

ERROS DO USO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO, E DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO METODO DE AJUSTE MATEMÁTICO MAIS EFICIENTE USANDO A MODIFICAÇÃO DE DADOS ORIGINAIS

APLICAÇÃO NA CRIAÇÃO DE UMA FÓRMULA DIRECTA DE CALCULO DA ALTURA DA LÂMINA LÍQUIDA NUM TUBO DE ESGOTO

Nome do autor principal⁽¹⁾

Prof. Dr. Bruno Miguel Ledezma Román

Endereço⁽¹⁾: CEP: 05438-100 - Brasil - e-mail: tomabrunex@yahoo.es.

RESUMO

Um problema encontrado na hidráulica de canais abertos, mas especificamente no cálculo de uma tubulação de esgoto é determinar a ALTURA DA LÂMINA LÍQUIDA do tubo tendo os valores de Vazão, Número de Manning, Diâmetro e Declividade. Cabe comentar que tendo este valor podem ser calculados conseqüentemente, a área molhada, o perímetro molhado e raio hidráulico.

Atualmente, este problema é resolvido usando iterações, solver e tabelas de aproximação, mas lembrando que cada vez que um valor é modificado (correção ou mudança no projeto), estes procedimentos extras devem ser repetidos uma e outra vez.

É criado neste estudo um método direto para determinar esse valor facilitando seu cálculo usando planilhas eletrônicas.

No desenvolvimento deste trabalho foi verificado e estudado um erro no uso do coeficiente de correlação e para o qual propõe-se uma nova forma de medir a correlação entre dois grupos de dados mais eficiente.

Também aplica-se uma nova forma técnica matemática de modificação dos dados originais com o intuito que as fórmulas matemáticas clássicas forneçam melhores resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Coeficiente de correlação, Cálculo de altura da lâmina de água, Modificação de dados originais

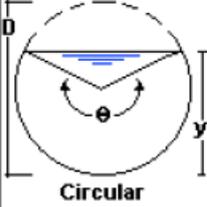
FÓRMULAS BASICAS

Fórmula de Manning

$$Q = \frac{A}{n} R^{2/3} I^{1/2} \quad \frac{nQ}{\sqrt{I}} = \frac{A^{5/3}}{P^{2/3}}$$

←
Geometria da seção do canal

Fórmulas geométricas para tubos circulares

Tipo de seção	Área A (m ²)	Perímetro molhado P (m)	Raio hidráulico Rh (m)	Corda T (m)
	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$\left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}\right)\frac{D}{4}$	$(\text{sen}\frac{\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$

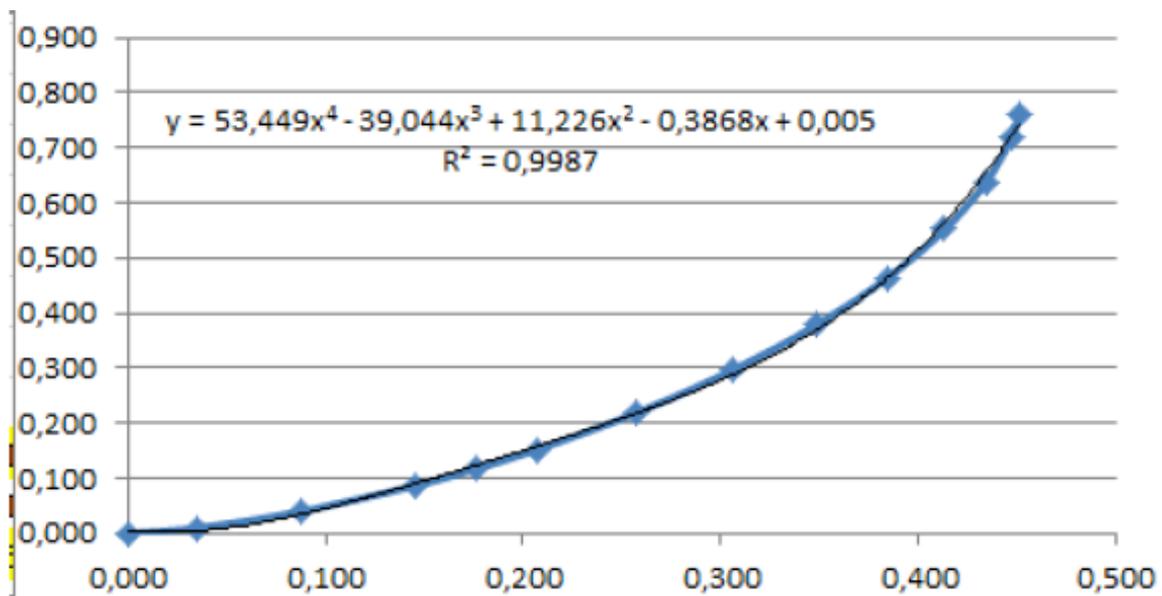
Fórmula do Ângulo central molhado em função da Relação de Enchimento (Y/D)

$$\theta = 2 \arcsin(1 - 2Y/D)$$

MÉTODO

O procedimento utilizado foi de localizar todos os valores geométricos de fórmula Manning para um lado da equação (incluindo o diâmetro) e plotar as variáveis remanescentes para os valores de Y/D=0 até Y/D=0,75 (valores limites de projeto para tubos de esgoto)

Figura 1.- Plotagem só valores geométricos conjuntos da fórmula de Manning vs Y/D (Equação 1)



O primeiro problema encontrado foi que a percentagem de erro dos valores independentes gerou erros localizados de até 50% em alguns dos pontos (iniciais e finais) por mais que o coeficiente de correlação de era de 0,9987. Concluindo que o coeficiente de correlação não pode-se aplicar a todos os casos como referência de correlação entre dois conjuntos de dados

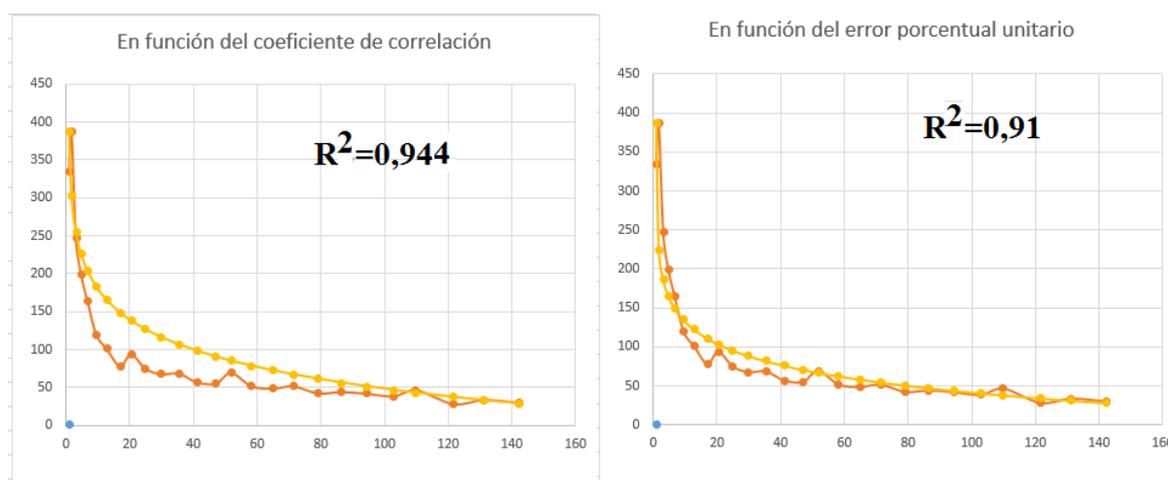
Por este motivo os resultados foram otimizados em função do recentemente criado **erro percentual unitário** (comparar cada um dos pontos calculados com seu respectivo valor real e comparar quantitativamente esta diferença em percentagem com o valor real).

Para explicar melhor este ponto trazemos um outro exemplo de outra pesquisa (desenvolvimento de curvas entrópicas multidirecionais)

Nos gráficos adjuntos embaixo dá para notar que a curva que tem o maior coeficiente de correlação é a que representa com menor veracidade os dados simulados

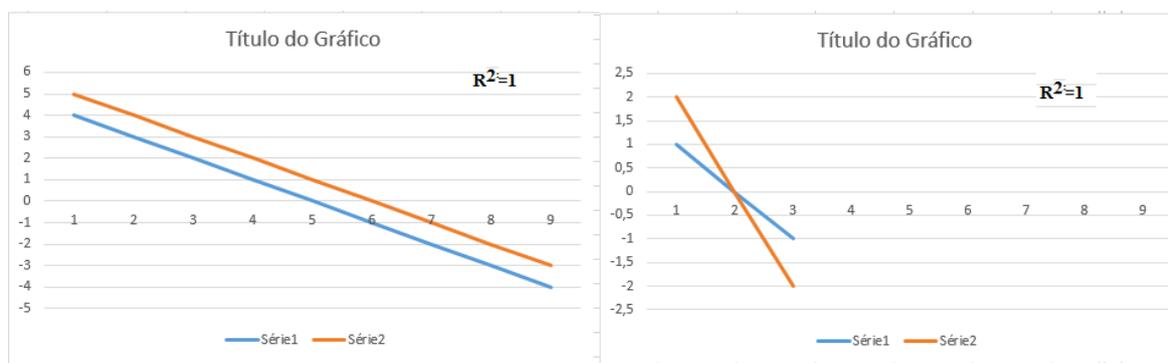
Este problema agrava enquanto maior seja a diferença entre o maior e o menor valor dos dados originais

Figura 2.- Exemplo de análise de alguns coeficientes de correlação



O próximo exemplo mostra que a correlação tem que ser corretamente aplicada e não cegamente dado que ambos dos gráficos em continuação tem um coeficiente de correlação matemático perfeito de 1.

Figura 3.- Exemplo de análise de alguns coeficientes de correlação estranhos



O segundo problema foi que as curvas ajustadas não simularam os valores com uma eficiência aceitável, por isso foi usada uma técnica inédita publicado no doutoramento do presente autor, a fim de melhorar a eficiência das mesmas. O método envolve basicamente modificar os valores originais a serem ajustados pelas curvas matemáticas conhecidas, seja girando sobre o seu eixo, elevando-os para um valor, utilizando seno, cosseno, tangente, etc até que a eficiência das curvas de ajuste clássicas atinja valores de eficiência aceitáveis.

RESULTADOS

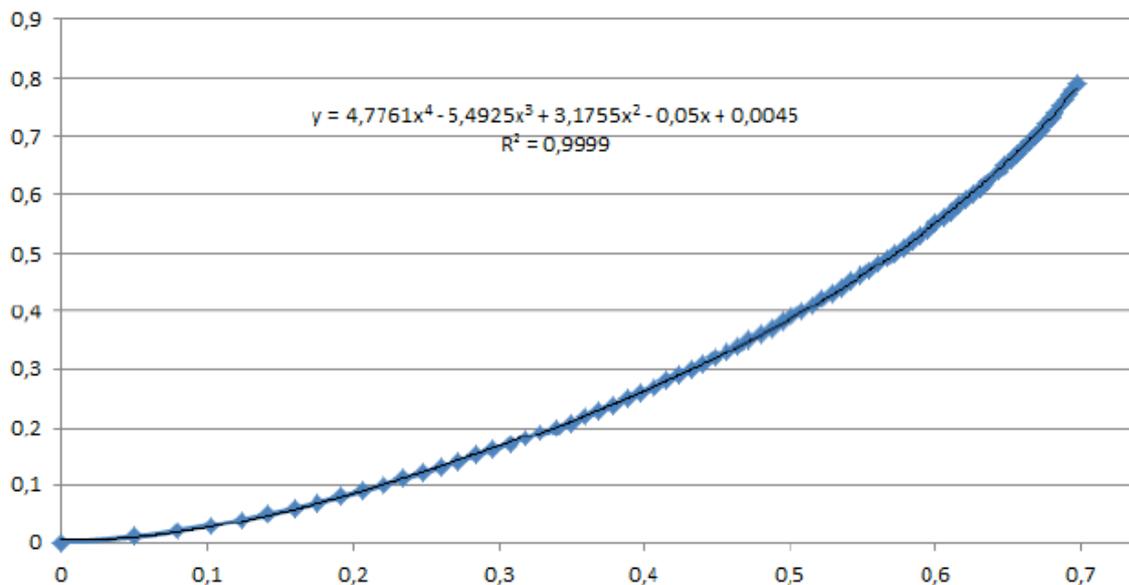
Fórmula com os valores geométricos, incluindo o diâmetro do lado esquerdo da equação e o remanescente do lado direito.

$$\frac{Q * n}{\sqrt{I} * D^{\frac{8}{3}}} = \frac{((\theta - \text{sen } \theta)/8)^{\frac{5}{3}}}{(\theta/2)^{\frac{2}{3}}}$$

(Equação 1)

Gráfico correspondente ao lado esquerdo da equação anterior elevado a um valor de 0,3 (valor ótimo modificador dos dados originais) versus a Relação de Enchimento (Y/D) até um valor máximo de 0,75.

Figura 4.- Plotagem só valores geométricos conjuntos da fórmula de Manning vs Y/D (Equação 1) com os valores originais modificados



Mais uma prova que modificando os valores originais as fórmulas matemáticas tradicionais simulam melhor os valores experimentais

Fórmula de calibração (otimização da fórmula determinada graficamente em função do erro percentual unitário)

$$Y/D = 3,33B^4 - 3,405B^3 + 2,217B^2 + 0,097B$$

Fórmula Brunex

(Equação 2)

EXEMPLO

Usando os valores mais comuns ao se projetar esgoto desenvolvemos o seguinte exemplo

Tendo uma Vazão de projeto de 0,0015 m³/s, uma declividade de 0,04 m/m, um número de Manning de 0,023 s/m^{1/3} e um diâmetro de 0,15 m. determinar a ALTURA DA LÂMINA LÍQUIDA.

Usando uma resolução iterativa com a HP (com um erro menor a 1E-15) determinam-se os valores resultados de Y/D=0,1995 e $\theta=1,85209$ rad para este exemplo

Usando as fórmulas propostas

$$B = \left(\frac{Q * n}{\sqrt{I} * D^3} \right)^{0,3}$$

$$Y/D = 3,33B^4 - 3,405B^3 + 2,217B^2 + 0,097B$$

$$\Theta = 2 \arccos (1 - 2Y/D)$$

$B=0,3389719$, $Y/D= 0,19896$ e $\theta=1,849397$ rad

Comentamos que o cálculo da área molhada, perímetro molhado, radia hidráulico e outros podem ser realizados com as fórmulas indicadas no início do artigo usando estes resultados.

ANALISE DOS RESULTADOS

A diferença entre o valor de Y/D iterado e do calculado de forma direta é de 0,000538 correspondente a um erro unitário de 0,267% (de 100 errar 0,267!)

O erro máximo a ser encontrado em qualquer um cálculo futuro será de 0,89% para o valor de Y/D= 0,31 no qual a fórmula direta fornece um resultado de 0,3072.

Abaixo se adjunta um gráfico com todos os erros possíveis ao longo da tubulação.

Figura 5.- Erros máximos e mínimos da fórmula

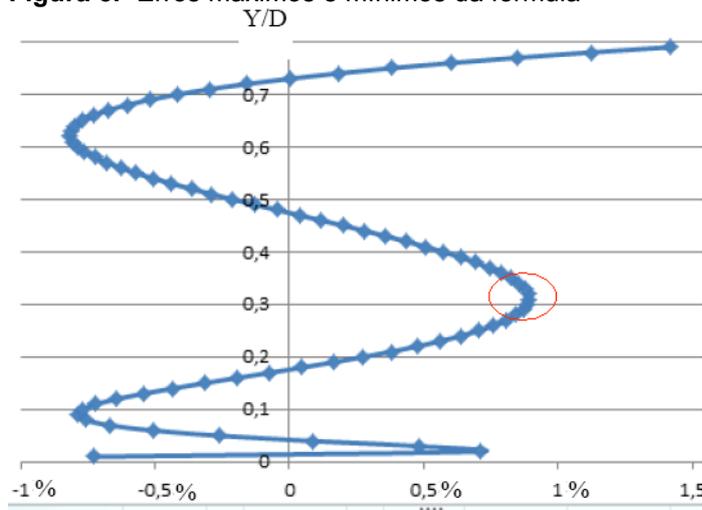


Gráfico de errores porcentuales parciales

Tem que ter muito cuidado que Y/D seja sempre menor que 0,75 (modificando o diâmetro) para que a fórmula funcione corretamente

CONCLUSÕES

Concluiu-se que:

O método de modificar os valores originais para gerar curvas mais eficientes funcionou (mais uma vez)

O coeficiente de correlação não é um bom valor de comparação estatística para este problema.

A fórmula e o método de cálculo apresentado é uma alternativa segura e de "fácil" implementação em planilhas eletrônicas destinado ao cálculo da ALTURA DA LÂMINA LÍQUIDA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Manual de hidráulica de Azevedo Neto