

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1984

DETERMINACION DEL VIENTO MAXIMO DE DISEÑO SOBRE UNA CENTRAL NUCLEAR

DEPARTAMENTO PLANTAS QUIMICAS - Comisión Nacional de Energía Atómica
MARCELO SAN PEDRO

OBJETO

El objeto del presente trabajo es describir la metodología utilizada para determinar la probabilidad de aparición de viento máximo de diseño a fin de evaluar la fiabilidad de la estructura de los edificios del Proyecto L.P.R. del Departamento de Ingeniería de Plantas Químicas de la Comisión Nacional de Energía Atómica, ubicada en Ezeiza, Provincia de Buenos Aires.

MATERIAL UTILIZADO.

- a) Se decidió utilizar la Security Guide 11 (SG S11) del Organismo Internacional de Energía Atómica, la cual fue emitida en julio de 1980 y donde aparecen los últimos métodos aplicados en este campo para Centrales Nucleares.
- b) Datos del Servicio Meteorológico del Aeropuerto de Ezeiza.
- c) Los datos se procesaron en un comput. Apple II de 64 K.

RECOPIACION DE DATOS

Se recopilieron 12 años de las características meteorológicas del "site" día a día y hora a hora, poseyéndose los siguientes datos:

- a) Viento Máximo de los últimos 10' de cada hora.
- b) Lluvia.
- c) Temperatura.

Estos datos son de gran fiabilidad por las características del Servicio que los obtuvo y debido a su utilización como elemento de apoyo a la seguridad del Aeropuerto Ezeiza, de gran tráfico aéreo.

EVALUACION DE LA FACTIBILIDAD DE APLICAR EL METODO GUMBEL

Para poder aplicar la ecuación probabilística de Gumbel se debe cumplir que los espacios muestrales de datos conformen series normales, de las cuales se evaluaron sus extremos.

Por lo tanto se procesaron los datos Año a Año (con el viento máximo del día), evaluando los siguientes parámetros estadísticos:

- a) Media.
- b) Desviación Media.
- c) Desviación Típica.
- d) Graficación de Histograma.
- e) Graficación ojiva de frecuencia acumulada.
- f) Momentos estadísticos.
- g) Estimadores estadísticos de sesgo y curtosis.

Una vez realizado lo anterior se compararon los valores de los años entre sí, llegándose a las siguientes conclusiones:

- 1) Los años tienen similitud en cuanto a:
 - a) Velocidad Media.
 - b) Desviación Típica.
 - c) Curtosis.
 - d) Sesgo.

Lo cual confirmaba la factibilidad de aplicación de la teoría de Gumbel según lo expresado en SGS-11.

Luego de lo anterior se creó con los archivos parciales de la computadora (cada año) un espacio muestral constituido por todos los datos y se los cargó al programa de evaluación de series normales para determinar sus características o sea que en esta serie entraron todos los ciclos meteorológicos para apaisar los posibles picos locales, debido a que se incluyen 12 ciclos naturales.

CORRECCION DE LAS SERIES

Cabe destacar que los datos se obtienen a 30 pies de altura y a campo abierto, lo cual hace que no los afecten los efectos de superficie como ser edificios cercanos, arbo

ledas, etc.

Con respecto a las correcciones que se podrían haber realizado en el emplazamiento de los edificios son los siguientes:

- 1) La construcción se encuentra rodeada de un bosque cerrado de eucaliptus de más de 25 metros de altura, lo cual se podría haber tenido en cuenta con una expresión del siguiente tipo:

$$V_h = V_{ref} \left(\frac{H_h}{H_{ref}} \right)^\alpha$$

Siendo:

V_h = Velocidad corregida.

H_h = Altura a cual se corrige la lectura.

H_{ref} = Altura de obtención del dato.

V_{ref} = Lectura a H_{ref} .

α = Coeficiente dependiente de las características superficiales.

Como el marco natural llevaba a que las correcciones de altura disminuyeran las velocidades del viento, se decidió como criterio de seguridad no aplicar esta corrección.

2) Factor de Ráfaga.

Como las lecturas no se realizan con registrador continuo, sino por lecturas instantáneas, no se dispone del valor de pico, o sea la velocidad máxima en un tiempo corto (en otros países se toma la velocidad de ráfaga del viento igual a aquella que sea máxima en una duración de 30 segundos ó 1 kilómetro de recorrido).

Por lo tanto se corrigieron los valores tomando un coeficiente de mayoración de la muestra, igual al 20 % y un aumento de la dispersión del 15 %, con lo cual se aumenta la seguridad considerándose un factor de ráfaga igual a 1,2.

GENERACION SINTETICA DE DATOS

Luego de haber determinado los coeficientes de mayoración por ráfagas se generaron series al azar que cumplieran con las características de ser normales de \bar{X} y σ , las cuales fueron mayoradas para luego evaluar la probabilidad de aparición tomando sus valores como vientos de períodos largos (50 años), siendo cada valor el máximo del día.

Como generación se utilizó la siguiente mecánica:

- a) Se generan dos números al azar en un entorno cerrado 0,1 siendo éstos denominados

RND (1) y RND (2)

- b) El valor de X está dado por:

$$V_x = \sqrt{(-2 \cdot \log(\text{RND}(1))) \cdot \cos(2 \cdot \text{RND}(2) \cdot 160,1416) \cdot \sigma} + \bar{X}$$

- c) Para verificar la bondad de la serie generada se la procesó por medio del programa de estadística de series normales anteriormente descrito.
- d) Se alimentó el programa de probabilidad de GUMBEL con los máximos trimestrales de esta serie.

CALCULO DE PROBABILIDADES

Debido a la escasa diferencia entre meses para los valores máximos día a día y considerando que se disponían sólo 12 años de datos reales (no generados sintéticamente) se decidió que la división en subgrupos del espacio muestral correspondiera a la duración estacional, o sea 4 estaciones de 3 meses cada una, aplicandose la siguiente mecánica de trabajo, de acuerdo al Anexo I,

GUMBEL (VIENTO MAXIMO)

Para la evaluación de la probabilidad de extremos se utiliza la ecuación probabilística de GUMBEL del siguiente tipo:

$$P(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-\alpha_G}{\beta_G}\right)}}$$

Donde:

$P(x)$ = Probabilidad de no excedencia.

α_G = Parámetro Local.

β_G = Parámetro de Escala.

Se operará de la siguiente forma:

- Se posee la serie principal de N Datos que corresponden a los máximos totales de periodos trimestrales.
- A la serie anterior se la divide consecutivamente en K subgrupos de \underline{m} elementos cada uno y el resto de \underline{m}' elementos (este puede no existir $N = K \cdot m \Rightarrow m'=0$).

Las diferentes variaciones posibles de K, m y m' deben ser tales que la eficiencia de la evaluación sea máxima.

Donde: $E_p = Q_0 \cdot N^{-1} \cdot (\text{VAR}(x))^{-1}$

N = Número de elementos.

VAR = Varianza.

$$\text{VAR} = \bar{q} \cdot Q_m + Q' \cdot Q'm$$

$$Q_0 = (0,60793 y_p^2 + 0,51404 y_p + 1,10566) \beta_G^2$$

con

$$y_p = \frac{x_p - \alpha_G}{\beta_G}$$

$$Q_m = (A_i \cdot y_p^2 + B_i \cdot y_p + C_i) \beta_G^2$$

$A_i \wedge B_i \wedge C_i$ son constantes que se fijan en función de m y m' .

Se calcula:

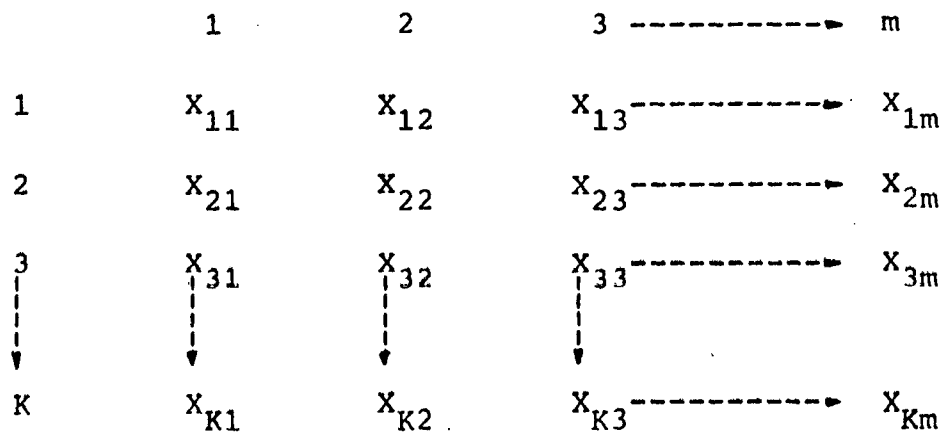
$$\bar{q} = t^2 \cdot K^{-1}$$

$$q' = (t')^2$$

$$t = K \cdot m \cdot N^{-1}$$

$$t' = m' \cdot N^{-1}$$

c) Se forma con los K subgrupos de m elementos una matriz rectangular de tal forma que se cumpla un ordenamiento creciente, es decir $X_{Km} \leq X_{K \ m+1}$



d) Se obtiene la sumatoria de las columnas

$$S_m = \sum_{i=1}^K X_m; i \quad \Bigg| \quad 0$$

$m =$ tantos como elementos por subgrupo

Por el ordenamiento anterior tambien debe cumplirse que

$$S_m \ll S_{m+1}$$

- e) Se ordena el Subgrupo resto en forma creciente y se halla su sumatoria

$$\left[R_1 ; R_2 \text{ -----} \rightarrow R_{m'} \right]$$

$$\text{y } R_i \leq R_{i+1}$$

- f) Se calcula para los subgrupos principales:

$$\bar{\alpha}_G = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^m a_{mi} \quad \text{Si}$$

$$\bar{\beta}_G = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^m b_{mi} \quad \text{Si}$$

a_{mi} y b_{mi} son valores que se obtienen de la matriz que asigna pesos estadísticos entrando por la fila m .

- g) En el caso de que exista un resto, es decir que $m' \neq 0$, se procede de la misma manera con:

$$\dot{\alpha}_{G'} = \sum_{i=1}^{m'} a_{m'i} R_i$$

$$\dot{\beta}_{G'} = \sum_{i=1}^{m'} b_{m'i} R_i$$

- h) Luego se calculan los estimadores α_G y β_G para la evaluación completa de la siguiente manera.

$$\alpha_G = t \bar{\alpha}_G + t' \dot{\alpha}_{G'}$$

$$\beta_G = t \bar{\beta}_G + t' \dot{\beta}_{G'}$$

En caso de que $m'=0$ $\alpha_G = \bar{\alpha}_G$ y $\beta_G = \bar{\beta}_G$

- i) Se asocia a cada valor de la variable X_p una $Y_p = \frac{X_p - \alpha_G}{\beta_G}$

y se calcula la probabilidad como

$$P(X_p) = e^{-e^{-Y_p}}$$

j) Se calcula el intervalo de recurrencia asociado a cada $P_{(x)}$

$$MRI = \frac{1}{1 - Q_{(x)}}$$

lo que nos dá la relación entre la probabilidad de no excedencia por año de un evento de magnitud X_p y su intervalo de recurrencia.

k) Para un evento con MRI de N años puede ser evaluada su probabilidad de aparición en V años según VESTOL ó CRUTCHER y NICODEMERS como:

$$P_{(X_N ; V)} = 1 - Q_{(X_N)}^V$$

Q_{XN} = Probabilidad de no excedencia en 1 año.

$P_{(XN;V)}$ = Probabilidad de ocurrencia de un evento de características iguales o mayores en V años.

Por lo tanto se calcula para 10 años y 20 años para cada $P_{(x)}$

$$P_{(XN;20)} = 1 - Q_{(Xn)}^{20}$$

$$P_{(XN;10)} = 1 - Q_{(Xn)}^{10}$$