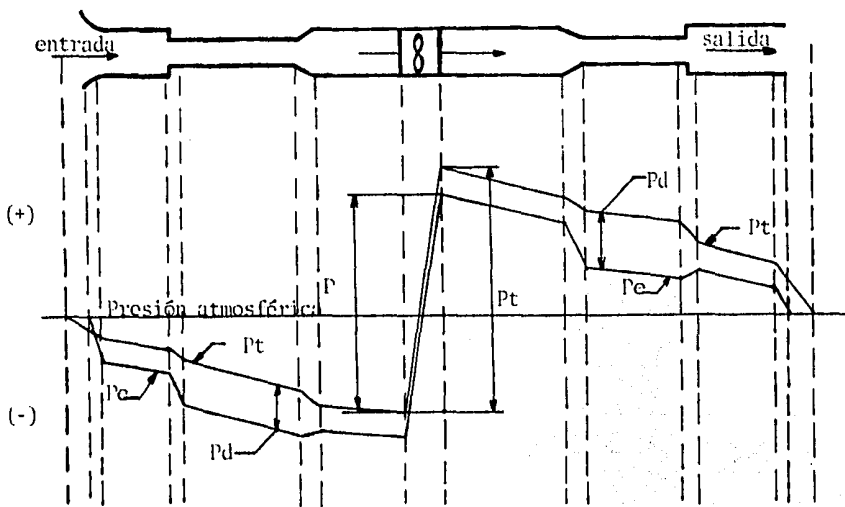
- Movimiento a lo largo de una línea de corriente
- Flujo sin fricción
- Régimen permanente
- Flujo adiabático
- No hay intercambio de trabajo
- Densidad constante

La última restricción se cumple para el flujo de aire en ductos cuando el cambio de presión entre dos puntos cualesquiera de una red de ductos es pequeño en comparación con la presión absoluta.

La ecuación de Bernoulli tiene una modalidad más conveniente para el estudio de gases

$$d\alpha V_1^2/2 + P_1 = d\alpha V_2^2/2 + P_2 + h_f d\alpha g \quad (1.3)$$

En la expresión anterior se han despreciado los términos de energía potencial, debido a que el peso específico de los gases es muy pequeño y porque las diferencias de niveles no son importantes, y se han considerado las pérdidas de presión originadas por la viscosidad del fluido. Esta ecuación (1.3) ayuda a comprender el fenómeno del flujo de aire en ductos, en donde los únicos términos importantes son la presión estática, la presión dinámica y las pérdidas viscosas. Las presiones estática y dinámica pueden crecer o decrecer en dirección del flujo, dependiendo del área de la sección transversal del ducto. Las pérdidas viscosas siempre son positivas, lo que ocasiona que la presión total (estática más dinámica) decrezca en el sentido del flujo. La figura 1.1 ilustra estos principios.



Pt=Presión total Pe=Presión estática Pd=Presión dinámica

FIGURA 1.1 CAMBIOS DE PRESION A LO LARGO DE UN DUCTO

1.3 PERDIDAS DE PRESION EN UN DUCTO REDONDO.

Las pérdidas de presión en un ducto redondo se deben a la disipación de energía por efecto de la viscosidad. Cuando se trata de un flujo incompresible y permanente, dichas pérdidas se pueden evaluar mediante la ecuación de Darcy-Weisbach

$$P_f = f \cdot L \cdot \rho \cdot V^2 / 2D \quad (1.7)$$

El factor de fricción f es función de la rugosidad relativa k y del número de Reynolds Re . La definición de estos números adimensionales es

$$k = e/D \quad (1.8)$$

$$Re = V \cdot D / \nu \quad (1.9)$$

Para Reynolds menores que 2000, se tiene flujo laminar y el factor de fricción viene dado por (4)

$$f = 64/Re \quad (1.10)$$

En el régimen turbulento se emplea la ecuación de Colebrook (4)

$$f^{-0.5} = -0.86 \ln(k/3.7 + 2.51 \cdot f^{-0.5}/Re) \quad (1.11A)$$

Esta ecuación se puede resolver con el método numérico Newton-Raphson, cuya fórmula de recurrencia es

$$\lambda_{n+1} = \lambda_n + F(\lambda_n)/F'(\lambda_n)$$

donde

$F(\lambda)$ = Función con algún cero

$F'(\lambda)$ = Derivada de $F(\lambda)$

λ_n = Cero aproximado

λ_{n+1} = Cero mejorado

En el caso de la ecuación de Colebrook se tiene

$$F(f_n) = f_n^{-0.5} + 0.86 \ln(k/3.7 + 2.51 \cdot f_n^{-0.5}/Re) \quad (1.11B)$$

$$F'(f_n) = -(f_n^{-1.5} \cdot (0.5 + 3.99341/(Re \cdot k) + 9.287 \cdot f_n^{-0.5})) \quad (1.11C)$$

El valor inicial recomendable es (4)

$$f_1 = 0.316 \cdot Re^{-0.25} \quad \text{para } k \leq 1E-5 \quad (1.11D)$$

$$f_1 = (-0.86 \ln(k/3.7))^{-0.5} \quad \text{para } k > 1E-5 \quad (1.11E)$$

Wood (4) propuso una forma explícita para el factor de fricción

$$f = A + B \cdot Re^{-C} \quad (1.12)$$

$$\text{para } Re = 10\,000$$

$$\gamma = 1 \cdot 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

donde

$$A = 0.044 \cdot (0.225 + 0.53 \cdot k)$$

$$E = 86 \cdot k \cdot 0.44$$

$$C = 1.62 \cdot (0.134)$$

Con la intención de demostrar la aplicabilidad de la fórmula de Wood al caso del diseño de ductos de aire acondicionado, se procede a determinar los regímenes de flujo más extremos con base en los valores límites de las variables involucradas.

Viscosidad

$$\text{Nu}_{(\min)} = 0.00001 \text{ m}^2/\text{s} \text{ para } T = -40^\circ\text{C} \text{ y } P = 1 \text{ atm}$$

$$\text{Nu}_{(\max)} = 0.0000777 \text{ m}^2/\text{s} \text{ para } T = 500^\circ\text{C} \text{ y } P = 1 \text{ atm}$$

Velocidad

$$V_{(\min)} = 2.0 \text{ m/s. velocidades menores requieren ductos muy grandes}$$

$$V_{(\max)} = 10 \text{ m/s. velocidad máxima en sistemas de baja velocidad}$$

Diametros

$$D_{(\min)} = 0.3 \text{ m. por limitaciones de fabricación del ducto}$$

$$D_{(\max)} = 2 \text{ m. por restricciones de espacio}$$

Reynolds

$$Re_{(\min)} = V_{(\min)} D_{(\min)} / \text{Nu}_{(\max)} = 10000$$

$$Re_{(\max)} = V_{(\max)} D_{(\max)} / \text{Nu}_{(\min)} = 2000000$$

Rugosidad relativa

Las láminas de acero galvanizado y de aluminio tienen una rugosidad absoluta de 0.00015 m.

$$f_{(\min)} = e/D_{(\max)} = 0.000075$$

$$f_{(\max)} = e/D_{(\min)} = 0.0005$$

Con estos resultados se comprueba la aplicabilidad de la fórmula de Wood para el caso de interés.

1.4 DIMENSIONAMIENTO DE UN DUCTO REDONDO

Uno de los problemas más comunes e importantes en flujo de fluidos es el de dimensionar de un conducto circular suponiendo conocidos el gasto volumétrico o másico, la pérdida de presión, la longitud y rugosidad del tubo y la viscosidad el fluido. Si se resuelve este problema empleando la relación de Colebrook, se requiere gran manipulación algebraica de la ecuación, por causa de la intervención del diámetro en el número de Reynolds, el factor de fricción y la rugosidad relativa.

Si se expresa el número de Reynolds en función de un gasto conocido se tiene

$$Re = V \times D / \nu = 4 \times Q / \pi \times D / \nu \quad (1.13)$$

Similarmente, el factor de fricción toma la forma

$$f = 2 \times g \times h_f \times D / L \times V^2 = \pi^2 \times g \times h_f \times D^5 / 8 \times L / Q^2 \quad (1.14)$$

El diámetro se elimina al definir el parámetro B como sigue

$$B = (f \times Re^5)^{0.5} = (128 \times g \times h_f \times Q^3 / \pi^3 \times L / \nu^5)^{0.5} \quad (1.15)$$

La eliminación del diámetro de la rugosidad se logra al agrupar

$$e \times \nu / Q = 4 \times k / \pi \times Re \quad (1.16)$$

Al sustituir (1.15) y (1.16) en la ecuación de Colebrook (1.11) se obtiene

$$Re^{2.5} = -0.86 \times B \times \ln(\pi \times e \times \nu / 14.8 \times Q \times Re + 2.51 \times Re^{1.5} / B) \quad (1.17A)$$

Si se aplica la fórmula de recurrencia de Newton-Raphson a la expresión anterior resulta

$$F(Re_n) = Re_n^{2.5} + 0.86 \times B \times \ln(Re_n \times (C + A)) \quad (1.17B)$$

$$F'(Re_n) = 2.5 \times Re_n^{1.5} + 0.86 \times B \times (A + 1.5 \times C) / Re_n \times (C + A) \quad (1.17C)$$

donde

$$A = \pi \times k \times \nu / 14.8 \times Q$$

$$B = (128 \times \pi \times Q^3 / \pi^3 \times \nu^5 / d)^{0.5}$$

$$C = 2.51 \times Re_n^{0.5} / B$$

Conviene tomar el primer valor de Re de la ley de potencias para paredes lisas (12)

$$Re_1 = 1.43 \times B^{0.416} \quad (1.18)$$

Al resolver (1.17) para Re y despejar D de (1.13) se encuentra el diámetro buscado.

En el caso de flujo laminar ($B < 3.2 \times 10^7$) se emplea la expresión

$$Re = (B/8)^{0.5} \quad (1.19)$$

1.5 CALCULO DE DUCTOS RECTANGULARES

En la práctica común se instalan ductos rectangulares en vez de circulares porque son más fáciles de construir y aprovechan mejor el espacio disponible en plafones estrechos, a pesar de emplear mayor cantidad de lámina.

Los conductos circulares y rectangulares de igual área seccional e igual flujo volumétrico tienen distintas pérdidas de presión para la misma velocidad. La pérdida en conductos rectangulares es mayor debido a que la superficie en contacto con el fluido es mayor.

Las relaciones que valúan la pérdida de presión y dimensionan ductos circulares son aplicables a ductos rectangulares con ayuda del diámetro hidráulico o el diámetro equivalente. Si se desea que las pérdidas de presión y la velocidad en ambos conductos sean iguales, dichas relaciones se expresan en función de la velocidad y el diámetro hidráulico. Cuando se pretende que el mismo gasto en los dos conductos ocasione igual pérdida de presión, las fórmulas a emplear deben estar en función del gasto y del diámetro equivalente.

El diámetro hidráulico se define como la relación del cuádruplo del área seccional al perímetro mojado. En un ducto rectangular se tiene

$$D_h = 4 \times (\text{área seccional}) / \text{perímetro}$$

$$D_h = 2 \times \lambda \times \gamma / (\lambda + \gamma) \quad (1.20)$$

La fórmula del diámetro equivalente se obtiene al igualar las pérdidas de presión de un conducto circular y un rectangular para igual gasto, empleando la ecuación de Darcy-Weisbach. Así, el diámetro equivalente es

$$D_e = 1.3 (\lambda \times \gamma)^{0.625} / (\lambda + \gamma)^{0.25} \quad (1.21)$$

El uso de las fórmulas (1.20) y (1.21) es válido para relaciones ancho/peralte menores que 8.

El procedimiento más recomendable para calcular ductos rectangulares a partir del gasto es:

1. Determinar el diámetro equivalente con la ecuación (1.17).
2. Calcular la pérdida de presión con la ecuación de Darcy-Weisbach expresada en función del gasto y el diámetro equivalente.
3. Hallar una sección rectangular con ayuda de la expresión (1.21).
4. Calcular la velocidad dividiendo el gasto entre la sección rectangular.

El ducto rectangular que se construye con la menor cantidad de lámina es el de sección cuadrada, por esta razón conviene que la relación ancho-peralte sea lo más cercana a la unidad.

1.6 PERDIDAS DE PRESION EN ACCESORIOS

En el diseño de un sistema de ductos es muy importante tomar en cuenta el efecto que tienen los accesorios sobre la variación de la presión a lo largo del sistema, ya que la pérdida de presión en éstos puede ser mayor que la ocasionada por los tramos rectos.

Las pérdidas en accesorios varían aproximadamente con el cuadrado de la velocidad, razón por la cual se ha convenido en llamarlas pérdidas dinámicas. Es práctica común valuar dichas pérdidas con ayuda de coeficientes experimentales asociados a la presión dinámica, conocidos como coeficientes de pérdida dinámica; estos indican el número de presiones dinámicas que igualan la pérdida de presión en el accesorio. Dichos coeficientes están íntimamente ligados a la geometría del accesorio. De acuerdo a lo anterior, el coeficiente de pérdida dinámico se relaciona con la pérdida de presión así

$$P_f = K_d \times V^2 / 2 \quad (1.22)$$

Es importante hacer notar que las expresiones empleadas para estimar la pérdida de presión son imprecisas debido a la gran influencia que tiene la calidad de construcción del accesorio, las características del arreglo general del sistema y el régimen de flujo.

El tamaño relativamente pequeño de los accesorios indica que la pérdida de presión se debe principalmente a intercambios de cantidad de movimiento de las porciones del fluido que tienen distinta velocidad (pérdidas dinámicas) más que a los esfuerzos cortantes generados por las paredes del accesorio (pérdidas friccionales). El efecto dinámico se reduce al evitar cambios de sección y dirección, ya que los cambios de sección transversal influyen en la rapidez de las partículas, mientras que los cambios de dirección tienen efecto tanto en la dirección como en la rapidez. Aunque las pérdidas dinámicas no pueden separarse de las pérdidas friccionales se calculan independientemente y se asumen concentradas en un punto. Los coeficientes de pérdida dinámica cuantifican únicamente la pérdida dinámica en el accesorio. Las pérdidas friccionales se calculan con mejor precisión si se miden los tramos rectos de ducto entre líneas de centro de un accesorio a otro.

Otra forma de valuar la pérdida de presión en accesorios consiste en asociarles una longitud recta equivalente. Aunque esto sea un concepto artificial, es muy útil en algunos casos.

La relación entre longitud equivalente y coeficiente dinámico se deduce al igualar la pérdida de presión expresada en función del coeficiente dinámico con la pérdida de un tramo recto; después de simplificaciones algebraicas resulta

$$K = f \times L_{eq} / D \quad (1.23)$$

donde

- K = Coeficiente de pérdida dinámica del accesorio
- L_{eq} = Longitud equivalente del accesorio, m
- f = Factor de fricción del accesorio
- D = Diámetro, m

1.6.1 CODO DE SECCION RECTANGULAR

El coeficiente de pérdida dinámica para un codo de sección rectangular cualquiera se ve afectado por la geometría del mismo, el régimen de flujo y el ángulo de desviación. La expresión de este coeficiente para un codo de 90 grados se obtiene mediante un ajuste sobre la figura 0.8 de la referencia (5) y es

$$\text{Si } (r/\lambda) \leq 2.5 \quad k_0 = 0.320 \cdot (R/\lambda) - 1.478 \cdot (r/\lambda) + 0.207 \cdot (R/\lambda)^{0.111} \quad (1.24A)$$

$$\text{Si } (Y/\lambda) > 2.5 \quad k_0 = 0.291 \cdot (R/\lambda) - 1.577 \cdot (Y/\lambda) + 0.157 \cdot (R/\lambda)^{0.588} \quad (1.24B)$$

El valor obtenido con (1.24) se multiplica por el factor de flujo y por el factor de ángulo si el ángulo es distinto de 90 grados, los cuales son, respectivamente

$$K_F = 1 + 1.0333 \cdot E \cdot P \cdot (-Re/75075) \quad (1.25A)$$

$$K_A = 0.0441 \cdot A^0.0826 \quad (1.25B)$$

Estas expresiones se desarrollaron con base en la información gráfica de la referencia (5).

Así, la ecuación más general del coeficiente de pérdida dinámica de un codo rectangular es

$$k = K_A \cdot K_F \cdot k_0 \quad (1.26)$$

A continuación se muestran las figuras que indican como obtener los parámetros necesarios para emplear correctamente la ecuación (1.24) y una tabla de la misma.

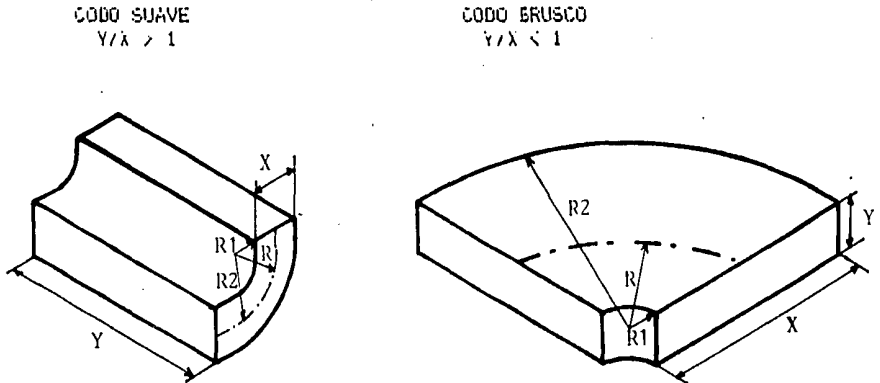


FIGURA 1.2 CODOS RECTANGULARES

TABLA 1.2 COEFICIENTE DE PERDIDA DINAMICA DE UN CODO RECTANGULAR (K_0)

	γ/λ									
R/λ	0.25	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	3.00	4.00	6.00	8.00
0.50	1.50	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00	1.00	1.10	1.20	1.20
0.75	0.57	0.52	0.48	0.44	0.40	0.39	0.39	0.40	0.43	0.44
1.00	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.18	0.19	0.21	0.21
1.50	0.22	0.20	0.19	0.17	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.17
2.00	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14	0.15	0.15

1.6.2 DERIVACIONES

Se entiende por derivación la bifurcación de un flujo en una trayectoria recta y otra desviada un cierto ángulo con respecto a la trayectoria recta. Las expresiones que valúan estas pérdidas (1.32 a 1.39) dependen del área seccional, el ángulo de desviación y de la velocidad del fluido de cada derivación, por esto, el primer paso a seguir en el cálculo de las pérdidas en derivaciones consiste en determinar la velocidad.

Si el gradiente de presión es el mismo en cualquier trayectoria, es posible relacionar el gasto con la velocidad y la sección transversal. Para esto se emplea la expresión experimental (1.27), la cual es válida para ductos circulares y rectangulares y se obtuvo de la referencia o

$$P_f = C_{nda} L \rho g 1.82 / D 4.80 \quad (1.27)$$

donde

C = Constante de proporcionalidad que depende del material

Al despejar el diámetro de la ecuación anterior

$$D = (C_{nda} L \rho g 1.82 / P_f)^{0.2058} \quad (1.28)$$

La relación de diámetros para derivaciones con igual pérdida de presión por unidad de longitud, con base en (1.28), está dada por

$$D_2/D_1 = (Q_2/Q_1)^{0.375} \quad (1.29)$$

por tanto, la relación de áreas es

$$A_2/A_1 = (Q_2/Q_1)^{0.75} \quad (1.30)$$

por último, la relación de velocidades se deduce con ayuda de la ecuación de continuidad y (1.30)

$$V_2/V_1 = (Q_2/Q_1)^{0.25} \quad (1.31)$$

Estas fórmulas permiten expresar los coeficientes de pérdida dinámica en función de los gastos de cada trayectoria de la derivación.

INYECCION

La red de inyección está constituida por las ramas comprendidas entre la salida del ventilador y los elementos de inyección de aire al recinto.

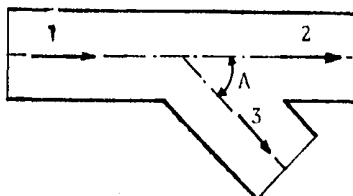


FIGURA 1.3 A DERIVACION DE INYECCION

La pérdida de presión en la trayectoria recta de una derivación de inyección es pequeña en comparación con la de otros accesorios. En un sistema de baja velocidad puede calcularse así (7)

$$P_f = d \cdot V_2^2 / 2 \approx 0.4 \cdot (1 - V_2/V_1)^2$$

por tanto

$$k = 0.4 \cdot (1 - V_2/V_1)^2 \quad (1.32)$$

y para el caso de igual fricción

$$k = 0.4 \cdot (1 - (Q_2/Q_1))^{0.25,2} \quad (1.33)$$

La pérdida de presión en la trayectoria con cambio de dirección está influida por el ángulo de desviación. El coeficiente de pérdida asociado a la presión dinámica en el punto 3 de la figura 2.3 se calcula con la siguiente expresión, la cual es un ajuste sobre la curva de la figura 6.11 de la referencia 7

$$k = (0.4 + (A - 45)/30) \cdot (V_3/V_1)^{(-2.3589 + 0.0206 \cdot (A - 45))} \quad (1.34)$$

$$A \geq 45 \text{ grados}$$

para igual fricción resulta

$$K = (0.4 + (A - 45)/30) \cdot (Q_3/Q_1)^{(-0.6 + (A - 45)/194)} \quad (1.35)$$

RETORNO

La red de retorno está formada por las ramas ubicadas entre las rejillas de retorno y la succión del ventilador.

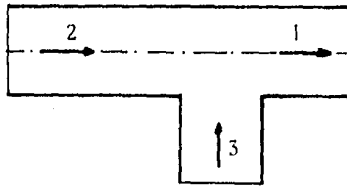


FIGURA 1.3.B DERIVACION DE RETORNO

La trayectoria recta de una entrada de retorno con desviación de 90 grados presenta una pérdida dinámica que se estima con (7)

$$P_f = d \cdot V_1^2 / 2 \cdot (1 - (V_2/V_1)^2)$$

es decir $K = 1 - (V_2/V_1)^2$ (1.36)

si se trata de igual fricción resulta

$$K = 1 - (Q_2/Q_1)^{0.5}$$
 (1.37)

La pérdida correspondiente a la trayectoria con cambio de dirección de 90 grados también está asociada a la presión dinámica del punto 1 de la figura 1.4, su expresión es (7)

$$K = 1.5 \cdot (A_1/A_2)^2 - 1$$
 (1.38)

para pérdida de presión constante se obtiene

$$K = 1.5 \cdot (Q_1/Q_2)^{1.5} - 1$$
 (1.39A)

$$K = 1.5 \cdot (V_1/V_2)^{0.375} - 1$$
 (1.39B)

donde

P_t = Presión total del sistema

P_{e_1} = Presión estática de operación del difusor de inyección conectado al recinto CR

P_{e_r} = Presión estática de operación de la rejilla de retorno CR

P_{f_1} = Pérdidas viscosas en la inyección

P_{f_r} = Pérdidas viscosas en el retorno

P_{d_1} = Presión dinámica de la rama de inyección CR

P_{d_r} = Presión dinámica de la rama de retorno CR

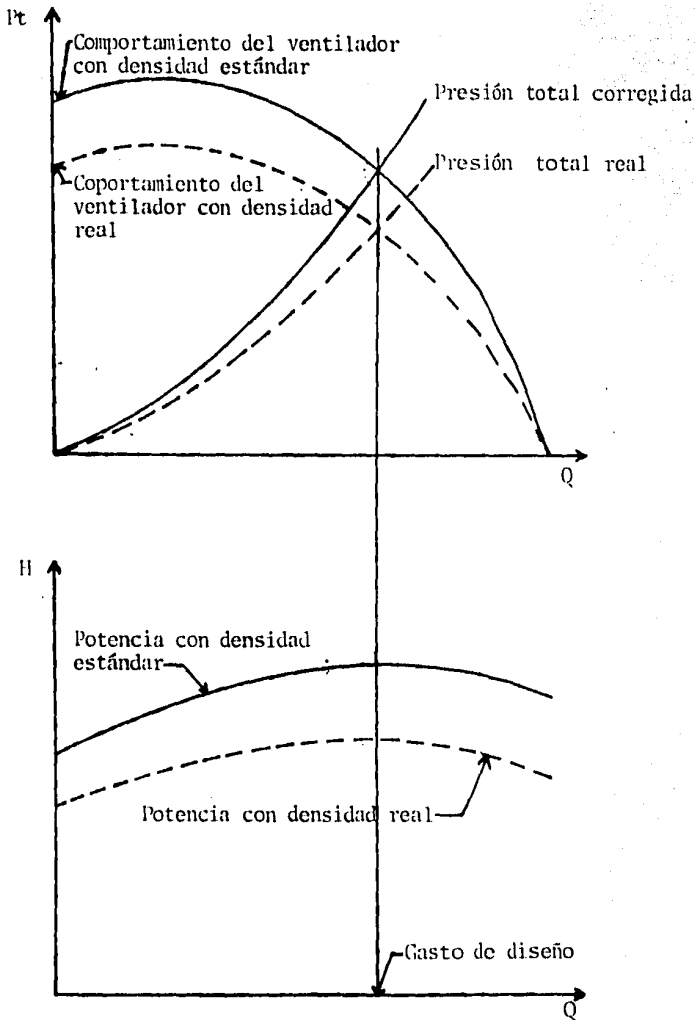


FIGURA 1.5 EFECTO DE LA DENSIDAD EN LA SELECCION DEL VENTILADOR

1.7.2 PRESION ESTÁTICA DEL VENTILADOR

La presión estática del ventilador es igual al incremento de presión total menos la presión dinámica a la salida del mismo

$$P_{ev} = P_t - P_{d_s} \quad (1.43)$$

1.7.3 SELECCION DEL VENTILADOR

El ventilador se selecciona con base en el flujo volumétrico, la presión total del sistema y la presión estática del ventilador. La presión total y el flujo volumétrico están relacionadas con la potencia requerida y la presión estática del ventilador está asociada a la eficiencia de ésta.

Las tablas o gráficas de selección proporcionadas por el fabricante presentan la información en función de la presión total y la estática del ventilador y asumen que se trabaja con aire estándar. Si la densidad real del aire es distinta de las condiciones estándares, las presiones calculadas y la potencia requerida deben corregirse.

En un ventilador de tamaño y velocidad constantes, la presión y la potencia reales del ventilador son proporcionales a la relación de la densidad real a la densidad en condiciones estándares (9)

$$P_r = P_e * (d_r / d_e) \quad (1.44)$$

$$H_r = H_e * (d_r / d_e) \quad (1.45)$$

donde los subíndices r y e se refieren a las condiciones reales y estándares respectivamente.

Con las presiones referidas a la densidad estándar y el gasto se seleccionan las características físicas y de operación del ventilador, entre ellas se encuentran: la velocidad angular, la potencia hidráulica, la eficiencia, el diámetro de las poleas, dimensiones generales, etc.

1.7.4 POTENCIA

La potencia hidráulica H_h de un ventilador es igual al flujo volumétrico por la presión total

$$H_h = P_t * Q \quad (1.46)$$

La potencia mecánica H_m es mayor que la potencia hidráulica debido a pérdidas propias del proceso. La eficiencia del ventilador E_v relaciona la potencia hidráulica con la mecánica tal como se muestra a continuación

$$E_v = H_h / H_m \quad (1.47)$$

La potencia eléctrica H_e se puede estimar con base en la eficiencia del motor E_m

$$H_e = H_m / E_m \quad (1.48)$$

$$H_e = H_m / E_v / E_m$$

(1.48)

La dificultad para utilizar estas relaciones se encuentra en la asignación de la eficiencia al ventilador, para estimaciones del costo de la energía se recomienda utilizar una eficiencia cercana a la máxima indicada por el fabricante.

1.8 TRANSFERENCIA DE CALOR EN UN DUCTO

La American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioned Engineers (ASHRAE) recomienda que el aislamiento de un ducto cumpla con la norma ANSI-ASHRAE-IES Standard 90A la cual especifica (5):

"Todos los ductos y cámaras plenas instalados en un edificio deben ser aislados térmicamente de la manera siguiente:

Todos los sistemas de ductos deben instalarse para proveer una resistencia térmica, excluyendo resistencia de película, de

$$R = DT/ 47.3 \quad (1.50)$$

donde DT es la diferencia de temperaturas entre el aire en el ducto y el aire de alrededor en °C.

Las excepciones en las que no se requiere aislamiento son:

1. Cuando DT es menor a 14 °C.
2. Cuando los ductos de inyección o retorno están instalados en sótanos o espacios no ventilados que tengan a su alrededor paredes aisladas.
3. Cuando la ganancia o pérdida de calor en el ducto sin aislar no aumenta los requerimientos de energía en el edificio."

Esta norma no contempla condensación, para evitarla, se recomienda el uso de barreras de vapor.

El coeficiente global de transferencia de calor U en un ducto, es función de los coeficientes de convección en el interior h_i y el exterior h_e del ducto y de la resistencia térmica R_a del aislamiento del ducto. Si se desprecian las pérdidas por radiación, la ecuación de dicho coeficiente es

$$U = 1/(1/h_i + R_a + 1/h_e) \quad (1.51)$$

Lauvray (5) graficó la variación de U con respecto a la velocidad en el interior del ducto, la gráfica se muestra en la figura 1.6; en ella se observa que para ductos aislados con fibra de vidrio de un espesor de 50 mm y densidad 12 kg por metro cúbico el coeficiente global sufre un cambio máximo de 7% para las velocidades consideradas, esto significa que el fenómeno de conducción predomina en el intercambio de calor del ducto; por lo que en ductos aislados el valor de U se considera constante. En la gráfica se nota que el valor de U aumenta con la compresión que recibe el aislamiento al ser instalado. En este estudio, el valor del coeficiente de conductividad térmica k para fibra de vidrio se asume constante e igual a

$$k = 37.5 \times 10^{-3} \text{ W/m/k}$$

$$U = k/e \quad (1.52A)$$

En caso de ductos sin aislamiento, U es función de la velocidad del aire y se calcula mediante la relación (1.52B), la cual es un ajuste lineal de e la información gráfica de Lauvray (5)

$$U = 3.3 + V/17.4 \quad (1.52B)$$

El espesor mínimo de aislamiento, con base en la norma ANSI-ASHRAE-IES90A, sin considerar barrera de vapor, es

$$E_{\min} = k \cdot \Delta T \quad (1.53)$$

Al sustituir (1.50) y (1.52) en (1.53) se obtiene

$$E_{\min} = 0.7928 \cdot \Delta T \quad (1.54)$$

En la siguiente tabla se tabula la expresión (1.54) para incrementos de espesor de aislamiento de 12.7 mm.

TABLA 1.3 ESPESOR MINIMO DE AISLAMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO

TEMPERATURA, °C	ESPESOR, mm
16 ≤ DT < 32	12.7
32 ≤ DT < 48	25.4
48 ≤ DT < 64	38.1
64 ≤ DT	50.8

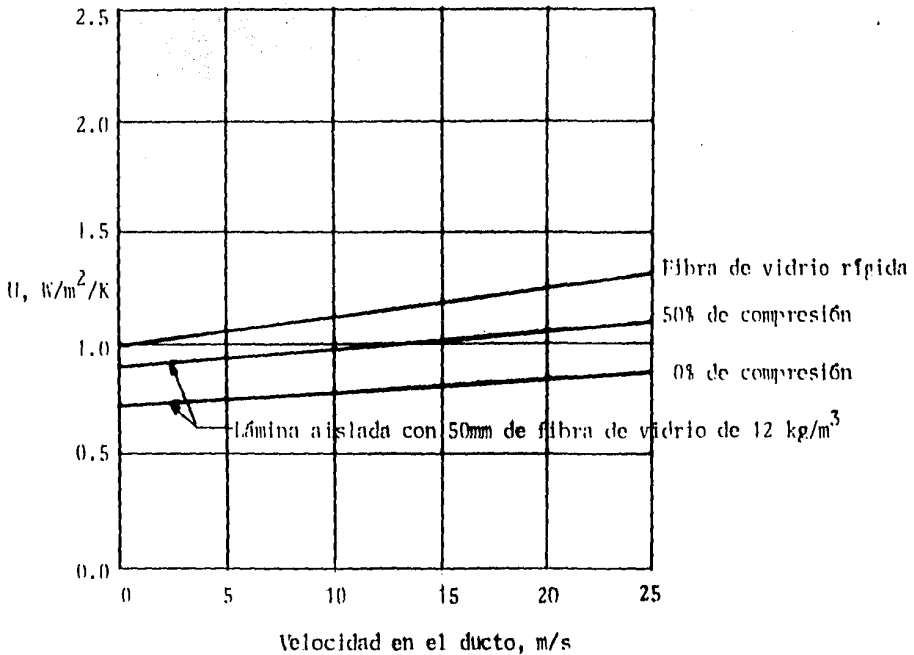


FIGURA 1.6 COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR EN DUCTOS AISLADOS

En la evaluación de la pérdida o ganancia de calor a lo largo de un ducto se utiliza la ecuación siguiente

$$q = 2 * SP * L * U * ((T_s + T_e) / 2 - T_a) \quad (1.55)$$

donde

q = Calor perdido o ganado

SP = Semiperimetro

L = Longitud del ducto

T_s = Temperatura de salida

T_e = Temperatura de entrada

T_a = Temperatura del aire circundante (ambiente)

La temperatura a la salida del ducto se obtiene de la primera ley de la termodinámica

$$T_s = (T_e * (\gamma - 1) + 2 * T_a) / (\gamma + 1) \quad (1.56)$$

donde

$$\gamma = cp * d * Q / SP * L * U \quad (1.57)$$

al despejar T_e de (1.56) resulta

$$T_e = (T_s * (\gamma + 1) - 2 * T_a) / (\gamma - 1) \quad (1.58)$$

1.9 CUANTIFICACION DE LAMINA y AISLAMIENTO EN LA MANUFACTURA DE DUCTOS

Los materiales comunmente usados para la fabricación de ductos de aire acondicionado son: lámina de acero rolado en frío galvanizada o negra, lámina de aluminio y poliestireno expandido. En nuestro país, la lámina de acero galvanizado es la más usada debido a su costo, resistencia al intemperie y buenas propiedades mecánicas.

Es importante hacer notar que el peso de la lámina nacional no coincide con las normas americanas, por lo que no es conveniente usar estas para cuantificar lámina en la República Mexicana. La TABLA 2.4 obtenida de la referencia (8) lista el peso real para fabricación de ductos con lámina galvanizada nacional con recubrimiento de zinc.

TABLA 1.4 PESO DE LAMINA GALVANIZADA NACIONAL

CALIBRE	ESPESOR DE LAMINA DE FABRICACION NACIONAL, mm	PESO REAL PARA FABRICACION DE DUCTOS, kg/m ²
10	3.47	29.399
12	2.71	22.960
14	1.95	16.510
16	1.57	13.290
18	1.27	10.715
20	0.97	8.139
22	0.81	6.851
24	0.68	4.909
26	0.51	4.265

La ASHRAE afirma que el espesor de lámina en ducto rectangular depende de la presión estática, el lado de mayor dimensión y el tipo de refuerzo

utilizado en la hechura del ducto. De acuerdo con esto, los sistemas de ductos se clasifican según su presión de operación en alta, media o baja y la selección del calibre de lámina se hace con base a la tabla 2.5.

TABLA 1.5 SELECCION DEL CALIBRE DE LAMINA EN FUNCION DEL LADO MAYOR Y DE LA PRESION DEL DUCTO

LADO MAYOR x, mm	GRUPO DE PRESION P, Pa		
	BAJA P<375	MEDIA 375<P<1000	ALTA 1000<P<2500
x ≤ 300	26	24	22
300 < x ≤ 750	24	22	20
750 < x ≤ 1500	22	20	18
1500 < x ≤ 2250	20	18	16
2500 < x	18	16	14

En la cuantificación de lámina por metro lineal de ducto se puede utilizar la expresión desarrollada por el Ing. Manuel de Anda (8), la cual depende del semiperímetro SP y del espesor de lámina utilizado

$$WL = 2.63875 \times SP \times 1.124 \times (1.3 - 0.01 \times c) \times w \quad (1.59)$$

donde

- WL = Densidad de ducto por metro lineal, kg/m
- w = Densidad de la lámina correspondiente al calibre c, kg/m²
- SP = Semiperímetro, m
- c = Corrección de espesor de lámina = número del calibre
- u = Exponente de superficie = (1.5-SP)/1.2 para SP < 1.5 m
= 0 para SP ≥ 1.5 m

Esta relación estima desperdicios por grapas, zetas, engargolados, cejas, dobleses, cañuelas, recortes, insumo por sobrepeso y descuadre.

En la cuantificación de aislamiento se usa la fórmula siguiente

$$AL = 2.24 \times (SP + 2 \times E) \quad (1.60)$$

donde

- AL = Área del aislamiento por unidad de longitud, m
- E = Espesor del aislamiento, m

En la fórmula se incluye un 12% de insumo adicional. Este porcentaje se basa en la experiencia.

1.10 TOPOLOGIA DE LA RED

Se entiende por rama al tramo de la red de ductos comprendido entre dos derivaciones, o el ventilador y la primera derivación, o alguna rama terminal y la derivación que le da origen. Una rama terminal es aquella

conectada a un difusor o rejilla.

Un arreglo donde cada rama da origen a ramas derivadas o hijas se denomina árbol. Si el número máximo de ramas hijas que puede tener la cada rama es igual a tres se dice que el árbol es terciario.

La red se modela con ayuda de dos árboles terciarios, uno de inyección y otro de retorno. Las ramas se identifican con un número arbitrario, salvo las ramas que están unidas al ventilador, a las cuales se les asigna el número uno.

La representación del árbol se hace mediante una matriz de $NR \times 3$. NR es el número de ramas del árbol. El número de renglón de la matriz es igual al número de rama. El contenido de columna indica el número de las ramas hijas. Si se trata de una rama terminal las tres columnas son nulas.

1.11 EVALUACION ECONOMICA

Cualquier diseño en ingeniería pretende solucionar un problema específico en forma satisfactoria. El diseño más apropiado se puede obtener de varias maneras. En el criterio de selección se toman en cuenta, entre otros, los siguientes factores: funcionamiento adecuado, consumo de energía, cumplimiento de normas, costo de operación, costo de adquisición, rentabilidad, etc. En el caso de que existan varias opciones que satisfagan los requerimientos técnicos, se selecciona la propuesta de menor costo en el ciclo de vida. El costo del ciclo de vida toma en cuenta los costos en que incurre un sistema en un periodo de tiempo.

Se recomienda emplear el método del valor presente para comparar las diferentes opciones debido a su gran difusión y fácil interpretación de resultados. Este método compara el efectivo en necesario para adquirir y operar sistemas de ductos durante toda su vida económica.

La clasificación más general de los costos de un sistema divide a éstos en costos de adquisición y costos de operación. Los costos de adquisición incluyen costos iniciales, valor de salvamento, impuestos, renta y seguros. Los costos de operación agrupan energía, salarios, materiales, mantenimiento, agua, partes y servicios.

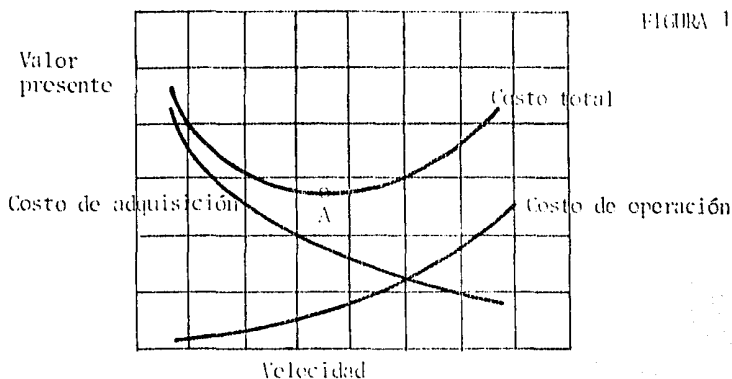
1.11.1 CONSIDERACIONES TECNICO-ECONOMICAS PARA EL DISEÑO DE DUCTOS

Los parámetros económicos que más afectan el costo total de un sistema son el interés y el periodo de tiempo.

El interés es el costo del capital prestado. El valor mínimo del interés que hace atractiva una inversión iguala al interés bancario. En economías donde la inflación tiene un efecto relevante se recomienda emplear una tasa de interés mínima igual a la diferencia entre el interés bancario y la inflación (5).

El periodo de tiempo que se empleará en el presente trabajo corresponde al de vida de servicio, la cual es el tiempo de operación eficiente y adecuada del sistema. Los componentes de un sistema de ductos (ventilador, ductos, rejillas, difusores, motor eléctrico, etc.) tienen una vida de servicio aproximada de 20 a 30 años.

La velocidad es una variable física que influye determinantemente en el costo total del sistema. Conforme aquella se incrementa el costo de adquisición disminuye y el costo de operación aumenta. El diseño óptimo se logra cuando el valor presente de la suma de costos de operación y adquisición es mínimo, Punto A de la figura 1.7. Cualquier incremento en el costo de operación ocasiona que el punto A se desplace hacia la izquierda, es decir, se reduce la velocidad.



1.11.2 COSTO DE UN SISTEMA DE DUCTOS

En este análisis se asume que los costos de adquisición propios de un sistema de ductos son: lámina, aislamiento, mano de obra y servicio de ingeniería (proyecto y supervisión). La lámina y el aislamiento están directamente relacionados con la velocidad del aire en el ducto. La mano de obra depende del peso de la lámina y de la cantidad de aislamiento, las cuales son funciones indirectas de la velocidad. De acuerdo con lo anterior se puede escribir

$$CAD = CL(V) + CA(V) + CMOL(V) + CMOA(V) + CSI \quad (1.61)$$

donde

CAD = Costo de adquisición, \$

CL = Costo de la lámina, \$

CA = Costo del aislamiento, \$

CMOL = Costo de mano de obra de la lámina, \$

CMOA = Costo de mano de obra del aislamiento, \$

CSI = Costo de los servicios de ingeniería, \$

En un ducto rectangular de ancho λ , peralte Y y largo L se tiene

$$CL = WL \cdot L \cdot CUL \quad (1.62)$$

$$CA = AL \cdot L \cdot CUA \quad (1.63)$$

$$CMOL = WL \cdot L \cdot CUMOL \quad (1.64)$$

$$CMOA = AL \cdot L \cdot CUMOA \quad (1.65)$$

donde

L = Longitud del ducto, m

WL = Densidad lineal de la lámina, kg/m

AL = Área de aislamiento por metro lineal, m

CUL = Costo unitario de la lámina, \$/kg

CUA = Costo unitario del aislamiento, \$/m²

$CUMOL$ = Costo unitario de la mano de obra de la lámina, \$/kg

$CUMOA$ = Costo unitario de la mano de obra del aislamiento, \$/m²

El factor que más influye en el costo de operación de un sistema de ductos

es el costo de la energía eléctrica, la cual se estima anualmente mediante la siguiente expresión

$$CO = 5.2 \times 10^{-2} * CE * Q * Pt * t / Ev * Em \quad (1.66)$$

donde

CO = Costo de operación, \$/año
 CE = Costo de la energía eléctrica, \$/kW-h
 Q = Flujo volumétrico, m³/s
 Pt = Presión total del sistema, Pa
 t = Tiempo de operación del sistema, h/semana
 Ev = Eficiencia del ventilador, decimal
 Em = Eficiencia del motor eléctrico, decimal

El constante aumento del costo de la energía indica claramente la necesidad de incorporar la influencia del escalamiento de costos en el costo de ciclo de vida. El valor presente de una serie de costos anuales de n años, con una tasa de interés i, y escalamiento de costos j, se conoce como "factor de escalamiento a valor presente" FEVP y se determina por (5)

$$FEVP = ((1+j)^n / (1+i)^n - 1) / (1-i) / (1+j) \quad \text{si } i \neq j \quad (1.67)$$

$$FEVP = n \quad \text{si } i = j$$

El costo total de un sistema en valor presente se obtiene sumando el costo de adquisición con los costos anuales de energía, es decir

$$CT = CAD + CO * FEVP \quad (1.68)$$

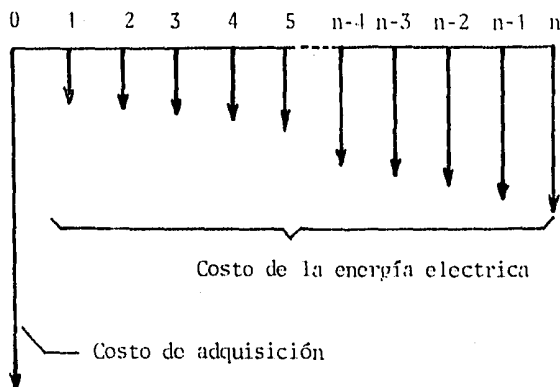


FIGURA 1.8 . DIAGRAMA DE FLUJO DE EFECTIVO DEL SISTEMA DE DUCTOS

METODOLOGIAS DE DISEÑO

La finalidad de un sistema de ductos es suministrar el flujo de aire en cantidad y presión determinadas, cumplir con los límites prescritos de ruido y espacio disponible y mantener una relación óptima entre inversión y costo de operación. La cantidad de aire se determina con un balance térmico del cuarto por acondicionar, de manera que con un movimiento apropiado del aire se absorba o suministre el calor estimado. La presión de suministro depende de la cantidad de aire y del tipo de difusor seleccionado.

En el cálculo de un sistema de ductos intervienen una gran variedad de factores, pudiéndose sintetizar en dos grandes bloques: los técnicos y los económicos. Entre los de tipo técnico se tienen velocidad, pérdida de presión, potencia del ventilador, ruido y vibraciones. Los factores económicos, íntimamente ligados con los de orden técnico, se pueden agrupar en costos iniciales y de operación. Los costos iniciales se constituyen por lámina, aislamiento, mano de obra, ventilador y motor eléctrico; los costos de operación por energía eléctrica consumida y mantenimiento.

La variable determinante es la velocidad. Esta influye en las restantes en la forma siguiente:

- La pérdida de presión es proporcional al cuadrado de la velocidad.
- La potencia hidráulica es proporcional al cubo de la velocidad.
- El ruido y las vibraciones aumentan con la velocidad.
- Los costos iniciales disminuyen con la velocidad.
- Los costos de operación aumentan con la velocidad.

Todo lo anterior hace deseable la optimización del costo total del sistema en función de la velocidad, lo cual es factible con la ayuda de una computadora.

2.1 REGLAS GENERALES EN EL DISEÑO DE DUCTOS

La ASHRAE (5) marca los siguientes lineamientos:

1. El aire se conducirá lo más directamente posible, respetando las velocidades permitidas para obtener los resultados deseados con mínimo ruido y la mayor economía de potencia, material y espacio.
2. Se evitarán cambios abruptos de dirección y velocidad del aire. En caso de cambios forzados de dirección, se dispondrá de guías para minimizar la pérdida de presión.
3. Las piezas de transición divergentes serán lo más graduables posibles. El ángulo de divergencia no deberá exceder de 20 grados. Se evitarán expansiones abruptas debido a sus grandes pérdidas. Aunque las pérdidas en contracciones son pequeñas, el ángulo de convergencia no será mayor de 60 grados.
4. Para reducir el costo de la lámina, los ductos de sección transversal rectangular tratarán de hacerse cuadrados, conservando la relación ancho-peralte lo más cerca a la unidad, esta no deberá sobrepasar de 8/1.
5. Para que las pérdidas por fricción sean menores, los ductos se construirán de material liso, como lámina de acero o aluminio.
6. El cálculo de la potencia del ventilador debe incluir un factor de seguridad que compense la imprecisión de las resistencias estimadas y la discordancia que se sucite entre el diseño y la construcción del sistema.
7. Se instalarán compuertas en cada partición con el objetivo de poder balancear el sistema.

2.2 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE DUCTOS

1. Estudiar los planos del edificio para ubicar los difusores y rejillas, de manera que el aire se distribuya adecuadamente; una vez localizados, se dimensionan de acuerdo con el catálogo del fabricante.
2. Hacer un diagrama del sistema de ductos conectando los difusores y las rejillas al aparato central sin interferir con otros equipos y tuberías. La red debe de ser sencilla, directa y, si es posible, radialmente simétrica. Al mantener la simetría se reduce el tiempo de ajuste de las compuertas, diseño, construcción e instalación.
3. Dimensionar los ductos de inyección con base en alguno de los métodos siguientes:
 - Asignación de velocidad
 - Fricción constante
 - Pérdida de presión balanceada
 - Recuperación de presión estática

En sistemas de retorno no es posible usar el método de recuperación de presión estática.

4. Determinar la presión total requerida en los ductos de inyección y retorno. Es usual, en ductos de baja velocidad, diseñar los ductos de inyección con el doble de pérdida de presión que los ductos de retorno (14).

5. Seleccionar el ventilador en función del flujo volumétrico total y la presión total del sistema.
6. Calcular la transferencia de calor. Si ésta resulta relevante, rediseñar el sistema con la cantidad de aire ajustada para que compense la diferencia de temperatura en el aire.
7. Cuantificar lámina y aislamiento.
8. Estimar el costo total.

2.3 METODO DE ASIGNACION DE VELOCIDAD

El método consiste en asignar la velocidad a cada rama de la red sin exceder las velocidades máximas recomendadas por la ASHRAE (5) ver TABLA 2.1, y evitar generar ruido y vibraciones. La velocidad mayor se tiene en la cercanía del ventilador y se reduce conforme se aleja del mismo hasta alcanzar el valor mínimo en difusores de inyección y rejillas de retorno.

TABLA 2.1 VELOCIDADES EN DUCTOS DE AIRE ACONDICIONADO (m/s)

DESCRIPCION	APLICACION		
	residencias	escuelas, teatros y edificios públicos	edificios industriales
<u>RECOMENDADAS</u>			
Toma externa de aire	2.5	2.5	2.5
Filtros	1.2	1.5	1.8
Serpentines de calefacción	2.3	2.5	3.1
Lavadoras de aire	2.5	2.5	2.5
Salida del ventilador	5.1 - 8.1	6.6 - 10.2	8.1 - 12.2
Ductos principales	3.6 - 4.6	5.1 - 6.6	6.1 - 9.1
Ductos de ramas secundarias	3.1	3.0 - 4.6	4.1 - 5.1
Ductos de ramas verticales secundarias	2.5	3.1 - 3.6	4.1
<u>MAXIMAS ADMISIBLES</u>			
Toma externa de aire	4.1	4.6	6.1
Filtros	1.5	1.8	1.8
Serpentines de calefacción	2.5	3.1	3.6
Lavadoras de aire	2.5	2.5	2.5
Salida del ventilador	8.6	7.6 - 11.2	8.6 - 14.2
Ductos principales	4.1 - 6.1	5.6 - 8.1	6.6 - 11.6
Ductos de ramas secundarias	3.6 - 5.1	4.1 - 6.6	5.1 - 9.1
Ductos de ramas verticales secundarias	3.3 - 4.1	4.1 - 6.1	5.1 - 8.1

2.3.1 PROCEDIMIENTO

1. Determinar el diámetro con base en la velocidad seleccionada y el gasto de cada rama, con la ecuación (2.1).
2. Calcular la pérdida de presión en cada rama con ayuda de la ecuación (2.2).
3. Sumar la caída de presión debido a accesorios y aceleramientos para obtener la pérdida de presión total de cada rama.
4. Determinar la trayectoria crítica, es decir la que requiere más presión para que el aire circule. Para esto, hay que calcular la caída de presión de cada trayectoria posible del aire, lo que se realiza al sumar la pérdida de presión total de cada una de las ramas involucradas en la trayectoria.
5. Calcular la presión total del ventilador.

2.3.2 ECUACIONES DE DIMENSIONAMIENTO

Para obtener el diámetro se emplea la ecuación de continuidad expresada en función de la velocidad y el gasto

$$D = (4 \cdot Q / P_1 \cdot V)^{1/2} \quad (2.1)$$

con el diámetro, la longitud, la densidad del aire y la velocidad en el ducto se calcula la caída de presión en la longitud recta de la rama

$$P_f = f \cdot L \cdot \rho \cdot V^2 / 2 \cdot D \quad (2.2)$$

2.3.3 COMPARACIÓN

Las ventajas que presenta el método son:

- Los ductos se dimensionan fácilmente.
- Se tiene control de la velocidad para evitar problemas de ruido.

Las desventajas:

- La selección de velocidades requiere de gran experiencia.
- El diseñador no puede determinar fácilmente la trayectoria con mayor caída de presión.

2.4 METODO DE FRICCIÓN CONSTANTE

El principio del método es el hacer que la pérdida por unidad de longitud en todas las ramas del sistema sea la misma.

2.4.1 PROCEDIMIENTO

1. Seleccionar la velocidad de la rama principal, esta velocidad no debe exceder a la recomendada en la TABLA 2.1.
2. Determinar el diámetro de la rama principal con base en la velocidad

- elegida y el gasto volumétrico. Usar la ecuación (2.1).
3. Obtener la caída de presión por unidad de longitud con base en el gasto total, el diámetro principal y la ecuación (2.3). Este parámetro será el mismo en todas las ramas del sistema.
 4. Dimensionar el resto de las ramas en función de la pérdida de presión por unidad de longitud y el gasto. Ecuaciones (2.4) a (2.8).
 5. Determinar la trayectoria crítica.
 6. Calcular la presión total del ventilador.

2.4.2 ECUACIONES DE DIMENSIONAMIENTO

La caída de presión por unidad de longitud se encuentra mediante

$$P_l = f \cdot d \cdot V^2 / 2lD \quad (2.3)$$

La obtención del diámetro para cada una de las ramas se hace con la ayuda de parámetro B expresado en término de P_l (ver 1.4)

$$B = (128 \cdot P_l \cdot Q^3 / \pi^3 \cdot \text{Nu}^5 / d)^{1/2} \quad (2.4)$$

y del grupo

$$e \cdot \text{Nu} / Q = 4 \cdot \eta \cdot d / \pi \cdot \text{Re} \quad (2.5)$$

al sustituir (2.4) y (2.5) en la ecuación de Colebrook se tiene

$$\text{Re} = (-.36 \cdot B \cdot \ln(\pi \cdot (e \cdot \text{Nu} / Q) \cdot \text{Re} / 14.8 + 2.51 \cdot \text{Re}^{1.5} / B))^{2/5} \quad (2.6)$$

La expresión anterior se usa en el caso de flujo turbulento. Cuando se tiene flujo laminar el número de Reynolds se evalúa con

$$\text{Re} = (B/B)^{1/2} \quad (2.7)$$

Después de determinar el número de Reynolds se encuentra el diámetro con la siguiente ecuación

$$D = 4 \cdot Q / \pi \cdot \text{Nu} / \text{Re} \quad (2.8)$$

2.4.3 COMPARACION DEL METODO

La ventaja de este método es que al instalarse el sistema requiere de muy poco balanceo de compuertas y que la velocidad disminuye paulatinamente conforme el gasto se reduce.

El método resulta inadecuado en redes sin simetría radial, es decir, cuando se tienen pequeñas y largas trayectorias en el sistema; ya que las primeras requerirán de una gran caída de presión en la compuerta con la correspondiente generación de ruido por la alta velocidad. Este fenómeno obliga a proveer aislamientos acústicos.

2.5 METODO DE PERDIDA DE PRESION BALANCEADA

El principio basico es hacer que la presión total de cualquier trayectoria de la red sea la misma. Cada trayectoria, en general, tiene distinta longitud equivalente, lo que ocasiona que la pérdida de presión por unidad de longitud varie según el recorrido.

2.5.1 PROCEDIMIENTO

1. Resolver la red con la metodología de fricción constante para conocer el diámetro D_i y el factor de fricción f_i tentativos de cada rama.
2. Con base en D_i y f_i determinar las longitudes equivalentes de las ramas.
3. Determinar la trayectoria de mayor longitud equivalente.
4. Calcular la presión estática en cada nodo de esta trayectoria.
5. Estimar con la ecuación (2.9) la presión nodal disponible para pérdidas viscosas.
6. Determinar con la ecuación (2.10) la nueva pérdida de presión por unidad de longitud P_l de las subtrayectorias originadas en los nodos de la trayectoria mayor.
7. Calcular con la ecuación (2.11) los nuevos diámetros D_i de la subtrayectoria.
8. Calcular el nuevo factor de fricción f_i con las ecuaciones (1.10) ó (1.11).
9. Si la diferencia relativa entre D_r y D_i de alguna rama es menor que un porcentaje prefijado terminar el cálculo, en caso contrario hacer $D_i = D_r$, $f_i = f_r$ y repertirlo desde 2.

2.5.2 ECUACIONES DE DIMENSIONAMIENTO

Según la ecuación (1.40), la pérdida de presión entre un nodo cualquiera de la red de ductos y el nodo conectado al recinto se relaciona con el cambio de presión estática así

$$P_{i_n-t} = P_{e_n} - P_{e_t} + (P_{d_n} - P_{d_t}) \quad (2.9)$$

donde los subíndices n y t denotan la presión dinámica del nodo cualquiera y el terminal, respectivamente.

La pérdida de presión por unidad de longitud es

$$P_l = P_f / L_{eq} \quad (2.10)$$

En un tramo, el diámetro es función de la pérdida de presión por unidad de longitud y el gasto

$$D = (8 \times f \times Q^2 / P_l)^{1/5} \quad (2.11)$$

es decir, el diámetro siempre puede ser ajustado de manera que se obtenga la pérdida de presión deseada en la longitud equivalente conocida.

2.5.3 COMPARACION DEL METODO

Con respecto al método de fricción etc., este criterio tiene la ventaja de proporcionar sistemas balanceados y con menor cantidad de lamina.

Las velocidades pueden resultar excesivas. Este problema se soluciona al colocar compuertas en tramos con alta presión disponible y bajar la velocidad hasta el máximo recomendado por la TABLA 2.1 o al disponer de accesorios con grandes longitudes equivalentes. La compuerta así colocada disipa el exceso de presión. La compuerta debe colocarse lo más cerca del tramo principal e indicarse claramente en la hoja de resultados y en el dibujo del sistema.

2.6 RECUPERACION DE PRESION ESTATICA

Al ocurrir la expansión gradual de un fluido en un conducto se reduce su velocidad gracias a la conversión de presión dinámica en estática. El fenómeno va acompañado de una pérdida de presión total por efecto de la fricción.

El principio básico del método de recuperación de presión estática es dimensionar la sección de la rama posterior a una derivación de manera que el incremento de presión estática en la expansión compense la pérdida por fricción en la rama. De ésta manera, el método provee medios convenientes de diseño para grandes longitudes de ducto con múltiples derivaciones, con la misma presión estática a la entrada de cada derivación o difusor.

2.6.1 PROCEDIMIENTO

1. Seleccionar en el ducto principal una velocidad recomendada (tabla 2.1) considerando ruido, pérdida de presión y aplicación.
2. Establecer el tamaño del ducto principal con la velocidad previamente determinada y el flujo volumétrico total, ecuación (2.1).
3. Dimensionar las ramas restantes con alguna de las expresiones (2.30) o (2.32), según el tipo de flujo, laminar o turbulento, respectivamente.
4. Calcular la presión total del ventilador.

2.6.2 ECUACIONES DE DIMENSIONAMIENTO

Sea una expansión gradual como la mostrada en la figura 2.1

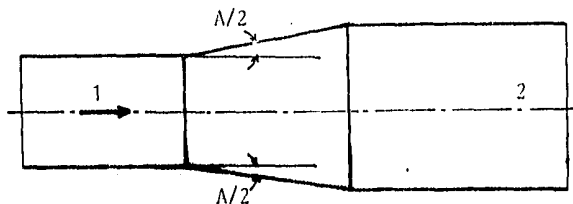


FIGURA 2.1 EXPANSION

donde

- A = Angulo de divergencia
 P_e = Presión estática
 V = Velocidad
 z = Altura
 1 = Sección antes de la expansión
 2 = Sección después de la expansión

Al plantear la ecuación de Bernoulli entre los puntos 1 y 2 y suponer que no hay transferencia de calor ni intercambio de trabajo resulta

$$P_{e1}/\rho + V_1^2/2g + z_1 = P_{e2}/\rho + V_2^2/2g + z_2 + h_f \quad (2.12)$$

Si se desprecia el cambio de nivel y la pérdida de presión por efecto de la fricción se obtiene

$$P_{e1}/\rho + V_1^2/2g = P_{e2}/\rho + V_2^2/2g \quad (2.13)$$

al despejar la diferencia de presiones y hacer $RPr = P_{e2} - P_{e1}$ se llega a la recuperación teórica de presión estática

$$RPr = \rho \left(V_1^2 - V_2^2 \right) / 2 \quad (2.14)$$

o bien, en función de gastos y diámetros

$$RPr = 8 \rho d^4 \left(Q_1^4 / D_1^4 - Q_2^4 / D_2^4 \right) / \Pi^2 \quad (2.15)$$

La recuperación real de presión estática siempre es menor. Ambas recuperaciones se relacionan entre sí mediante la eficiencia del difusor

$$Ed = RPr / RPr_t \quad (2.16)$$

White (12) indica que la eficiencia del difusor depende de un gran número de variables entre las que se encuentran el número de Reynolds y el ángulo de divergencia. En el mejor de los casos la eficiencia es de 80 %. Para fines de diseño de ductos se asume una recuperación promedio de 50 % siempre y cuando el ángulo de divergencia no sea mayor que 20 grados. Es importante enfatizar que las pérdidas viscosas del difusor están comprendidas en la eficiencia. Lo anterior se puede expresar así

$$RPr = 4 \rho d^4 \left(Q_1^4 / D_1^4 - Q_2^4 / D_2^4 \right) / \Pi^2 \quad (2.17)$$

De la definición del número de Reynolds

$$Re = 4 \rho Q / \Pi D / \mu \quad (2.18)$$

al despejar D resulta

$$D = 4 \rho Q / \Pi \mu / Re \quad (2.19)$$

después de sustituir (2.19) en (2.17) y simplificar se obtiene

$$RPr = 4 \rho d^4 \left(Q_1^4 / D_1^4 - Q_2^4 / D_2^4 \right) / \Pi^2 = 4 \rho d^4 \left(Q_1^4 / D_1^4 - Q_2^4 / D_2^4 \right) / \Pi^2 \quad (2.20)$$

Una forma de expresar la pérdida de presión por fricción es la siguiente

$$P_f = h_f \cdot d \cdot g$$

$$P_{f2} = f \cdot d \cdot Q_2^2 / P_i \cdot L_2 \quad (2.21)$$

Ahora bien, la recuperación de presión debe ser igual a las pérdidas viscosas. Si se igualan las expresiones anteriores y se despeja h_f resulta

$$h_f = \frac{4 \cdot Q_1^2}{1 \cdot D_1^5} - P_i \cdot N_u \cdot \left(\frac{Re_2}{256 \cdot Q_2} \right)^2 / P_i \cdot L_2 \quad (2.22)$$

Para dimensionar la sección 2 se emplea esta última relación y la ecuación de Colebrook expresada en función del parámetro B (ver sección 1.4). Como se vio, el parámetro B se define así

$$B = (128 \cdot g \cdot h_f \cdot Q_1 / P_i \cdot L_2 / N_u)^{0.5} \quad (2.23)$$

Al sustituir (2.22) en (2.23) y simplificar se obtiene

$$B_2 = (512 \cdot Q_1^2 / P_i \cdot L_2 / N_u^2 - 2 \cdot Re_2^4 / P_i \cdot N_u \cdot L_2)^{0.5}$$

Al arreglar B_2 resulta

$$B_2 = (A_1 - A_2 \cdot Re_2^4)^{0.5} \quad (2.24)$$

donde

$$A_1 = 512 \cdot Q_1^2 / P_i \cdot L_2 / N_u^2$$

$$A_2 = 2 \cdot Q_2^2 / P_i \cdot N_u \cdot L_2$$

Para determinar la sección buscada hay que calcular el número de Reynolds y posteriormente encontrar B_2 con ayuda de la relación (2.19)

Si el flujo es laminar, B_2 menor que 3.2×10^7 , es válida la expresión siguiente

$$Re_2 = (B_2 / 8)^{0.5} \quad (2.25)$$

al sustituir (2.24) en (2.25) se encuentra que

$$Re_2 = (A_1 / 8 - A_2 \cdot Re_2^4 / 8)^{0.5} \quad (2.26)$$

de donde

$$Re_2^4 + 8 \cdot A_2 / A_2 - A_1 / A_2 = 0 \quad (2.27)$$

De acuerdo con la fórmula general de la ecuación de segundo grado se obtiene

$$Re_2 = (-8 / A_2 \pm (64 / A_2^2 + 4 \cdot A_1 / A_2)^{0.5}) / 2 \quad (2.28)$$

Ya que Re_2 , A_1 y A_2 son valores positivos, se toma el signo

positivo del radicando, es decir

$$Re = ((64 + 4*A1*A2)^{0.5} - 8/(2*A2))^{0.5} \quad (2.29)$$

por último, la solución al problema laminar se encuentra al sustituir (2.29) en (2.19)

$$D_2 = 4*Q_2 * ((64 + 4*A1*A2)^{0.5} - 8/(2*A2))^{0.5} / (Pi*Nu) \quad (2.30)$$

La zona de transición y turbulencia completamente desarrollada se presenta para Re_2 mayor que 3.2×10^7 . En este caso se emplea la ecuación de Colebrook expresada en función de Re_2

$$Re_2^{2.5} = -0.86*B * \ln(Pi * Nu * Re_2 / 14.8 / \epsilon + 2.51 * Re_2^{1.5} / \epsilon) \quad (2.31)$$

al sustituir (2.24) en (2.31) se llega a

$$Re_2^{2.5} = -0.86 * (A1 - A2 * Re_2)^{4 \cdot 0.5} * \ln(Pi * Nu * Re_2 / 14.8 / \epsilon_2 + 2.51 * Re_2^{1.5} / (A1 - A2 * Re_2)^{4 \cdot 0.5}) \quad (2.32)$$

Esta ecuación se resuelve numéricamente. Como número de Reynolds inicial se puede utilizar el de la sección anterior

$$Re_2 = 4*Q_2 / (Pi * Nu / D_1)$$

2.6.4 COMPARACION DEL METODO

Entre las ventajas se encuentran:

- Con el método se diseñan sistemas balanceados, adn así, es conveniente incluir compuertas de regulación del flujo en las derivaciones.
- Se necesita menor potencia hidráulica que el método de igual fricción, para la misma velocidad y gasto en el ducto principal.

La gran desventaja es que pueden obtenerse velocidades muy bajas y grandes secciones en las ramas terminales lo que implica mayor cantidad de lámina y aislamiento.

DESCRIPCION DE PROGRAMAS Y ARCHIVOS

El diseño de ductos por computadora se efectúa mediante varios programas y un grupo de archivos (sistema de cálculo). El sistema se codificó en Pascal en una computadora Appel II plus. El flujo de programas del sistema de cálculo se muestra en la figura 3.1. La incidencia de los programas en los archivos se puede ver en la matriz siguiente, en donde L representa la lectura y E la escritura del archivo.

	NO. DE ARCHIVO									
PROGRAMAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1 = DUCTOS.DATA
DATODUCTOS	E	E	E			L	E			2 = INYECCION.DATA
CALCULA1	L	L	L	E	E					3 = RETORNO.DATA
CALCULA2	L	L	L		E					4 = INYECCION.RESUL
SOLDUCTOS	L	L	L	L	L	L	L	E	E	5 = RETORNO.RESUL
GRAFICA	L	L	L	L	L	L	L	E	E	6 = DUCTOS.RESUL

7 = TECLADO
8 = PANTALLA
9 = IMPRESORA

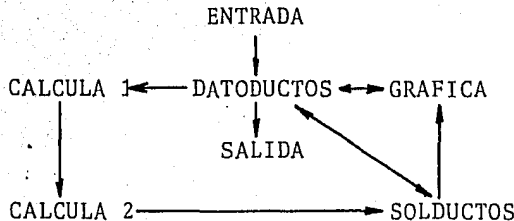


Fig. 3.1 Flujo de programas del sistema de cálculo.

3.1 PROGRAMAS

3.1.1 DATODUCTOS

En la naturaleza iterativa del proceso de diseño, es necesario contar con un programa que capture los datos particulares de cada problema y permita, posteriormente, alterar algunos sin necesidad de volver a suministrar los datos invariantes. Datoductos es un programa interactivo de entrada y corrección de datos con estas características.

Se distinguen dos tipos de variables: escalares y vectoriales. Las variables escalares comprenden números naturales, enteros y reales. Cada elemento de las variables vectoriales está relacionado con alguna propiedad de una rama de la red de ductos. El índice del vector corresponde al número de rama.

Datoductos almacena la información escalar en el archivo Ductos.data y la vectorial en los archivos Inyección.data y Retorno.data.

3.1.2 CALCUL1

Calcul1 determina las variables vectoriales con base en la información de los archivos Ductos.data, Inyección.data y Retorno.data; es decir, define los valores de las ramas de la red de ductos (el desglose de las variables de rama se puede ver en la descripción de archivos correspondientes). Los resultados obtenidos se guardan en los archivos Inyección.resul y Retorno.resul.

3.1.3 CALCUL2

Calcul2 obtiene los resultados escalares a partir de los archivos Ductos.data, Inyección.data, Retorno.data y los archivos generados por Calcul1. Estos resultados se almacenan en el archivo Ductos.Resul.

3.1.4 SOLDUCTOS

Solductos imprime cualquier archivo de datos o resultados seleccionado por el usuario.

3.1.5 GRAFICA

Grafica realiza las gráficas siguientes:

1. Costo total, costo de adquisición y costo de operación contra velocidad principal VP.
2. Costos de lámina contra VP.
3. Costos de aislante contra VP.
4. Presión total contra VP.
5. Presiones total y estática contra longitud desde el ventilador LV.
6. Gradiente de presión contra LV.
7. Velocidad contra LV.
8. Temperatura contra LV.

3.1.6 PROGRAMAS DE SOPORTE

El sistema de cálculo se ayuda de programas genéricos de soporte, los cuales se describen en seguida.

El programa *Aumentada* captura la información de tipo TDATO y la almacena en el archivo *Ductos.data*.

Creamenu es un programa que genera las hojas de despliegue usadas por el sistema. Las hojas de despliegue son matrices de 24 renglones por 40 columnas, las cuales se depositan en el archivo *Ductos.hoja*.

Global es una unidad de biblioteca que agrupa un conjunto de funciones y procedimientos para la comunicación hombre-máquina, con la ventaja de evitar errores en tiempo de ejecución.

3.2 ARCHIVOS

3.2.1 DUCTOS.DATA

Ductos.data es un archivo de registros tipo TDATO creado por el programa de soporte *Aumentada*. *Ductos.data* contiene la información paramétrica requerida para adquirir los datos interactivamente y respetar rangos de validez.

La estructura del registro TDATO y el contenido de *Ductos.data* se muestra a continuación.

SISTEMA: Diseño de Ductos.
ARCHIVO: Ductos.data.
REGISTROS: 61.
LONGITUD: 180 bytes/registro.
TOTAL: 10 980 bytes.

CAMPO	TIPO	DIRECCION		DESCRIPCION
		INICIAL bytes	FINAL bytes	
Valor	real	8	11	Valor del dato
Min	real	4	7	Valor mínimo del dato
Max	real	0	3	Valor máximo del dato
Indice	integer	14	15	Número de variable
Tipo	integer	12	13	Tipo de número: 0=natural, 1=entero, 2=real
Rubro	string	98	179	Cuerda para preguntar el dato
Identificador	string	16	97	Nombre de la variable

II	DEBEHA	VALOR	MIN	MAX	TIPO	RUBRO
00	DUCTOS.D	0.00000	0.00000	0.00000	0	ARCHIVO: DUCTOS.DAT
1	PATM	101.325	10.0000	300.000	2	PRESION ATMOSFERICA, kPa
2	RA	1.25000	0.50000	2.00000	2	R/X DE LOS CODOS
3	TA	10.0000	-50.0000	300.000	2	TEMP. DEL AIRE, oC
4	E	0.15000	0.00000	1.00000	2	RUGOSIDAD ABSOLUTA, mm
5	ITER	0.03750	0.00000	1000.00	2	K AISLAMIENTO, W/m/K
6	YM	250.000	50.0000	10000.0	2	PERALTE MAXIMO, mm
7	FS	1.00000	1.00000	10.0000	2	FACTOR DE SEGURIDAD
8	VEMIN	4.00000	0.10000	10.0000	2	VEL. PRINCIPAL MIN., m/s
9	VEMAX	9.00000	0.10000	20.0000	2	VEL. PRINCIPAL MAX., m/s
10	VME11	12.0000	0.10000	20.0000	2	VMAX PRINCIPAL, m/s
11	VME21	8.00000	0.10000	20.0000	2	VMAX DERIVADO, m/s
12	VME31	8.00000	0.10000	20.0000	2	VMAX TERMINAL, m/s
13		0.00000	0.00000	0.00000	0	
14		0.00000	0.00000	0.00000	0	
15		0.00000	0.00000	0.00000	0	
16		0.00000	0.00000	0.00000	0	
17		0.00000	0.00000	0.00000	0	
18		0.00000	0.00000	0.00000	0	
19		0.00000	0.00000	0.00000	0	
20		0.00000	0.00000	0.00000	0	
21	N	20.0000	1.00000	50.0000	0	VIDA DE SERVICIO, anos
22	TOP	40.0000	1.00000	168.000	2	TIEMPO OPERACION, h/sem
23	INT	0.10000	0.00000	1.00000	2	TASA DE INTERES
24	EC	0.05000	0.00000	1.00000	2	ESCALAMIENTO DE COSTOS
25	EV	0.70000	0.10000	1.00000	2	EFICIENCIA VENTILADOR
26	EM	0.90000	0.10000	1.00000	2	EFICIENCIA DEL MOTOR
27	CE	15.0000	0.00000	10000.0	2	COSTO ENERGIA, \$/kW-h
28	CUMSL	5.00000	1.00000	10000.0	2	MANO DE OBRA LAM., \$/kg
29	CUMDA	40.0000	1.00000	10000.0	2	MANO DE OBRA AISL., \$/m2
30	CUL114	250.000	0.00000	10000.0	2	COSTO LAMINA C14, \$/kg
31	CUL116	250.000	0.00000	10000.0	2	COSTO LAMINA C16, \$/kg
32	CUL118	250.000	0.00000	10000.0	2	COSTO LAMINA C18, \$/kg
33	CUL120	250.000	0.00000	10000.0	2	COSTO LAMINA C20, \$/kg
34	CUL122	250.000	0.00000	10000.0	2	COSTO LAMINA C22, \$/kg
35	CUL124	250.000	0.00000	10000.0	2	COSTO LAMINA C24, \$/kg
36	CUL126	250.000	0.00000	10000.0	2	COSTO LAMINA C26, \$/kg
37	CUAC11	800.000	0.00000	10000.0	2	COSTO AISL 12.7 mm, \$/m2
38	CUAC21	1600.00	0.00000	10000.0	2	COSTO AISL 25.4 mm, \$/m2
39	CUAC31	2400.00	0.00000	10000.0	2	COSTO AISL 38.1 mm, \$/m2
40	CUAC41	3200.00	0.00000	10000.0	2	COSTO AISL 50.8 mm, \$/m2
41	OPTIMO	1.00000	0.00000	1.00000	0	DISENO OPTIMO <0/1>
42	INY	1.00000	0.00000	1.00000	0	INYECCION <0/1>
43	MI	6.00000	1.00000	6.00000	0	METODO DE INYECCION
44	NRI	13.0000	1.00000	50.0000	0	RAMAS DE INYECCION
45	AI	1.00000	0.00000	1.00000	0	INYECCION AISLADA <0/1>
46	RET	0.00000	0.00000	1.00000	0	RETORNO <0/1>
47	MRR	4.00000	1.00000	5.00000	0	METODO DE RETORNO
48	NRR	6.00000	1.00000	50.0000	0	RAMAS DE RETORNO
49	AR	1.00000	0.00000	1.00000	0	RETORNO AISLADO <0/1>
49	AR	1.24682	0.00000	1.00000	0	RETORNO AISLADO <0/1>
51		0.00000	0.00000	0.00000	0	
52		0.00000	0.00000	0.00000	0	
53		0.00000	0.00000	0.00000	0	
54		0.00000	0.00000	0.00000	0	
55	USUARIO	0.00000	0.00000	0.00000	0	GONZALO FERNANDEZ V.
56	COMPANIA	0.00000	0.00000	0.00000	0	U.N.A.M.
57	PROYECTO	0.00000	0.00000	0.00000	0	TESIS
58	ZONA	0.00000	0.00000	0.00000	0	1
59	FECHA	0.00000	0.00000	0.00000	0	NOV/85
60	CORRIDA	2.00000	1.00000	1600.00	0	CORRIDA

3.2.2 INYECCION.DATA y RETORNO.DATA

Los archivos inyección.data y retorno.data, administrados por el programa *caloductos*, contienen los datos de las ramas de inyección y retorno, respectivamente. Ambos archivos están formados por un solo registro vectorial con 50 elementos del tipo *TODATORAMA*, cuya estructura es la siguiente.

SISTEMA: Diseño de Ductos.
 ARCHIVO: Inyección.data y Retorno.data.
 REGISTROS: 1.
 LONGITUD: 61 bytes/rama.
 TOTAL: 3200 bytes/archivo.

CAMPO	TIPO	DIRECCION		DESCRIPCION
		INICIAL bytes	FINAL bytes	
Rd	3 integer	0	3	Vector de ramas derivadas
Pa	real	20	23	Presión del accesorio
L	real	16	19	Longitud recta
Leq	real	12	15	Longitud recta equivalente
K	real	8	11	Coefficiente de pérdida dinámica
Kc	real	4	7	Temp. del aire circundante
Aislado	integer	24	25	Ducto aislado: 1=si, 0=no
Ead	real	42	45	Espesor aislamiento
Vd	real	38	41	Velocidad
Cs	real	34	37	Codo suave
Cb	real	30	33	Codo brusco
A	real	26	29	Angulo de derivación
Cuarto	integer	46	47	No. de cuarto terminal
G	real	50	53	Gasto
rd	real	56	59	Ancho
rd	real	52	55	Feralte
Temperato	real	48	51	Temperatura del cuarto

3.2.3 INYECCION.RESUL y RETORNO.RESUL

Los archivos *inyección.resul* y *retorno.resul*, creados por el programa *calculat*, almacenan los resultados de las ramas de inyección y retorno, respectivamente.

Cada archivo consta de 6 registros. El registro 0 corresponde a la solución de la velocidad principal mínima. Los registros siguientes contienen los resultados de la velocidad principal incrementada linealmente 5 veces. El registro 6 conserva la solución de la velocidad principal máxima. Cada registro es un vector de elementos de tipo *TRESULTRAMA*. A continuación se muestra la estructura de *TRESULTRAMA*.

SISTEMA: Diseño de Ductos.
 ARCHIVO: Inyección.resul y retorno.resul.
 REGISTROS: 6.
 LONGITUD: 106 bytes/rama.
 TOTAL: 26 500 bytes/archivo.

VARIABLE	TIPO	DIRECCION		DESCRIPCION
		INICIAL bytes	FINAL bytes	
Rm	integer	0	7	Rama madre
Rc	integer	4	5	Rama critica
Nivel	integer	2	3	Nivel de rama
C	integer	0	1	Calibre de lámina
Lv	real	102	105	Longitud desde el ventilador
Ll	real	98	101	Longitud recta equivalente Leq de los coeficientes k
Lpa	real	94	97	Leq de la presión del accesorio
Lt	real	90	93	Leq total
Lx	real	86	89	Distancia a la particion
Ea	real	82	85	Espesor del aislamiento
Diam	real	78	81	Diámetro
X	real	74	77	Ancho
r	real	70	73	Peralte
Xr	real	66	79	Relación ancho-peralte
Q	real	62	65	Flujo de calor
Te	real	58	61	Temperatura del aire al entrar
Ts	real	54	57	Temperatura del aire al salir
Pt	real	50	53	Presión total
Pd	real	46	49	Presión dinámica
Pe	real	42	45	Presión estática
Pf	real	38	41	Pérdida de presión total
Pl	real	34	37	Gradiente de presión total
Pd	real	20	33	Presión disponible
V	real	16	19	Velocidad
Re	real	12	15	No. de Reynolds
f	real	8	11	Factor de fricción

3.2.4 DUCTOS. RESULT

Ductos.result es un archivo creado por el programa Calcula2. Este archivo está formado por 6 registros cuya relación con la velocidad principal es análoga a los archivos Inyección.result y Retorno.result. La estructura de los registros es la siguiente.

SISTEMA: Diseño de Ductos. 15.05.82
 ARCHIVO: Ductos.result.
 REGISTROS: 6.
 LONGITUD: 180 bytes/registro.
 TOTAL: 1080 bytes.

SIMBOLO	UNID	DIRECCION		DESCRIPCION
		INICIAL bytes	FINAL bytes	
Pt	real	40	45	Presión total
Pts	real	38	39	Presión total con aire estándar
Ph	real	52	35	Potencia hidráulica
Pe	real	28	31	Potencia eléctrica
Ca	real	24	27	Costo del aislante
Cl	real	20	23	Costo de la lámina
Coca	real	18	19	Costo de mano de obra del aislante
Cocl	real	12	15	Costo de mano de obra de la lámina
Co	real	8	11	Costo de operación
Ct	real	4	7	Costo total
Vel	real	0	3	Velocidad principal
Wc	13 real	98	147	Vector de pesos de lámina por calibre
Uc	13 real	44	95	Vector de costos de lámina por calibre
Wa	4 real	164	179	Vector de áreas de aislante por incrementos de 0.5 pulgada
Ua	4 real	148	163	Vector de costos de aislante por incrementos de 0.5 pulgada

3.2.5 DUCTOS.HOJA

El archivo contiene las hojas de despliegue generadas por el programa Creamenu, las cuales son usadas por los programas Datoductos, Solductos y Grafica. Los registros se muestran en seguida.

** DISEÑO DE DUCTOS **
** DATODUCTOS **

DATOS GENERALES

USUARIO:
COMPANIA:
PROYECTO:
ZONA:
FECHA:
CORRIDA:

** DISEÑO DE DUCTOS **
** DATODUCTOS **

METODO DE DISEÑO DE

CUAL DESEA ?

1. VELOCIDAD CONSTANTE
2. VELOCIDADES ASIGNADAS
3. PERDIDA DE PRESION CONSTANTE
4. PERDIDA DE PRESION BALANCEADA
5. ANALISIS DE UNA RED DIMENSIONADA
6. RECUPERACION DE PRESION ESTATICA

** DISEÑO DE DUCTOS **
** SOLDUCTOS **

SALIDA DE DATOS Y RESULTADOS

QUE DESEA ?

1. IMPRIMIR DATOS ESCALARES
2. IMPRIMIR DATOS RED DE INYECCION
3. IMPRIMIR DATOS RED DE RETORNO
4. IMPRIMIR RESULTADOS ESCALARES
5. IMPRIMIR RESULTADOS RED DE INYECCION
6. IMPRIMIR RESULTADOS RED DE RETORNO
7. IMPRIMIR RESUMEN DE LA OPTIMACION
8. GRAFICAR
9. CAMBIAR DATOS

SU OPCION ES:

** DISEÑO DE DUCTOS **
** DATODUCTOS **

ENTRADA DE DATOS

QUE DESEA ?

1. PROPORCIONAR DATOS TECNICOECONOMICOS
2. PROPORCIONAR DATOS FISICOS
3. PROPORCIONAR DATOS DE INYECCION
4. PROPORCIONAR LAS RAMAS DE LA RED
5. DESPLEGAR UN DATO
6. DESPLEGAR TODOS LOS DATOS
7. DESPLEGAR UNA RAMA
8. CORREGIR UN DATO
9. CORREGIR UNA RAMA
10. CALCULAR
11. IMPRIMIR
12. GRAFICAR
0. TERMINAR

SU OPCION ES:

** DISEÑO DE DUCTOS **
** DATODUCTOS **

RAMA DE

NO.

RAMA DERIVADA 1
RAMA DERIVADA 2
RAMA DERIVADA 3
PRESION ESTD. ACCESORIO, PA
LONGITUD RECTA, M
LONGITUD EQUIVALENTE, M
COEF. DE PERDIDAS DINAMICAS
TEMPERATURA CIRCUNDANTE, OC
AISLADO (0/1)
ESPESOR DEL AISLAMIENTO, MM
VELOCIDAD, M/S
CODOS SUAVES
CODOS BRUSCOS
ANGULO DE DERIVACION, GRAD

CUARTO
GASTO, L/S
ANCHO, MM
PERALTE, MM
TEMPERATURA DEL CUARTO, OC

VALIDACION Y EJEMPLOS

4.1 VALIDACION

Los programas del sistema se desarrollaron modularmente. Cada módulo fue probado independientemente.

Para probar el sistema completo se resolvió un ejemplo publicado en la referencia 5 y se comparó la solución. La figura 4.1 muestra el diagrama esquemático de la red analizada.

En la tabla 4.1 se tienen los resultados más importantes de la red de inyección, los valores con los que se compararon y el error relativo. Los subíndices r y c denotan los valores de referencia y calculados, respectivamente. El error de los diámetros D es menor que 1.1 %, el cual se hace nulo al redondear los diámetros calculados a decenas de milímetros, es decir, el error se debe a redondeo de los diámetros de referencia. El gradiente de presión P1 presenta un error relativo máximo del 5 %, es decir dentro de la precisión de los modelos empleados.

TABLA 4.1 COMPARACION DE RESULTADOS IMPORTANTES

RAMA	D _r	D _c	ERROR	PL _r	PL _c	ERROR	PF _r	PF _c	ERROR
!	mm	mm	%	Pa/m	Pa/m	%	Pa	Pa	%
1	440	442	0.45	3.50	3.60	2.86	297.4	299.5	0.71
2	570	571	0.18	1.00	1.00	0.00	4.0	4.0	0.00
3	440	442	0.45	2.20	2.29	4.09	14.2	14.8	4.10
4	300	300	0.00	2.40	2.40	0.00	130.0	130.0	0.00
5	400	398	0.50	0.60	0.59	1.67	4.8	4.7	4.17
6	290	290	0.00	0.80	0.77	3.75	33.7	34.4	2.33
7	290	290	0.00	0.80	0.77	3.75	52.8	52.8	0.63
8	440	444	0.91	0.90	0.95	5.00	11.0	11.5	5.00
9	320	323	0.94	1.20	1.25	4.17	27.4	25.5	6.93
10	320	323	0.94	1.20	1.25	4.17	34.5	35.0	1.45
11	230	232	0.87	5.00	4.79	4.20	100.2	98.0	2.20
12	190	188	1.05	3.50	3.60	2.86	72.3	73.5	1.66
13	190	188	1.05	3.50	3.60	2.86	55.8	56.0	0.36

Las impresiones de datos y resultados de este caso se presentan a continuación.

DATOS ESCALAPES

USUARIO: GONZALO FERRANDEZ V.
 COMPAÑIA: U.N.A.M.
 PROYECTO: TESIS
 ZONA: I
 FECHA: NOV/85
 CORRIDA: 2.00000

DATOS FISICOS

1	PRESION ATMOSFERICA, kPa	101.325
2	R/A DE LOS CODOOS	1.25000
3	TEMP. DEL AIRE, °C	10.0000
4	ROGOSIDAD ABSOLUTA, mm	0.15000
5	K AISLAMIENTO, W/m ² K	0.03750
6	PERALTE MAXIMO, mm	250.000
7	FACTOR DE SEGURIDAD	1.00000
8	VEL. PRINCIPAL MIN., m/s	4.00000
9	VEL. PRINCIPAL MAX., m/s	9.00000
10	VMAX PRINCIPAL, m/s	12.0000
11	VMAX DERIVADO, m/s	9.00000
12	VMAX TERMINAL, m/s	8.00000

DATOS TECNICO-ECONOMICOS

21	VIDA DE SERVICIO, años	20.0000
22	TIEMPO OPERACION, h/s/a	40.0000
23	TASA DE INTERES	0.10000
24	ESCALAMIENTO DE COSTOS	0.05000
25	EFICIENCIA VENTILADOR	0.70000
26	EFICIENCIA DEL MOTOR	0.90000
27	COSTO ENERGIA, \$/kW-h	15.0000
28	MANO DE OBRA LAM., \$/kg	5.00000
29	MANO DE OBRA AISL., \$/m ²	40.0000
30	COSTO LAMINA C14, \$/kg	250.000
31	COSTO LAMINA C16, \$/kg	250.000
32	COSTO LAMINA C18, \$/kg	250.000
33	COSTO LAMINA C20, \$/kg	250.000
34	COSTO LAMINA C22, \$/kg	250.000
35	COSTO LAMINA C24, \$/kg	250.000
36	COSTO LAMINA C26, \$/kg	250.000
37	COSTO AISL 12.7 mm, \$/m ²	600.000
38	COSTO AISL 25.4 mm, \$/m ²	1600.00
39	COSTO AISL 38.1 mm, \$/m ²	2400.00
40	COSTO AISL 50.8 mm, \$/m ²	3200.00

DATOS DE LA RED

41	DISEÑO OPTIMO <0/1>	1.00000
42	INYECCION <0/1>	1.00000
43	METODO DE INYECCION	1.00000
44	RAMAS DE INYECCION	13.0000
45	INYECCION AISLADA <0/1>	1.00000
46	RETORNO <0/1>	1.00000
47	METODO DE RETORNO	1.00000
48	RAMAS DE RETORNO	6.00000
49	RETORNO AISLADO <0/1>	1.00000

REQUISITOS ESCALAPES

VELOCIDAD PRINCIPAL, m/s	=	10.9
PRESION TOTAL DEL SISTEMA, Pa	=	911.2
PRESION DE SELECCION DEL VENTILADOR, Pa	=	895.4
POTENCIA HIDRAULICA, kW	=	1.7
POTENCIA ELECTRICA, kW	=	2.7

CANTIDADES DE LAMINA

CALIBRE INSUMO		COSTO
	kg	\$
14	0.0	0.0
16	0.0	0.0
18	0.0	0.0
20	0.0	0.0
22	1668.1	417022.
24	1019.8	254948.
26	267.8	66943.1
TOTAL		738912.

CANTIDADES DE AISLAMIENTO

ESPOSOR INSUMO		COSTO
mm	m ²	\$
12.7	301.1	240882.
25.4	0.0	0.0
38.1	0.0	0.0
50.8	0.0	0.0
TOTAL		240882.

MANO DE OBRA DE LA LAMINA =	14778.2
MANO DE OBRA DEL AISLANTE =	12044.1
COSTO DE ADQUISICION =	1.38599E6
COSTO DE OPERACION =	1.09047E6
COSTO TOTAL =	2.47648E6

DATOS DE LA RED DE INYECCION

R	RD1	RD2	RD3	PA Pa	L m	LEQ m	K	TC A oC	EA mm	V m/s	CS	CB grad	AD	CUARTO	G L/s	X mm	Y mm	TCUARTO oC	R	
1	2	0	0	15	7.5	0.0	3.000	30.00	1	0	10.9	0.00	0.00	0	0	1900	0	0	0.0	1
2	3	11	0	4.0	0.0	0.000	30.00	1	0	0	0.0	0.00	0.00	0	0	1900	0	0	0.0	2
3	4	8	0	0	5.0	0.0	0.970	30.00	1	0	3.5	0.00	0.00	0	0	1500	0	0	0.0	3
4	5	0	0	0	14.0	0.0	2.990	30.00	1	0	7.3	0.00	0.00	90	0	550	0	0	0.0	4
5	6	7	0	0	6.0	0.0	0.000	30.00	1	0	4.0	0.00	0.00	0	0	550	0	0	0.0	5
6	0	0	0	25	4.2	0.0	0.670	30.00	1	0	3.9	0.00	0.00	0	6	275	200	0	25.0	6
7	0	0	0	40	1.2	0.0	1.530	30.00	1	0	3.9	0.00	0.00	90	0	275	200	0	25.0	7
8	9	10	0	0	11.0	0.0	0.070	30.00	1	0	5.4	0.00	0.00	0	0	450	0	0	0.0	8
9	0	0	0	0	7.0	0.0	0.720	30.00	1	0	5.4	0.00	0.00	90	2	475	200	0	25.0	9
10	0	0	0	0	9.0	0.0	1.340	30.00	1	0	5.4	0.00	0.00	90	2	475	200	0	25.0	10
11	12	13	0	0	9.0	0.0	1.160	30.00	1	0	8.9	0.00	0.00	0	0	400	0	0	0.0	11
12	0	0	0	0	9.7	0.0	1.430	30.00	1	0	6.7	0.00	0.00	0	1	200	200	0	25.0	12
13	0	0	0	0	6.0	0.0	1.290	30.00	1	0	6.7	0.00	0.00	0	1	200	200	0	25.0	13

DATOS DE LA RED DE RETORNO

R	RD1	RD2	RD3	PA Pa	L m	LEQ m	K	TC A oC	EA mm	V m/s	CS	CB grad	AD	CUARTO	G L/s	X mm	Y mm	TCUARTO oC	R	
1	2	5	0	0	12.2	0.0	0.310	40.00	1	0	11.9	0.00	0.00	0	0	1900	0	0	0.0	1
2	3	4	0	0	7.3	0.0	0.600	40.00	1	0	13.4	0.00	0.00	0	0	950	0	0	0.0	2
3	0	0	0	0	24.0	0.0	1.060	40.00	0	0	8.0	0.00	0.00	45	3	250	200	0	20.0	3
4	0	0	0	0	24.0	0.0	0.380	25.00	0	0	9.9	0.00	0.00	0	4	700	300	0	25.0	4
5	6	0	0	0	21.0	0.0	0.26	40.00	0	0	2.6	0.00	0.00	0	0	950	0	0	0.0	5
6	0	0	0	0	21.0	0.0	0.000	40.00	1	0	2.6	0.00	0.00	0	6	950	100	0	10.0	6

RESULTADOS DE LA RED DE INYECCION

R	RM	RC	D mm	X mm	Y mm	X/Y	LX mm	C	EA mm	Q kW	TE oC	TS oC	LT m	LK m	LPA m	LV m	PT Pa	PE Pa	PD Pa	PF Pa	PS Pa	PL Pa/m	N	V m/s	
1	1	2	442	697	250	2.8	697	22	13	-0.4158	20.00	20.18	83	71	4	0	515	443	72	300	0	0.3	204	1	10.9
2	1	3	571	1267	250	5.1	697	22	13	-0.3491	20.18	20.33	4	0	0	8	215	193	22	4	0	0.997	1	0.0	
3	2	4	442	598	250	2.8	1000	24	13	-0.2684	20.33	20.48	6	1	0	12	211	167	45	15	0	2.289	1	8.0	
4	3	5	300	301	250	1.2	254	24	13	-0.4195	20.48	21.11	54	40	0	17	197	164	32	130	0	2.403	2	7.3	
5	4	7	398	550	250	2.2	301	24	13	-0.3266	21.11	21.60	8	0	0	31	67	57	10	5	0	0.505	2	4.0	
6	-5	0	290	282	250	1.1	275	26	13	-0.1087	21.60	21.93	45	8	0	32	39	34	9	34	19	0.770	3	3.9	
7	5	0	290	282	250	1.1	275	26	13	-0.0315	21.60	21.70	89	16	52	39	62	53	9	53	0	0.770	3	3.9	
8	3	10	444	704	250	2.8	442	24	13	-0.5742	20.98	20.98	12	1	0	17	64	46	18	12	133	0.945	2	5.4	
9	8	0	323	352	250	1.4	352	24	13	-0.2196	20.98	21.36	20	13	0	28	42	25	18	25	10	1.253	3	5.4	
10	8	0	323	352	250	1.4	352	24	13	-0.2807	20.98	21.47	28	19	0	28	52	35	18	35	0	1.253	3	5.4	
11	2	12	232	212	212	1.0	267	26	13	-0.2129	20.33	20.77	21	12	0	12	199	151	48	98	12	4.786	2	8.9	
12	11	0	189	173	173	1.0	106	26	13	-0.1755	20.77	21.50	20	11	0	21	101	74	27	74	0	3.600	3	6.7	
13	11	0	189	173	173	1.0	106	26	13	-0.1102	20.77	21.23	16	10	0	21	83	56	27	56	17	3.600	3	6.7	

RESULTADOS DE LA RED DE RETORNO

R	RM	RC	D mm	X mm	Y mm	X/Y	LX mm	C	EA mm	Q kW	TE oC	TS oC	LT m	LK m	LPA m	LV m	PT Pa	PE Pa	PD Pa	PF Pa	PS Pa	PL Pa/m	N	V m/s
1	1	2	425	639	250	2.6	639	24	13	-1.1156	22.34	22.81	18	6	0	0	-276	-365	68	83	0	4.522	1	11.9
2	1	3	352	422	250	1.7	319	24	13	-0.4392	24.66	25.03	21	14	0	-12	-232	-282	50	65	0	3.109	2	9.0
3	2	0	193	177	177	1.0	111	26	0	-1.1580	20.00	23.70	35	11	0	-20	-177	-217	40	177	0	5.035	3	8.0
4	2	0	322	350	250	1.4	311	24	13	0.00000	25.00	25.00	32	8	0	-20	-87	-127	40	87	80	2.717	3	8.0
5	1	6	606	1462	250	5.8	319	22	0	-5.8324	14.92	19.65	557	536	0	-12	-120	-124	4	116	158	0.206	3	2.6
6	5	0	606	1462	250	5.8	1462	22	13	-5.8459	10.00	14.92	21	0	0	-33	-4	-9	4	4	0	0.208	3	2.6

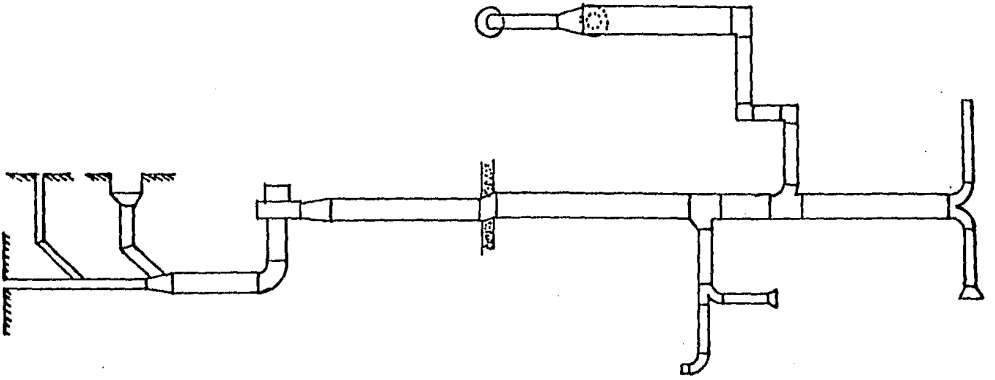


Fig. 4.1 Diagrama esquemático de la red analizada.

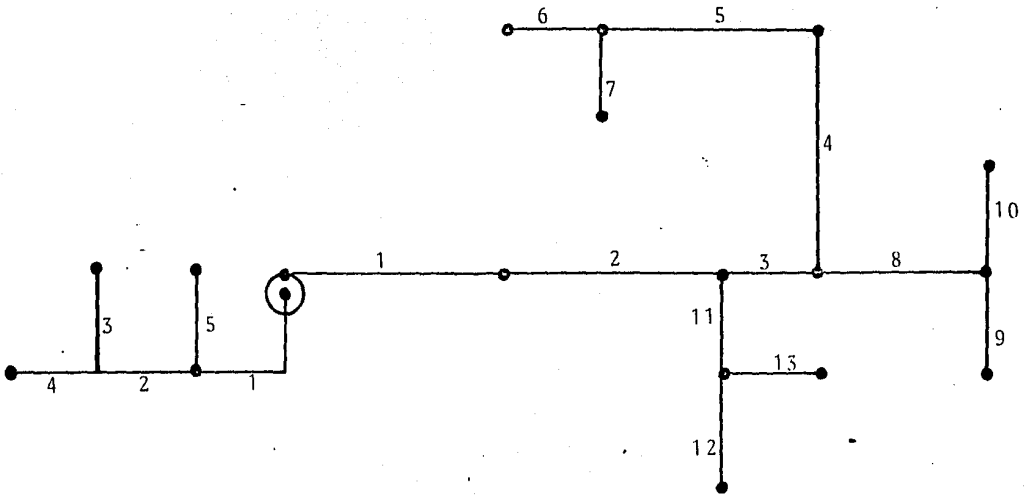


Fig. 4.2 Diagrama de las ramas de la red analizada.

4.2 EJEMPLOS

En esta sección se muestra el alcance del programa desarrollado mediante impresiones de resultados numéricos y dos grupos de gráficas. La red que se empleó en validación se calcula por todos los métodos de diseño.

En el primer grupo de gráficas se dibujan velocidad, presiones, temperatura y gradiente de presión contra distancia desde el ventilador, correspondientes a la velocidad principal óptima. En estas gráficas, la rejilla de retorno, el ventilador y el difusor de inyección se ubican en las abscisas máxima negativa, cero y máxima positiva, respectivamente.

En el segundo grupo de gráficas se presentan los resultados de la optimación, es decir, la variación de costos y presión total del sistema contra velocidad principal. Estas gráficas son muy similares para todos los métodos de diseño.

4.2.1 VELOCIDAD CONSTANTE

La característica de este método se aprecia claramente en la gráfica de velocidad, donde la variable se mantiene constante a lo largo del sistema. Esta condición hace que el gradiente de presión aumente en las ramas alejadas del ventilador y sea mínimo en la ramas conectadas a éste.

4.2.2 FRICCIÓN CONSTANTE

La pérdida de presión total por unidad de longitud se mantiene constante, tal como se presenta en la gráfica de gradiente de presión total. En este caso, la velocidad es menor en las ramas distantes del ventilador y máxima en las ramas principales.

4.2.3 PERDIDA DE PRESION BALANCEADA

La solución con este método es similar a la obtenida con el criterio de fricción constante; adicionalmente, tiene estas ventajas: mejor balance de presiones en la red, menor velocidad óptima y menor costo total.

4.2.4 RECUPERACION DE PRESION ESTATICA

Este criterio de diseño es válido únicamente para la red de inyección, por ésto, las gráficas están formadas por el primer cuadrante.

La gráfica de presiones total y estática deja ver muy bien el fenómeno de conversión de presiones. En la parte media de la gráfica se observa como la presión estática aumenta y la presión dinámica disminuye.

La velocidad en las ramas distantes al ventilador es muy baja, lo que ocasiona grandes secciones transversales, pequeños gradientes de presión total y grandes aumentos de temperatura.

4.3 COMPARACION DE RESULTADOS DE LOS METODOS DE DISEÑO

En la tabla siguiente se resumen los resultados relevantes del sistema na analizado.

TABLA 4.2 COMPARACION DE METODOS DE DISEÑO

METODO DE DISEÑO	VELOCIDAD OPTIMA m/s	PRESION TOTAL Pa	POTENCIA ELECTRICA kW	COSTO DE ADQUIS. miles \$	COSTO DE OPERACION miles \$	COSTO TOTAL miles\$
VELOCIDAD CTE.	5	583	1.8	1 769	697	2 466
FRICCION CTE.	6	973	2.9	1 440	1 164	2 601
PRESION BALANCEADA	5	501	1.5	1 732	600	2 332
RECUPERACION DE PRESION	8	902	2.7	2 216	1 080	3 295

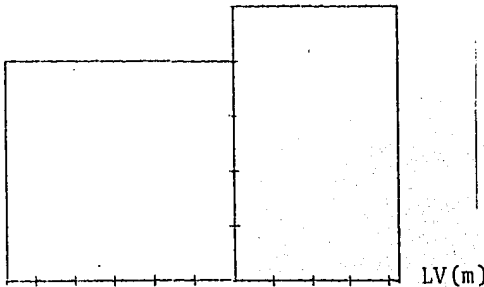
RESULTADOS DE LA RED DE INYECCION

R	RM	RC	D mm	λ mm	Y mm	X/Y	LX mm	C	EA mm	Q l/s	TE °C	TS °C	LT m	LK m	LPA m	LV m	PT Pa	PE Pa	PD Pa	PF Pa	PS Pa	PL Pa/m	N	V m/s
1	1	2	616	1520	250	6.1	1520	20	13	-1.5425	10.00	10.65	109	90	21	0	290	274	16	76	0	0.704	1	5.0
2	1	3	616	1520	250	6.1	1520	20	13	-0.8320	10.65	10.99	4	0	0	8	213	198	16	3	0	0.704	1	5.0
3	2	4	559	1200	250	4.8	1200	22	13	-0.8049	10.99	11.41	6	1	0	12	211	195	16	5	0	0.734	1	5.0
4	3	5	359	440	250	1.8	440	24	13	-1.0181	11.41	12.89	90	76	0	17	206	170	16	90	0	1.002	2	5.0
5	4	7	359	440	250	1.8	440	24	13	-0.5447	12.89	13.68	8	0	0	31	116	100	16	8	0	1.002	2	5.0
6	5	0	256	235	235	1.0	220	26	13	-0.1867	13.68	14.23	28	7	17	39	57	42	16	42	51	1.462	3	5.0
7	5	0	256	235	235	1.0	220	26	13	-0.0540	13.68	13.84	63	34	27	39	108	92	16	92	0	1.462	3	5.0
8	3	10	459	760	250	3.0	760	22	13	-1.1867	11.41	12.41	12	1	0	17	86	70	16	10	120	0.821	2	5.0
9	8	0	335	390	250	1.5	390	24	13	-0.4482	12.41	13.17	48	41	0	28	67	51	16	51	9	1.073	3	5.0
10	8	0	335	390	250	1.5	390	24	13	-0.5728	12.41	13.38	56	47	0	28	76	60	16	60	0	1.073	3	5.0
11	2	12	309	320	250	1.3	320	24	13	-0.5591	10.99	12.10	50	41	0	12	113	98	16	56	97	1.171	2	5.0
12	11	6	219	290	200	1.0	160	26	13	-0.3921	12.10	13.67	22	13	0	21	55	40	16	40	0	1.780	3	5.0
13	11	6	219	290	200	1.0	160	26	13	-0.2467	12.10	13.09	17	11	0	21	46	31	16	31	9	1.780	3	5.0

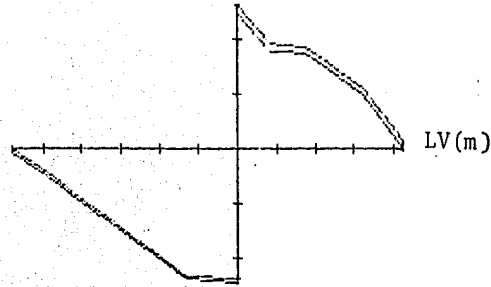
RESULTADOS DE LA RED DE RETORNO

R	RM	RC	D mm	Z mm	Y mm	X/Y	LX mm	C	EA mm	Q l/s	TE °C	TS °C	LT m	LK m	LPA m	LV m	PT Pa	PE Pa	PD Pa	PF Pa	PS Pa	PL Pa/m	N	V m/s
1	1	5	674	1900	250	7.6	1900	20	13	-2.7904	21.40	22.57	19	7	0	0	-293	-303	10	9	0	0.447	1	4.0
2	1	3	506	950	250	3.8	950	22	13	-0.7625	24.94	25.58	19	12	0	-12	-47	-57	10	10	233	0.508	2	4.0
3	2	0	273	250	250	1.0	250	26	0	-1.4923	20.00	24.77	41	17	0	-20	-37	-47	10	37	0	0.890	3	4.0
4	2	0	443	700	250	2.8	700	24	13	0.0000	25.00	25.00	31	7	0	-20	-17	-27	10	17	20	0.354	3	4.0
5	1	6	506	950	250	3.8	950	22	0	-4.3808	13.53	17.22	539	518	0	-12	-285	-295	10	274	0	0.508	3	4.0
6	5	0	506	950	250	3.8	950	22	13	-4.2016	10.00	13.53	21	0	0	-33	-11	-21	10	11	0	0.508	3	4.0

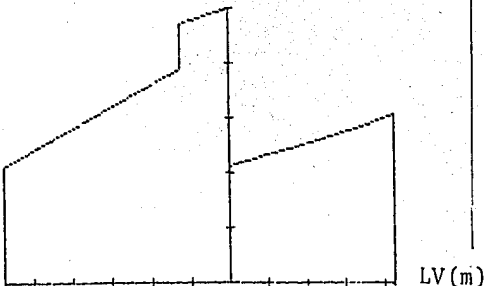
VELOCIDAD



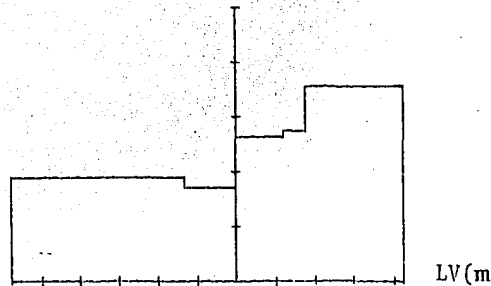
PRESIONES TOTAL Y ESTATICA



TEMPERATURA

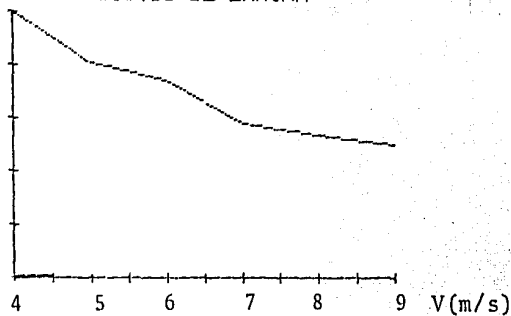


GRADIENTE DE PRESION TOTAL

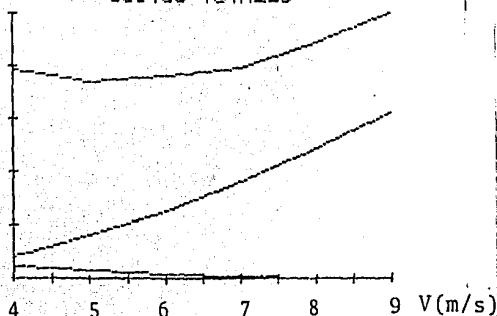


VELOCIDAD m/s	PRESION TOTAL Pa	ENERGIA ELECTRICA kW	COSTO			VELOCIDAD CONSTANTE			
			COSTO TOTAL \$	COSTO OPERACION \$	COSTO ADICIONALES \$	COSTO LAMINA \$	COSTO AISLANTE \$	ENCL \$	ENCA \$
4.00	884.8	1.2	2.60043E6	489315.	2.13178E6	1.14023E6	350074.	22804.7	17503.7
5.00	572.9	1.8	2.46623E6	697712.	1.76857E6	927181.	298634.	18543.6	14781.7
6.00	404.6	2.5	2.33403E6	979857.	1.55417E6	848155.	259211.	16863.1	12960.6
7.00	286.7	3.3	2.22763E6	1.31602E6	1.31181E6	668751.	233100.	13375.0	11655.0
8.00	191.5	4.3	2.14763E6	1.70717E6	1.21047E6	616289.	213421.	12325.8	10871.1
9.00	1786.7	5.3	3.24963E6	2.11495E6	1.13468E6	575608.	199520.	11512.1	9976.0

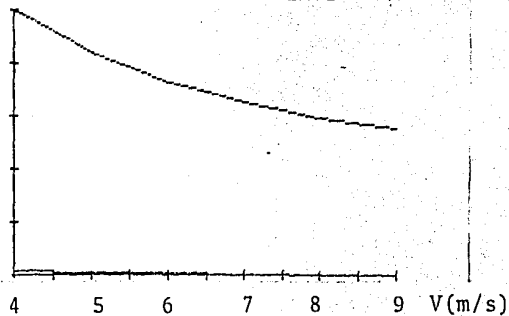
COSTOS DE LAMINA



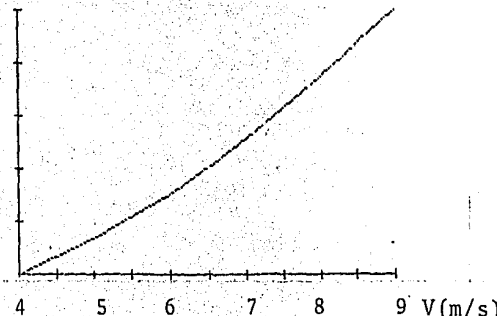
COSTOS TOTALES



COSTOS DE AISLAMIENTO



PRESION TOTAL DE SELECCION



RESULTADOS DE LA RED DE INYECCION

R	RM	RC	D	X	Y	X/Y	LX	C	EA	Q	TE	TS	LT	LN	LPA	LV	PT	PE	PD	FF	PS	FL N	V	
			mm	mm	mm		mm		mm	l/s	oC	oC	m	m	m	m	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Fa/m	m/s	
1	1	2	571	1267	250	5.1	1267	22	13	-1.3248	10.00	10.50	101	79	15	0	313	295	22	103	0	1.026	1	0.0
2	1	3	571	1267	250	5.1	1267	22	13	-0.6814	19.50	10.85	4	0	0	8	214	152	22	4	0	1.026	1	0.0
3	1	4	522	1024	250	4.1	1000	22	13	-0.7131	10.85	11.25	6	1	0	12	210	167	21	7	0	1.026	1	5.7
4	0	5	357	436	250	1.7	375	24	13	-1.0222	11.23	12.71	97	83	0	17	204	158	16	99	0	1.026	2	5.0
5	0	6	357	436	250	1.7	436	24	13	-0.5472	12.71	13.51	8	0	0	31	104	67	16	6	0	1.026	2	5.0
6	0	7	275	254	250	1.0	218	26	13	-0.2024	13.51	14.10	36	8	24	39	49	37	12	37	47	1.026	3	4.3
7	0	8	275	254	250	1.0	218	26	13	-0.0566	13.51	13.68	82	42	39	39	96	85	12	65	0	1.026	3	4.3
8	0	9	439	687	250	2.7	648	24	13	-1.1136	11.23	12.16	12	1	0	17	91	72	19	13	113	1.026	2	5.5
9	0	10	338	387	250	1.5	343	24	13	-0.4977	12.16	12.94	53	46	0	28	70	55	15	55	8	1.026	3	4.9
10	0	11	338	387	250	1.5	343	24	13	-0.5874	12.16	13.15	62	53	0	28	78	63	15	63	0	1.026	3	4.9
11	0	12	317	338	250	1.4	267	24	13	-0.5806	10.85	12.01	61	52	0	12	97	83	14	63	113	1.026	2	4.7
12	11	0	244	223	223	1.0	169	26	13	-0.4382	12.01	13.76	24	14	0	21	34	24	10	24	0	1.026	3	4.0
13	11	0	244	223	223	1.0	169	26	13	-0.2762	12.01	13.11	19	13	0	21	29	19	10	19	5	1.026	3	4.0

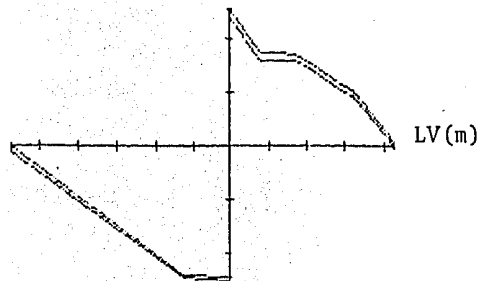
RESULTADOS DE LA RED DE RETORNO

R	RM	RC	D	X	Y	X/Y	LX	C	EA	Q	TE	TS	LT	LN	LPA	LV	PT	PE	PD	FF	PS	FL N	V	
			mm	mm	mm		mm		mm	l/s	oC	oC	m	m	m	m	Pa	Pa	Pa	Pa	Pa	Fa/m	m/s	
1	1	5	826	1583	250	6.3	1583	18	13	-2.4229	21.15	22.17	19	7	0	0	-369	-384	14	12	0	0.647	1	4.8
2	1	3	482	848	250	3.4	792	22	13	-0.6959	25.01	25.59	21	14	0	-12	-34	-47	13	14	325	0.647	2	4.5
3	4	0	291	285	250	1.1	223	26	0	-1.5716	30.00	25.02	39	15	0	-20	-25	-33	8	25	0	0.647	3	3.5
4	2	0	429	652	250	2.6	625	24	13	0.00000	25.00	25.00	32	8	0	-20	-21	-32	11	21	1	0.647	3	4.3
5	1	6	482	848	250	3.4	792	22	0	-4.1357	13.25	16.70	533	512	0	-12	-359	-371	13	345	0	0.647	3	4.5
6	5	0	482	848	250	3.4	848	22	13	-3.8641	10.00	13.25	21	0	0	-33	-14	-26	13	14	0	0.647	3	4.5

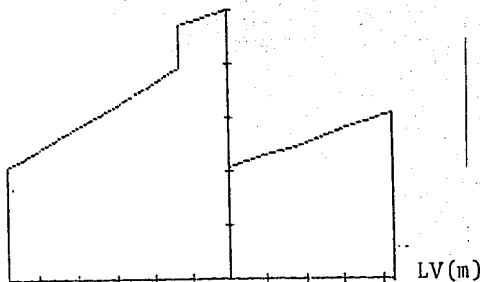
VELOCIDAD



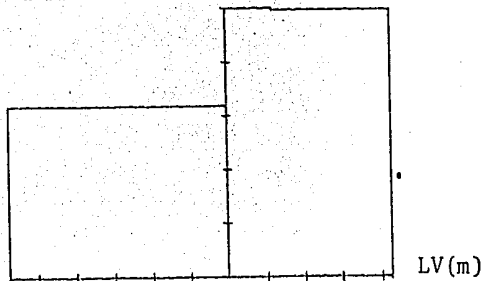
PRESIONES TOTAL Y ESTATICA



TEMPERATURA

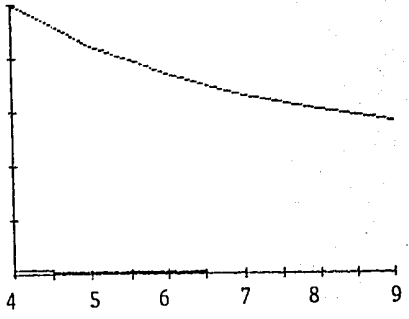


GRADIENTE DE PRESION TOTAL

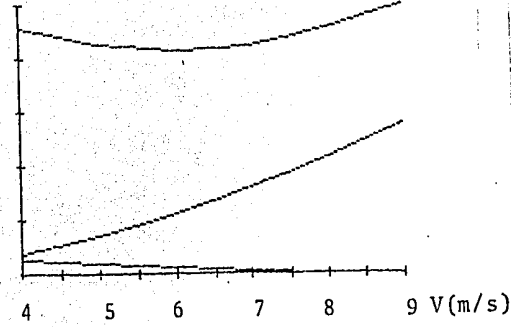


VELOCIDAD m/s	COSTO TOTAL ELECTRICA		COSTO OPERACION			COSTO LAMINA		SELECCION CONDIENE	
	Pa	W	TOTAL \$	OPERACION \$	ACCUMULACION \$	\$	ALTERNATIVE \$	SELECCION \$	SELECCION \$
4.00	343.3	1.0	2.57131E6	414337.	2.25743E6	1.23121E6	327703.	24024.1	18385.4
5.00	492.7	1.5	2.51644E6	399321.	1.91042E6	1.01728E6	312369.	20345.0	15818.4
6.00	675.4	2.1	2.44942E6	372553.	1.62687E6	875590.	275211.	17411.8	13700.0
7.00	888.2	2.7	2.45833E6	1.68162E6	1.45675E6	713218.	248448.	14264.4	12422.4
8.00	1130.9	3.5	2.67421E6	1.37715E6	1.29708E6	586343.	228195.	13136.9	11409.8
9.00	1493.3	4.3	2.89560E6	1.70669E6	1.18670E6	460951.	212313.	12019.0	10615.6

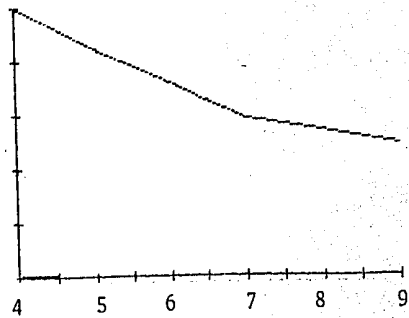
COSTOS DE AISLAMIENTO



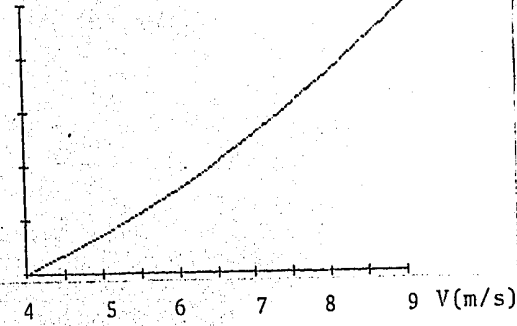
COSTOS TOTALES



COSTOS DE LAMINA



PRESION TOTAL DE SELECCION



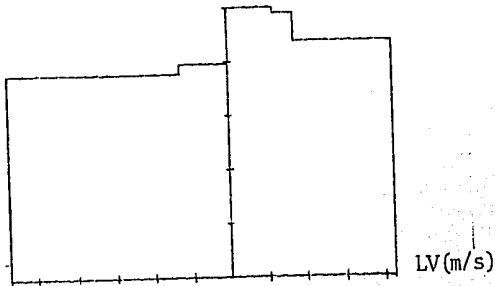
RESULTADOS DE LA RED DE INYECCION

R	RM	RC	D mm	λ mm	Y mm	X/Y	LX mm	C	EA mm	Q l/w	TE oC	TS oC	LT m	LK m	LPA m	LV m	PT Pa	PE Pa	PD Pa	FF Pa	PS Pa	FL N Pa/m	V m/s	
1	2		616	1520	250	6.1	1520	20	13	-1.5425	10.00	10.65	109	60	21	0	241	225	16	76	0	0.704	1	5.0
1	1	3	616	1520	250	6.1	1520	20	13	-0.8020	10.65	10.69	4	0	0	3	164	149	16	3	0	0.704	1	5.0
2	2	4	563	1234	250	4.9	1200	22	13	-0.8183	10.99	11.42	6	1	0	12	162	147	15	5	0	0.704	1	4.9
3	3	5	365	513	250	2.1	449	24	13	-1.1210	11.42	13.05	100	66	0	17	157	146	11	70	0	0.704	2	4.3
4	4	7	365	513	250	2.1	513	24	13	-0.5956	13.05	13.92	8	0	0	31	87	75	11	6	0	0.704	2	4.3
5	5	0	255	233	233	1.0	257	26	13	-0.1829	13.92	14.45	28	7	17	39	58	42	16	42	25	1.508	3	5.1
5	5	0	297	296	250	1.2	257	26	13	-0.0519	13.92	14.10	103	45	57	39	81	72	9	72	11	0.704	3	3.7
3	3	10	352	422	250	1.7	775	24	13	-0.7965	11.42	12.09	17	6	0	17	146	95	50	52	11	3.109	2	9.0
8	8	0	354	426	250	1.7	211	24	13	-0.4965	12.09	12.92	100	93	0	28	93	81	12	31	0	0.311	3	4.4
8	8	0	365	455	250	1.8	211	24	13	-0.6508	12.09	13.19	118	109	0	28	94	83	11	83	0	0.704	3	4.2
11	2	13	273	249	249	1.0	320	26	13	-0.4912	10.99	11.97	38	29	0	12	110	84	26	84	52	2.173	2	0.4
11	0	0	264	241	241	1.0	125	26	13	-0.4721	11.97	13.85	26	16	0	21	25	18	7	18	1	0.704	3	3.4
11	0	0	251	230	230	1.0	125	26	13	-0.2246	11.97	13.10	20	14	0	21	26	17	9	17	0	0.839	3	3.8

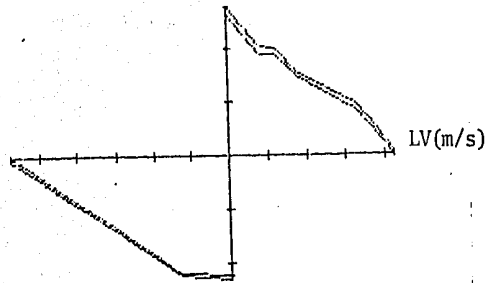
RESULTADOS DE LA RED DE RETORNO

R	RM	RC	D mm	λ mm	Y mm	X/Y	LX mm	C	EA mm	Q l/w	TE oC	TS oC	LT m	LK m	LPA m	LV m	PT Pa	PE Pa	PD Pa	FF Pa	PS Pa	FL N Pa/m	V m/s	
1	1	5	674	1900	250	7.6	1900	20	13	-2.7775	21.48	22.65	19	7	0	0	-261	-271	10	9	0	0.446	1	4.0
1	1	4	352	422	250	1.7	950	22	13	-0.4267	25.10	25.46	-317	-324	0	-12	1010	960	55	-985	122	3.109	2	9.0
2	2	0	314	332	250	1.3	111	24	0	-1.6797	20.00	25.37	37	13	0	-20	-17	-22	6	17	3	0.447	3	3.0
4	2	0	455	745	250	3.0	311	24	13	0.00000	25.00	25.00	34	10	0	-20	-16	-25	9	10	0	0.484	3	3.6
5	1	6	519	1009	250	4.0	950	22	0	-4.5358	13.70	17.51	545	524	0	-12	-253	-262	9	244	0	0.447	3	3.8
6	5	0	519	1009	250	4.0	1009	22	13	-4.3950	10.00	13.70	21	0	0	-33	-9	-18	9	9	0	0.447	3	3.8

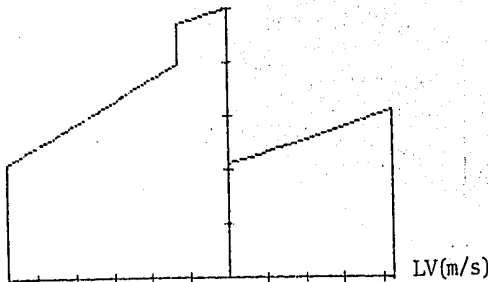
VELOCIDAD



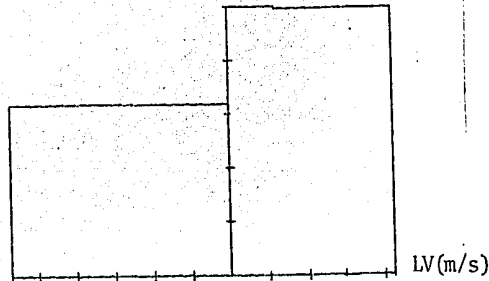
PRESIONES TOTAL Y ESTATICA



TEMPERATURA

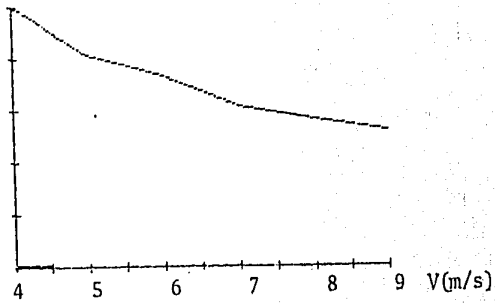


GRADIENTE DE PRESION TOTAL

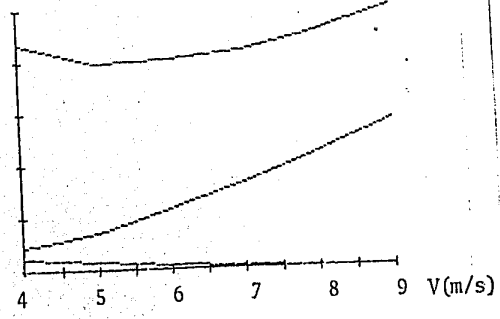


VELOCIDAD	PRESION TOTAL ELECTRICAS	PRESION TOTAL	COSTO DE COCACION	COSTO DE COCACION	COSTO DE LAMINA	COSTO DE ALAMBE	COSTO DE ALAMBE	COSTO DE ALAMBE	
m/s	Fa	TH	1.1a	1.1a	1.1a	1.1a	1.1a	1.1a	
4.00	370.2	1.1	2.52387E6	450695.	2.56938E6	1.11803E6	331861.	21375.8	16319.1
5.00	432.7	1.5	2.33230E6	809521.	1.73227E6	916514.	252293.	19330.3	14612.1
6.00	675.4	2.1	2.36549E6	822553.	1.54254E6	829286.	269946.	16565.5	12047.3
7.00	888.2	2.7	2.44104E6	1.08166E6	1.35938E6	694355.	238278.	13687.1	11913.9
8.00	1130.9	3.5	2.63571E6	1.37715E6	1.25359E6	641173.	220807.	12523.5	11645.4
9.00	1403.3	4.3	2.87396E6	1.70689E6	1.16446E6	551926.	207504.	11666.5	10375.2

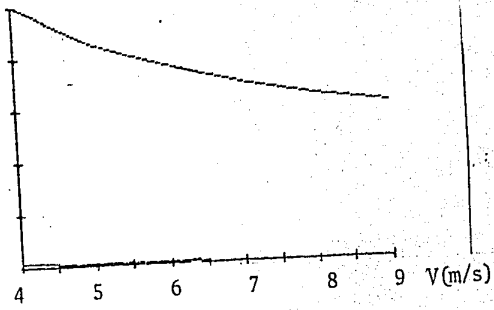
COSTOS DE LAMINA



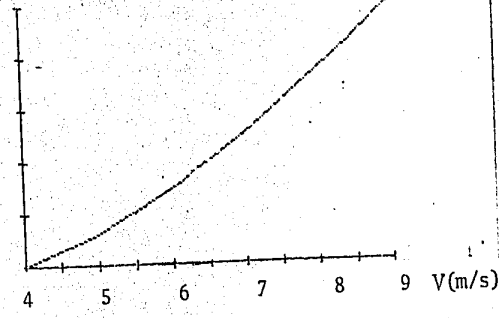
COSTOS TOTALES



COSTOS DE AISLAMIENTO



PRESION TOTAL DE SELECCION



RESULTADOS DE LA RED DE INYECCION

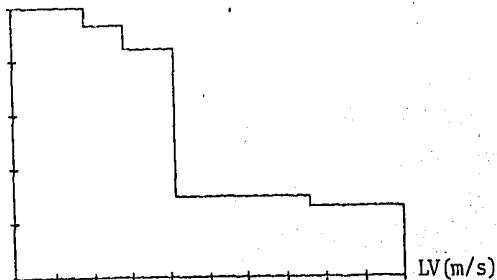
RECUPERACION DE PRESION ESTATICA

R	RM	RC	D mm	X mm	Y mm	X/Y	LX mm	C	EA mm	Q l/w	TE oC	TS oC	LT m	LR m	LPA m	LV m	PT Pa	PE Pa	PD Pa	PF Pa	PS Pa	PLN Pa/m	V m/s	
1	1	2	506	950	250	3.8	950	22	13	-1.0513	10.00	10.44	92	76	6	0	232	222	40	173	0	1.585	1	8.0
2	1	3	525	1039	250	4.2	950	22	13	-0.5817	10.44	10.69	4	0	0	8	90	55	33	8	0	1.557	1	7.3
3	2	4	505	949	250	3.8	820	22	13	-0.8772	10.69	11.05	7	2	0	12	83	56	45	8	0	1.265	1	6.3
4	3	5	514	1127	250	4.5	348	22	13	-1.9926	11.05	13.95	257	243	0	17	75	73	2	33	0	0.129	2	2.0
5	4	6	560	1315	250	5.3	1127	22	13	-1.1236	13.95	15.59	8	0	0	31	42	40	2	1	0	0.094	2	1.7
6	5	7	746	2463	250	7.9	656	20	13	-0.8835	15.59	18.15	211	14	3193	39	25	25	0	25	16	0.008	3	0.4
7	5	8	854	3764	250	15.1	659	18	13	-0.3938	15.59	16.73	11773	370	11402	39	41	41	0	41	0	0.004	3	0.3
8	3	10	468	794	250	3.2	601	22	13	-1.3490	11.05	12.10	13	2	0	17	30	16	14	10	45	0.747	2	4.6
9	6	8	525	1037	250	4.1	397	22	13	-0.9118	12.10	13.64	158	151	0	28	21	18	2	18	0	0.117	3	1.6
10	11	0	535	1087	250	4.3	397	22	13	-1.1997	12.10	14.12	177	168	0	28	21	19	2	19	0	0.106	3	1.7
11	2	12	436	676	250	2.7	219	24	13	-0.9053	10.69	12.50	186	177	0	12	43	39	3	39	40	0.212	2	2.4
12	11	0	416	608	250	2.4	338	24	13	-0.7832	12.50	15.63	31	22	0	21	3	2	1	2	0	0.075	3	1.3
13	11	0	404	569	250	2.3	338	24	13	-0.4803	12.50	14.42	25	19	0	21	3	2	1	2	0	0.057	3	1.4

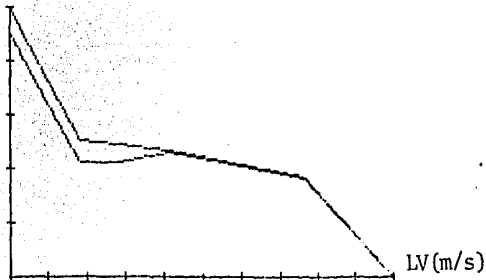
RESULTADOS DE LA RED DE RETORNO

R	RM	RC	D mm	X mm	Y mm	X/Y	LX mm	C	EA mm	Q l/w	TE oC	TS oC	LT m	LR m	LPA m	LV m	PT Pa	PE Pa	PD Pa	PF Pa	PS Pa	PLN Pa/m	V m/s	
1	1	5	556	1187	250	4.7	1187	20	13	-1.9815	20.45	21.28	19	7	0	0	-640	-605	26	22	0	1.174	1	6.4
2	1	4	352	422	250	1.7	594	24	13	-0.4327	24.29	25.25	-14	-22	0	-12	35	-15	50	-45	628	3.108	2	5.0
3	2	0	255	236	236	1.0	111	26	0	-1.4283	20.00	24.56	36	12	0	-20	-42	-55	13	42	5	1.165	3	4.5
4	2	0	381	560	250	2.0	311	24	13	0.00600	25.00	25.00	34	10	0	-20	-40	-60	20	40	0	1.174	3	5.0
5	1	6	428	646	250	2.6	594	22	0	-3.5367	12.68	15.65	509	438	0	-12	-622	-643	22	597	0	1.174	3	5.9
6	5	0	428	646	250	2.6	646	24	13	-3.1845	10.00	12.68	21	0	0	-33	-25	-46	22	25	0	1.174	3	5.9

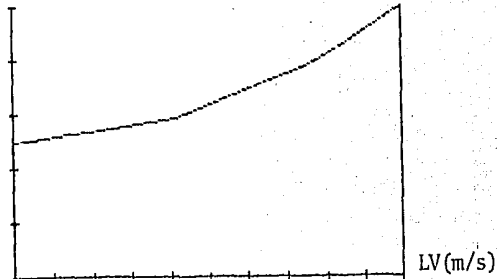
VELOCIDAD



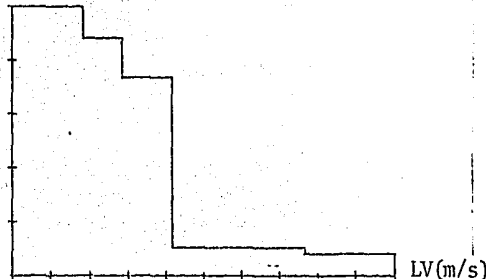
PRESIONES TOTAL Y ESTATICA



TEMPERATURA

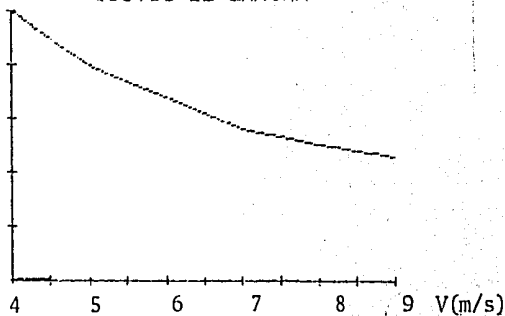


GRADIENTE DE PRESION TOTAL

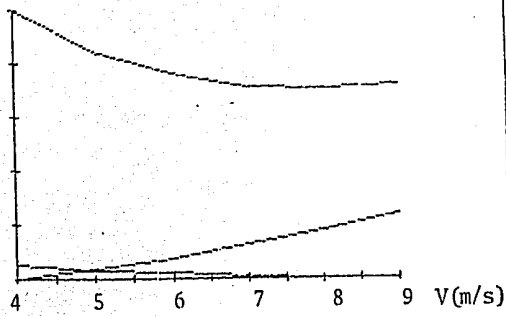


VELOCIDAD	PRESSION TOTAL	ENERGIA ELECTRICA	COSTO TOTAL	COSTO OPERACION	COSTO ACUMULACION	COSTO LAMINA	COSTO AISLAMIENTO	CMA	CMA
m/s	Pa	kW	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
4.00	274.5	0.8	4.51491E6	314232.	4.21063E6	1.35718E6	543842.	39148.2	27167.1
5.00	352.4	1.2	3.90495E6	477825.	3.42672E6	1.57515E6	457265.	31503.0	22933.3
6.00	533.9	1.6	3.54577E6	650196.	2.89557E6	1.74532E6	403256.	26916.3	20164.8
7.00	698.7	2.1	3.32243E6	850841.	2.47164E6	1.11107E6	363110.	22221.4	18155.5
8.00	836.6	2.7	3.25517E6	1.07965E6	2.21552E6	955266.	332608.	19905.3	16830.4
9.00	1097.2	3.4	3.36055E6	1.36615E6	2.02470E6	909501.	308639.	18190.0	15431.9

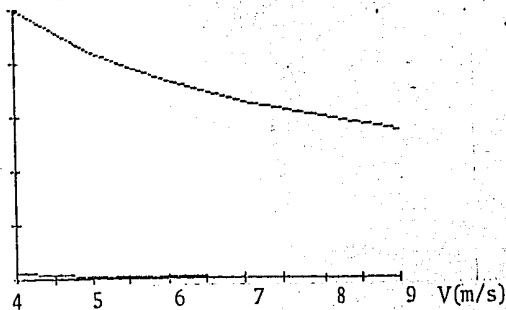
COSTOS DE LAMINA



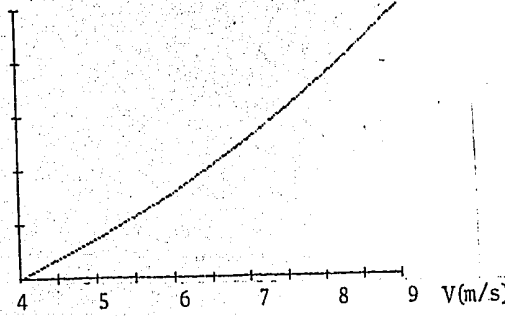
COSTOS TOTALES



COSTOS DE AISLAMIENTO



PRESSION TOTAL DE SELECCION



CONCLUSIONES

Gracias a este trabajo se cuenta con los modelos analíticos que representan los fenómenos físicos y económicos que intervienen en el diseño de una red de ductos rectangulares de aire acondicionado de baja velocidad.

El sistema de cálculo desarrollado aporta gran detalle de las variables en la red de ductos y gráficas de los resultados más importantes. Con esta información es posible detectar deficiencias en el diseño y mejorarlo.

El tiempo de cálculo se reduce de días a minutos. Así, el ingeniero de diseño dispone de tiempo para capacitarse y dedicarse a actividades más creativas.

Mediante la optimización se obtiene una reducción en el costo total de la red de ductos del orden de la mitad del costo de la solución tradicional sin computadora. Adicionalmente, la solución óptima tiende a ahorrar energía.

En cuanto a las metodologías de diseño, considero que el criterio de presión balanceada es el mejor. El sistema diseñado con este método mostró lo siguiente:

- La velocidad óptima fue una de las más bajas.
- La presión total del sistema, la potencia eléctrica y el costo de operación fueron los menores.
- El costo de adquisición fue el segundo más bajo.
- El costo total fue el menor.
- Se logró un buen balance de presiones en la red.

Para mejorar este programa sería conveniente:

- Incluir el costo de la energía necesaria para remover el calor que se transmite al aire en la red de ductos.
- Optimizar el espesor del aislamiento.
- Incluir el costo del ventilador.

REFERENCIAS

1. R. W. Fox y A. T. McDonal. INTRODUCCION A LA MECANICA DE FLUIDOS. 2a. ed., México, Interamericana, 1968.
2. W. C. Reynolds y H. C. Perkins. INGENIERIA TERMODINAMICA. México, Mc Graw-Hill, 1960.
3. Hewlet Packard. USER LIBRARY SOLUTION HF 410.
4. V. L. Streeter y E. B. Wyle. MECANICA DE FLUIDOS. México, Mc Graw-Hill, 1980.
5. American Society of Refrigerating, Heating and Air conditioning Engineers. FUNDAMENTOS. E.U.A., 1981.
6. M. de Anda. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES EN EL ACONDICIONAMIENTO DE AIRE. México, 1981.
7. W. F. Stoeker. REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING. 2a. ed., E.U.A., Mc Graw-Hill.
8. Asociación Mexicana de Empresas del Ramo de Instalaciones para la Construcción A.C., METODOLOGIA PARA LA CUANTIFICACION DE LAMINA GALVANIZADA EN LA MANUFACTURA DE DUCTOS DE CONDUCCION DE AIRE. México, 1981.
9. American Society of Refrigerating, Heating and Air conditioning Engineers. EQUIPMENTS. E.U.A., 1979.
10. Trane. AIR CONDITIONING MANUAL. E.U.A.
11. Carrier. HANDBOOK OF AIR CONDITIONING SYSTEM DESING. E.U.A., 1972.
12. F. M. White. FLUID MECHANICS. E.U.A. Mc Graw-Hill, 1979.
13. E. Hernández. FUNDAMENTOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION. México, Limusa, 1975.
14. F. C. McQuiston y J. D. Parker. HEATING, VENTILATING AND AIR CONDITIONING ANALYSIS AND DESING. E.U.A., John Wiley and Sons, 1977.
15. American Society of Refrigerating, Heating and Air conditioning Engineers. HEATING, VENTILATING AND AIR CONDITIONING GUIDE. E.U.A., 1979.

```

1 1 1:0 1 (4L FRINTER);
2 1 1:0 1 PROGRAM: DATODUCTOS;
3 1 1:0 1 AUTOR: GONZALO FERNANDEZ VALENCIA
4 1 1:0 1 FECHA: ABR 01/85
5 1 1:0 1 MODIFICADO: OCT 07/85
6 1 1:0 1 COMPLEMENTO: CHAINSTUF
7 1 1:0 1 UNIDAD GLOBAL
8 1 1:0 1 PROGRAMA ADENTRADA
9 1 1:0 1
10 1 1:0 1 OBJETIVO: PROGRAMA DE ENTRADA DE DATOS PARA EL DISEÑO DE DUCTOS DE AIRE
11 1 1:0 1 ACONDICIONADO. LA INFORMACION SE DIVIDE EN DATOS ESCALARES Y
12 1 1:0 1 VECTORIALES. AMBOS DATOS SE GUARDAN EN ARCHIVOS EN DISCO.
13 1 1:0 1
14 1 1:0 1 ARCHIVOS: DUCTOS.HOJA HOJAS DE DESPLEGUE
15 1 1:0 1 DUCTOS.DATA LOS REGISTROS 1-12 CONTIENEN DATOS FISICOS
16 1 1:0 1 LOS REGISTROS 21-40 CONTIENEN DATOS TECNICOS
17 1 1:0 1 LOS REGISTROS 41-50 CONTIENEN DATOS DE CONTROL DE
18 1 1:0 1 FLUJO DE PROGRAMACION
19 1 1:0 1 INYECCION.DATA DATOS DE LA RED DE INYECCION
20 1 1:0 1 RETORNO.DATA DATOS DE LA RED DE RETORNO
21 1 1:0 1
22 1 1:0 1 (85++)
23 1 1:0 1 PROGRAM DATODUCTOS;
24 1 1:0 1
25 1 1:0 1
26 1 1:0 1
27 28 2:0 1 PROCEDURE SETCHAIN(TITLE:STRING);
28 28 3:0 1 PROCEDURE SETCVAL(VAL:STRING);
29 28 4:0 1 PROCEDURE GETCVAL(VAR VAL:STRING);
30 28 5:0 1 PROCEDURE SWAPON;
31 28 5:0 1 PROCEDURE SWAPOFF;
32 28 6:0 1
33 1 1:0 1 CHAINSTUF.
34 15 1:0 1
35 15 1:0 1 TYPE
36 15 1:0 1 CONJUNTCARACTER=SET OF CHAR;
37 15 1:0 1 PANTALLA=PACKED ARRAY[1..25,1..40] OF CHAR;
38 15 1:0 1 VAR
39 15 1:0 1 NP:INTEGER; (*NO. DE PASAJAS*)
40 15 1:0 1 PASA:BOOLEAN; (*INDICA LA EXISTENCIA DE CARACTERES INVALIDOS. ES PARTE
41 15 1:0 1 DE LOS PROCEDIMIENTOS FILTRAR*)
42 15 1:0 1 HOJA:FILE OF PANTALLA; (*ARCHIVO DE HOJAS A DESPLEGAR EN MONITOR*)
43 15 2:0 1 FUNCTION LONGAE(INTEGER;INTEGER);
44 15 3:0 1 PROCEDURE LIMPIA(VAR CUERDA:STRING);INTEGER;
45 15 4:0 1 PROCEDURE SEPARA(CUERDA:STRING;VAR ENTERO,DECIMAL,EXONENTE:STRING);
46 15 5:0 1 PROCEDURE FILTRANATURAL(VAR CUERDA:STRING);
47 15 6:0 1 PROCEDURE FILTRAENTERO(VAR CUERDA:STRING);
48 15 7:0 1 PROCEDURE FILTRAREAL(VAR CUERDA:STRING);
49 15 8:0 1 FUNCTION PASAENTERO(CUERDA:STRING);INTEGER;
50 15 9:0 1 FUNCTION PASAREAL(CUERDA:STRING);REAL;
51 15 10:0 1 PROCEDURE LEER(VAR E:INTEGER);
52 15 11:0 1 PROCEDURE LEER(VAR R:REAL);
53 15 12:0 1 PROCEDURE LEES(VAR S:STRING;K:INTEGER);
54 15 13:0 1 PROCEDURE MENU(C:CONJUNTCARACTER;VAR C:CHAR);
55 15 14:0 1 PROCEDURE MENU(X,Y:INTEGER;C:CONJUNTCARACTER;VAR E:INTEGER);
56 15 15:0 1 PROCEDURE MENU(X,Y,EMIN,EMAX:INTEGER;VAR E:INTEGER);
57 15 16:0 1 PROCEDURE MENU(X,Y,K:INTEGER;RMIN,RMAX:REAL;VAR R:REAL);
58 15 17:0 1 PROCEDURE DESPLEGAR(ARCHIVO:STRING;R:INTEGER);
59 15 18:0 1 PROCEDURE BORRAR(RI,CI,RF,CF:INTEGER);
60 15 19:0 1 PROCEDURE IMPRIMIR(RI,CI,RF,CF:INTEGER);
61 15 20:0 1 FUNCTION D(X:REAL;K:INTEGER);INTEGER;
62 15 21:0 1 PROCEDURE ESCRIBE(X,Y,K:NO:INTEGER;A:REAL);
63 15 21:0 1
64 1 1:0 1
65 1 1:0 1
66 1 1:0 1
67 1 1:0 1
68 1 1:0 1
69 1 1:0 1
70 1 1:0 1
71 1 1:0 1
3 CONST
3 MAXRAM=100; (*MAXIMO DE RAMAS*)
3 ECODATA=20; (*DATOS ECONOMICOS*)
3 FISDATA=L2; (*DATOS FISICOS*)
3 REDATA=009; (*DATOS DE LA RED*)
3

```

```

72 1 1:0 3 (#P)
73 1 1:0 3 TYPE
74 1 1:0 3 TDATO= (PARAMETROS DEL DATO)
75 1 1:0 3 RECORD
76 1 1:0 3 VALOR: (VALOR)
77 1 1:0 3 MIN: (VALOR MINIMO)
78 1 1:0 3 MAX:REAL:(VALOR MAXIMO)
79 1 1:0 3 INICE: (NUMERO DE VARIABLES)
80 1 1:0 3 TIPO: INTEGER:
81 1 1:0 3 RUBRO:
82 1 1:0 3 IDENTIFICADOR:STRING:
83 1 1:0 3 END:
84 1 1:0 3 TOTORAMA=(DATOS DE RAMA)
85 1 1:0 3 RECORD
86 1 1:0 3 RD:ARRAY(1..3) OF INTEGER:(RAMAS DERIVADAS)
87 1 1:0 3 PA: (FRECUEN DEL ACCESORIO, F#)
88 1 1:0 3 L: (LONGITUD RECTA, M)
89 1 1:0 3 LEQ:(LONGITUD RECTA EQUIVALENTE, M)
90 1 1:0 3 L: (COEFICIENTE DE PERDIDAS DINAMICAS)
91 1 1:0 3 TA:REAL:(TEMPERATURA DEL AIRE CIRCUNDANTE, C)
92 1 1:0 3 AISLADO: INTEGER:(DUCTO AISLADO)
93 1 1:0 3 EAD:(ESPESOR DE AISLAMIENTO, MM)
94 1 1:0 3 VD: (VELOCIDAD, M/S)
95 1 1:0 3 CS: (CODOS SUAVES)
96 1 1:0 3 CB: (CODOS BRUSCOS)
97 1 1:0 3 A:REAL:(ANGULO DE DERIVACION, GRADOS)
98 1 1:0 3 CUARTO: INTEGER:(CUARTO TERMINAL)
99 1 1:0 3 G: (GASTO, L/S)
100 1 1:0 3 AD: (ANCHOS, MM)
101 1 1:0 3 ID: (PERALTE, MM)
102 1 1:0 3 TCUARTO:REAL:(TEMPERATURA DEL CUARTO, °C)
103 1 1:0 3 END:
104 1 1:0 3 RED:=ARRAY(1..MAXRAM) OF TOTORAMA:
105 1 1:0 3 VAR
106 1 1:0 3 I, J: (CONTADORES)
107 1 1:0 3 ND: (NO. DE DATOS)
108 1 1:0 3 EVALOR: (VALOR ENTERO)
109 1 1:0 3 DMI: INTEGER: (VARIABLE DE DECISION)
110 1 1:0 3 DAI: CHAR: (VARIABLE DE DECISION)
111 1 1:0 3 IMP: INTERACTIVE: (ARCHIVO DE IMPRESION)
112 1 1:0 310 DATOS: FILE OF TDATO:
113 1 1:0 700 INYECCION: (RED DE INYECCION)
114 1 1:0 700 RETORNO: FILE OF RED: (RED DE RETORNO)
115 1 1:0 4000 (VARIABLES DE CONTROL)
116 1 1:0 4000 IN: (INYECCION)
117 1 1:0 4000 MI: (METODO DE INYECCION)
118 1 1:0 4000 AI: (AISLAMIENTO EN INYECCION)
119 1 1:0 4000 RET: (RETORNO)
120 1 1:0 4000 NR: (METODO DE RETORNO)
121 1 1:0 4612 AR:REAL:(AISLAMIENTO EN RETORNO)
122 1 1:0 4612 NRI: (RAMAS DE INYECCION)
123 1 1:0 4612 NRR: (RAMAS DE RETORNO)
124 1 1:0 4612 CORRIDA: INTEGER:
125 1 1:0 4615
126 1 1:0 4615
127 1 1:0 4615
128 1 1:0 4615
129 1 2:0 1 PROCEDURE ASIGNADATOS:
130 1 2:0 1
131 1 2:0 1 ( OBJETIVO: ASIGNA EL CONTENIDO DE DUCTOS, DATA A LAS VARIABLES DE CONTROL)
132 1 2:0 1
133 1 2:0 1 BEGIN
134 1 2:1 1 WITH DATOS^ DO
135 1 2:2 5 FOR I:=42 TO 49 DO
136 1 2:3 16 BEGIN
137 1 2:4 16 SEEK(DATOS, I);
138 1 2:4 25 GET(DATOS);
139 1 2:4 33 CASE I OF
140 1 2:4 36 42: IN:=VALOR;
141 1 2:4 48 43: MI:=VALOR;
142 1 2:4 60 44: NRI:=ROUND(VALOR);
143 1 2:4 72 45: AI:=VALOR;
144 1 2:4 84 46: RET:=VALOR;
145 1 2:4 96 47: NR:=VALOR;
146 1 2:4 108 48: NRR:=ROUND(VALOR);
147 1 2:4 120 49: AR:=VALOR;
148 1 2:4 132 END: (CASE)
149 1 2:3 156 END: (FOR)
150 1 2:0 163 END: (ASIGNADATOS)
151 1 2:0 180

```

```

152 1 2:0 180 (4P)
153 1 3:0 1 PROCEDURE ASIGNA(I:INTEGER);REAL:
154 1 3:0 4
155 1 3:0 4 ( OBJETIVO: ASIGNA A AL VALOR DE LA I-ESIMA VARIABLE)
156 1 3:0 4
157 1 3:0 0 BEGIN
158 1 3:1 0 WITH DATOS' DO
159 1 3:2 5 BEGIN
160 1 3:3 5 SEEK(DATOS, I);
161 1 3:3 14 GET(DATOS);
162 1 3:3 22 CASE TIPO OF
163 1 3:3 26 0:1:VALOR:=ROUND(MAX);
164 1 3:3 40 2:VALOR:=A;
165 1 3:3 51 END;
166 1 3:3 64 SEEK(DATOS, I);
167 1 3:3 73 PUT(DATOS);
168 1 3:2 81 END;
169 1 3:0 81 END:(ASIGNA)
170 1 3:0 94
171 1 3:0 94
172 1 4:0 1 PROCEDURE LECTURA(I:INTEGER);
173 1 4:0 3
174 1 4:0 2 ( OBJETIVO: LEE EL VALOR DE LA I-ESIMA VARIABLE)
175 1 4:0 2
176 1 4:0 0 BEGIN
177 1 4:1 0 WITH DATOS' DO
178 1 4:2 5 BEGIN
179 1 4:3 5 SEEK(DATOS, I);
180 1 4:3 14 GET(DATOS);
181 1 4:3 22 WRITE(CHR(12), INDICE:2, RUEDA:25);
182 1 4:3 55 CASE TIPO OF
183 1 4:3 59 0:1:BEGIN MENUE(23,0,ROUND(MIN), ROUND(MAX), EVALOR);VALOR:=EVALOR;END;
184 1 4:3 87 2:MENU(28,0,12,MIN,MAX,VALOR);
185 1 4:3 106 END;
186 1 4:3 120 SEEK(DATOS, I);
187 1 4:3 128 PUT(DATOS);
188 1 4:2 137 END:(WITH)
189 1 4:0 137 END:(LECTURA)
190 1 4:0 150

```

```

191 1 4:0 150 (AP:
192 1 5:0 1 PROCEDURE LINEAS:CIWRO:
193 1 5:0 2
194 1 5:0 2 1 OBJETIVO: DA SALIDA A LA P-ESINA LINEA POR:
195 1 5:0 2 2 C= I . INFORMACION
196 1 5:0 2 2 C= C . CONSOLA I
197 1 5:0 3
198 1 5:0 0 BEGIN
199 1 5:1 0 WITH DATOS: DO
200 1 5:2 5 BEGIN
201 1 5:3 5 SEEK(DATOS,1);
202 1 5:3 14 GET(DATOS);
203 1 5:3 22 IF S= 1
204 1 5:3 23 THEN WRITELN(IMP, INDICE: 2, RUEGO: 25, VALOR: 12; D(VALOR, 12))
205 1 5:3 79 ELSE
206 1 5:4 81 BEGIN
207 1 5:5 81 WRITELN(CHR(12), INDICE: 2, RUEGO: 25, VALOR: 12; D(VALOR, 12));
208 1 5:5 147 READLN;
209 1 5:4 155 END;
210 1 5:2 155 END:(WITH);
211 1 5:0 155 END:(LINEA);
212 1 5:0 168
213 1 5:0 169
214 1 6:0 1 PROCEDURE ENTRARAMA:CIWRO:
215 1 6:0 2
216 1 6:0 2 1 OBJETIVO: ADQUIERE LA INFORMACION DE UNA RAMA,
217 1 6:0 2 2 C= I RAMA DE DIRECCION
218 1 6:0 2 2 C= R RAMA DE RETORNO;
219 1 6:0 3
220 1 6:0 0 BEGIN
221 1 6:1 0 IF C= I THEN (HAY DIRECCION)
222 1 6:2 5 WITH DIRECCION (I) DO
223 1 6:3 18 BEGIN
224 1 6:4 18 MENUE(31,19,0,MAXINT,CUARTO);
225 1 6:4 30 IF CUARTO=0 THEN BEGIN MENUE(28,4,1,NR1,EVALOR);RDI(1)=EVALOR;END
226 1 6:4 59 ELSE BEGIN MENUE(28,4,0,NR1,EVALOR);RDI(1)=EVALOR;END;
227 1 6:4 83 MENUE(28,5,0,NR1,EVALOR);RDI(2)=EVALOR;
228 1 6:4 105 MENUE(28,6,0,NR1,EVALOR);RDI(3)=EVALOR;
229 1 6:4 127 MENUR(28,7,12,0,MAXINT,PA);
230 1 6:4 142 MENUR(28,8,12,0,MAXINT,LA);
231 1 6:4 157 MENUR(28,9,12,0,MAXINT,LEO);
232 1 6:4 172 MENUR(28,10,12,0,MAXINT,LO);
233 1 6:4 187 MENUR(31,11,12,-50,150,TO);
234 1 6:4 205 MENUE(31,12,0,1,EVALOR);AISLADO:=EVALOR;
235 1 6:4 217 IF (AISLADO=1)AND(CA=1)AND(MR=5) THEN MENUR(31,13,12,0,100,EAD) ELSE EAD:=0;
236 1 6:4 256 IF (I=1)OR(MI=2) THEN MENUR(31,14,12,0,1,20,VD) ELSE VD:=0;
237 1 6:4 307 MENUR(31,15,12,0,MAXINT,CS);
238 1 6:4 322 MENUR(31,16,12,0,MAXINT,CB);
239 1 6:4 337 MENUR(31,17,12,0,90,AT);
240 1 6:4 350 IF CUARTO<0 THEN MENUR(31,20,12,0,1,MAXINT,G) ELSE G:=0;
241 1 6:4 365 IF MI=5 THEN MENUR(31,21,12,1,10000,AD) ELSE AD:=0;
242 1 6:4 420 IF NI=5 THEN MENUR(31,22,12,1,10000,VD) ELSE VD:=0;
243 1 6:4 455 IF CUARTO<0 THEN MENUR(31,23,12,-50,300,TCUARTO) ELSE TCUARTO:=0;
244 1 6:3 467 END:(WITH);
245 1 6:1 487 IF C=R THEN (HAY RETORNO)
246 1 6:2 492 WITH RETORNO (I) DO
247 1 6:3 505 BEGIN
248 1 6:4 505 MENUE(31,19,0,MAXINT,CUARTO);
249 1 6:4 517 IF CUARTO=0 THEN BEGIN MENUE(28,4,1,NR1,EVALOR);RDI(1)=EVALOR;END
250 1 6:4 546 ELSE BEGIN MENUE(28,4,0,NR1,EVALOR);RDI(1)=EVALOR;END;
251 1 6:4 570 MENUE(28,5,0,NR1,EVALOR);RDI(2)=EVALOR;
252 1 6:4 592 MENUE(28,6,0,NR1,EVALOR);RDI(3)=EVALOR;
253 1 6:4 614 MENUR(28,7,12,0,MAXINT,PA);
254 1 6:4 629 MENUR(28,8,12,0,MAXINT,LA);
255 1 6:4 644 MENUR(28,9,12,0,MAXINT,LEO);
256 1 6:4 659 MENUR(28,10,12,0,MAXINT,LO);
257 1 6:4 674 MENUR(31,11,12,-50,150,TO);
258 1 6:4 690 MENUE(31,12,0,1,EVALOR);AISLADO:=EVALOR;
259 1 6:4 704 IF (AISLADO=1)AND(CA=1)AND(MR=5) THEN MENUR(31,13,12,0,100,EAD) ELSE EAD:=0;
260 1 6:4 753 IF (I=1)OR(CI=2) THEN MENUR(31,14,12,0,1,20,VD) ELSE VD:=0;
261 1 6:4 795 MENUR(31,15,12,0,MAXINT,CS);
262 1 6:4 810 MENUR(31,16,12,0,MAXINT,CB);
263 1 6:4 825 MENUR(31,17,12,0,90,AT);
264 1 6:4 838 IF CUARTO<0 THEN MENUR(31,20,12,0,1,MAXINT,G) ELSE G:=0;
265 1 6:4 873 IF MI=5 THEN MENUR(31,21,12,1,10000,AD) ELSE AD:=0;
266 1 6:4 908 IF NI=5 THEN MENUR(31,22,12,1,10000,VD) ELSE VD:=0;
267 1 6:4 943 IF CUARTO<0 THEN MENUR(31,23,12,-50,300,TCUARTO) ELSE TCUARTO:=0;
268 1 6:3 925 END:(WITH);
269 1 6:0 975 END:(ENTRARAMA);
270 1 6:0 992

```

```

271 1 6:0 992 (4P)
272 1 7:0 ( PROCEDURE LEECONTROL;
273 1 7:0 1
274 1 7:0 1 ( OBJETIVO: LEE LOS DATOS DE CONTROL;
275 1 7:0 1
276 1 7:0 0 BEGIN
277 1 7:1 0 WITH DATOS DO
278 1 7:2 5 BEGIN
279 1 7:3 5 SEEK(DATOS,55);
280 1 7:3 14 GET(DATOS);
281 1 7:3 22 GOTOX(12,8);LEES(RUBRO,24);
282 1 7:3 34 SEEK(DATOS,55);
283 1 7:3 43 PUT(DATOS);
284 1 7:3 51 SEEK(DATOS,56);
285 1 7:3 60 GET(DATOS);
286 1 7:3 68 GOTOX(12,9);LEES(RUBRO,24);
287 1 7:3 80 SEEK(DATOS,56);
288 1 7:3 89 PUT(DATOS);
289 1 7:3 97 SEEK(DATOS,57);
290 1 7:3 106 GET(DATOS);
291 1 7:3 114 GOTOX(12,10);LEES(RUBRO,24);
292 1 7:3 126 SEEK(DATOS,57);
293 1 7:3 135 PUT(DATOS);
294 1 7:3 143 SEEK(DATOS,58);
295 1 7:3 152 GET(DATOS);
296 1 7:3 160 GOTOX(12,11);LEES(RUBRO,24);
297 1 7:3 172 SEEK(DATOS,58);
298 1 7:3 181 PUT(DATOS);
299 1 7:3 189 SEEK(DATOS,59);
300 1 7:3 198 GET(DATOS);
301 1 7:3 206 GOTOX(12,12);LEES(RUBRO,3);
302 1 7:3 218 SEEK(DATOS,59);
303 1 7:3 227 PUT(DATOS);
304 1 7:3 235 LECTURA(41);
305 1 7:3 238 LECTURA(42);
306 1 7:3 241 IF VALOR=1
307 1 7:3 246 THEN (HAY INYECCION)
308 1 7:4 252 BEGIN
309 1 7:5 252 SEEK(DATOS,43);
310 1 7:5 261 GET(DATOS);
311 1 7:5 269 DESPLEGAR(DUCTOS,HOJA,2);
312 1 7:5 287 GOTOX(20,3);WRITE('INYECCION');
313 1 7:5 312 GOTOX(0,23);WRITE(RUBRO,23);
314 1 7:5 329 MENUE(25,23,1,6,EVALOR);VALOR:=EVALOR;
315 1 7:5 345 SEEK(DATOS,43);
316 1 7:5 354 PUT(DATOS);
317 1 7:5 362 LECTURA(44);
318 1 7:5 365 LECTURA(45);
319 1 7:4 368 END
320 1 7:3 365 ELSE (NO HAY INYECCION)
321 1 7:4 370 BEGIN
322 1 7:5 370 ASIGNA(43,0);
323 1 7:5 375 ASIGNA(44,0);
324 1 7:5 380 ASIGNA(45,0);
325 1 7:4 385 END;
326 1 7:3 385 LECTURA(46);
327 1 7:3 388 IF VALOR=1
328 1 7:3 393 THEN (HAY RETORNO)
329 1 7:4 399 BEGIN
330 1 7:5 399 SEEK(DATOS,47);
331 1 7:5 406 GET(DATOS);
332 1 7:5 416 DESPLEGAR(DUCTOS,HOJA,2);
333 1 7:5 434 GOTOX(20,3);WRITE('RETORNO');
334 1 7:5 458 GOTOX(0,23);WRITE(RUBRO,23);
335 1 7:5 475 MENUE(25,23,1,5,EVALOR);VALOR:=EVALOR;
336 1 7:5 491 SEEK(DATOS,47);
337 1 7:5 506 PUT(DATOS);
338 1 7:5 508 LECTURA(48);
339 1 7:5 511 LECTURA(49);
340 1 7:4 514 END
341 1 7:3 514 ELSE
342 1 7:4 516 BEGIN
343 1 7:5 516 ASIGNA(47,0);
344 1 7:5 521 ASIGNA(48,0);
345 1 7:5 526 ASIGNA(49,0);
346 1 7:4 531 END;
347 1 7:2 531 END;(WITH)
348 1 7:0 531 END;(LEECONTROL)
349 1 7:0 544

```



```

350 1 7:0 544 (#P)
351 1 8:0 1 PROCEDURE LEERD;
352 1 8:0 1
353 1 8:0 1 I OBJETIVO: AGREGAR LA INFORMACION DE LA RED. I
354 1 8:0 1
355 1 9:0 0 BEGIN
356 1 8:1 0 IF INY=1 (WAY INYECCION)
357 1 8:1 5 THEN
358 1 8:2 11 BEGIN
359 1 8:3 11 FOR I:=1 TO NRI DO
360 1 8:4 24 BEGIN
361 1 8:5 24 DESPLEGAR(DUCTOS.HOJA,3);
362 1 8:5 42 GOTOY(8,2);
363 1 8:5 47 WRITE( INYECCION );
364 1 8:5 62 SEEK(INYECCION,0);
365 1 8:5 77 ESCRIBE(28,2,3,0,1);
366 1 8:5 85 ENTRARAMA(1);
367 1 8:4 89 END(IFOR);
368 1 8:3 86 PUT(INYECCION);
369 1 8:2 104 END(IF);
370 1 8:1 104 IF RET=1 (WAY RETORNO)
371 1 8:1 109 THEN
372 1 8:2 115 BEGIN
373 1 8:3 115 FOR I:=1 TO NRI DO
374 1 8:4 129 BEGIN
375 1 8:5 129 DESPLEGAR(DUCTOS.HOJA,3);
376 1 8:5 146 GOTOY(6,2);
377 1 8:5 151 WRITE( RETORNO );
378 1 8:5 172 SEEK(RETORNO,0);
379 1 8:5 181 ESCRIBE(28,2,3,0,1);
380 1 8:5 190 ENTRARAMA(1);
381 1 8:4 193 END(IFOR);
382 1 8:3 200 PUT(RETORNO);
383 1 8:2 208 END(IF);
384 1 8:0 208 END(ILEERD);
385 1 8:0 224
386 1 8:0 224
387 1 9:0 1 PROCEDURE CORRED;
388 1 9:0 1
389 1 9:0 1 I OBJETIVO: CORRIGE ALGUNA RAMA DE LA RED I
390 1 9:0 1
391 1 9:0 0 BEGIN
392 1 9:1 0 WRITE(CHR(12), 'RAMA DE (I/R/ ):MENUCE (I, R),DAI);WRITELN;
393 1 9:1 60 DESPLEGAR(DUCTOS.HOJA,3);
394 1 9:1 84 GOTOY(8,2);
395 1 9:1 89 IF DAI=1
396 1 9:1 90 THEN
397 1 9:2 94 BEGIN
398 1 9:3 94 WRITE( INYECCION );
399 1 9:3 115 MENUC(28,2,1,NRI,1);
400 1 9:3 126 SEEK(INYECCION,0);
401 1 9:3 135 ENTRARAMA(1);
402 1 9:3 136 PUT(INYECCION);
403 1 9:2 148 END
404 1 9:1 146 ELSE
405 1 9:2 148 BEGIN
406 1 9:3 148 WRITE( RETORNO );
407 1 9:3 165 MENUC(28,2,1,NRI,1);
408 1 9:3 180 SEEK(RETORNO,0);
409 1 9:3 189 ENTRARAMA(1);
410 1 9:3 192 PUT(RETORNO);
411 1 9:2 200 END;
412 1 9:0 200 END(CORRED);
413 1 9:0 212

```

```

414 1 9:0 212 (RF)
415 1 10:0 1 PROCEDURE DESRAMA:
416 1 10:0 1
417 1 10:0 1 OBJETIVO: DESFLIEGA ALGUNA RAMA DE LA RED;
418 1 10:0 1
419 1 10:0 0 BEGIN
420 1 10:1 0 WRITE(CHR(12), 'RAMA DE ALGO...');
421 1 10:1 00 DESFLIEGA DUCTOS, HOOKS, ...;
422 1 10:1 81 DUCTOS(3,2);
423 1 10:1 89 IF DAI = 1
424 1 10:1 90 THEN
425 1 10:2 94 BEGIN
426 1 10:3 94 WRITE('INYECCION');
427 1 10:3 115 MENUE(28,2,1,NR,1);
428 1 10:3 120 SEEK('INYECCION');
429 1 10:3 135 GET('INYECCION');
430 1 10:3 140 WITH 'INYECCION' (1) DO
431 1 10:4 150 BEGIN
432 1 10:5 150 ESCRIBE(31,4,9,0,RO(1));
433 1 10:5 174 ESCRIBE(31,5,9,0,RO(2));
434 1 10:5 192 ESCRIBE(31,6,9,0,RO(3));
435 1 10:5 210 ESCRIBE(31,7,9,1,PA);
436 1 10:5 222 ESCRIBE(31,8,9,D(L,5),L);
437 1 10:5 244 ESCRIBE(31,9,9,D(LEQ,5),LEQ);
438 1 10:5 260 ESCRIBE(31,10,9,D(K,5),K);
439 1 10:5 286 ESCRIBE(31,11,9,D(TC,5),TC);
440 1 10:5 310 ESCRIBE(31,12,9,0,MSLADO);
441 1 10:5 321 ESCRIBE(31,13,9,D(EAD,4),EAD);
442 1 10:5 343 ESCRIBE(31,14,9,D(VB,4),VB);
443 1 10:5 365 ESCRIBE(31,15,9,D(CS,4),CS);
444 1 10:5 387 ESCRIBE(31,16,9,D(CB,4),CB);
445 1 10:5 409 ESCRIBE(31,17,9,D(A,5),A);
446 1 10:5 431 ESCRIBE(31,18,9,0,QUARTO);
447 1 10:5 442 ESCRIBE(31,20,9,D(G,5),G);
448 1 10:5 464 ESCRIBE(31,21,9,D(XD,5),XD);
449 1 10:5 486 ESCRIBE(31,22,9,D(YD,5),YD);
450 1 10:5 508 ESCRIBE(31,23,9,D(TOURTO,7),TOURTO);
451 1 10:4 530 END: (WITH)
452 1 10:2 530 END
453 1 10:1 530 ELSE
454 1 10:2 532 BEGIN
455 1 10:3 532 WRITE('RETORNO');
456 1 10:3 553 MENUE(28,2,1,NR,1);
457 1 10:3 564 SEEK('RETORNO');
458 1 10:3 573 GET('RETORNO');
459 1 10:3 581 WITH 'RETORNO' (1) DO
460 1 10:4 594 BEGIN
461 1 10:5 594 ESCRIBE(31,4,9,0,RO(1));
462 1 10:5 612 ESCRIBE(31,5,9,0,RO(2));
463 1 10:5 630 ESCRIBE(31,6,9,0,RO(3));
464 1 10:5 648 ESCRIBE(31,7,9,1,PA);
465 1 10:5 660 ESCRIBE(31,8,9,D(L,5),L);
466 1 10:5 682 ESCRIBE(31,9,9,D(LEQ,5),LEQ);
467 1 10:5 704 ESCRIBE(31,10,9,D(K,5),K);
468 1 10:5 720 ESCRIBE(31,11,9,D(TC,5),TC);
469 1 10:5 748 ESCRIBE(31,12,9,0,MSLADO);
470 1 10:5 759 ESCRIBE(31,13,9,D(EAD,4),EAD);
471 1 10:5 781 ESCRIBE(31,14,9,D(VB,4),VB);
472 1 10:5 803 ESCRIBE(31,15,9,D(CS,4),CS);
473 1 10:5 825 ESCRIBE(31,16,9,D(CB,4),CB);
474 1 10:5 847 ESCRIBE(31,17,9,D(A,5),A);
475 1 10:5 869 ESCRIBE(31,19,9,0,QUARTO);
476 1 10:5 880 ESCRIBE(31,20,9,D(G,5),G);
477 1 10:5 902 ESCRIBE(31,21,9,D(XD,5),XD);
478 1 10:5 924 ESCRIBE(31,22,9,D(YD,5),YD);
479 1 10:5 946 ESCRIBE(31,23,9,D(TOURTO,7),TOURTO);
480 1 10:4 968 END: (WITH)
481 1 10:2 968 END;
482 1 10:1 968 READLN;
483 1 10:0 976 END: (DESRAMA)
484 1 10:0 992

```

```

485 1 10:0 992 (4P)
486 1 1:0 0 BEGIN(DATODUCTOS)
487 1 1:1 0 WITH DATOS DO
488 1 1:2 70 BEGIN
489 1 1:3 70 RESEY(DATOS, DUCTOS,DATA,);
490 1 1:3 94 NO:=INDICE;
491 1 1:3 100 RESET(INYECCION, INYECCION,DATA,);
492 1 1:3 127 RESET(RETORNO, RETORNO,DATA,);
493 1 1:3 152 NP:=1;DESPLIEGUE EN LA PANTALLA REGULERA)
494 1 1:3 156 DESPLEGAR(DUCTOS,HOJA,);
495 1 1:3 174 SEEL(DATOS,00);
496 1 1:3 183 GET(DATOS);
497 1 1:3 191 MENUE(12,13,ROUND(NIN),ROUND(MAX),EVALOR);VALOR:=EVALOR;
498 1 1:3 223 CORRIDA:=EVALOR;
499 1 1:3 227 SEEL(DATOS,00);
500 1 1:3 236 PUT(DATOS);
501 1 1:3 244 IF CORRIDA=1 THEN LEECONTROL;
502 1 1:3 253 ASIGNA(DATOS);
503 1 1:3 255 REPEAT
504 1 1:4 255 DESPLEGAR(DUCTOS,HOJA,);
505 1 1:4 273 MENUE(14,23,0,12,04);
506 1 1:4 282 CASE DNI OF
507 1 1:4 285 1:FOR I:=21 TO 20+ECCODATA DO LECTURA(I);
508 1 1:4 313 2:FOR I:=1 TO FISDATA DO LECTURA(I);
509 1 1:4 339 4:LEEREN;
510 1 1:4 348 5:BEGIN
511 1 1:6 343 WRITE(CHR(12), INDICE DEL DATO A DESPLEGAR = );
512 1 1:6 364 MENUE(30,0,1,ND,);
513 1 1:6 403 LINEA(C);
514 1 1:5 406 END;
515 1 1:4 408 6:BEGIN
516 1 1:6 408 FOR I:=1 TO FISDATA DO LINEA(C);
517 1 1:6 432 FOR I:=21 TO 20+ECCODATA DO LINEA(C);
518 1 1:6 456 FOR I:=41 TO 40+REDATA DO LINEA(C);
519 1 1:5 484 END;
520 1 1:4 486 7:DESRAMA;
521 1 1:4 490 8:BEGIN
522 1 1:6 490 WRITE(CHR(12), INDICE DEL DATO A CORREGIR = );
523 1 1:6 540 MENUE(29,0,1,ND,);
524 1 1:6 549 LECTURA(I);
525 1 1:5 552 END;
526 1 1:4 554 9:CORREG;
527 1 1:4 558 10:BEGIN
528 1 1:6 558 SETCHAIN( CALCULAL.CODE );
529 1 1:6 577 EXIT(PROGRAM);
530 1 1:5 591 END;
531 1 1:4 583 11:BEGIN
532 1 1:6 583 SETCHAIN( SOLDUCTOS.CODE );
533 1 1:6 603 EXIT(PROGRAM);
534 1 1:5 607 END;
535 1 1:4 609 12:BEGIN
536 1 1:6 609 SETCHAIN( GRAFICA.CODE );
537 1 1:6 627 EXIT(PROGRAM);
538 1 1:5 631 END;
539 1 1:4 633 END(CASE)
540 1 1:3 664 UNTIL DNI=0;
541 1 1:2 669 END(WITH)
542 1 1:1 669 CLOSE(RETORNO);
543 1 1:1 678 CLOSE(INYECCION);
544 1 1:1 687 CLOSE(DATOS);
545 1 1:0 696 END,

```

```

1 1 1:D 1 {#L PRINTER;}
1 1 1:D 1 i PROGRAMA: CALCULAI
3 1 1:D 1 AUTOR: GONZALO FERNANDEZ VALENTIN
4 1 1:D 1 FECHA: JUN 17/85
5 1 1:D 1 MODIFICADO: OCT 18/85
6 1 1:D 1 COMPLEMENTO: TRANSCEND
7 1 1:D 1
8 1 1:D 1 OBJETIVO: CALCULOS LAS VARIABLES DE LAS RAMAS DEL SISTEMA DE DUCTOS.
9 1 1:D 1
10 1 1:D 1 ARCHIVOS: DUCTOS.DAT DATOS ESCALARES
11 1 1:D 1 INYECCION.DAT DATOS DE INYECCION
12 1 1:D 1 INYECCION.RESUL RESULTADOS DE INYECCION
13 1 1:D 1 RETORNO.DAT DATOS DE RETORNO
14 1 1:D 1 RETORNO.RESUL RESULTADOS DE RETORNO
15 1 1:D 1
16 1 1:D 1 NOTAS: LOS COMENTARIOS DE LOS TIPOS ( VARIABLES ESTAN EN LOS
17 1 1:D 1 LISTADOS DE DATODUCTOS O SOLDUCTOS.)
18 1 1:D 1
19 1 1:D 1
20 1 1:D 1 {#S+)
21 1 1:D 1 PROGRAM CALCULAI:
22 1 1:D 1
23 1 1:D 3 USES
24 28 1:D 3
25 26 2:D 1 PROCEDURE SETCHAIN(TITLE:STRING);
26 28 1:D 1 PROCEDURE SETCVAL(VAL:STRING);
27 26 4:D 1 PROCEDURE GETCVAL(VAR VAL:STRING);
28 26 5:D 1 PROCEDURE SWAPON;
29 26 6:D 1 PROCEDURE SWAPOFF;
30 26 6:D 1
31 1 1:D 1 CHAINSTUF.
32 29 1:D 3
33 29 2:D 3 FUNCTION SIN(X:REAL):REAL;
34 29 3:D 3 FUNCTION COS(X:REAL):REAL;
35 29 4:D 3 FUNCTION EXP(X:REAL):REAL;
36 29 5:D 3 FUNCTION ATAN(X:REAL):REAL;
37 29 6:D 3 FUNCTION LN(X:REAL):REAL;
38 29 7:D 3 FUNCTION LOG(X:REAL):REAL;
39 29 8:D 3 FUNCTION SORT(X:REAL):REAL;
40 29 8:D 3
41 1 1:D 5 TRANSCEND:
42 1 1:D 3
43 1 1:D 3 CONST
44 1 1:D 3 CP=1004; (CALOR ESPECIFICO A PRESTION CTE., KJ/Kg/K)
45 1 1:D 3 FI=3.141592654;
46 1 1:D 3 RA=0.287055; (CTE. PARTICULAR DEL WIRE, kJ/kg/K)
47 1 1:D 3 RHO=1.225; (DENSIDAD ESTANDAR, KG/M3)
48 1 1:D 3 SOL=5; (SOLUCIONES EN DISEÑO OPTIMO)
49 1 1:D 3 MAXRAMA=50; (MAXIMO DE RAMAS)
50 1 1:D 3
51 1 1:D 3 TYPE
52 1 1:D 3 TDATA=
53 1 1:D 3 RECORD
54 1 1:D 3 VALOR, MIN, MAX: REAL;
55 1 1:D 3 INDICE, TIPO: INTEGER;
56 1 1:D 3 RUBRO, IDENTIFICADOR: STRING;
57 1 1:D 3 END;
58 1 1:D 3 TDATORAMA=
59 1 1:D 3 RECORD
60 1 1:D 3 RD: ARRAY[1..31] OF INTEGER;
61 1 1:D 3 PA, L, LEQ, K, TC: REAL;
62 1 1:D 3 ATSLADO: INTEGER;
63 1 1:D 3 EAB, VD, CS, CB, A: REAL;
64 1 1:D 3 CUARTO: INTEGER;
65 1 1:D 3 G, XD, YD, TCUARTO: REAL;
66 1 1:D 3 END;

```



```

100 1 1:D 5142 (**P*)
101 1 2:0 3 FUNCTION POTENCIA(X,N:REAL):REAL:
102 1 2:0 7
103 1 2:0 7 { OBJETIVO: ELEVA EL ARGUMENTO "X" A LA POTENCIA "N"}
104 1 2:0 7
105 1 2:0 9 BEGIN
106 1 2:1 9 IF X=0 THEN POTENCIA:=EXP(N*LN(X)):
107 1 2:1 35 IF X=0 THEN POTENCIA:=0:
108 1 2:1 49 IF X<0 THEN
109 1 2:2 59 IF N=TRUNC(N)
110 1 2:2 69 THEN
111 1 2:3 74 BEGIN
112 1 2:4 74 X:=ABS(X):
113 1 2:4 83 IF TRUNC(N) MOD 2=0 THEN POTENCIA:=EXP(N*LN(X)):
114 1 2:4 111 ELSE POTENCIA:=-EXP(N*LN(X)):
115 1 2:4 144 END
116 1 2:2 144 ELSE BEGIN:WRITE(LN(CHR(7)), 'ARGUMENTO DE LA POTENCIA NEGATIVO ('):READLN:END:
117 1 2:0 218 END:
118 1 2:0 232
119 1 3:0 2
120 1 3:0 5 PROCEDURE XYYS:REAL:VAR X,Y:REAL:
121 1 3:0 5
122 1 3:0 5 { OBJETIVO: DADA LA SECCION TRANSVERSAL S DETERMINA EL ANCHO X Y EL PERALTE Y}
123 1 3:0 5
124 1 3:0 9 BEGIN
125 1 3:1 9 Y:=SQRT(S):
126 1 3:1 12 X:=Y:
127 1 3:1 18 IF Y/YIN THEN BEGIN Y:=YIN*X:=S/YIN:END:
128 1 3:0 48 END:(XY)
129 1 3:0 60
130 1 3:0 60
131 1 4:0 3 FUNCTION FF(RE,K:REAL):REAL:
132 1 4:0 7
133 1 4:0 7 { OBJETIVO: DETERMINA EL FACTOR DE FRICCIÓN, EN REGIMEN TURBULENTO SE RESUELVE
134 1 4:0 7 LA FORMULA DE COLEBROOK MEDIANTE NEWTON-RAPHSON CON UN ERROR
135 1 4:0 7 RELATIVO MAXIMO DE 0.01.
136 1 4:0 7
137 1 4:0 7 ARGUMENTOS: RE NO. DE REYNOLDS
138 1 4:0 7 K RUGOSIDAD RELATIVA)
139 1 4:0 7 VAR
140 1 4:0 7 F1,(SEMILLA)
141 1 4:0 7 F2,(VALOR MEJORADO)
142 1 4:0 7 F,(FUNCION CERO)
143 1 4:0 7 DF:REAL:(DERIVADA DE F)
144 1 4:0 15
145 1 4:0 9 BEGIN
146 1 4:1 9 IF (RE<0)OR(K<0)OR(K>0.1) THEN
147 1 4:2 33 BEGIN WRITE(CHR(7)), ARGUMENTOS DE FF INVALIDOS:':READLN:END:
148 1 4:1 89 IF RE<2000 (FLUJO LAMINAR)
149 1 4:1 93 THEN FF:=64/RE
150 1 4:1 104 ELSE (FLUJO TURBULENTO)
151 1 4:2 114 BEGIN
152 1 4:3 114 IF K<1E-5 THEN F2:=0.316*POTENCIA(RE,-0.25) (TUBO LISO)
153 1 4:3 147 ELSE F2:=1/SQR(-0.56*LN(1/3.7+K/RE)) (TUBO RUGOSO)
154 1 4:3 189 REPEAT
155 1 4:4 189 F1:=F2:
156 1 4:4 197 DF:=-POTENCIA(F1,-1.5)*0.5+3.99341/(RE*K+9.287/SQRT(F1)):
157 1 4:4 261 F:=1/SQRT(F1)+0.86*LN(K/3.7+2.51/RE/SQRT(F1)):
158 1 4:4 325 F2:=F1-F/DF:
159 1 4:3 343 UNTIL ABS((F2-F1)/F2)<=0.01:
160 1 4:3 368 FF:=F2:
161 1 4:2 376 END:
162 1 4:0 376 END:(FF)
163 1 4:0 392
164 1 4:0 392
165 1 5:0 3 FUNCTION DE(X,Y:REAL):REAL:
166 1 5:0 7
167 1 5:0 7 { OBJETIVO: CALCULA EL DIAMETRO EQUIVALENTE
168 1 5:0 7
169 1 5:0 7 ARGUMENTOS: ( ANCHO
170 1 5:0 7 Y PERALTE)
171 1 5:0 9 BEGIN
172 1 5:1 9 IF (X=0)OR(Y=0) THEN
173 1 5:2 19 BEGIN WRITE(CHR(7)), ARGUMENTOS DE DE INVALIDOS:':READLN:END:
174 1 5:1 75 DE:=1.3*POTENCIA(X*Y,0.625)/POTENCIA(X+Y,0.25):
175 1 5:0 127 END:(DE)
176 1 5:0 140

```

```

177 1 5:0 140 (**P*)
178 1 6:0 3 FUNCTION DFC(Q,P,L,E,NU,RHO:REAL):REAL;
179 1 6:0 13
180 1 6:0 13 I OBJETIVO: DETERMINA EL DIAMETRO EN M. EN UNA BENTON-RAFFISON CON UN ERROR
181 1 6:0 13 RELATIVO MAXIMO DE 0.01
182 1 6:0 13
183 1 6:0 13 ARGUMENTOS: Q GASTO M3/S
184 1 6:0 13 PL GRADIENTE DE PRESION, Pa/M
185 1 6:0 13 E RUGOSIDAD ABSOLUTA, M
186 1 6:0 13 NU VISCOSIDAD CINEMATICA, M2/S
187 1 6:0 13 RHO DENSIDAD, KG/M3
188 1 6:0 13 VAR
189 1 6:0 13 A,B,C,(AUX);
190 1 6:0 13 RE,(REYNOLDS);
191 1 6:0 13 REL,(SEMILLA);
192 1 6:0 13 F,(FUNCION CON CERO);
193 1 6:0 13 DF:REAL;(DERIVADA DE F);
194 1 6:0 27
195 1 6:0 0 BEGIN
196 1 6:1 0 IF (Q<=0)OR(PL<=0)OR(E<=0)OR(NU<=0)OR(RHO<=0) THEN
197 1 6:2 46 BEGIN WRITE(CHR(7),'ARGUMENTO DE DFC INVALIDO');READLN;END;
198 1 6:1 101 A:=P1*E*NU/14.8*Q;
199 1 6:1 134 B:=SQRT(1.28*PL*Q*Q*Q/P1/P1/NU/NU/RHO/RHO);
200 1 6:1 220 IF B<.2E7
201 1 6:1 224 THEN RE:=SQRT(B/5) (LAMINAR);
202 1 6:1 243 ELSE (TURBULENTO);
203 1 6:2 252 BEGIN
204 1 6:3 252 RE:=1.45*POTENCIA(B,0.416);
205 1 6:3 277 REPEAT
206 1 6:4 277 RE:=RE;
207 1 6:4 285 C:=3.51*POTENCIA(RE,0.5)/B;
208 1 6:4 316 F:=POTENCIA(RE,2.5)+0.8*B*LN(RE/(C+6));
209 1 6:4 366 DF:=2.5*POTENCIA(RE,1.5)+0.8*B*(A+1.5*C)/RE/(C+A);
210 1 6:4 437 RE:=RE-F/DF;
211 1 6:3 455 UNTIL ABS((RE-RE1)/RE)<=0.01;
212 1 6:2 480 END;
213 1 6:1 480 DFC:=4*Q/P1/RE/NU;
214 1 6:0 509 END;(DFC);
215 1 6:0 526
216 1 6:0 526
217 1 7:0 3 FUNCTION VRP(V1,Q2,L2,E,NU,RHO:REAL;S:CHAR):REAL;
218 1 7:0 16
219 1 7:0 16 I OBJETIVO: DETERMINA LA VELOCIDAD EN M/S DE LA SECCION AGUAS ABAJO DE UNA
220 1 7:0 16 DERIVACION RECTANGULAR O CIRCULAR DONDE LA RECUPERACION DE PRESION
221 1 7:0 16 DEL DIFUSOR ES IGUAL A LA PERDIDA DE PRESION.
222 1 7:0 16
223 1 7:0 16 ARGUMENTOS: V1 VELOCIDAD MADRE, M/S
224 1 7:0 16 Q2 GASTO DERIVADO, M3/S
225 1 7:0 16 L2 LONGITUD TOTAL EQUIVALENTE DERIVADA, M
226 1 7:0 16 E RUGOSIDAD ABSOLUTA, M
227 1 7:0 16 NU VISCOSIDAD CINEMATICA, M2/S
228 1 7:0 16 RHO DENSIDAD, KG/M3
229 1 7:0 16 S TIPO DE SECCION (C=CIRCULAR/R=RECTANGULAR);
230 1 7:0 16 VAR
231 1 7:0 16 X0,(ANCH0);
232 1 7:0 16 Y0,(PERALTE);
233 1 7:0 16 D2,(DIAMETRO AGUAS ABAJO);
234 1 7:0 16 V2,(VEL. AGUAS ABAJO);
235 1 7:0 16 RE2,(REYNOLDS);
236 1 7:0 16 PF,(PERDIDA DE PRESION);
237 1 7:0 16 RP:REAL;(RECUPERACION DE PRESION);
238 1 7:0 30
239 1 8:0 3 FUNCTION CERO(A,B,E:REAL):REAL;
240 1 8:0 9
241 1 8:0 9 I OBJETIVO: ENCUENTRA EL CERO DE LA FUNCION "F" CON EL METODO LA SECANTE
242 1 8:0 9
243 1 8:0 9 ARGUMENTOS: A LIMITE IZQUIERDO
244 1 8:0 9 B LIMITE DERECHO
245 1 8:0 9 E ERROR RELATIVO
246 1 8:0 9
247 1 8:0 9 VAR
248 1 8:0 9 ERROR,(ERROR RELATIVO);
249 1 8:0 9 X,(CERO APROXIMADO);
250 1 8:0 9 FA,(ORDENADA DEL CERO);
251 1 8:0 9 FB,(ORDENADA IZQUIERDA);
252 1 8:0 9 FB:REAL;(ORDENADA DERECHA);

```

```

253 1 8:0 19 (*P*)
254 1 9:0 3 FUNCTION F(V2:REAL):REAL;
255 1 9:0 5
256 1 9:0 0 BEGIN
257 1 9:1 0 IF S='C' THEN D2:=SORT(4*Q2*P1/V2)
258 1 9:1 30 ELSE BEGIN X1:=Q2/V2*(0.100+D2:=DE(X0,10));END;
259 1 9:1 70 RE2:=4*Q2*P1/D2/NU;
260 1 9:1 109 RP:=RHO*(V1*V1-V2*V2)/2;
261 1 9:1 144 RE2:=4*Q2*P1/D2/NU;
262 1 9:1 177 PF:=S*FF*(RE2.E/D2)*L2*RHO*Q2*Q2*P1/F1/D2/D2/D2/D2;
263 1 9:1 275 F:=RP-PF;
264 1 9:0 290 END;
265 1 9:0 302
266 1 8:0 0 BEGIN
267 1 8:1 0 FA:=F(A);
268 1 8:1 12 FB:=F(B);
269 1 8:1 24 IF FA*FB<0 THEN
270 1 8:2 39 BEGIN
271 1 8:3 39 IF FA=0 THEN BEGIN CERO:=A;EXIT(CERO);END;
272 1 8:3 61 IF FB=0 THEN BEGIN CERO:=B;EXIT(CERO);END;
273 1 8:3 83 Writeln(CHR(7), "LIMITE DE "CERO" INVALIDOS. NO HAY CAMBIO DE SIGNO");
274 1 8:3 104 READLN;
275 1 8:3 172 EXIT(CERO);
276 1 8:2 176 END;
277 1 8:1 176 REPEAT
278 1 8:2 176 IF (FA*FB)>0 AND (FA<0) THEN
279 1 8:3 197 BEGIN
280 1 8:4 197 Writeln(CHR(7), "LIMITE DE "CERO" IGUALES. EL CERO SE INDETERMINA");
281 1 8:4 276 EXIT(CERO);
282 1 8:3 260 END;
283 1 8:2 280 X:=(A+B)/2+(FB-FA)*FA;
284 1 8:2 313 IF FB=0 THEN BEGIN CERO:=B;EXIT(CERO);END
285 1 8:2 335 ELSE IF (ABS(FA/FB)/10)>OR(ABS(FA/FB)<0.1) THEN X:=(A+B)/2;
286 1 8:2 389 FX:=F(X);
287 1 8:2 401 IF FA*FX<0 THEN BEGIN B:=X;FB:=FA;END
288 1 8:2 432 ELSE BEGIN A:=X;FA:=FA;END;
289 1 8:2 450 IF FA=0 THEN BEGIN CERO:=A;EXIT(CERO);END;
290 1 8:2 472 IF FB=0 THEN BEGIN CERO:=B;EXIT(CERO);END;
291 1 8:2 494 IF A=0 THEN ERROR:=ABS((A-B)/B);
292 1 8:2 521 ELSE ERROR:=ABS((A-B)/A);
293 1 8:1 544 UNTIL ERROR<E;
294 1 8:1 556 CERO:=A;
295 1 8:0 564 END(CERO);
296 1 8:0 580
297 1 7:0 0 BEGIN
298 1 7:1 0 VRP:=CERO(0.01,V1,0.001);
299 1 7:0 24 END(VRP);
300 1 7:0 36
301 1 7:0 36
302 1 10:0 3 FUNCTION YR(D,X:REAL):REAL;
303 1 10:0 7
304 1 10:0 7 { OBJETIVO: OBTIENE EL PERRALTE YR DE UN CONDUCTO RECTANGULAR
305 1 10:0 7
306 1 10:0 7 ARGUMENTOS: D DIAMETRO EQUIVALENTE
307 1 10:0 7 X ANCHO)
308 1 10:0 7
309 1 10:0 7 VAR
310 1 10:0 7 A,Y,Y0:REAL;
311 1 10:0 13
312 1 10:0 0 BEGIN
313 1 10:1 0 IF (D<=0)OR(X<=0) THEN
314 1 10:2 19 BEGIN WRITE(CHR(7), "ARGUMENTOS DE YR INVALIDOS");READLN;END;
315 1 10:1 75 Y:=0.9148*D;
316 1 10:1 91 REPEAT
317 1 10:2 91 Y0:=Y;
318 1 10:2 99 A:=2.85*1*POTENCIA(X,2.5)/D/D/D;
319 1 10:2 145 Y:=Y0-(A*POTENCIA(Y0,2.5)-X*Y0)/(2.5*A*POTENCIA(Y0,1.5)-1);
320 1 10:2 216 IF Y<0 THEN Y:=2*Y0;
321 1 10:1 237 UNTIL ABS((Y-Y0)/Y)<0.01;
322 1 10:1 262 YR:=Y;
323 1 10:0 270 END(YR);
324 1 10:0 284

```



```

325 1 10:0 284 (**P*)
326 1 11:0 3 FUNCTION KC(XY,RA,N;REAL;TC:BOOLEAN);REAL:
327 1 11:0 10
328 1 11:0 10 ¿ OBJETIVO: CALCULA EL COEFICIENTE DE PERDIDA DINAMICO "Kc" DE UN CODO
329 1 11:0 10 RECTANGULAR.
330 1 11:0 10
331 1 11:0 10 ARGUMENTOS: XY RELACION ANCHO/FERALTE
332 1 11:0 10 RA RELACION RADIO/ANCHO
333 1 11:0 10 N RELACION ANGULO/90 GRADOS
334 1 11:0 10 TC SI TC=TRUE EL CODO ES SUAVE)
335 1 11:0 0 BEGIN
336 1 11:0 0 (*
337 1 11:0 0 IF (XY<0.125/0R(XY/4)/0R(RA/0.5)/0R(RA/2) THEN
338 1 11:0 0 BEGIN WRITE(CHR(7),'ARGUMENTO DE KC INVALIDO');READLN;END:
339 1 11:0 0 *)
340 1 11:0 0
341 1 11:1 0 IF X<1 THEN IF NOT TC THEN XY:=1/X;
342 1 11:2 17 ELSE IF TC THEN XY:=1/X;
343 1 11:1 41 IF XY<=0.4
344 1 11:1 45 THEN KC:=N*0.320*POTENCIA(RA,-1.478)*POTENCIA(XY,0.207*POTENCIA(RA,0.111))
345 1 11:1 111 ELSE KC:=N*0.251*POTENCIA(RA,-1.577)*POTENCIA(XY,-0.157*POTENCIA(RA,0.588));
346 1 11:0 183 END;
347 1 11:0 196
348 1 11:0 196
349 1 12:0 3 FUNCTION KD(V2V1,A;REAL;RED:STRING);REAL:
350 1 12:0 49
351 1 12:0 49 ¿ OBJETIVO: DETERMINA EL COEFICIENTE DE PERDIDA DINAMICA DE UNA DERIVACION
352 1 12:0 49 REFERIDA A LA VELOCIDAD EN LA DERIVACION V2.
353 1 12:0 49
354 1 12:0 49 PARAMETROS:
355 1 12:0 49
356 1 12:0 49 V2V1 = V2/V1 RELACION DE VELOCIDADES
357 1 12:0 49 V1 = VELOCIDAD MADRE,
358 1 12:0 49 V2 = VELOCIDAD DERIVADA,
359 1 12:0 49 A = ANGULO DE LA DERIVACION, GRADOS
360 1 12:0 49 RED = INYECCION ??
361 1 12:0 49
362 1 12:0 0 BEGIN
363 1 12:1 0 IF RED= 'INYECCION'
364 1 12:1 7 THEN IF A=0 THEN KD:=0.4*SQRT(1-V2V1)
365 1 12:2 50 ELSE KD:=(0.4+(A-45)/30)*POTENCIA(V2V1,-2.3589+0.0206*(A-45));
366 1 12:1 103 ELSE IF A=0 THEN KD:=(1-SQRT(V2V1))*SQRT(V2V1)
367 1 12:2 137 ELSE KD:=(1.5*POTENCIA(V2V1,0.375)-1)*SQRT(V2V1);
368 1 12:0 176 END: (KD);
369 1 12:0 188
370 1 12:0 188
371 1 12:0 188 (*! FLUIDO!)

```

```

368 1 12:0 188 (4P)
369 1 13:0 1 PROCEDURE ASIGNADATOS:
370 1 13:0 1
371 1 13:1 1 OBJETIVO: ASIGNA EL CONTENIDO DE DATOS.DAT1 A LAS VARIABLES Y CALCULA LA
372 1 13:0 1 DENSIDAD Y LA VISCOSIDAD.1
373 1 13:0 1
374 1 13:0 0 BEGIN
375 1 13:1 0 RESET DATOS, 'DATOS.DAT1';
376 1 13:1 23 WITH DATOS% DO
377 1 13:2 27 FOR I:=1 TO 49 DO
378 1 13:3 39 BEGIN
379 1 13:4 39 SELECT DATOS.I;GET(DATOS);
380 1 13:4 53 CASE I OF
381 1 13:4 59 1:PATM:=VALOR;
382 1 13:4 70 2:RA:=VALOR;
383 1 13:4 81 3:IF VALOR=0 THEN TA:=0.001 ELSE TA:=VALOR;
384 1 13:4 115 4:E:=VALOR;
385 1 13:4 126 5:ITER:=VALOR;
386 1 13:4 157 6:TM:=VALOR;
387 1 13:4 148 8:VPMIN:=VALOR;
388 1 13:4 159 9:VPMAX:=VALOR;
389 1 13:4 170 10:VME1:=VALOR;
390 1 13:4 189 11:VME2:=VALOR;
391 1 13:4 208 12:VME3:=VALOR;
392 1 13:4 227 41:OPTIMO:=ROUND(VALOR);
393 1 13:4 235 42:IN:=ROUND(VALOR);
394 1 13:4 249 43:NI:=ROUND(VALOR);
395 1 13:4 260 44:NR1:=ROUND(VALOR);
396 1 13:4 271 45:A1:=ROUND(VALOR);
397 1 13:4 282 46:REY:=ROUND(VALOR);
398 1 13:4 293 47:NR:=ROUND(VALOR);
399 1 13:4 304 48:NR2:=ROUND(VALOR);
400 1 13:4 315 49:AR:=ROUND(VALOR);
401 1 13:4 326 END; (CASE)
402 1 13:3 432 END; (FOR)
403 1 13:3 440 (PROPIEDADES FISICAS)
404 1 13:1 440 RHO:=PATM/RA/(273.15+TA);
405 1 13:1 468 DATOS.VALOR:=RHO;
406 1 13:1 478 SELECT DATOS.50;PUT(DATOS);
407 1 13:1 493 NU:=1.01E-06*POTENCIA(1.8*(273.15+TA),1.5)/(1.8*(273.15+TA)+200)/RHO;
408 1 13:1 553 DVP:=(VPMAX-VPMIN)/SOL;
409 1 13:1 575 CLOSE(DATOS);
410 1 13:0 587 END; (ASIGNADATOS)
411 1 13:0 608

```

```

412 1 13:0 608 ($P)
413 1 14:0 1 PROCEDURE CEROS:
414 1 14:0 1
415 1 14:0 1 OBJETIVO: ASIGNA INICIALMENTE CEROS A LOS RESULTADOS)
416 1 14:0 1
417 1 14:0 0 BEGIN
418 1 14:1 0 FOR J:=1 TO NR DO
419 1 14:2 13 WITH RRED*(J) DO
420 1 14:3 27 BEGIN
421 1 14:4 27 RN:=0;RC:=0;NIVEL:=0;LV:=0;LI:=0;LT:=0;LPA:=0;
422 1 14:4 73 LA:=0;EA:=0;DIAM:=0;A:=0;V:=0;X1:=0;V2:=0;TE:=0;IS:=0;PT:=0;FD:=0;FE:=0;
423 1 14:4 157 PE:=0;FL:=0;PS:=0;V3:=0;RE:=0;F:=0;
424 1 14:5 179 END;
425 1 14:0 207 END:(CEROS)
426 1 14:0 224
427 1 14:0 224
428 1 15:0 1 PROCEDURE CALC1:
429 1 15:0 1
430 1 15:0 1 OBJETIVO: CALCULA GASTOS, RAMA MADRE Y NIVELES
431 1 15:0 1
432 1 15:0 1 NOTAS: NIVEL=0 RAMA CON NIVEL INDEFINIDO
433 1 15:0 1 NIVEL=1 RAMA MADRE SIN RAMAS HIJAS TERMINALES
434 1 15:0 1 NIVEL=2 RAMA MADRE CON ALMENDROS UNA RAMA HIJA TERMINAL
435 1 15:0 1 NIVEL=3 RAMA TERMINAL (CUARTO...)
436 1 15:0 1
437 1 15:0 1 VAR
438 1 15:0 1 I,J,RDER: INTEGER;
439 1 15:0 4
440 1 15:0 0 BEGIN
441 1 15:1 0 REPEAT (GASTOS)
442 1 15:2 0 FOR I:=NR DOWNTO 1 DO
443 1 15:3 12 WITH RRED*(I) DO
444 1 15:4 25 IF G=0 THEN GASTO DESCONOCIDO;
445 1 15:5 36 FOR J:=1 TO 3 DO
446 1 15:6 47 IF RDC(J)≠0 THEN
447 1 15:7 61 IF RRED*(RDC(J)).G=0 (RAMA DERIVADA J CON GASTO DESCONOCIDO)
448 1 15:7 65 THEN BEGIN G:=0;J:=3;END
449 1 15:7 101 ELSE G:=G+RRED*(RDC(J)).G;
450 1 15:1 152 UNTIL RRED*(I).G=0;
451 1 15:1 173
452 1 15:1 173 FOR I:=1 TO NR DO (RAMA MADRE)
453 1 15:2 185 FOR J:=1 TO 3 DO
454 1 15:3 196 IF RRED*(I).RDC(J)≠0 THEN RRED*(RRED*(I).RDC(J)).RN:=1;
455 1 15:1 268 RRED*(I).RM:=1;
456 1 15:1 283 FOR I:=1 TO NR DO (INICIA NIVELES)
457 1 15:2 295 IF RRED*(I).CUARTO≠0
458 1 15:2 308 THEN RRED*(I).NIVEL:=3 (RAMA TERMINAL)
459 1 15:2 325 ELSE RRED*(I).NIVEL:=0; (RAMA NO TERMINAL)
460 1 15:2 351
461 1 15:1 351 REPEAT (NIVELES)
462 1 15:2 351 FOR I:=NR DOWNTO 1 DO
463 1 15:3 363 WITH RRED*(I) DO
464 1 15:4 370 BEGIN
465 1 15:5 376 RDER:=0; (NO. DE RAMAS DERIVADAS)
466 1 15:5 379 FOR J:=1 TO 3 DO
467 1 15:6 390 IF RDC(J)≠0 THEN RDER:=RDER+1;
468 1 15:5 416 FOR J:=1 TO 3 DO
469 1 15:6 427 IF RDC(J)≠0 THEN
470 1 15:7 441 IF RRED*(I).NIVEL=0 THEN (NIVEL DESCONOCIDO)
471 1 15:8 457 IF RDER=1
472 1 15:8 458 THEN RRED*(I).NIVEL:=RRED*(RDC(J)).NIVEL
473 1 15:8 495 ELSE IF RRED*(RDC(J)).NIVEL=0
474 1 15:9 520 THEN (RAMA DERIVADA J CON NIVEL DESCONOCIDO)
475 1 15:0 524 BEGIN
476 1 15:1 524 RRED*(I).NIVEL:=0;
477 1 15:1 539 J:=3;
478 1 15:0 542 END
479 1 15:9 542 ELSE
480 1 15:0 544 IF RRED*(RDC(J)).NIVEL>RRED*(I).NIVEL THEN
481 1 15:1 586 RRED*(I).NIVEL:=RRED*(RDC(J)).NIVEL-1;
482 1 15:4 624 END;
483 1 15:1 631 UNTIL RRED*(I).NIVEL≠0;
484 1 15:0 647 END:(CALC1)
485 1 15:0 690

```

```

486 1 15:0 090 (4F)
487 1 16:0 1 PROCEDURE XYD(I:INTEGER);
488 1 16:0 2
489 1 16:0 2 ( OBJETIVO: DETERMINA EL ANCHO "A", EL FERALTE "Y" Y EL DIAMETRO "DIAM"
490 1 16:0 2 DE LA T-ESIMA RAMA)
491 1 16:0 2
492 1 16:0 0 BEGIN
493 1 16:1 0 WITH DRED(I),RRED(I) DO
494 1 16:2 20 BEGIN
495 1 16:3 20 X:=0.9148*DIAM;
496 1 16:3 44 Y:=X;
497 1 16:3 54 IF Y>M THEN BEGIN Y:=M;X:=Y*(DIAM/M);END;
498 1 16:3 74 V:=1000*G/V.X.Y;
499 1 16:3 121 IF V>VM(NIVEL) THEN (VELOCIDAD EXCESIVA)
500 1 16:4 143 BEGIN V:=VM(NIVEL);X:=1000*G/V.X.Y;DIAM:=DE(X,Y);END;
501 1 16:2 204 END;
502 1 16:0 204 END;
503 1 16:0 210
504 1 16:0 21:
505 1 17:0 1 PROCEDURE DIMENSIONAR;
506 1 17:0 1
507 1 17:0 1 ( OBJETIVO: DETERMINA EL DIAMETRO, EL ANCHO Y EL FERALTE)
508 1 17:0 1
509 1 17:0 0 BEGIN
510 1 17:1 0 SEEK(DRED,0);GET(DRED);
511 1 17:1 17 DP:=DRED*(1),G;
512 1 17:1 36 XY:=1000*DP/VP.XP.YP;
513 1 17:1 50 DP:=DE(XP,YP);
514 1 17:1 72 FP:=FF(A*DP/P1/DP/NU,E/DF);
515 1 17:1 114 FLP:=SE*(FP*RHO)*DP/P1/F1/DF/DP/DF/DF;
516 1 17:1 184 FOR J:=1 TO NR DO
517 1 17:2 177 WITH DRED(LJ),RRED(LJ) DO
518 1 17:3 235 BEGIN
519 1 17:4 225 CASE N OF
520 1 17:4 229 1,2:BEGIN
521 1 17:6 229 IF H=1 THEN V:=VP ELSE V:=VD;
522 1 17:6 230 IF V>VM(NIVEL) THEN V:=VM(NIVEL);
523 1 17:6 275 X:=1000*G/V.X.Y;
524 1 17:6 320 DIAM:=DE(X,Y);
525 1 17:5 335 END;
526 1 17:4 341 3:BEGIN X:=XD;Y:=YD;DIAM:=DE(X,Y);END;
527 1 17:4 362 3,4,0:BEGIN
528 1 17:6 382 DIAM:=1000*DFC(G/1000,FLP,E/1000,NU,RHO);
529 1 17:6 427 XYD(J);
530 1 17:5 431 END;
531 1 17:4 433 END;(CASE)
532 1 17:3 452 END;(WITH)
533 1 17:0 460 END;(DIMENSIONAR)
534 1 17:0 473

```

```

535 1 17:0 478 (4P)
536 1 18:0 1 PROCEDURE CALC2:
537 1 18:0 1
538 1 18:0 1 OBJETIVO: CALCULA V,RE,F,FE,XY,LI,LF,LT,FL,FF,RC,PT,FE,FS)
539 1 18:0 1
540 1 18:0 1 VAR
541 1 18:0 1 I, J: INTEGER;
542 1 18:0 3 CLICIE: AUXILIAR)
543 1 18:0 3 V1:(VELOCIDAD EN LA RAMA MADRE)
544 1 18:0 3 V2:REAL:(VELOCIDAD EN LA RAMA DERIVADA)
545 1 18:0 3
546 1 18:0 0 BEGIN
547 1 18:1 0 FOR I:=1 TO NR DO WITH DRED'(LI),DRED'(LI) DO V:=1000*G/X77;
548 1 18:1 72 FOR I:=1 TO NR DO
549 1 18:2 34 WITH RRED'(LI),DRED'(LI) DO
550 1 18:3 110 BEGIN
551 1 18:4 110 V1:=RRED'(RMI),V;
552 1 18:4 130 V2:=V;
553 1 18:4 139 RE:=4*G*PI/DIAM,NU;
554 1 18:4 170 F1:=FF*RE, E/DIAM;
555 1 18:4 194 LY:=X77;
556 1 18:4 210 PD:=END*V*V/2;
557 1 18:4 234 CL:=PI*PI*DIAM*DIAM*DIAM*DIAM*DIAM/SES/RND/G*G/F;
558 1 18:4 312 LI:=(K*CL*(X, RA, CS, TRUE)+L*(X, RA, CS, FALSE)+KD*(V2/V1, A, RED)))*R*DCI;
559 1 18:4 394 LPA:=PA*CL;
560 1 18:4 409 LT:=L*LEG*LK+LPA;
561 1 18:4 437 PL:=SE*F*ARND*G*G*PI*PI/DIAM/DIAM/DIAM/DIAM/DIAM/DIAM;
562 1 18:4 517 FF:=PL*LI;
563 1 18:4 533 IF DRED'(LI),CUARTO,0 THEN PT:=PD+FF;
564 1 18:3 566 END;
565 1 18:3 573
566 1 18:1 573 REPEAT (PT)
567 1 18:2 573 FOR I:=NR DOWNT0 1 DO
568 1 18:3 585 WITH DRED'(LI),RRED'(LI) DO
569 1 18:4 611 IF RRED'(LI),PT=0 THEN (PT DESCONOCIDA)
570 1 18:5 632 BEGIN
571 1 18:0 632 RC:=RDCI);
572 1 18:0 646 FOR J:=1 TO 3 DO (RC)
573 1 18:7 657 IF RDCJ,0 THEN
574 1 18:8 671 IF RRED'(RDCJ),PT=0 (RAMA HIJA J CON PT DESCONOCIDA)
575 1 18:8 695 THEN BEGIN PT:=0;J:=3;END
576 1 18:8 711 ELSE IF RRED'(RDCJ),PT,RRED'(RC),PT THEN RC:=RDCJ);
577 1 18:0 775 FT:=RRED'(RC),PT+FF;
578 1 18:5 805 END;
579 1 18:1 812 UNTIL RRED'(LI),PT=0;
580 1 18:1 835
581 1 18:1 833 RRED'(LI),FE:=RRED'(LI),PT-RRED'(LI),FD;
582 1 18:1 875 FOR I:=2 TO NR DO (FS,FE);
583 1 18:2 891 WITH RRED'(LI) DO
584 1 18:3 904 BEGIN
585 1 18:4 904 FE:=PT-FD;
586 1 18:4 920 PS:=RRED'(RRED'(RMI),RC),PT-PT;
587 1 18:3 958 END;
588 1 18:3 985
589 1 18:1 985 IF RED:=RETORNO THEN (PT,FE RETORNO)
590 1 18:2 981 FOR I:=1 TO NR DO
591 1 18:3 993 WITH RRED'(LI) DO
592 1 18:4 1006 BEGIN FE:=-PT;PT:=FE+FD;END;
593 1 18:0 1040 END:(CALC2)
594 1 18:0 1072

```

```

575 1 18:0 1072 (RF)
576 1 19:0 1 PROCEDURE CALC3:
577 1 19:0 1
578 1 19:0 1 ( OBJETIVO: CALCULA LA LV:
579 1 19:0 1
600 1 19:0 1 VAR
601 1 19:0 1 LM:CLADO MAYOR
602 1 19:0 1 PEA:REAL:(FRESION ESTADISTICA ABSOLUTA)
603 1 19:0 5 GP:INTEGER:(GRUPO DE FRESION)
604 1 19:0 0
605 1 19:0 0 BEGIN
606 1 19:1 0 FOR J:=1 TO NR DO
607 1 19:2 13 WITH RREC'(J),DRED'(J) DO
608 1 19:3 41 BEGIN
609 1 19:4 41 LA:=G/DRED'(RM).G+RRED'(RM).A;
610 1 19:4 85 PEA:=ABS(PA);
611 1 19:4 95 GP:=0:(FRESION BAJA)
612 1 19:4 98 IF PEA>375 THEN GP:=2:(FRESION MEDIA)
613 1 19:4 113 IF PEA>1000 THEN GP:=4:(FRESION ALTA)
614 1 19:4 128 IF X?Y THEN LM:=X ELSE LM:=Y;
615 1 19:4 162 C:=23;
616 1 19:4 165 IF LM>300 THEN C:=24;
617 1 19:4 166 IF LM>750 THEN C:=22;
618 1 19:4 195 IF LM>1500 THEN C:=20;
619 1 19:4 210 IF LM>2500 THEN C:=18;
620 1 19:4 225 C:=C-GP;
621 1 19:3 231 END;
622 1 19:1 235 IF DRED'(J).L=0 THEN RREC'(J).LV:=0.01
623 1 19:1 273 ELSE RREC'(J).LV:=DRED'(J).L;
624 1 19:1 314 REPEAT (LV)
625 1 19:2 314 TODAS:=TRUE;
626 1 19:3 317 FOR J:=2 TO NR DO
627 1 19:3 330 WITH RREC'(J) DO
628 1 19:4 344 IF RREC'(RM).LV=0
629 1 19:4 360 THEN TODAS:=FALSE
630 1 19:4 365 ELSE LV:=DRED'(J).L+RRED'(RM).LV;
631 1 19:1 417 UNTIL TODAS;
632 1 19:1 421 FOR J:=1 TO NR DO
633 1 19:2 434 WITH RREC'(J),DRED'(J) DO
634 1 19:3 462 BEGIN
635 1 19:4 462 LV:=LV-L;
636 1 19:4 475 IF RREC'='RETORNO' THEN LV:=-LV;
637 1 19:3 505 END;
638 1 19:0 513 END:(CALC3)
639 1 19:0 536
640 1 19:0 536
641 1 20:0 1 PROCEDURE CALC4(J:INTEGER);
642 1 20:0 2
643 1 20:0 2 ( OBJETIVO: CALCULA EA,TS,X, DE LA J-ESIMA RAMA)
644 1 20:0 2
645 1 20:0 2 VAR
646 1 20:0 2 DT,
647 1 20:0 2 Y,(AUX.)
648 1 20:0 2 U:REAL:(COEF. GLOBAL DE TRANSMISION DE CALOR, KW/M2/K)
649 1 20:0 8
650 1 20:0 0 BEGIN
651 1 20:1 0 WITH RREC'(J),DRED'(J) DO
652 1 20:2 26 BEGIN
653 1 20:3 26 DT:=ABS(TE-TC);
654 1 20:3 42 IF (ATSL=1)AND(ATSLADO=1)
655 1 20:3 51 THEN
656 1 20:4 54 BEGIN
657 1 20:5 54 EA:=12.7;
658 1 20:5 60 IF DT>32 THEN EA:=25.4;
659 1 20:5 68 IF DT>48 THEN EA:=38.1;
660 1 20:5 110 IF DT>64 THEN EA:=50.8;
661 1 20:5 132 U:=1000*KTER/EA:(CON AISLAMIENTO);
662 1 20:4 151 END
663 1 20:3 151 ELSE
664 1 20:4 153 BEGIN
665 1 20:5 153 EA:=0;
666 1 20:5 160 U:=3.3*V/17.4 (SIN AISLAMIENTO)
667 1 20:4 173 END;
668 1 20:3 184 Y:=(P+RHO*G*(X+Y))/L*U;
669 1 20:3 220 TS:=(1E*(Y-1)+2*TC)/(Y+1);
670 1 20:3 261 Q:=2*(X+Y)*L*U*((TS+1E)/2-TC)/1E5;
671 1 20:2 319 END;
672 1 20:0 319 END:(CALC4)
673 1 20:0 332

```

```

074 1 200
075 1 210 1 PROCEDURE CALC5;
076 1 210 1
077 1 210 1 ( OBJECTIVE: CALCULA EQ. Q. TE. TS)
078 1 210 1
079 1 210 1 VAR
080 1 210 1 L, J: INTEGER;
081 1 210 3
082 1 210 0 BEGIN
083 1 210 0 IF RED= INFECCION
084 1 210 2 THEN
085 1 210 15 BEGIN
086 1 210 18 RRRED*(LJ, TS):=TA;
087 1 210 37 REPEAT
088 1 210 37 TODAY:=TRUE;
089 1 210 40 FOR I:=1 TO NR DO
090 1 210 52 WITH RRED*(LJ, DRED*(LJ) DO
091 1 210 75 BEGIN
092 1 210 78 TE:=RRED*(DRED*(LJ, TS);
093 1 210 99 IF TE=0
094 1 210 104 THEN TODAY:=FALSE
095 1 210 110 ELSE CALC4(L);
096 1 210 118 END;
097 1 210 125 UNTIL TODAY;
098 1 210 129 END
099 1 210 129 ELSE (RETURNING)
700 1 210 131 BEGIN
701 1 210 131 FOR I:=1 TO NR DO
702 1 210 143 WITH RRED*(LJ, RRED*(LJ) DO
703 1 210 169 IF CUARTO:=0 THEN BEGIN TE:=TCUARTO:=CALC4(L);END;
704 1 210 180 REPEAT
705 1 210 190 FOR J:=NR DOWNTO 1 DO
706 1 210 208 WITH DRED*(LJ, RRED*(LJ) DO
707 1 210 234 IF TE=0 THEN (TE DESCONOCIDA)
708 1 210 245 FOR J:=1 TO 3 DO
709 1 210 256 IF RRED*(LJ, 0) THEN
710 1 210 270 IF RRED*(LJ, 0) THEN
711 1 210 294 THEN BEGIN TE:=0; J:=3;END
712 1 210 310 ELSE
713 1 210 312 BEGIN
714 1 210 312 TE:=TE+RRED*(RRED*(LJ, TS)*RRED*(LJ, 0);
715 1 210 375 CALC4(L);
716 1 210 381 END;
717 1 210 395 UNTIL RRED*(LJ, TE)=0;
718 1 210 416 END;
719 1 210 416 END; (CALC5);
720 1 210 448

```

```

721 1 21:0 443 (SF)
722 1 22:0 1 PROCEDURE CALCULAR(I): INTEGER;
723 1 22:0 2
724 1 22:0 2 OBJETIVO: CALCULA LAS VARIABLES DE LAS RAMAS CORRESPONDIENTES A LA
725 1 22:0 2 1-ESMA VELOCIDAD PRINCIPAL
726 1 22:0 2
727 1 22:0 0 BEGIN
728 1 22:1 0 CEROS;
729 1 22:1 2 CALC1;
730 1 22:1 4 IF I=0 THEN BEGIN SEEK(RRED,I);PUT(DRED);END;
731 1 22:1 26 DIMENSIONAR;
732 1 22:1 28 CALC2;
733 1 22:1 30 CASE M OF
734 1 22:1 34 +BEGIN
735 1 22:3 34 FOR J:=1 TO NR DO
736 1 22:4 47 WITH DRED(I,J).RRED(I,J) DO
737 1 22:5 75 BEGIN
738 1 22:6 75 IF P<50 THEN
739 1 22:7 86 BEGIN
740 1 22:8 86 DIAM:=1000*(FCOS(1000*(FF+PS)/LT.E/1000.NU.RHO);
211 1 22:8 144 X(D,J);
742 1 22:7 148 END;
743 1 22:6 148 RC:=0;PT:=0;
744 1 22:5 150 END;
745 1 22:6 158 CALC2;
746 1 22:2 170 END;
747 1 22:1 172 +BEGIN
748 1 22:3 172 FOR K:=1 TO 2 DO
749 1 22:4 184 BEGIN
750 1 22:5 184 FOR J:= 2 TO NR DO RRED(I,J).V:=0;
751 1 22:5 223 REPEAT
752 1 22:6 223 TODAS:=TRUE;
753 1 22:6 226 FOR J:=2 TO NR DO
754 1 22:7 239 WITH RRED(I,J).RRED(I,J) DO
755 1 22:8 267 IF RRED(I,N).V=0 THEN TODAS:=FALSE
756 1 22:5 269 ELSE
757 1 22:9 294 BEGIN
758 1 22:0 294 V:=VRP*(RRED(I,N).V/1E3.LT.E/1E3.NU.RHO. R );
759 1 22:0 306 IF V>VMCHIVEL THEN V:=VMCHIVEL;
760 1 22:9 306 END;
761 1 22:5 404 UNTIL TODAS;
762 1 22:5 408 FOR J:= 1 TO NR DO
763 1 22:6 421 WITH DRED(I,J).RRED(I,J) DO
764 1 22:7 449 BEGIN
765 1 22:8 449 RC:=0;PT:=0;
766 1 22:8 461 X(I,1000*(V,K.1));
767 1 22:8 465 DIAM:=DECA(I);
768 1 22:7 504 END;
769 1 22:5 512 CALC2;
770 1 22:4 514 END;
771 1 22:2 522 END;
772 1 22:1 524 END;
773 1 22:1 539 CALC3;
774 1 22:1 540 CALC5;
775 1 22:1 542 SEEK(RRED,I);PUT(RRED);
776 1 22:0 559 END:(CALCULAR);
777 1 22:0 592
778 1 22:0 592
779 1 1:0 0 BEGIN(CALCULAR);
780 1 1:1 0 ASIGNADATOS;
781 1 1:1 43 IF IN=1 THEN
782 1 1:2 49 BEGIN
783 1 1:3 47 RESET(DRED, INYECCION.DATA );
784 1 1:3 76 RESET(RRED, INYECCION.RESUL );
785 1 1:3 104 RED:= INYECCION; M:=MI;NR:=NRI;AISL:=AI;VP:=DRED*(11.VD;
786 1 1:3 151 IF OPTIMO=1 THEN FOR I:=0 TO SOL DO BEGIN VP:=VPHIN+I*(VP);CALCULAR(I);END
787 1 1:3 173 ELSE CALCULAR(0);
788 1 1:3 206 CLOSE(DRED);
789 1 1:3 215 CLOSE(RRED);
790 1 1:2 224 END;
791 1 1:1 224 IF RET=1 THEN
792 1 1:2 230 BEGIN
793 1 1:3 230 RESET(DRED, RETORNO.DATA );
794 1 1:3 255 RESET(RRED, RETORNO.RESUL );
795 1 1:3 281 RED:= RETORNO;
796 1 1:3 295 N:=NR;NR:=NRI;AISL:=AR;VP:=DRED*(11.VD;
797 1 1:3 326 IF OPTIMO=1 THEN FOR I:=0 TO SOL DO
798 1 1:5 347 BEGIN VP:=V.8*(VPHIN+I*(VP));CALCULAR(I);END
799 1 1:3 376 ELSE CALCULAR(0);
800 1 1:2 389 END:(LIF RET);
801 1 1:1 399 SETCHAIN('CALCUL2.CODE');
802 1 1:0 408 END.

```


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83

```
{#L PRINTER:}
PROGRAMA: CALCULA2
AUTOR: GONZALO FERNANDEZ VALENCIA
FECHA: JUL 29/85
MODIFICADO: OCT 18/85
COMPLEMENTO: TRANSCEND

OBJETIVO: EFECTUA LOS CALCULOS ESCALARES DEL SISTEMA DE DUCTOS.

ARCHIVOS: DUCTOS.DAT      DATOS ESCALARES
           DUCTOS.RESUL   RESULTADOS ESCALARES
           INYECCION.DAT  DATOS DE INYECCION
           INYECCION.RESUL RESULTADOS DE INYECCION
           RETORNO.DAT    DATOS DE RETORNO
           RETORNO.RESUL  RESULTADOS DE RETORNO

NOTAS: LOS COMENTARIOS DE LOS TIPOS Y VARIABLES ESTAN EN LOS
LISTADOS DE DATODUCTOS O SOLDUCTOS.

ABREVIATURAS: C.=COSTO
              P.=PRESION
              PRIN.=PRINCIPAL
              V.=VELOCIDAD
              T.=TOTAL

{#S+}
PROGRAM CALCULA2:

USES

PROCEDURE SETCHAIN(TITLE:STRING);
PROCEDURE SETCVAL(VAL:STRING);
PROCEDURE GETCVAL(VAR VAL:STRING);
PROCEDURE SWAPOFF;
PROCEDURE SWAPOFF;

CHAINSTUF.

FUNCTION SIN(X:REAL):REAL;
FUNCTION COS(X:REAL):REAL;
FUNCTION EXP(X:REAL):REAL;
FUNCTION ATAN(X:REAL):REAL;
FUNCTION LN(X:REAL):REAL;
FUNCTION LOG(X:REAL):REAL;
FUNCTION SQRT(X:REAL):REAL;

TRANSCEND:

CONST
  RHO=1.225; {DENSIDAD ESTANDAR. KG/M3}
  SOL=5; {SOLUCIONES EN DISEÑO OPTIMO}
  MAXRAMA=50; {MAXIMO DE RAMAS}

TYPE
  CALIBRE=ARRAY[14..26] OF REAL; {VALORES DEL CALIBRE 14 AL 26}
  ESPESOR=ARRAY[1..4] OF REAL; {VALORES AISLAMIENTO DE 1 A 4 CAPAS DE 12.7 MM}
  TDATA=
  RECORD
    VALOR.MIN.MAX:REAL;
    INDICE.TIPO:INTEGER;
    RUBRO.IDENTIFICADOR:STRING;
  END;
  TRESULTADO=
  RECORD
    PT.PTS.HH.HE.CA.CAD.CL.CMOA.CMOL.CO.CT.VEL:REAL;
    WC.CLC:CALIBRE;
    AA.CAE:ESPESOR;
  END;
  TDATORAMA=
  RECORD
    RD:ARRAY[1..3] OF INTEGER;
    PA.L.LEQ.I.TC:REAL;
    AISLADO:INTEGER;
    EAD.VD.CS.CB.A:REAL;
    CUARTO:INTEGER;
    G.XD.YD.TCUARTO:REAL;
  END;
  TRESULTRAMA=
  RECORD
    RM.RC.NIVEL.C:INTEGER;
    LV.LK.LPA.LT.LX.EA.DIAM.X.Y.XY.Q.TE.TS.PT.PD.PE.PF.PL.PS.V.RE.F:REAL;
  END;
```

```

85 1 1:0 3 (***)
86 1 1:0 3 VAR
87 1 1:0 3 (VARIABLES DEL ARCHIVO COSTOS.DAT)
88 1 1:0 3 RHO, DENSIDAD DEL ALF, m3/lq;
89 1 1:0 3 FS, TOP, INT, EC, EV, EM, CC, CUNOL, CURDA; REAL;
90 1 1:0 23 CUL: CALIBRE;
91 1 1:0 49 CUA: ESPESOR;
92 1 1:0 57 N, OPTINO, INV, NRI, SET, NRR: INTEGER;
93 1 1:0 63
94 1 1:0 63 (VARIABLES EXCLUSIVAS DE ESTE PROGRAMA)
95 1 1:0 63 NR, TRAMA;
96 1 1:0 63 SOLMAX, IND. DE SOLUCIONES;
97 1 1:0 63 I, J: INTEGER (CONTADORES)
98 1 1:0 67 SP, (SEMIPERIMETRO, M)
99 1 1:0 67 U, (EXPONENTE DE SUPERFICIE)
100 1 1:0 67 WL, DENSIDAD LINEAL DE LAMINA, KG/M;
101 1 1:0 67 AL: REAL; DENSIDAD LINEAL DE AISLAMIENTO, M;
102 1 1:0 75 SOLUCION: RESULTADO;
103 1 1:0 167 W: CALIBRE; (PESO ESPECIFICO LAMINA, KG/M2)
104 1 1:0 193 DATOS: FILE OF TOATO;
105 1 1:0 583 RESULTADOS: FILE OF RESULTADO;
106 1 1:0 975 BRED: FILE OF ARRA([1..MARRAMA]) OF TOTORAMA;
107 1 1:0 5625 BREG: FILE OF ARRA([1..MARRAMA]) OF TRESULTRAMA;
108 1 1:0 5625
109 1 1:0 5625
110 1 2:0 3 FUNCTION POTENCIA(X, N: REAL): REAL;
111 1 2:0 7
112 1 2:0 7 ( OBJETIVO: ELEVA EL ARGUMENTO "X" A LA POTENCIA "N")
113 1 2:0 7
114 1 2:0 0 BEGIN
115 1 2:1 0 IF X > 0 THEN POTENCIA := EXP(N * LN(X));
116 1 2:1 33 IF X = 0 THEN POTENCIA := 0;
117 1 2:1 49 IF X < 0 THEN
118 1 2:1 59 IF N = TRUNC(N)
119 1 2:2 69 THEN
120 1 2:3 74 BEGIN
121 1 2:4 74 A := ABS(X);
122 1 2:4 83 IF TRUNC(N) MOD 2 = 0 THEN POTENCIA := EXP(N * LN(A));
123 1 2:4 111 ELSE POTENCIA := -EXP(N * LN(A));
124 1 2:3 144 END
125 1 2:2 144 ELSE BEGIN; WRITELN(CHR(7), 'ARGUMENTO DE LA POTENCIA NEGATIVO '); READLN; END;
126 1 2:0 218 END;
127 1 2:0 232
128 1 2:0 232
129 1 3:0 3 FUNCTION FEVP(I, J: REAL; N: INTEGER): REAL;
130 1 3:0 8
131 1 3:0 8 ( OBJETIVO: CALCULA EL FACTOR DE ESCALAMIENTO A VALOR PRESENTE DE UN
132 1 3:0 8 FLUJO DE EFECTIVO DE "N" AÑOS, CON UNAS TASA DE INTERES "I" Y UN
133 1 3:0 8 ESCALAMIENTO DE COSTOS "J".)
134 1 3:0 8
135 1 3:0 0 BEGIN
136 1 3:1 0 IF I = J THEN FEVP := N
137 1 3:1 14 ELSE FEVP := (POTENCIA(1+J, N) / POTENCIA(1+I, N) - 1) / ((1+I) - (1+J));
138 1 3:0 73 END; (FEVP)
139 1 3:0 86

```

```

140 1 3:0 86 (**F*)
141 1 4:0 1 PROCEDURE ASIGNADATOS;
142 1 4:0 1
143 1 4:0 1 OBJETIVO: ASIGNA EL CONTENIDO DE DUCTOS,DATA A LAS VARIABLES Y CARGA EL
144 1 4:0 1 VECTORS DE PESO DE LAMINA;
145 1 4:0 1
146 1 4:0 0 BEGIN
147 1 4:1 0 RESET(DATOS, 'DUCTOS,DATA');
148 1 4:1 24 WITH DATOS* DO
149 1 4:2 29 FOR I:=7 TO 50 DO
150 1 4:3 41 BEGIN
151 1 4:4 41 SEEL(DATOS,I):GET(DATOS);
152 1 4:4 59 CASE I OF
153 1 4:4 63 7:PS:=VALOR;
154 1 4:4 74 21:N:=ROUND(VALOR);
155 1 4:4 85 22:TOP:=VALOR;
156 1 4:4 96 23:HT:=VALOR;
157 1 4:4 107 24:EC:=VALOR;
158 1 4:4 118 25:EV:=VALOR;
159 1 4:4 129 26:EM:=VALOR;
160 1 4:4 140 27:CE:=VALOR;
161 1 4:4 151 28:CUNL:=VALOR;
162 1 4:4 162 29:CUNO:=VALOR;
163 1 4:4 173 30:CUL(14):=VALOR;31:CUL(16):=VALOR;32:CUL(18):=VALOR;
164 1 4:4 200 33:CUL(20):=VALOR;34:CUL(22):=VALOR;35:CUL(24):=VALOR;36:CUL(26):=VALOR;
165 1 4:4 306 37:CUL(1):=VALOR;38:CUL(2):=VALOR;39:CUL(3):=VALOR;40:CUL(4):=VALOR;
166 1 4:4 382 41:OPTIMO:=ROUND(VALOR);
167 1 4:4 393 42:IN:=ROUND(VALOR);
168 1 4:4 404 44:IRI:=ROUND(VALOR);
169 1 4:4 415 46:RET:=ROUND(VALOR);
170 1 4:4 426 48:NRB:=ROUND(VALOR);
171 1 4:4 437 50:RHO:=VALOR;
172 1 4:4 448 END; (CASE)
173 1 4:5 544 END; (FOR)
174 1 4:1 552 CLOSE(DATOS);
175 1 4:1 561 CUL(15):=0; (COSTOS DE LOS CALIBRES NO USADOS);
176 1 4:1 575 CUL(17):=0;
177 1 4:1 589 CUL(19):=0;
178 1 4:1 603 CUL(21):=0;
179 1 4:1 617 CUL(23):=0;
180 1 4:1 631 CUL(25):=0;
181 1 4:1 645 W(14):=16.51; (DENSIDAD SUPERFICIAL DE LA LAMINA, KG/M2)
182 1 4:1 664 W(15):=0;
183 1 4:1 679 W(16):=13.29;
184 1 4:1 698 W(17):=0;
185 1 4:1 713 W(18):=10.715;
186 1 4:1 732 W(19):=0;
187 1 4:1 747 W(20):=8.139;
188 1 4:1 766 W(21):=0;
189 1 4:1 781 W(22):=6.851;
190 1 4:1 800 W(23):=0;
191 1 4:1 815 W(24):=4.909;
192 1 4:1 834 W(25):=0;
193 1 4:1 849 W(26):=4.265;
194 1 4:0 863 END; (ASIGNADATOS)
195 1 4:0 888
196 1 4:0 888
197 1 5:0 1 PROCEDURE CEROS(I:INTEGER);
198 1 5:0 2
199 1 5:0 2 OBJETIVO: IGUALA A CERO TODAS LAS VARIABLES DE LOS RESULTADOS ESCALARES.;
200 1 5:0 2
201 1 5:0 0 BEGIN
202 1 5:1 0 SEEN(RESULTADOS,I):GET(RESULTADOS);
203 1 5:1 17 WITH RESULTADOS* DO
204 1 5:2 22 BEGIN
205 1 5:3 22 PT:=0;PTS:=0;HH:=0;HE:=0;LA:=0;CAD:=0;CL:=0;CHOA:=0;CHOL:=0;CO:=0;CT:=0;
206 1 5:3 99 FOR J:=14 TO 26 DO BEGIN W(LJ):=0;C(LJ):=0;END;
207 1 5:3 151 FOR J:=1 TO 4 DO BEGIN A(LJ):=0;C(LJ):=0;END;
208 1 5:2 203 END;
209 1 5:1 203 SEEN(RESULTADOS,I):PUT(RESULTADOS);
210 1 5:0 220 END; (CEROS)
211 1 5:0 236

```

```

212 1 5:0 236 (**P*)
213 1 6:0 1 PROCEDURE CALCULAR(I:INTEGER);
214 1 6:0 2
215 1 6:0 2 I OBJEIVO: CALCULA LAS VARIABLES DE LAS RAMAS CORRESPONDIENTES A LA
216 1 6:0 2 I-ESIMA V. FRIN.;
217 1 6:0 2
218 1 6:0 0 BEGIN
219 1 6:1 0 SEEK(RRED, I);GET(RRED);
220 1 6:1 17 SEEK(RESULTADOS, I);GET(RESULTADOS);
221 1 6:1 34 WITH RESULTADOS* DO
222 1 6:2 39 BEGIN
223 1 6:3 59 CL:=0;
224 1 6:3 46 CMOL:=0;
225 1 6:3 53 CA:=0;
226 1 6:3 62 CMOA:=0;
227 1 6:3 67 VEL:=RRED*(1, V);
228 1 6:3 55 IF (INI=1)AND(RET=1) THEN VEL:=VEL/0.6>(*VELOCIDAD DE LA RAMA PRINCIPAL DE
229 1 6:3 109 RETORNO IGUAL AL 0.6 LA VELOCIDAD D
230 1 6:3 107 DE LA RAMA PRINCIPAL DE INYECCION*)
231 1 6:3 109 FI:=F1+ABS(RRED*(1, PT));
232 1 6:3 136 PTS:=FS*PT*(RHO0/RHO);
233 1 6:3 164 HH:=PT*URED*(1, G)/IE0;
234 1 6:3 187 HE:=HH/VE/EM;
235 1 6:3 217 FOR J:=1 TO NR DO (PESO LAMINA + AREA AISLAMIENTO)
236 1 6:4 130 WITH RRED*(J, URED*(J) DO
237 1 6:5 256 BEGIN
238 1 6:5 256 SP:=(A+Y)/1000;
239 1 6:6 278 IF SP<1.5 THEN U:= (1.5-SP)/1.2
240 1 6:6 305 ELSE U:=0;
241 1 6:6 323 WL:=2.63875*SP*POTENCIA*(1.12*U)*(1.3-0.01*G)*WCCJ;
242 1 6:6 339 WCCJ:=WCCJ*WL*L;
243 1 6:6 426 IF EA>0 THEN
244 1 6:7 439 BEGIN
245 1 6:8 439 AL:=2.24*(SP+2*EA/1000);
246 1 6:8 469 AAROUND(EA/12.7)J:=AAROUND(EA/12.7)J+AL*L;
247 1 6:7 533 END;
248 1 6:5 533 END; WITH;
249 1 6:5 541 FOR J:=14 TO 26 DO (COSTO LAMINA)
250 1 6:4 553 BEGIN
251 1 6:5 553 CLC(J):=WCCJ*CULC(J);
252 1 6:5 595 CL:=CL+CLC(J);
253 1 6:5 620 CMOL:=CMOL+WCCJ*CMOL;
254 1 6:4 650 END; (FOR);
255 1 6:3 658 FOR J:=1 TO 4 DO
256 1 6:4 670 BEGIN
257 1 6:5 670 CAE(J):=ALCJ*CUAC(J);
258 1 6:5 712 CA:=CA+CAE(J);
259 1 6:5 737 CMOA:=CMOA+ALCJ*CMOA;
260 1 6:4 767 END; (FOR);
261 1 6:3 775 CAD:=CAD+CL+CA+CMOL+CMOA;
262 1 6:3 809 CO:=FEVP(INT, EC, N)*5*CE*HE*TOP;
263 1 6:3 847 CT:=CAD+CO;
264 1 6:2 863 END; (WITH RESULTADOS);
265 1 6:1 863 SEEK(RESULTADOS, I);PUT(RESULTADOS);
266 1 6:0 880 END; (CALCULAR);
267 1 6:0 900

```

```

268 1 6:0 900 (**P*)
269 1 1:0 0 BEGIN(CALCULA2)
270 1 1:1 0 RESET(RESULTADOS,'DUCTOS,RESUL');
271 1 1:1 77 ASIGNADATOS;
272 1 1:1 79 IF OPTIMO=0 THEN SOLMAX:=0 ELSE SOLMAX:=SOL;
273 1 1:1 93 FOR I:=0 TO SOLMAX DO
274 1 1:2 109 BEGIN
275 1 1:3 109 CEROS(I);
276 1 1:3 113 IF IN(I)=1 THEN
277 1 1:4 119 BEGIN
278 1 1:5 119 RESET(DRED,'INVECCION.DAT');
279 1 1:5 146 RESET(RRED,'INVECCION.RESUL');
280 1 1:5 174 NR:=NRI;
281 1 1:5 178 CALCULAR(I);
282 1 1:5 182 CLOSE(DRED);
283 1 1:5 191 CLOSE(RRED);
284 1 1:4 200 END;
285 1 1:3 200 IF RET=1 THEN
286 1 1:4 200 BEGIN
287 1 1:5 206 RESET(DRED,'RETORNO.DAT');
288 1 1:5 231 RESET(RRED,'RETORNO.RESUL');
289 1 1:5 257 NR:=NRR;
290 1 1:5 261 CALCULAR(I);
291 1 1:5 265 CLOSE(DRED);
292 1 1:5 274 CLOSE(RRED);
293 1 1:4 283 END;(IF RET)
294 1 1:2 283 END;(FOR)
295 1 1:1 291 CLOSE(RESULTADOS);
296 1 1:1 300 SETCHAIN('SOLDUCTOS.CODE');
297 1 1:0 320 END.

```

1 1 1:0
 2 1 1:0
 3 1 1:0
 4 1 1:0
 5 1 1:0
 6 1 1:0
 7 1 1:0
 8 1 1:0
 9 1 1:0
 10 1 1:0
 11 1 1:0
 12 1 1:0
 13 1 1:0
 14 1 1:0
 15 1 1:0
 16 1 1:0
 17 1 1:0
 18 1 1:0
 19 1 1:0
 20 1 1:0
 21 1 1:0
 22 1 1:0
 23 1 1:0
 24 1 1:0
 25 1 1:0
 26 1 1:0
 27 1 1:0
 28 1 1:0
 29 1 1:0
 30 1 2:0
 31 1 3:0
 32 1 4:0
 33 1 5:0
 34 1 6:0
 35 1 7:0
 36 1 8:0
 37 1 9:0
 38 1 10:0
 39 1 11:0
 40 1 12:0
 41 1 13:0
 42 1 14:0
 43 1 15:0
 44 1 16:0
 45 1 17:0
 46 1 18:0
 47 1 19:0
 48 1 20:0
 49 1 21:0
 50 1 22:0
 51 1 1:0
 52 28 1:0
 53 28 2:0
 54 28 3:0
 55 28 4:0
 56 28 5:0
 57 28 6:0
 58 28 8:0
 59 1 1:0
 60 1 1:0
 61 1 1:0
 62 1 1:0
 63 1 1:0
 64 1 1:0
 65 1 1:0
 66 1 1:0
 67 1 1:0

```

(*#L PRINTER:*)
PROGRAM SOLDUCTOS
  AUTOR: GONZALO FERNANDEZ VALENTE
  FECHA: JUL 81/85
  MODIFICADO: OCT 18/85

  OBJETIVO: IMPRIME LOS RESULTADOS DEL SISTEMA DE DUCTOS

  ARCHIVOS: DUCTOS.DAT      DATOS ESCALARES
            DUCTOS.RESUL    RESULTADOS ESCALARES
            INYECCION.DAT   DATOS DE LA RED DE INYECCION
            INYECCION.RESUL RESULTADOS DE LA RED DE INYECCION
            RETORNO.DAT     DATOS DE LA RED DE RETORNO
            RETORNO.RESUL   RESULTADOS DE LA RED DE RETORNO

(*#***)
PROGRAM SOLDUCTOS:

  USES:

  TYPE
    CONJUNTOCHARACTER=SET OF CHAR;
    PANTALLA=PACKED ARRAY[1..24,1..40] OF CHAR;
  VAR
    NP:INTEGER; (*NO. DE PAGINAS*)
    PAS:BOOLEAN; (*INDICA LA EXISTENCIA DE CARACTERES INVALIDOS, ES PARTE
                 DE LOS PROCEDIMIENTOS FILTRA*)
    HOJA:FILE OF PANTALLA; (*ARCHIVO DE HOJAS A DESPLEGAR EN MONITOR*)
  FUNCTION LONGE:INTEGER; INTEGER;
  PROCEDURE LIMPIA(VAR CUERDA:STRING);INTEGER;
  PROCEDURE SEPARA(CUERDA:STRING;VAR ENTERO,DECIMAL,EXPONENTE:STRING);
  PROCEDURE FILTRANATURAL(VAR CUERDA:STRING);
  PROCEDURE FILTRAENTERO(VAR CUERDA:STRING);
  PROCEDURE FILTRAREAL(VAR CUERDA:STRING);
  FUNCTION PAS(ENTERO,CUERDA:STRING);INTEGER;
  FUNCTION PAS(REAL,CUERDA:STRING);REAL;
  PROCEDURE LEEE(VAR E:INTEGER);
  PROCEDURE LEER(VAR R:REAL);
  PROCEDURE LEES(VAR S:STRING);INTEGER;
  PROCEDURE MENU(C:CONJUNTOCHARACTER;VAR C:CHAR);
  PROCEDURE MENU(A,I:INTEGER;C:CONJUNTOCHARACTER;VAR C:CHAR);
  PROCEDURE MENU(E,I,MIN,MAX:INTEGER;VAR E:INTEGER);
  PROCEDURE MEMOR(I,I,I:INTEGER;MIN,MAX:REAL;VAR R:REAL);
  PROCEDURE DESPLEGAR(ARCHIVO:STRING;NR:INTEGER);
  PROCEDURE CORRARR(I,C1,RF,CF:INTEGER);
  PROCEDURE IMPRIMIR(I,C1,RF,CF:INTEGER);
  FUNCTION DA:REAL;INTEGER;INTEGER;
  PROCEDURE DESCRIBER(I,I,NO:INTEGER);REAL;

  GLOBAL
  CONST
    MAARAMA=50; (*MAXIMO DE RAMAS*)
    SOL=5; (*SOLUCIONES EN DISEÑO OPTIMO*)
    ECODATA=20; (*DATOS ECONOMICOS*)
    FISDATA=12; (*DATOS FISICOS*)
    REDATA=009; (*DATOS DE LA RED*)
  
```

```

68 1 1:0 3 (4F)
69 1 1:0 3 TYPE
70 1 1:0 3 CALIBRE=ARRA(14.,26) OF REAL:VALORES DEL CALIBRE 14 AL 26
71 1 1:0 3 ESPESOR=ARRA(11.,4) OF REAL:VALORES AISLAMIENTO DE 1 A 4 CAPAS DE 12.7 MM
72 1 1:0 3 IDATA=
73 1 1:0 3 RECORD
74 1 1:0 3 VALOR. (VALOR)
75 1 1:0 3 MIN. (VALOR MINIMO)
76 1 1:0 3 MAX:REAL:(VALOR MAXIMO)
77 1 1:0 3 INDICE. (# DE VARIABLE)
78 1 1:0 3 TIPO: INTEGER
79 1 1:0 3 RUBRO.
80 1 1:0 3 IDENTIFICADOR:STRING
81 1 1:0 3 END;
82 1 1:0 3 TRESULTADO=
83 1 1:0 3 RECORD
84 1 1:0 3 PT.(PRESION TOTAL, PA)
85 1 1:0 3 PTE.(PRESION TOTAL CON WIRE ESTANDAR, PA)
86 1 1:0 3 MH.(POTENCIA HIDRAULICA, MW)
87 1 1:0 3 ME.(POTENCIA ELECTRICA, MW)
88 1 1:0 3 CA.(COSTO DEL AISLAMIENTO, $)
89 1 1:0 3 CAD.(COSTO DE ADQUISICION, $)
90 1 1:0 3 CL.(COSTO DE LA LAMINA, $)
91 1 1:0 3 ONDA.(COSTO MANO DE OERA AISLAMIENTO, $)
92 1 1:0 3 ONOL.(COSTO MANO DE OERA LAMINA, $)
93 1 1:0 3 OO.(COSTO DE OPERACION, $)
94 1 1:0 3 OT.(COSTO TOTAL, $)
95 1 1:0 3 VEL:REAL:(VELOCIDAD PRINCIPAL, M/S)
96 1 1:0 3 WC.(PESO LAMINA, KG)
97 1 1:0 3 WLL:CALIBRE:(COSTO LAMINA, $)
98 1 1:0 3 Wn.(AREA DEL AISLAMIENTO, M2)
99 1 1:0 3 WnE:ESPESOR:(COSTO DEL AISLAMIENTO, $)
100 1 1:0 3 END;
101 1 1:0 3 TDATORAMA=(DATOS DE RAMA)
102 1 1:0 3 RECORD
103 1 1:0 3 RD:ARRAY(1..3) OF INTEGER:(RAMAS DERIVADAS)
104 1 1:0 3 PA.(PRESION DEL ACCESORIO, PA)
105 1 1:0 3 L.(LONGITUD RECTA, M)
106 1 1:0 3 LEQ.(LONGITUD RECTA EQUIVALENTE, M)
107 1 1:0 3 K.(COEFICIENTE DE PERIODOS DINAMICOS)
108 1 1:0 3 TC:REAL:(TEMPERATURA DEL AIRE CIRCUNDANTE, C)
109 1 1:0 3 AISLADO: INTEGER:(DUCTO AISLADO)
110 1 1:0 3 EAD:(ESPESOR DE AISLAMIENTO, MM)
111 1 1:0 3 VD.(VELOCIDAD, M/S)
112 1 1:0 3 CS.(CODOS SUAVES DE 90 GRADOS)
113 1 1:0 3 CB.(CODOS BRUSCOS DE 90 GRADOS)
114 1 1:0 3 A:REAL:(ANGULO DE DERIVACION, GRADOS)
115 1 1:0 3 CUARTO: INTEGER:(CUARTO TERMINAL)
116 1 1:0 3 G.(GASTO, L/S)
117 1 1:0 3 XD.(ANCHO, MM)
118 1 1:0 3 XD.(PERALTE, MM)
119 1 1:0 3 TCUARTO:REAL:(TEMPERATURA DEL CUARTO, C)
120 1 1:0 3 END;
121 1 1:0 3 TRESULTRAMA=(RESULTADOS DE RAMA)
122 1 1:0 3 RECORD
123 1 1:0 3 RM.(RAMA MADRE)
124 1 1:0 3 RC.(RAMA HIJA CON MAYOR PERDIDA DE PRESION TOTAL)
125 1 1:0 3 NIVEL.(NIVEL DE DISTANCIA DEL VENTILADOR)
126 1 1:0 3 C: INTEGER:(CALIBRE)
127 1 1:0 3 LV.(DISTANCIA AL VENTILADOR, M)
128 1 1:0 3 LN.(LONGITUD DEL COEFICIENTE DE PERIODOS DINAMICOS, M)
129 1 1:0 3 LPA.(LONGITUD DE LA PRESION DEL ACCESORIO, M)
130 1 1:0 3 LT.(LONGITUD TOTAL, M)
131 1 1:0 3 LA.(DISTANCIA A LA PARTICION, MM)
132 1 1:0 3 EA.(ESPESOR DE AISLAMIENTO, MM)
133 1 1:0 3 DIAM.(DIAMETRO, MM)
134 1 1:0 3 A.(ANCHO, MM)
135 1 1:0 3 Y.(PERALTE, MM)
136 1 1:0 3 XY.(RELACION ANCHO/PERALTE)
137 1 1:0 3 Q.(FLUJO DE CALOR, MW)
138 1 1:0 3 TE.(TEMPERATURA DEL AIRE EN LA ENTRADA, C)
139 1 1:0 3 TS.(TEMPERATURA DEL AIRE EN LA SALIDA, C)
140 1 1:0 3 PT.(PRESION TOTAL, PA)
141 1 1:0 3 PD.(PRESION DINAMICA, PA)
142 1 1:0 3 PE.(PRESION ESTATICA, PA)
143 1 1:0 3 PF.(DECREMENTO DE PRESION TOTAL, PA)
144 1 1:0 3 PL.(GRADIENTE DE PRESION TOTAL, PA/M)
145 1 1:0 3 PS.(PRESION DISPONIBLE, PA)
146 1 1:0 3 V.(VELOCIDAD, M/S)
147 1 1:0 3 RE.(REYNOLDS)
148 1 1:0 3 F:REAL:(FACTOR DE FRICCION)
149 1 1:0 3 END;
150 1 1:0 3

```

```

151 1 1:0 3 (#P)
152 1 1:0 3 VAR
153 1 1:0 3 ONI. (DECISION NUMERICA)
154 1 1:0 3 SOLMAX. (NO. DE SOLUCIONES)
155 1 1:0 3 I.J.: INTEGER (CONTADORES)
156 1 1:0 8 OPTIMO. (ELEGIDO OPTIMO)
157 1 1:0 8 IN. (INYECCION)
158 1 1:0 8 MI. (METODO DE INYECCION)
159 1 1:0 8 MRI. (RAMAS DE INYECCION)
160 1 1:0 8 AI. (INYECCION AISLADA)
161 1 1:0 8 RET. (RETORNO)
162 1 1:0 8 MR. (METODO DE RETORNO)
163 1 1:0 8 MRR. (RAMAS DE RETORNO)
164 1 1:0 8 AR: INTEGER (RETORNO AISLADO)
165 1 1:0 17 DATOS: FILE OF IDATC;
166 1 1:0 407 RESULTADOS: FILE OF TRESULTA.DD;
167 1 1:0 78 DATOREG: FILE OF ARRAT(1..10) (DATA OF TOTORAMA);
168 1 1:0 2749 RESULTREG: FILE OF ARRAT(1..10) (DATA OF TRESULTRAMA);
169 1 1:0 5449 INF: INTERACTIVE;
170 1 1:0 5750
171 1 1:0 5750
172 1 2:0 1 PROCEDURE ASIGNADATOS;
173 1 2:0 1
174 1 2:0 1 ( OBJETIVO: ASIGNA EL CONTENIDO DE DATOS.DAT A LAS VARIABLES DE CONTROL)
175 1 2:0 1
176 1 2:0 0 BEGIN
177 1 2:1 0 WITH DATOS' DO
178 1 2:2 4 FOR I:=1 TO 49 DO
179 1 2:3 15 BEGIN
180 1 2:4 15 SEEK(DATOS,1);
181 1 2:4 23 GET(DATOS);
182 1 2:4 30 CASE I OF
183 1 2:4 33 41: OPTIMO:=ROUND(VALOR);
184 1 2:4 44 42: IN:=ROUND(VALOR);
185 1 2:4 55 43: MI:=ROUND(VALOR);
186 1 2:4 66 44: MRI:=ROUND(VALOR);
187 1 2:4 77 45: AI:=ROUND(VALOR);
188 1 2:4 88 46: RET:=ROUND(VALOR);
189 1 2:4 99 47: MR:=ROUND(VALOR);
190 1 2:4 110 48: MRR:=ROUND(VALOR);
191 1 2:4 121 49: AR:=ROUND(VALOR);
192 1 2:4 132 END; (CASE)
193 1 2:3 158 END; (FOR)
194 1 2:0 165 END; (ASIGNADATOS)
195 1 2:0 182
196 1 2:0 182
197 1 3:0 1 PROCEDURE LINEAS:CHAR;
198 1 3:0 2
199 1 3:0 2 ( OBJETIVO: DA SALIDA A LA I-ESIMA LINEA POR:
200 1 3:0 2 S='I', IMPRESORA
201 1 3:0 2 S='C', CONSOLA )
202 1 3:0 2
203 1 3:0 0 BEGIN
204 1 3:1 0 WITH DATOS' DO
205 1 3:2 4 BEGIN
206 1 3:3 4 SEEK(DATOS,1);
207 1 3:3 12 GET(DATOS);
208 1 3:3 19 IF S='I'
209 1 3:3 20 THEN WRITELN(IMP. INDICE:2, RUBRO:25, VALOR:12:D(VALOR,12))
210 1 3:3 80 ELSE
211 1 3:4 82 BEGIN
212 1 3:5 82 WRITELN(CHR(12), INDICE:2, RUBRO:25, VALOR:12:D(VALOR,12));
213 1 3:5 148 READLN;
214 1 3:4 156 END;
215 1 3:2 156 END; (WITH)
216 1 3:0 156 END; (LINEA)
217 1 3:0 168
218 1 3:0 168

```



```

219 1 300 188 (9F)
220 1 410 1 PROCEDURE IMPRIMEDATOS:
221 1 410 1
222 1 410 1 ( OBJETIVO: IMPRIME LOS DATOS ESCALARES.)
223 1 410 1
224 1 410 1 (9F)
225 1 410 0 BEGIN
226 1 411 0 WITH DATOS DO
227 1 412 4 BEGIN
228 1 413 4 WRITELN(IMP. DATOS ESCALARES ):
229 1 414 25 WRITELN(IMP.:
230 1 415 41 SEER:DATOS.55):
231 1 416 47 GET(DATOS):
232 1 417 52 WRITELN(IMP.: USUARIO: (DATOS (RUBRO)):
233 1 418 65 GET(DATOS):
234 1 419 74 WRITELN(IMP.: COMPANIA: (DATOS (RUBRO)):
235 1 420 101 GET(DATOS):
236 1 421 126 WRITELN(IMP.: PROYECTO: (DATOS (RUBRO)):
237 1 422 145 GET(DATOS):
238 1 423 173 WRITELN(IMP.: ZONA: (DATOS (RUBRO)):
239 1 424 215 GET(DATOS):
240 1 425 230 WRITELN(IMP.: FECHA: (DATOS (RUBRO)):
241 1 426 257 GET(DATOS):
242 1 427 282 WRITELN(IMP.: CORRIEN: (DATOS (VALOR)):
243 1 428 322 WRITELN(IMP.:
244 1 429 359 WRITELN(IMP.: DATOS FISICOS ):
245 1 430 387 WRITELN(IMP.:
246 1 431 343 FOR I:=1 TO FISDATA DO LINEA ( I ):
247 1 432 384 WRITELN(IMP.:
248 1 433 370 WRITELN(IMP.: DATOS TECNICO-ECONOMICOS ):
249 1 434 410 WRITELN(IMP.:
250 1 435 416 FOR I:=21 TO 20RECDDATA DO LINEA ( I ):
251 1 436 437 WRITELN(IMP.:
252 1 437 445 WRITELN(IMP.: DATOS DE LA RED ):
253 1 438 476 WRITELN(IMP.:
254 1 439 492 FOR I:=41 TO 40+REDATA DO LINEA ( I ):
255 1 440 505 WRITELN(IMP.:
256 1 441 511 END:(WITH)
257 1 410 511 END:(IMPRIMEDATOS)
258 1 410 530 (9F)
259 1 410 530
260 1 410 530

```

```

261 1 4:0 530 (4P)
262 1 5:0 1 PROCEDURE IMPRINEREG(ARCHIVO,REG,NR;INTEGER);
263 1 5:0 1
264 1 5:0 4 { OBJETIVO: IMPRIME "NR" PARRA DEL REGISTRO "REG" DE ALGUNO DE LOS SIGUIENTES
265 1 5:0 4 ARCHIVOS:
266 1 5:0 4 1-INYECCION.DAT;
267 1 5:0 4 2-RETORNO.DAT;
268 1 5:0 4 3-INYECCION.RESUL;
269 1 5:0 4 4-RETORNO.RESUL;
270 1 5:0 4
271 1 5:3 4 VAR
272 1 5:0 4 I:INTEGER;
273 1 5:0 5
274 1 6:0 1 PROCEDURE ENCABEZADO;
275 1 6:0 1
276 1 6:0 1 { OBJETIVO: IMPRIME EL ENCABEZADO;
277 1 6:0 1
278 1 6:0 9 BEGIN
279 1 6:1 9 WRITE(LN,IMP);
280 1 6:1 8 CASE ARCHIVO OF
281 1 6:1 13 1.2:BEGIN
282 1 6:3 13 WRITE(IMP,'R:3, RD1:4, RD2:4, RD3:4, PA:4, L:0, LEQ:0, K:0;
283 1 6:3 117 WRITE(IMP,'TC:0, A:0, EA:5, V:5, CS:5, CB:5;
284 1 6:3 197 WRITE(IMP,'AD:4, CUARTO:7, G:0, X:0, Y:0, TCUARTO:8);
285 1 6:3 275 WRITE(LN,IMP,'R:3;
286 1 6:3 296 WRITE(IMP,'Pa:19, m:0, n:0, oC:12, mm:17, m/s:5, grad:14;
287 1 6:3 387 WRITE(LN,IMP,'L:s:15, mm:0, mm:0, oC:8);
288 1 6:2 454 END;
289 1 6:1 455 3.4:BEGIN
290 1 6:3 456 WRITE(IMP,'R:3, EN:4, RC:4, D:3, X:0, Y:0, W:5, LX:0;
291 1 6:3 553 WRITE(IMP,'C:3, EA:4, D:3, TE:7, TS:7, LT:0, LN:0, LPA:0;
292 1 6:3 559 WRITE(IMP,'LV:4, PT:0, FE:0, FD:4, PF:4, PS:4, PL:0;
293 1 6:3 756 WRITE(LN,IMP,'N:2, V:5, RE:13, F:5, R:3;
294 1 6:3 818 WRITE(IMP,'mm:17, mm:0, mm:0, mm:11, mm:17, KH:8, oC:17, oC:17);
295 1 6:3 930 WRITE(IMP,'m:0, m:0, m:0, m:4, Pa:0, Pa:0, Pa:4, Pa:4);
296 1 6:3 1026 WRITE(LN,IMP,'Pa:4, Pa:m:0, m/s:17);
297 1 6:2 1079 END;
298 1 6:1 1081 END:(CASE);
299 1 6:1 1096 WRITE(LN,IMP);
300 1 6:0 1104 END:(ENCABEZADO);
301 1 6:0 1120
302 1 7:0 1 PROCEDURE VALORES;
303 1 7:0 1
304 1 7:0 1 { OBJETIVO: IMPRIME LOS VALORES;
305 1 7:0 1
306 1 7:0 0 BEGIN
307 1 7:1 0 CASE ARCHIVO OF
308 1 7:1 5 1.2:BEGIN
309 1 7:3 5 SEEK(DATORED,REG);
310 1 7:3 16 GET(DATORED);
311 1 7:3 24 FOR I:=1 TO NR DO
312 1 7:4 46 WITH DATORED[I] DO
313 1 7:5 55 BEGIN
314 1 7:6 55 WRITE(IMP,I:3,RC(1):4,RC(2):4,RC(3):4,ROUND(PA):4,L:0,LEQ:0);
315 1 7:6 176 WRITE(IMP,K:0,D:0,C:5,TC:0,D:TC:5),ROUND(AISLADO):2,ROUND(EAD):5);
316 1 7:6 251 WRITE(IMP,VD:5,I:CS:5,D:CS:4),CB:5,D:CB:4),ROUND(W):4,CUARTO:7);
317 1 7:6 344 WRITE(IMP,ROUND(G):0,ROUND(AD):0,ROUND(YD):0);
318 1 7:6 392 WRITE(LN,IMP,TCUARTO:8:1,1:3);
319 1 7:5 427 END:(FOR,WITH)
320 1 7:2 437 END;
321 1 7:1 439 3.4:BEGIN
322 1 7:3 439 SEEK(RESULTRED,REG);
323 1 7:3 450 GET(RESULTRED);
324 1 7:3 458 FOR I:=1 TO NR DO
325 1 7:4 474 WITH RESULTRED[I] DO
326 1 7:5 489 BEGIN
327 1 7:6 489 WRITE(IMP,I:3,RN:4,RC:4,ROUND(DIAM):0,ROUND(X):0,ROUND(Y):0);
328 1 7:6 571 WRITE(IMP,XY:5:1,ROUND(LX):0,C:3,ROUND(EA):4,Q:8:d(Q,7),TE:7:2);
329 1 7:6 669 WRITE(IMP,TS:7:2,ROUND(LT):0,ROUND(LK):0,ROUND(LPA):0,ROUND(LV):4);
330 1 7:6 748 WRITE(IMP,ROUND(PT):0,ROUND(PE):0,ROUND(PD):4,ROUND(PF):4);
331 1 7:6 812 WRITE(LN,IMP,ROUND(PS):4,PL:0,D:PL:5),NIVEL:2,V:5:1,RE:13,F:5:3,1:3);
332 1 7:5 929 END;
333 1 7:2 935 END;
334 1 7:1 941 END:(CASE);
335 1 7:0 950 END:(VALORES);
336 1 7:0 980

```

```

337 1 7:0 980 (*BP*)
338 1 5:0 0 BEGIN (IMPRINERED);
339 1 5:1 1 IF (ARCHIVO, LOG ARCHIVO, 4) OR (REG, LOG REG, LOG ARCHIVO, LOG REG) THEN
340 1 5:2 21 BEGIN WRITE (CHR(7)), ARGUMENTO DE IMPRINERED INVALIDO ; REABRIR END;
341 1 5:1 55 WRITE (IMP);
342 1 5:1 91 CASE ARCHIVO OF
343 1 5:1 94 1: BEGIN
344 1 5:3 94 WRITE (IMP, DATOS DE LA RED DE INYECCION);
345 1 5:2 142 RESET (DATOREG, INYECCION, DATA);
346 1 5:2 169 END;
347 1 5:1 171 2: BEGIN
348 1 5:3 171 WRITE (IMP, DATOS DE LA RED DE RETORNO);
349 1 5:3 217 RESET (DATOREG, RETORNO, DATA);
350 1 5:2 242 END;
351 1 5:1 244 3: BEGIN
352 1 5:3 244 WRITE (IMP, RESULTADOS DE LA RED DE INYECCION);
353 1 5:3 277 RESET (RESULTREG, INYECCION, RESULT);
354 1 5:3 325 SEEK (RESULTREG, REG); GET (RESULTREG);
355 1 5:2 342 END;
356 1 5:1 344 4: BEGIN
357 1 5:3 344 WRITE (IMP, RESULTADOS DE LA RED DE RETORNO);
358 1 5:3 395 RESET (RESULTREG, RETORNO, RESULT);
359 1 5:3 421 SEEK (RESULTREG, REG); GET (RESULTREG);
360 1 5:2 438 END;
361 1 5:1 440 END; (CASE);
362 1 5:1 456 ENCABEZADO;
363 1 5:1 456 VALORES;
364 1 5:1 480 CASE ARCHIVO OF
365 1 5:1 483 1,2: CLOSE (DATOREG);
366 1 5:1 474 3,4: CLOSE (RESULTREG);
367 1 5:1 485 END; (CASE);
368 1 5:0 500 END; (IMPRINERED);
369 1 5:0 516
370 1 5:0 516
371 1 8:0 1 PROCEDURE IMPRESI (REG: INTEGER);
372 1 8:0 2
373 1 8:0 2 (* OBJETIVO: IMPRIME LOS RESULTADOS ESCALARES DEL REGISTRO "REG".)
374 1 8:0 2
375 1 8:0 0 BEGIN
376 1 8:1 0 SEEK (RESULTADOS, REG); GET (RESULTADOS);
377 1 8:1 17 WITH RESULTADOS DO
378 1 8:2 22 BEGIN
379 1 8:3 22 WRITE (IMP, RESULTADOS ESCALARES);
380 1 8:3 62 WRITE (IMP);
381 1 8:3 70 WRITE (IMP, VELOCIDAD PRINCIPAL, m/s = ,VEL:12:1);
382 1 8:3 145 WRITE (IMP, PRESTION TOTAL DEL SISTEMA, Pa = ,PT:12:1);
383 1 8:3 222 WRITE (IMP, PRESION DE SELECCION DEL VENTILADOR, Pa = ,PTS:12:1);
384 1 8:3 291 WRITE (IMP, INCLUDE EL FACTOR DE SEGURIDAD);
385 1 8:3 342 WRITE (IMP, POTENCIA HIDRAULICA, kW = ,HH:12:1);
386 1 8:3 419 WRITE (IMP, POTENCIA ELECTRICA, kW = ,HE:12:1);
387 1 8:3 496 WRITE (IMP);
388 1 8:3 504 WRITE (IMP);
389 1 8:3 512 WRITE (IMP, CANTIDADES DE LAMINA);
390 1 8:3 552 WRITE (IMP);
391 1 8:3 550 WRITE (IMP, CALIBRE INSUMO COSTO);
392 1 8:3 609 WRITE (IMP, kg $);
393 1 8:3 658 WRITE (IMP);
394 1 8:3 666 WRITE (IMP, 14, WCC14); 7:1, CLCC14); 15:1);
395 1 8:3 739 WRITE (IMP, 16, WCC16); 7:1, CLCC16); 15:1);
396 1 8:3 812 WRITE (IMP, 18, WCC18); 7:1, CLCC18); 15:1);
397 1 8:3 865 WRITE (IMP, 20, WCC20); 7:1, CLCC20); 15:1);
398 1 8:3 958 WRITE (IMP, 22, WCC22); 7:1, CLCC22); 15:1);
399 1 8:3 1031 WRITE (IMP, 24, WCC24); 7:1, CLCC24); 15:1);
400 1 8:3 1104 WRITE (IMP, 26, WCC26); 7:1, CLCC26); 15:1);
401 1 8:2 1177 END; (WITH);
402 1 8:0 1177 END; (IMPRESI);
403 1 3:0 1190
404 1 3:0 1190

```

```

405 1 8:0 1190 (-BP*)
406 1 9:0 1 PROCEDURE IMPRES2:
407 1 9:0 1
408 1 9:0 1 I OBJETIVO: IMPRIME LOS RESULTADOS ESCALARES.
409 1 9:0 1
410 1 9:0 0 BEGIN
411 1 9:1 0 WITH RESULTADOS DO
412 1 9:2 5 BEGIN
413 1 9:3 5 WRITELN(IMP);
414 1 9:3 13 WRITELN(IMP); TOTAL ,CL:15:1);
415 1 9:3 62 WRITELN(IMP);
416 1 9:3 70 WRITELN(IMP);
417 1 9:3 78 WRITELN(IMP); CANTIDADES DE AISLAMIENTO ;
418 1 9:3 123 WRITELN(IMP);
419 1 9:3 131 WRITELN(IMP); ESPESOR INSUIDO COSTO ;
420 1 9:3 130 WRITELN(IMP); mm m2 $/;
421 1 9:3 229 WRITELN(IMP);
422 1 9:3 237 WRITELN(IMP); 12.7 ,CAC(1):7:1,CAC(1):15:1);
423 1 9:3 310 WRITELN(IMP); 38.4 ,CAC(2):7:1,CAC(2):15:1);
424 1 9:3 353 WRITELN(IMP); 38.1 ,CAC(3):7:1,CAC(3):15:1);
425 1 9:3 455 WRITELN(IMP); 50.8 ,CAC(4):7:1,CAC(4):15:1);
426 1 9:3 455 WRITELN(IMP);
427 1 9:3 525 WRITELN(IMP);
428 1 9:3 537 WRITELN(IMP); TOTAL ,CA:15:1);
429 1 9:3 586 WRITELN(IMP);
430 1 9:3 594 WRITELN(IMP); MANO DE OERA DE LA LAMINA = ,CMOL:15:1);
431 1 9:3 657 WRITELN(IMP); MANO DE OERA DEL AISLANTE = ,CMA:15:1);
432 1 9:3 720 WRITELN(IMP); COSTO DE ADQUISICION = ,CAD:15:1);
433 1 9:3 733 WRITELN(IMP); COSTO DE OPERACION = ,CO:15:1);
434 1 9:3 846 WRITELN(IMP); COSTO TOTAL = ,CT:15:1);
435 1 9:2 917 END:(WITH)
436 1 9:0 917 END:(IMPRES2)
437 1 9:0 930
438 1 9:0 930
439 1 10:0 1 PROCEDURE IMPRES3:
440 1 10:0 1
441 1 10:0 1 I OBJETIVO: IMPRIME EL RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA OPTIMACION
442 1 10:0 1
443 1 10:0 0 BEGIN
444 1 10:1 0 WRITE(IMP, VELOCIDAD , PRESION ,10, POTENCIA ,10, COSTO ,12, COSTO ,12);
445 1 10:1 95 WRITE(IMP, COSTO ,12, COSTO ,12, COSTO ,12, CMOL ,12, CMA ,12);
446 1 10:1 186 WRITE(IMP, TOTAL ,20, ELECTRICA ,10, TOTAL ,12, OPERACION ,12);
447 1 10:1 262 WRITE(IMP, ADQUISICION ,12, LAMINA ,12, AISLANTE ,12);
448 1 10:1 331 WRITE(IMP, m/s ,10, Pa ,10, KW ,10, $ ,12, $ ,12, $ ,12, $ ,12, $ ,12);
449 1 10:1 434 WRITE(IMP, $ ,12);
450 1 10:1 452 WRITELN(IMP);
451 1 10:1 460 FOR I:=0 TO 5 DO
452 1 10:2 471 BEGIN
453 1 10:3 471 SEEK (RESULTADOS, I);GET(RESULTADOS);
454 1 10:3 488 WITH RESULTADOS DO
455 1 10:4 493 BEGIN
456 1 10:5 493 WRITELN(IMP, VEL:10:2,PTS:10:1,HE:10:1,CT:12:1,CO:12:1,CAD:12:1,CL:12:1);
457 1 10:5 598 WRITELN(IMP, CA:12:1,CMOL:12:1,CMA:12:1);
458 1 10:4 649 END:(WITH)
459 1 10:2 649 END:(FOR)
460 1 10:0 656 END:(IMPRES3)
461 1 10:0 672
462 1 10:0 672

```

```

463 1 10:0 672 (*#P*)
464 1 1:0 0 BEGIN
465 1 1:1 0 NF:=1:
466 1 1:1 78 RESET(IMP, PRINTER);
467 1 1:1 98 RESET(DATOS, DUCTOS,DATA);
468 1 1:1 122 RESET(RESULTADOS, DUCTOS,RESUL);
469 1 1:1 147 ASIGNADATOS;
470 1 1:1 149 (CONFIGURA LA IMPRESORA CON 3 LINEAS/PULGADA, 16,6 CARACTERES/PULGADA)
471 1 1:1 149 WRITE(IMP,CHR(27),5,CHR(27),7);
472 1 1:1 189 REPEAT
473 1 1:2 189 DESPLEGAR( DUCTOS,HOJA ,4);
474 1 1:2 207 MENUE(14,23,1,9,DNI);
475 1 1:2 216 WRITE(IMP,CHR(12));
476 1 1:2 226 CASE DNI OF
477 1 1:2 229 1: IMPRIMEDATOS;
478 1 1:2 236 2: IMPRIMERED(1,0,NR1);
479 1 1:2 240 3: IMPRIMERED(2,0,NR6);
480 1 1:2 247 4,5: BEGIN
481 1 1:4 247 IF OPTIMO=0 THEN 1:=0
482 1 1:4 252 ELSE BEGIN
483 1 1:8 252 WRITE(CHR(12),'-REGISTRO A IMPRIMIR (0,5)=');
484 1 1:8 267 MENUE(23,0,0,5,1);
485 1 1:8 316 END;
486 1 1:4 316 CASE DNI OF
487 1 1:4 319 4: BEGIN
488 1 1:6 319 IMPRES1(1);
489 1 1:8 322 IMPRES2;
490 1 1:6 324 END;
491 1 1:4 326 5: IMPRIMERED(3,1,NR1);
492 1 1:4 333 6: IMPRIMERED(4,1,NR6);
493 1 1:4 340 END; (CASE)
494 1 1:3 354 END;
495 1 1:2 356 7: IF OPTIMO=1 THEN IMPRES3;
496 1 1:2 365 8: BEGIN
497 1 1:4 365 SETCHAIN 'GRAFICA.CODE';
498 1 1:4 383 EXIT(PROGRAM);
499 1 1:3 387 END;
500 1 1:2 389 END;
501 1 1:1 412 UNTIL DNI=9;
502 1 1:1 417 CLOSE(RESULTADOS);
503 1 1:1 426 CLOSE(DATOS);
504 1 1:1 434 CLOSE(IMP);
505 1 1:1 443 SETCHAIN 'DATODUCTOS.CODE';
506 1 1:0 464 END.

```

```

1 1 1:0 1 ($L PRINTER);
2 1 1:0 1 PROGRAM: GRAFICA
3 1 1:0 1 AUTOR: GONZALO FERNANDEZ VALENCIA
4 1 1:0 1 FECHA: OCT 05/85
5 1 1:0 1 MODIFICADO: NOV 02/85
6 1 1:0 1 COMPLEMENTO: TRANSCEND
7 1 1:0 1
8 1 1:0 1 TURTLEGRAPHICS
9 1 1:0 1 GRAFICASAY
10 1 1:0 1 CHAINSTUF
11 1 1:0 1
12 1 1:0 1 OBJETIVO: GRAFICA LOS RESULTADOS DEL SISTEMA DE DUCTOS.
13 1 1:0 1
14 1 1:0 1 ARCHIVOS: DUCTOS.DAT DATOS ESCALARES
15 1 1:0 1 DUCTOS.RESUL RESULTADOS ESCALARES
16 1 1:0 1 INYECCION.DAT DATOS DE INYECCION
17 1 1:0 1 INYECCION.RESUL RESULTADOS DE INYECCION
18 1 1:0 1 RETORNO.DAT DATOS DE RETORNO
19 1 1:0 1 RETORNO.RESUL RESULTADOS DE RETORNO
20 1 1:0 1
21 1 1:0 1 NOTAS: LOS COMENTARIOS DE LOS TIPOS ESTAN EN LOS LISTADOS DE DATODUCTOS
22 1 1:0 1 O SOLDUCTOS.;
23 1 1:0 1
24 1 1:0 1
25 1 1:0 1 {&$+}
26 1 1:0 1 {&H+}
27 1 1:0 1 PROGRAM GRAFICA:
28 1 1:0 1
29 1 1:0 1 USES
30 1 1:0 1
31 29 2:0 3 FUNCTION SIN(X:REAL):REAL;
32 29 3:0 3 FUNCTION COS(X:REAL):REAL;
33 29 4:0 3 FUNCTION EXP(X:REAL):REAL;
34 29 5:0 3 FUNCTION ATAN(X:REAL):REAL;
35 29 6:0 3 FUNCTION LN(X:REAL):REAL;
36 29 7:0 3 FUNCTION LOG(X:REAL):REAL;
37 29 8:0 3 FUNCTION SORT(X:REAL):REAL;
38 1 1:0 1 TRANSCEND.
39 20 1:0 3
40 20 1:0 3 TYPE
41 20 1:0 1 SCREENCOLOR=(none,white,black,reverse,radar,
42 20 1:0 1 black1.green.violet,white1.black2.orange.blue.white2);
43 20 1:0 1
44 20 2:0 1 PROCEDURE INITTURTLE;
45 20 3:0 1 PROCEDURE TURN(ANGLE: INTEGER);
46 20 4:0 1 PROCEDURE TURNTO(ANGLE: INTEGER);
47 20 5:0 1 PROCEDURE MOVE(DIST: INTEGER);
48 20 6:0 1 PROCEDURE MOVETO(X,Y: INTEGER);
49 20 7:0 1 PROCEDURE PENCOLOR(PENNAME: SCREENCOLOR);
50 20 8:0 1 PROCEDURE TEXTMODE;
51 20 9:0 1 PROCEDURE GRAPHMODE;
52 20 10:0 1 PROCEDURE FILLSCREEN(FILLCOLOR: SCREENCOLOR);
53 20 11:0 1 PROCEDURE VIEWPORT(LEFT,RIGHT,BOTTOM,TOP: INTEGER);
54 20 12:0 3 FUNCTION TURTLEX: INTEGER;
55 20 13:0 3 FUNCTION TURTLEY: INTEGER;
56 20 14:0 3 FUNCTION TURTLEANG: INTEGER;
57 20 15:0 3 FUNCTION SCREENBIT(X,Y: INTEGER): BOOLEAN;
58 20 16:0 1 PROCEDURE DRAWBLOCK(VAR SOURCE: ROWSIZE,SKIP,Y&IP,WIDTH,HEIGHT,
59 20 16:0 2 X&SCREEN,Y&SCREEN,MODE: INTEGER);
60 20 17:0 1 PROCEDURE WCHAR(CH: CHAR);
61 20 18:0 1 PROCEDURE WSTRING(S: STRING);
62 20 19:0 1 PROCEDURE CHARTYPE(MODE: INTEGER);
63 20 19:0 2
64 1 1:0 2 TURTLEGRAPHICS,
65 17 1:0 3
66 17 1:0 3
67 17 1:0 3 USES
68 17 1:0 1 TRANSCEND.
69 17 1:0 1 TURTLEGRAPHICS;
70 17 1:0 1
71 17 1:0 1 TYPE
72 17 1:0 1 CARACTERES=STRING(40);
73 17 1:0 1 DIGITSPREC=2..8;
74 17 1:0 1 COMONDONDE=(HI,HC,HO,VS,VC,V1);
75 17 1:0 1 TINTA=(BSN,NSB);
76 17 1:0 1 ARREGLO=ARRAY[1..300]OF REAL;
77 17 1:0 1 ARREGLODATOS=ARREGLO;
78 17 1:0 1 TIPOGRAFICA=(CUR,PUN,BAR,ESC);
79 17 1:0 1 USO=(VIEJO,NUEVO);
80 17 1:0 1

```

81	17	1:D	1	VAR
82	17	1:D	1	X0, Y0.
83	17	1:D	1	XMIN, XMAX.
84	17	1:D	1	YMIN, YMAX.
85	17	1:D	1	NM, NM; INTEGER;
86	17	1:D	9	XESCALA, YESCALA.
87	17	1:D	9	XMIN, XMAX.
88	17	1:D	9	YMIN, YMAX; REAL;
89	17	1:D	21	XROTULO, YROTULO.
90	17	1:D	21	UNX, UNY.
91	17	1:D	21	XMINROT, YMINROT.
92	17	1:D	21	YMINROT, YMAXROT; CARACTERES;
93	17	1:D	189	
94	17	1:D	189	
95	17	2:D	1	PROCEDURE XYGRAFICAS(XDATO, YDATO; REAL; VAR XGRAFICA, YGRAFICA; INTEGER);
96	17	3:D	1	PROCEDURE NUMEROSTRING(NUMERIC; REAL; VAR NUMERICO; CARACTERES; NUMDIGITOS; DIGITOSFREC);
97	17	4:D	1	PROCEDURE ROTULO(TEXTO; CARACTERES; POSICION; INTEGER; MODO; CONVOYONDE; TIPO; TINTA);
98	17	5:D	1	PROCEDURE INICIO(COMO; USO);
99	17	6:D	1	PROCEDURE ESCALAS(XD, YD; ARREGLODATOS; NUMDATOS; INTEGER; NUMDIGITOS; DIGITOSFREC);
100	17	7:D	1	PROCEDURE EJES;
101	17	8:D	1	PROCEDURE DIBUJA (XD, YD; ARREGLODATOS; NUMDATOS; INTEGER; FORMATO; TIPOGRAFICA);
102	17	9:D	1	PROCEDURE FLJAINAGEN;
103	17	10:D	1	PROCEDURE DEFAULT(XD, YD; ARREGLODATOS; NUMDATOS; INTEGER; FORMATO; TIPOGRAFICA; UNX, UNY, ENCABEZA; CARACT
104	17	10:D	71	
105	1	1:D	71	GRAFICASXY.
106	28	1:D	3	
107	28	2:D	1	PROCEDURE SETCHAIN(TITLE; STRING);
108	28	3:D	1	PROCEDURE SETVAL(VAR; STRING);
109	28	4:D	1	PROCEDURE GETVAL(VAR; VAL; STRING);
110	28	5:D	1	PROCEDURE SWAPON;
111	28	6:D	1	PROCEDURE SWAPOFF;
112	28	6:D	1	
113	1	1:D	1	CHAINSTUF;
114	1	1:D	3	
115	1	1:D	3	CONST
116	1	1:D	3	SOL=5: (SOLUCIONES EN DISEÑO OPTIMO);
117	1	1:D	3	SOLN1=6: (SOL+1);
118	1	1:D	3	MAXRAMA=50: (MÁXIMO DE RAMAS);
119	1	1:D	3	
120	1	1:D	3	TYPE
121	1	1:D	3	TDATO=
122	1	1:D	3	RECORD
123	1	1:D	3	VALOR, MIN, MAX; REAL;
124	1	1:D	3	INDICE, TIPO; INTEGER;
125	1	1:D	3	RUBRO, IDENTIFICADOR; STRING;
126	1	1:D	3	END;
127	1	1:D	3	

128	1	1:D	3 (*FP*)
129	1	1:D	3 VAR
130	1	1:D	3 OPTIMO.(DISEÑO OPTIMO)
131	1	1:D	3 IN.(INYECCION ?)
132	1	1:D	3 RET.(RETORNO ?)
133	1	1:D	3 SOLNAZ.(NO. DE SOLUCIONES)
134	1	1:D	3 NPT.(NO. DE PUNTOS TOTALES)
135	1	1:D	3 DNI.(DECISION NUMERICA 1)
136	1	1:D	3 REG.(REGISTRO A GRAFICAR)
137	1	1:D	3 RTI.(RAMA TERMINAL DE INYECCION)
138	1	1:D	3 RTR.(RAMA TERMINAL DE RETORNO)
139	1	1:D	12 I:INTEGER:(CONTADOR)
140	1	1:D	13 DATOS:FILE OF TDATA:
141	1	1:D	403 XVI:ARREGLOS A GRAFICAR
142	1	1:D	403 XVI:ARREGLOS A GRAFICAR
143	1	1:D	405
144	1	1:D	405
145	1	2:D	1 PROCEDURE PASAPAFEL(I:INTEGER):
146	1	2:D	2 EXTERNAL:
147	1	2:D	2


```

148 7 1:0 1 (4P) SEGMENT PROCEDURE VELOCIDAD:GRAFICA ORDENADAS CONTRA VELOCIDAD PRINCIPAL
149 7 1:0 1 TYPE
150 7 1:0 1 CALIBRE=ARRAY(14,,25) OF REAL:VALORES DEL CALIBRE 14 AL 250
151 7 1:0 1 ESPESOR=ARRAY(1,,4) OF REAL:VALORES AISLAMIENTO DE 1 A 4 CAPAS DE 12,7 MM
152 7 1:0 1 RESULTADO=
153 7 1:0 1 RECORD
154 7 1:0 1 FT.PTS,MM,HE,CA,CND,CL,CMOL,CMML,CV,CT,VEL:REAL;
155 7 1:0 1 W,C,CL:CALIBRE;
156 7 1:0 1 AN,CAE:ESPESOR;
157 7 1:0 1 END;
158 7 1:0 1 VAR
159 7 1:0 1 V1:VECTOR DE COSTOS DE OPERACION;
160 7 1:0 1 V2:ARRAY(1,,SOLMI) OF REAL:VECTOR DE COSTOS DE ADQUISICION;
161 7 1:0 25 RESULTADOS:FILE OF RESULTADO;
162 7 1:0 1:1
163 7 1:0 0 BEGIN
164 7 1:0 0 (3R TRANSCEM) (4R TURTLEGRAPHIC) (4R GRAFICASX)
165 7 1:0 0 (3MM):=SOL: (MARCAS EN LAS ABOCIS:833)
166 7 1:1 0 RESET(RESULTADOS, 'DUCTOS.RESUL');
167 7 1:1 35 FOR I:=1 TO SOLMI DO
168 7 1:2 49 BEGIN
169 7 1:3 49 SEEK(RESULTADOS, I-1):GET(RESULTADOS);
170 7 1:3 66 WITH RESULTADOS* DO
171 7 1:4 71 BEGIN
172 7 1:5 71 XVI[C1]:=VEL;
173 7 1:5 91 CASE DNI OF
174 7 1:5 94 1:BEGIN
175 7 1:7 94 XVI[SOLMI+1]:=XVI[C1];
176 7 1:7 126 XVI[C2*SOLMI+1]:=XVI[C1];
177 7 1:7 160 YVI[C1]:=CT;
178 7 1:7 182 V[C1]:=CO;
179 7 1:7 201 V2[C1]:=CA;
180 7 1:7 229 YVI[SOLMI+1]:=CO;
181 7 1:7 244 YVI[C2*SOLMI+1]:=CA;
182 7 1:8 270 END;
183 7 1:5 272 2:BEGIN
184 7 1:7 272 XVI[SOLMI+1]:=XVI[C1];
185 7 1:7 304 YVI[C1]:=CL;
186 7 1:7 326 V[C1]:=CMOL;
187 7 1:7 345 YVI[SOLMI+1]:=CMOL;
188 7 1:8 369 END;
189 7 1:5 371 3:BEGIN
190 7 1:7 371 XVI[SOLMI+1]:=XVI[C1];
191 7 1:7 403 YVI[C1]:=CA;
192 7 1:7 425 V[C1]:=CMOA;
193 7 1:7 444 YVI[SOLMI+1]:=CMOA;
194 7 1:8 468 END;
195 7 1:5 470 4:YVI[C1]:=PTS;
196 7 1:5 494 END:(CASE)
197 7 1:4 510 END:(WITH)
198 7 1:2 510 END:(FOR)
199 7 1:1 517 CASE DNI OF
200 7 1:1 520 1:BEGIN
201 7 1:3 520 DEFAULT(XVI, YVI, 3*SOLMI, PUN, 'm/s', '$', 'COSTOS TOTALES');
202 7 1:3 557 DIBUJA(XVI, YVI, SOLMI, CUR);
203 7 1:3 568 FOR I:=1 TO SOLMI DO YVI[C1]:=V[C1];
204 7 1:3 616 DIBUJA(XVI, YVI, SOLMI, CUR);
205 7 1:3 627 FOR I:=1 TO SOLMI DO YVI[C1]:=V2[C1];
206 7 1:3 675 DIBUJA(XVI, YVI, SOLMI, CUR);
207 7 1:3 686 FIJAJMAGEN;
208 7 1:2 689 END;
209 7 1:1 691 2:BEGIN
210 7 1:3 691 DEFAULT(XVI, YVI, 2*SOLMI, PUN, 'm/s', '$', 'COSTOS DE LAMINA');
211 7 1:3 730 DIBUJA(XVI, YVI, SOLMI, CUR);
212 7 1:3 741 FOR I:=1 TO SOLMI DO YVI[C1]:=V[C1];
213 7 1:3 789 DIBUJA(XVI, YVI, SOLMI, CUR);
214 7 1:3 800 FIJAJMAGEN;
215 7 1:2 803 END;
216 7 1:1 805 3:BEGIN
217 7 1:3 805 DEFAULT(XVI, YVI, 2*SOLMI, PUN, 'm/s', '$', 'COSTOS DE AISLAMIENTO');
218 7 1:7 849 DIBUJA(XVI, YVI, SOLMI, CUR);
219 7 1:3 860 FOR I:=1 TO SOLMI DO YVI[C1]:=V[C1];
220 7 1:3 908 DIBUJA(XVI, YVI, SOLMI, CUR);
221 7 1:3 919 FIJAJMAGEN;
222 7 1:2 922 END;
223 7 1:1 924 4:DEFAULT(XVI, YVI, SOLMI, CUR, 'm/s', 'Pa', 'PRESION TOTAL DE SELECCION');
224 7 1:1 977 END:(CASE)
225 7 1:1 992 CLOSE(RESULTADOS);
226 7 1:0 1000 END:(VELOCIDAD)
227 7 1:0 1064

```

```

223 7 1:0 1004 (48P)
229 8 1:0 1 SEGMENT PROCEDURE VECTOR:VAR:AV:ARRAY[ALOCADOS]:VAR:P:INTEGER:
230 1:0 4
231 1:0 4 I OBJETIVO: CREA LOS VECTORES PARA GRAFICAR.
232 1:0 4
233 1:0 4 PARAMETROS:
234 1:0 4
235 1:0 4 AV = VECTOR DE ABCISAS.
236 1:0 4 VY = VECTOR DE ORDENADAS.
237 1:0 4 P = NUMERO DE PUNTOS.
238 1:0 4
239 1:0 4 TYPE
240 1:0 4 TDATORAMA=
241 1:0 4 RECORD
242 1:0 4 RD:ARRAY[1..3] OF INTEGER:
243 1:0 4 PA,L,LE,R,T:REAL:
244 1:0 4 A:SL:RD:INTEGER:
245 1:0 4 EA,D,VD,CS,ES,A:REAL:
246 1:0 4 CUART:INTEGER:
247 1:0 4 G,RE,TD,TCUARTO:REAL:
248 1:0 4 END:
249 1:0 4 TRESULTRAMA=
250 1:0 4 RECORD
251 1:0 4 RM,RC,NIVEL,C:INTEGER:
252 1:0 4 LV,LU,LPA,LT,LX,EA,DIAM,X,Y,XY,Q,TE,TS,PT,PD,PE,PF,PL,PS,V,RE,F:REAL:
253 1:0 4 END:
254 1:0 4
255 1:0 4 VAR
256 1:0 4 NPI,INO,DE PUNTOS DEL VECTOR DE INYECCION A GRAFICAR:
257 1:0 4 NPR:INTEGER:INO,DE PUNTOS DEL VECTOR DE RETORNO A GRAFICAR:
258 1:0 4 RED:STRING:(RED DE INYECCION O RETORNO ?)
259 1:0 47 DRED:FILE OF ARRAY[1..MAXRAMA] OF TDATORAMA:
260 1:0 1997 FRED:FILE OF ARRAY[1..MAXRAMA] OF TRESULTRAMA:
261 1:0 4697

```

```

252 8 1:0 4697 (*3P*)
253 9 1:0 1 SEGMENT PROCEDURE VECTOR(NR:(INTEGER;VAR P:(INTEGER);
254 9 1:0 2
255 9 1:0 3 (OBJETIVO: CREA LOS VECTORES PARA GRAFICAR.
256 9 1:0 3
257 9 1:0 3 PARAMETROS:
258 9 1:0 3
259 9 1:0 3 RT = RAMA TERMINAL.
260 9 1:0 3 P = NUMERO DE PUNTOS.)
261 9 1:0 3
262 9 1:0 3
263 9 1:0 3
264 9 1:0 3
265 9 1:0 3
266 9 1:0 3
267 9 1:0 3
268 9 1:0 3
269 9 1:0 3
270 9 1:0 3
271 9 1:0 3
272 9 1:0 3
273 9 1:0 3 NR:(NO. RAMA)
274 9 1:0 3 RAMADRE:(INTEGER:(RAMA MADRE))
275 9 1:0 5
276 9 1:0 0 BEGIN(VECTOR1)
277 9 1:1 0 WITH DRED*(RT).RRED*(RT) DO
278 9 1:2 27 BEGIN
279 9 1:3 27 P:=1+NFR;
280 9 1:3 34 IF RED='INYECCION' THEN XV*(P):=LV+L
281 9 1:3 73 ELSE XV*(P):=LV-L;
282 9 1:3 111 YV*(P):=0;
283 9 1:3 130 P:=P+1;
284 9 1:3 136 IF RED='INYECCION' THEN XV*(P):=LV+L
285 9 1:3 175 ELSE XV*(P):=LV-L;
286 9 1:3 213 CASE ONI OF
287 9 1:3 216 4: IF RED='INYECCION' THEN YV*(P):=PE-PF ELSE YV*(P):=PE+PF;
288 9 1:3 235 5: IF RED='INYECCION' THEN YV*(P):=PT-PF ELSE YV*(P):=PT+PF;
289 9 1:3 374 6: BEGIN
290 9 1:5 374 YV*(P):=0;
291 9 1:5 393 P:=P+1;
292 9 1:5 399 IF RED='INYECCION' THEN XV*(P):=LV+L
293 9 1:5 438 ELSE XV*(P):=LV-L;
294 9 1:5 475 YV*(P):=PL;
295 9 1:4 498 END;
296 9 1:3 500 7: BEGIN
297 9 1:5 500 YV*(P):=0;
298 9 1:5 519 P:=P+1;
299 9 1:5 525 " IF RED='INYECCION' THEN XV*(P):=LV+L
300 9 1:5 564 ELSE XV*(P):=LV-L;
301 9 1:5 602 YV*(P):=V;
302 9 1:4 624 END;
303 9 1:3 625 8: IF RED='INYECCION' THEN YV*(P):=TS ELSE YV*(P):=TE;
304 9 1:3 693 END:(CASE);
305 9 1:3 710 RAMADRE:=RM;
306 9 1:2 714 END:(WITH);
307 9 1:1 714 REPEAT
308 9 1:2 714 P:=P+1;
309 9 1:2 720 NR:=RAMADRE;
310 9 1:2 723 WITH DRED*(NR).RRED*(NR) DO
311 9 1:3 750 BEGIN
312 9 1:4 750 XV*(P):=LV;
313 9 1:4 772 CASE ONI OF
314 9 1:4 775 4: YV*(P):=PE;
315 9 1:4 799 5: YV*(P):=PT;
316 9 1:4 823 6: YV*(P):=PL;
317 9 1:4 847 7: YV*(P):=V;
318 9 1:4 871 8: BEGIN
319 9 1:6 871 IF RED='INYECCION'
320 9 1:6 874 THEN YV*(P):=TE
321 9 1:6 905 ELSE BEGIN
322 9 1:8 914 YV*(P):=TS;
323 9 1:8 936 P:=P+1;
324 9 1:8 942 XV*(P):=LV;
325 9 1:8 964 YV*(P):=RRED*(RM).TE
326 9 1:7 994 END;
327 9 1:5 998 END;
328 9 1:4 1000 END:(CASE);
329 9 1:4 1018 RAMADRE:=RM;
330 9 1:3 1022 END:(WITH);
331 9 1:1 1022 UNTIL NR=1;
332 9 1:1 1027 P:=P+1;
333 9 1:1 1033 XV*(P):=0;
334 9 1:1 1052 YV*(P):=0;
335 9 1:1 1071 IF RED='INYECCION' THEN P:=P-NFR;
336 9 1:0 1098 END:(VECTOR1)
337 9 1:0 1120

```

```

338 9 1:0 1120 (*MP*)
339 8 1:0 0 BEGIN(VECTOR2)
340 8 1:1 0 IF INY=1 THEN
341 8 1:2 28 BEGIN
342 8 1:3 29 WRITE(CHR(12), 'REGISTRO A GRAFICAR (O.S.?)':READLN(REG);
343 8 1:3 30 IF RET=1 THEN BEGIN
344 8 1:5 101 WRITE(rama TERMINAL DE RETORNO '=');
345 8 1:5 141 READLN(RTR);
346 8 1:4 159 END;
347 8 1:3 159 IF INY=1 THEN BEGIN
348 8 1:5 164 WRITE(rama TERMINAL DE INYECCION '=');
349 8 1:5 204 READLN(RTI);
350 8 1:4 222 END;
351 8 1:2 222 END;
352 8 1:1 222 NFR:=0;
353 8 1:1 225 NPI:=1;
354 8 1:1 228 IF RET=1 THEN
355 8 1:2 233 BEGIN
356 8 1:3 233 RESET(DRED, 'RETORNO, DATA');
357 8 1:3 257 RESET(DRED, 'RETORNO, RESUL');
358 8 1:3 263 RED:= 'RETORNO';
359 8 1:3 297 VECTOR1(RTR, NFR);
360 8 1:3 303 CLOSE(DRED);
361 8 1:3 311 CLOSE(DRED);
362 8 1:2 320 END;
363 8 1:1 320 IF INY=1 THEN
364 8 1:2 325 BEGIN
365 8 1:3 325 RESET(DRED, 'INYECCION, DATA');
366 8 1:3 351 RESET(DRED, 'INYECCION, RESUL');
367 8 1:3 379 RED:= 'INYECCION';
368 8 1:3 395 VECTOR1(RTI, NPI);
369 8 1:3 401 CLOSE(DRED);
370 8 1:3 409 CLOSE(DRED);
371 8 1:2 418 END;
372 8 1:1 418 P:=NFR+NPI;
373 8 1:0 423 END:(VECTOR2);
374 8 1:0 450
375 8 1:0 450
376 10 1:0 1 SEGMENT PROCEDURE LONGITUD;
377 10 1:0 1
378 10 1:0 1 ( OBJETIVO: GRAFICA LAS ORDENADAS CONTRA LA LONGITUD DEL VENTILADOR.);
379 10 1:0 1
380 10 1:0 0 BEGIN(LONGITUD)
381 10 1:0 0 (PR TRANSCEND)
382 10 1:0 0 (PR TURLEGRAPHIC)
383 10 1:0 0 (PR GRAFICASXY)
384 10 1:1 0 CASE BNI OF
385 10 1:1 5 4:BEGIN
386 10 1:3 5 DIBUJA(XV1, YV1, NPT, CUR);
387 10 1:3 10 FIJAINMAGEN;
388 10 1:2 19 END;
389 10 1:1 21 5:DEFAULT(XV1, YV1, NPT, CUR, 'm', 'Pa', 'PRESIONES TOTAL Y ESTATICA');
390 10 1:1 69 8:DEFAULT(XV1, YV1, NPT, ESC, 'm', 'Pa/m', 'GRADIENTE DE PRESION TOTAL');
391 10 1:1 119 7:DEFAULT(XV1, YV1, NPT, ESC, 'm', 'm/s', 'VELOCIDAD');
392 10 1:1 151 8:DEFAULT(XV1, YV1, NPT, CUR, 'm', 'oc', 'TEMPERATURA');
393 10 1:1 184 END:(CASE)
394 10 1:0 202 END:(LONGITUD)
395 10 1:0 244

```

```

396 10 1:0 244 (***)
397 11 1:0 ! SEGMENT PROCEDURE FON:
398 11 1:0 1
399 11 1:0 1 ! OBJETIVO: DESPLIEGA EL MENU:
400 11 1:0 1
401 11 1:0 0 BEGIN
402 11 1:1 0 WRITELN(CHR(12)), ** DISEÑO DE DUCTOS **);
403 11 1:1 70 WRITELN(** GRAFICA **);
404 11 1:1 130 WRITELN:
405 11 1:1 133 WRITELN(GRAFICACION DE RESULTADOS);
406 11 1:1 133 WRITELN:-----);
407 11 1:1 243 WRITELN:
408 11 1:1 251 WRITELN:
409 11 1:1 259 WRITELN(QUE DESEA GRAFICAR ?);
410 11 1:1 297 WRITELN:
411 11 1:1 307 WRITELN 1. COSTOS TOTALES VS. VELOCIDAD ?;
412 11 1:1 359 WRITELN PRINCIPAL VP. ?);
413 11 1:1 382 WRITELN 2. COSTO DE LAMINA VS. VP. ?);
414 11 1:1 443 WRITELN 3. COSTO DE AISLAMIENTO VS. VP. ?);
415 11 1:1 495 WRITELN 4. PRESION TOTAL VS. VP. ?);
416 11 1:1 510 WRITELN:
417 11 1:1 518 WRITELN 5. PRESIONES TOTAL Y ESTÁTICA VS. ?);
418 11 1:1 602 WRITELN LONGITUD AL VENTILADOR LV. ?);
419 11 1:1 652 WRITELN 6. GRADIENTE DE PRESION VS. LV. ?);
420 11 1:1 704 WRITELN 7. VELOCIDAD VS. LV. ?);
421 11 1:1 745 WRITELN 8. TEMPERATURA VS. LV. ?);
422 11 1:1 783 WRITELN 9. COPIA EN PAPEL ?);
423 11 1:1 826 WRITELN 10. CAMBIAR DATOS. ?);
424 11 1:1 864 WRITELN:
425 11 1:1 872 WRITELN:
426 11 1:1 880 WRITELN SU OPCION ES: ?);READLN(ONI);
427 11 1:0 924 END: (FON);
428 11 1:0 930

```

```

429 11 1:0 936 (*#P*)
430 1 1:0 0 BEGIN(GRAFICA)
431 1 1:1 0 NEW(XV1);
432 1 1:1 31 NEW(YV1);
433 1 1:1 39 RESET(DATOS,'DUCTOS.DAT');
434 1 1:1 62 WITH DATOS: DO
435 1 1:2 65 FOR I:=41 TO 46 DO
436 1 1:3 80 BEGIN
437 1 1:4 80 SEEK(DATOS.I);GET(DATOS);
438 1 1:4 95 CASE I OF
439 1 1:4 98 41:OPTIMO:=ROUND(VALOR);
440 1 1:4 111 42:INI:=ROUND(VALOR);
441 1 1:4 124 43:RET:=ROUND(VALOR);
442 1 1:4 137 END:(CASEI)
443 1 1:3 156 END:(FOR)
444 1 1:1 163 REPEAT
445 1 1:2 165 FOR
446 1 1:2 169 CASE DNI OF
447 1 1:2 169 1,2,3,4:IF GPTIMO=1 THEN VELOCIDAD;
448 1 1:2 179 5:BEGIN
449 1 1:4 179 VECTOR2(XV1,YV1,NPT);
450 1 1:4 190 LONGITUD;
451 1 1:4 193 DNI:=4;
452 1 1:4 196 VECTOR2(XV1,YV1,NPT);
453 1 1:4 207 LONGITUD;
454 1 1:3 210 END;
455 1 1:2 212 6,7,8:BEGIN
456 1 1:4 212 VECTOR2(XV1,YV1,NPT);
457 1 1:4 223 LONGITUD;
458 1 1:3 225 END;
459 1 1:2 228 9:PASAPAPEL(0);
460 1 1:2 233 END:(CASE)
461 1 1:1 258 UNTIL DNI=10;
462 1 1:1 263 CLOSE(DATOS);
463 1 1:1 271 SETCHAIN('DATODUCTOS.CODE');
464 1 1:0 292 END.

```