

**“ANALISIS ESTADISTICO DE VARIABLES
CLIMATOLOGICAS PARA EL PRONOSTICO DEL
TIEMPO”**

Br. Eduardo A. López V.
Prof. Guía: Dante Conti

PROYECTO DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES COMO REQUISITO FINAL
PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO DE SISTEMAS

Mérida – Venezuela
Febrero 2005



Universidad de Los Andes © Derechos Reservados 2005

DEDICATORIA

A dios Todopoderoso, quien ilumina mi camino y me da fortaleza para seguir adelante.

A mi madre Marisela, quien a su manera siempre estuvo apoyándome.

A mi padre Luis, por todo su apoyo incondicional.

A mis hermanos Luis y Daniel por servir de estímulos en esta etapa.

A mi hermana Mercedes, que siempre conté con ella en todo momento.

A mi novia Iruma, quien con su cariño y amor me estimulo a la realización de esta meta.

AGRADECIMIENTO

A mi profesor guía Dante Conti, por su gran apoyo, dedicación y colaboración en la realización de mi tesis de grado.

A la Ing. Maria Isabel Rojas por su colaboración en la tesis.

A la ilustre Universidad de los Andes, por impartirme sus conocimientos y permitirme alcanzar mi meta.

A todos aquellos que de una u otra forma, me tendieron su mano.

www.bdigital.ula.ve

INDICE GENERAL

	p.p
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice General	iv
Índice de Cuadros	vi
Índice de Figuras	vii
RESUMEN	viii
CAPITULO 1	
INTRODUCCION	
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.3 Objetivos	4
1.4 Metodología	4
CAPITULO 2	
MARCO TEORICO	
2.1 Bases Teóricas – Introducción	6
2.2 Estación Climatológica Experimental “Santa Rosa”	7
2.3 Métodos Cuantitativos y Análisis de Datos para el Pronóstico	8
2.4 Herramientas Informáticas de Soporte	13
CAPITULO 3	
MARCO METODOLOGICO	
3.1 Tipo de Análisis	16

3.2 Diseño de la Investigación (metodología paso a paso, “step by step”)	16
3.3 RESULTADOS – Modelos	37
3.4 ENTREVISTAS	40

CAPITULO 4

PAGINA WEB DINAMICA: “PRONOSTICO DEL TIEMPO Y VARIABLES CLIMATOLOGICAS”

4.1 Instalación	42
-----------------	----

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
--------------------------------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	51
----------------------------	----

ANEXOS

A	RESPUESTAS	NORMALIDAD	DEL	TEST
	KOLGOMOROV- SMIRNOV EN SPSS			52

B	TABLAS DE CORRELACIONES	59
---	-------------------------	----

C	CODIGO FUENTE PAGINA WEB PARA EL	62
	PRONOSTICO DEL TIEMPO	

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. 1 Normalidad para la Temperatura Máxima	23
CUADRO No. 2 Muestra de Normalidad con Histogramas	26

www.bdigital.ula.ve

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO No. 1	FLUJOGRAMA METODOLOGICO	17
GRAFICO No. 2	PANTALLA TEST KOLGOMOROV-SMIRNOV SPSS	20
GRAFICO No. 3	PANTALLA ELECCION VARIABLE EN ESTUDIO	21
GRAFICO No. 4	PANTALLA RESULTADO NORMALIDAD SPSS	22
GRAFICO No. 5	OPCION DE MENU HISTOGRAMA EN SPSS	24
GRAFICO No. 6	SEÑALIZACION DE LA VARIABLE EN EL HISTOGRAMA	25
GRAFICO No. 7	INTERFAZ HISTOGRAMA SPSS	26
GRAFICO No. 8	INTERFAZ ANALISIS DE DATOS EXCEL	28
GRAFICO No. 9	ESCOGENCIA MEDIA MOVIL. ANALISIS. EXCEL	29
GRAFICO No. 10	INTRODUCCION DE DATOS MEDIA MOVIL	30
GRAFICO No. 11	INTERFAZ RESULTADOS MEDIA MOVIL	31
GRAFICO No. 12	ESCOGENCIA SUAVIZACION EXPONENCIAL. ANALISIS. EXCEL	32
GRAFICO No. 13	INTRODUCCION DE DATOS SUAV. EXPONENCIAL	33
GRAFICO No. 14	INTERFAZ RESULTADO SUAV. EXPONENCIAL	34
GRAFICO No. 15	ESCOGENCIA REGRESION. ANALISIS. EXCEL	35
GRAFICO No. 16	RESULTADOS REGRESION	36
GRAFICO No. 17	PAGINA PRINCIPAL DISEÑO WEB	43
GRAFICO No. 18	INTERFAZ INTRODUCCION	44
GRAFICO No. 19	INTERFAZ PRONOSTICO PUNTUAL	45
GRAFICO No. 20	INTERFAZ INTRODUCIR DATOS PRONOSTICO GENERAL	46
GRAFICO No. 21	RESPUESTA PRONOSTICO GENERAL	47
GRAFICO No. 22	INTERFAZ MENU AYUDA	48

RESUMEN

Se presenta un Análisis estadístico de Variables Climatológicas para el pronóstico del tiempo, partiendo con la obtención de una base de datos de la estación climatológica de “Santa Rosa” la Hechicera. Se empieza por estudiar Homogeneidad y Normalidad en los datos mediante el uso de material bibliográfico de Investigación de Operaciones y paquetes estadísticos, luego de comprobar que dichos estudios eran correctos se procedió al análisis estadístico de los datos para cada una de las variables como son temperatura, precipitación, humedad, radiación, insolación, yerba, evaporación. Con técnicas como son media móvil, suavización exponencial, y un análisis de regresión lineal para obtener las curvas predictorias del clima. Se realizaron una serie de procesos para verificar las curvas mediante técnicas estadísticas así como entrevistas a expertos en la materia de climatología. Para terminar ya teniendo comprobadas las curvas predictorias se procedió a la implementación de un sistema de información web donde el usuario podrá consultar el pronóstico de la variable de su preferencia.

Palabras Claves: Análisis estadístico de datos, climatología, pronósticos, regresión lineal, Investigación de Operaciones.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

La idea principal de este proyecto de grado nace en sus inicios en FUNDACITE Mérida. La propuesta se fundamentaba en el diseño de un programa o sistema de información sencillo teniendo como premisas para el pronóstico a la media móvil y la suavización exponencial en el esquema clásico de las series de tiempo en la predicción del tiempo. Esta idea se mantiene, pero se complementa en este proyecto de grado con el análisis estadístico de variables climatológicas y se basa ahora en pronósticos con regresión lineal múltiple. De esta manera, se conjuga la propuesta inicial y se fortalece la idea del Sistema de Información Bioclimático presentado en formato de página Web.

Entonces, se toma la decisión de tomar la base de datos de la estación climatológica de “Santa Rosa” no solo para realizar un sistema de información, sino que se plantea un Análisis estadístico de dicha base de datos en todas sus variables.

Planteado el eje central de la investigación, se comienza con el análisis de las variables presentes en la base de datos, la cual contiene data desde el año 1974 hasta el 2001 y que incluye las variables climáticas de *Temperatura (Máx. , Min)*, *Humedad (Máx.,Min)*, *Evaporación*, *Precipitación*, *Radiación*, *Insolación* y *Yerba*. Dichas variables son las mínimas necesarias que dan pie para el pronóstico y variación del clima, tema con el que convivimos a diario y que afecta nuestra vida cotidiana.

Después de tener nuestra base de datos, se procedió a realizar un análisis de homogeneidad y normalidad para establecer las condiciones iniciales de la regresión lineal múltiple. Seguidamente se procedió al análisis de los datos mediante el uso de técnicas estadísticas como coeficiente de correlación, media móvil, suavización exponencial y por ultimo un análisis de regresión del cual se obtuvieron unas curvas predictoras para cada una de las variables en estudio. Se verificó este análisis con análisis de varianza, no colinealidad en los residuos o errores de pronóstico y la evaluación de los residuos estándares y la aplicación de la estadística de Durbin – Watson para

afinar los resultados. Finalmente, como proceso final de validación se entrevistó a una Ing. Hidrometeoróloga la cual le dio mayor confiabilidad a nuestro análisis. Con esto, se procedió a la programación en Java Script y Html de una página web dinámica con las curvas predictoras en la que el usuario en un interfaz amigable podrá consultar las diferentes variables climáticas de su preferencia.

De manera esquemática, este proyecto de grado se presenta en 4 capítulos:

- Capítulo 1: Descripto en esta sección y que incluye introducción, antecedentes, el problema y la metodología aplicada.
- Capítulo 2: Marco Teórico, se describen algunos conceptos y terminología referida al clima y al tiempo.
- Capítulo 3: Marco Metodológico, se detalla paso a paso las herramientas estadísticas utilizadas para obtener los modelos de ajuste propuestos para el pronóstico del tiempo.
- Capítulo 4: Se muestra la página de Web dinámica que permite al usuario obtener los pronósticos de las variables climatológicas bajo estudio.

Finalmente se cierra el manuscrito con las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

1.1 Antecedentes:

El estudio del clima trae consigo un conjunto de variables a analizar que resultan ser determinantes para el pronóstico del tiempo. Algunas de estas variables se asocian directamente con la evolución del tiempo y el clima en una zona, región o país determinado. Variables como precipitación, temperatura, humedad, evaporación, insolación y radiación conforman un sistema cuya interacción sirve de base para crear modelos de pronóstico climatológico. La notoriedad en la predicción del tiempo se sustenta por razones diversas que van desde nuestras actividades cotidianas hasta la planificación de actividades económicas, industriales y de desarrollo urbanístico. Es evidente que el tiempo condiciona nuestro medio y campo de acción, así por ejemplo, sería totalmente inviable activar una actividad de recreación al aire libre de piscinas y lagos si el clima de la zona es netamente lluvioso. Este simple ejemplo puede resumir la incidencia que tiene la predicción del tiempo en nuestras vidas, y sirve para fundamentar la base de justificación de este proyecto.

Por otro lado, los métodos cuantitativos conexos a la Investigación de Operaciones y el análisis estadístico de datos proponen una línea de aplicación para efectuar el estudio de las variables de mayor incidencia en el pronóstico del tiempo, ya que se cuenta además con una base de datos completa tomada de la Estación Climatológica de Santa Rosa en el Estado Mérida que servirá de base para un caso de estudio dentro del proyecto.

Por último, es notable mencionar que este trabajo se basa en una concepción clásica y cuantitativa para el pronóstico del tiempo, ya que actualmente este campo de la ciencia climatológica usa el análisis estadístico de datos como base inicial para profundizar estudios que abarcan técnicas emergentes como simulación apoyada con sistemas satelitales, teoría del caos, modelado ecológico y ambiental, entre otras, las cuales podrían desarrollarse a mediano-largo plazo en una línea investigativa del Dpto. de Investigación de Operaciones de la Escuela de Sistemas.

1.2 Planteamiento del Problema:

Se persigue analizar la evolución meteorológica y la predicción del tiempo bajo la estadística descriptiva, la inferencia clásica y métodos cuantitativos de pronóstico. Además se utilizan como herramientas de apoyo a paquetes o software de aplicación estadística como Excel, Minitab, Spss, etc. El problema se centra en la obtención de modelos cuantitativos para inferir el comportamiento de las variables básicas de influencia en el tiempo y su interrelación estocástica. El análisis estadístico de las variables básicas como precipitación, temperatura, humedad, evaporación, radiación e insolación permitirá denotar grados de relación, grados de independencia e incidencia para la construcción de curvas predictoras sustentadas en métodos cuantitativos de regresión lineal, regresión polinomial y series de tiempo.

Así mismo, se determinará posibles relaciones de conexión entre las variables considerando la serie cronológica de los datos a través de análisis multivariante de datos.

Finalmente, el problema del pronóstico del tiempo basado en sus variables de influencia directa se complementará con el diseño e implementación de un pequeño sistema de información (Página WEB dinámica) en lenguaje robusto y de interfaz amigable para el usuario aplicado a los datos obtenidos en la estación climatológica Santa Rosa ubicada en Mérida.

El desarrollo metodológico vendrá determinado por fases y puntos de referencia como se explicará más adelante y contiene análisis de

independencia, distribuciones empíricas de probabilidades, correlación parcial y múltiple y análisis de regresión, programación de macros y html.

1.3 Objetivos:

General:

Analizar las variables meteorológicas y climatológicas fundamentales en la predicción del tiempo con el uso de técnicas estocásticas y recursos informáticos de aplicación estadística.

Específicos:

- Construir curvas de pronóstico para el tiempo basadas en regresión lineal, polinomial y series de tiempo.
- Aplicar los resultados del análisis estadístico de los datos y de la curvas de pronóstico para el diseño e implementación de un sistema de información del tiempo para la ciudad de Mérida (Estación Santa Rosa en La Hechicera).

Incentivar el uso de paquetes o software de aplicación estadística como herramientas para el manejo de grandes volúmenes de datos.

1.4 Metodología

La metodología propuesta se basa en fases de análisis secuencial y de avance progresivo en un sistema del tipo “*step by step*” (*paso a paso*).

Fase 1: Revisión bibliográfica y hemerográfica sobre el análisis estadístico de datos y breve bosquejo de cultura sobre climatología y el tiempo.

Fase 2: Revisión y reorganización de la data con el uso de los paquetes estadísticos.

Fase 3: Estudio y distribución empírica sobre las variables en estudio. Análisis de correlación parcial e independencia.

Fase 4: Construcción de los modelos de pronósticos con regresión y series de tiempo.

Fase 5: Diseño e implementación del sistema de información con los resultados de las fases previas.

Fase 6: Confrontación de los resultados obtenidos versus criterios propios de la Geografía, Climatología, etc.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO 2

MARCO TEORICO

Preliminares

Una vez definido el problema y precisados el objetivo general y los objetivos específicos que determinan los fines de la investigación, es necesario establecer los aspectos teóricos que sustentarán el proyecto. En consecuencia dentro del marco teórico se muestran las bases de los diferentes conceptos relacionados con el proyecto planteado y mostrado en este manuscrito final.

2.1 Bases Teóricas - Introducción

Los episodios ambientales adversos (epidemias, propagación de plagas, etc.) y los desastres naturales relacionados con eventos climáticos severos ocasionan grandes pérdidas económicas y, en algunos casos, pérdidas de vidas humanas. No sólo son importantes los eventos ocasionados por variaciones extremas del clima, sino también otros producto de más sutiles relaciones que favorecen, generan o inhiben la propagación de epidemias afectando a plantas, animales y a comunidades humanas. En general, estas catástrofes son difíciles de modelar y por lo tanto predecir, pero sin información que nutra los posibles modelos físicos o las eventuales estrategias heurísticas, su comprensión es prácticamente imposible.

El modelado climático se fundamenta en la comprensión de los procesos del clima, que son bastante complejos y que debe ser abordada desde una perspectiva multidisciplinaria, como también en la utilización de datos de calidad, obtenidos con una adecuada resolución temporal y espacial. En nuestro país existe una gran dificultad para acceder y disponer información climática (lluviosidad, presión, temperatura, velocidad del viento, humedad, radiación solar) por parte de los investigadores. La escasa información que existe si no es muy antigua, se encuentra almacenada, la mayor de las veces, sin catalogación y bajo mecanismos manuales (planillas en papel archivadas) que dificultan si no, imposibilitan su organización automática.

Con todo esto, se tomo como base la estación climatológica de Santa Rosa, Hechicera, se utilizo una base de datos de variables climatológicas (Precipitación, Temperatura, Humedad, Evaporación, Radiación, Insolación) donde dichas variables se encuentran desde el año 1974 hasta el 2001.

2.2 Estación Climatológica Experimental “Santa Rosa”

La estación climatológica de “Santa Rosa” esta ubicada en la sede del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad de los Andes, a una altura de 1920 m.s.n.m en el sector Santa Rosa (latitud 08°,35'30'' N, long 71° 08'30'' O). El área pertenece a la zona de vida bosque húmedo premontano, con una vegetación muy intervenida por actividades agropecuarias. El suelo alrededor de la estación esta clasificado como Humitropepts típico, franco grueso, con una estructura franco-arenosa. El pH del suelo varia entre 6,45 – 5,60 La información que se suministro corresponde a datos desde el año 1974.[11]

De esta estación se obtuvo una base de datos climatológica de los valores diarios de Temperatura (Máxima, Mínima), Humedad (Máxima, Mínima), Evaporación, Precipitación, Yerba, Insolación, Radiación, desde el año 1974 hasta el 2001, dichas variables son y se encuentran en el siguiente formato:

Precipitación: Nos indicara la dinámica de las precipitaciones, es decir la cantidad de agua meteórica liquida (lluvia, niebla, rocío) o sólida (nieve, escarcha, granizo). El instrumento que se utiliza para su medición es un Pluviómetro y su unidad es (mm), la manera en que se mide es simple y consiste en ir anotando cuanta agua se ha recogido en un recipiente expuesto desde la ultima observación.

Temperatura: Es un elemento climático valioso en la observación del clima ya que directamente provee una medida de la energía del sistema en inspección, la medición de dicha variable es esencialmente realizada hoy, usando un termómetro de mercurio en vidrio, que puede calibrarse exactamente y ser usado hasta temperaturas tan bajas como -39°C, el punto de congelamiento del mercurio. Para temperaturas mas bajas, el mercurio es normalmente sustituido por alcohol. Las temperaturas Máximas y Mínimas son generalmente medidas durante específicos periodos de tiempo, normalmente 24 horas. Su unidad es el (°C).

Humedad: Nos da a conocer la cantidad de vapor en el aire, el instrumento estándar para su medición es el sícrómetro. Es un par de termómetros verticales idénticos, uno de los cuales tiene el bulbo continuamente mojado por medio de una muselina humedecida por una mecha sumergida en agua. La evaporación del bulbo húmedo hace descender su temperatura debajo de la temperatura del aire (medida por el termómetro del bulbo seco). La diferencia entre los dos valores medidos es usada para calcular la presión de vapor del aire. Su unidad es el porcentaje(%) los que nos da un estimado da cantidad de vapor en el aire expresado en tanto por cien.

Evaporación: Proceso físico mediante el cual el agua se convierte en vapor de agua, bien sea de una superficie líquida, del suelo húmedo, de hielo o de nieve. Su unidad es el (mm).

Yerba: Variable medida por el IIAP (Instituto de Investigaciones Agropecuarias) donde se almacena la cantidad de nutrientes en el suelo.

Insolación: Se define como la cantidad de radiación solar en que puede estar sometida una zona sin la presencia de nubosidad.

Radiación: Es una forma de energía (luz y calor) que activa la circulación de la atmósfera y acciona los vientos y las tormentas; por lo tanto es el elemento fundamental en la determinación del tiempo atmosférico. Se mide con un radiómetro y su unidad es (watts/m²)

Después que conocemos de donde proviene la base de datos y la naturaleza de las variables que serán objeto de estudio, se definirán a continuación las diferentes técnicas de análisis de datos que se le aplicaran a cada una de las variables en estudio.

2.3 Métodos Cuantitativos y Análisis de Datos para el Pronóstico

Promedio Móvil:

La suposición fundamental para esta técnica es que la serie de tiempo es

estable, en el sentido de que sus datos se generan mediante el siguiente proceso constante:

$$Y_t = b + \varepsilon_t$$

Donde b es un parámetro constante desconocido estimado a partir de los datos históricos. Se supondrá que el error aleatorio ε_t tendrá un valor esperado cero y una varianza constante. Además los datos para los diferentes períodos no están correlacionados.

La técnica del promedio móvil supone que las n observaciones más recientes son igualmente importantes en la estimación del parámetro b . Así, en un período anual t , si los datos para los n períodos más recientes son $Y_{t-n+1}, Y_{t-n+2}, \dots, Y_t$, entonces el valor estimado para el período $t+1$ se calcula como:

$$Y_{t+1}^* = Y_{t-n+1} + Y_{t-n+2} + \dots + Y_t / n$$

No hay regla exacta para seleccionar la base del promedio móvil, n . Si las variaciones en la variable permanecen razonablemente constantes en el tiempo, se recomienda una n grande. De otra forma, se aconseja un valor de n pequeño si las variables muestran patrones cambiantes. En la práctica, el valor de n fluctúa entre 2 y 10.

Suavización Exponencial:

Esta técnica supone que el proceso es constante, la misma suposición utilizada en el desarrollo del método del promedio móvil. Sin embargo, esta diseñada para atenuar una desventaja del método del promedio móvil, donde se usa el mismo peso sobre todos los datos para calcular el promedio. Específicamente, la suavización exponencial le otorga un peso más grande a las observaciones más recientes.

Se definirá $\alpha = 0.1, \alpha = 0.5, \alpha = 0.9$ como la constante de suavización y suponga que los puntos de la serie de tiempo para los períodos pasados t son

Y_1, Y_2, \dots, Y_t Entonces, y^*_{t+1} , el estimado para el tiempo $t + 1$ se calcula como:

$$y^*_{t+1} = \alpha y_t + \alpha(1 - \alpha)Y_{t+1} + \alpha(1 - \alpha)^2 y_{t-2} + \dots$$

Debido a que los coeficientes respectivos de Y_t, Y_{t-1}, \dots son progresivamente más pequeños, el nuevo procedimiento pone más peso en los puntos de los datos más recientes.

La formula para calcular y se puede simplificar como sigue:

$$y^*_{t+1} = y_t + (1 - \alpha)y^*_t$$

De esta forma, y^*_{t+1} , se calcula de manera recursiva a partir de y^*_t . La ecuación recursiva es iniciada omitiendo el estimado y^*_t en $t = 1$ y supone que el estimado para $t = 2$ se toma igual al valor de los datos reales para $t = 1$, es decir, $y^*_2 = y_1$. Realmente, se puede utilizar cualquier procedimiento razonable para iniciar los cálculos. Por ejemplo, algunos sugieren estimar y^*_0 como el promedio de un numero “razonable” de periodos al inicio de la serie de tiempo.

Regresión:

El análisis de regresión determina la relación entre una variable dependiente, por ejemplo, temperatura y una variable independiente, por ejemplo, el tiempo. La formula general de regresión entre la variable dependiente x y la variable independiente y esta dada como:

$$y = b_0 + b_1 x + b_2 x + \dots + b_n x^n$$

Donde b_0, b_1, b son parámetros desconocidos. El error aleatorio tiene una media cero y una desviación estándar constante.

La forma más simple del modelo de regresión supone que la variable dependiente varia linealmente con el tiempo, es decir,

$$y^* = a + bx$$

Las constantes a y b se determinan de los datos de la serie de tiempo con base en el criterio de mínimos cuadrados que busca minimizar la suma del cuadrado de las diferencias entre los valores observados y los estimados. Si (y_i, x_i) representa el *iésimo* punto de los datos originales que representan la serie de tiempo, $i = 1, 2, \dots, n$, y se define

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i)^2$$

Como la suma del cuadrado de las desviaciones entre los valores observados y estimados. Los valores de a y b se determinan al resolver las siguientes condiciones necesarias para la minimización de S , es decir,

$$\frac{\partial S}{\partial a} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx_i) = 0$$

Después de algunas manipulaciones algebraicas, obtenemos la siguiente solución:

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i x_i - n \bar{y} \bar{x}}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \bar{x}^2}$$

$$a = \bar{y} - b \bar{x}$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

Las ecuaciones muestran que primero necesitamos calcular b , de donde se calcula el valor de a .

Las estimaciones de a y b son válidas para cualquier distribución probabilística de y_i . Sin embargo, si y_i se distribuye normalmente con una

desviación estándar constante, se establece un intervalo de confianza sobre el valor medio del estimador en $x = x^0$ (es decir, $y^0 = a + bx^0$) como

$$(a+bx^0) \pm t_{\alpha/2, n-2} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y_i^*)^2}{n-2}} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x^0 - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}}$$

La expresión $(y_i - y_i^*)$ representa la desviación entre los i ésimos valores observados y estimados de la variable dependiente.

Para valores futuros de la variable dependiente, y , estamos interesados en determinar su intervalo de predicción (mas que el intervalo de confianza de su valor medio). Como es de esperarse, el intervalo de predicción de un valor futuro es más amplio que el intervalo de confianza sobre el valor medio.

Realmente, la fórmula para el intervalo de predicción es la misma que la del intervalo de confianza excepto que el termino $\frac{1}{n}$ bajo la segunda raíz cuadrada se reemplaza con $\frac{(n+1)}{n}$

Podemos probar lo bien que se ajustara el estimador lineal $y = a + bx$ a los datos originales calculando el coeficiente de correlación, r , con el uso de la formula:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n y_i x_i - ny\bar{x}}{\sqrt{(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2)(\sum_{i=1}^n y_i^2 - n\bar{y}^2)}}$$

donde $-1 \leq r \leq 1$

Si $r = \pm 1$, entonces ocurre un ajuste lineal perfecto entre x y y . En general, entre más cercano sea el valor de $|r|$ a 1, mejor será el ajuste lineal. Si $r = 0$, entonces y y x pueden ser independientes. Realmente, $r = 0$ es sólo

una condición necesaria pero no suficiente para la independencia, ya que es posible que dos variables dependiente den $r = 0$. [8]

2.4 Herramientas Informáticas de Soporte

Después de haber definido las técnicas que se utilizaran en la investigación, es importante dar a conocer los diferentes paquetes informáticos con los que se realizara el análisis estadístico de los datos, ya que como se definió anteriormente las técnicas a utilizar no son nada sencillas y se necesitara de dichos paquetes para su mejor manejo, análisis, comprensión y menor dificultad en los cálculos. Entre dichos paquetes se encuentran SPSS, Microsoft Excel, Java Script, Html.

SPSS

SPSS es el software líder en análisis predictivo, gracias a la combinación “dedicación e innovación” con la que trata a todos sus clientes (empresas privadas, investigadores, analistas, instituciones académicas, organismos públicos, etc). SPSS lleva más de 35 años ayudando a la gente a cubrir todas sus necesidades en materia de análisis de datos, con todos estos atributos y partiendo del hecho que es un software que se puede obtener fácilmente, así que se puede manejar igualmente sin muchas complicaciones. Nos sirvió de gran ayuda en el desarrollo de la tesis, me permito citar una de las frases de la gente de SPSS, “**aprenden del pasado para comprender qué es lo que sucede en el presente y de esta manera anticipar el futuro**”[13]

JAVA Script

EL JavaScript es un lenguaje de programación creado en la Sun Microsystems que nos permite interactuar con el usuario que visualice nuestros documentos HTML, es decir tiene la ventaja de poder realizar pagina webs dinámicas, lo que quiere decir que el usuario puede hacer la consulta de su preferencia a la pagina.

Java tiene la ventaja de que corre, se ejecuta, en todas las máquinas independientemente del sistema operativo que tengan. Además te permite

hacer casi cualquier cosa, no hay límites ya que tú estableces y determinas lo que quieres hacer, lo que quieres ver.

Microsoft Excel

Excel fue originalmente escrito para la Apple Macintosh de 512k en 1984-1985. Excel es una de las primeras planillas de cálculo en utilizar una interfaz gráfica con menús desplegables y la capacidad de hacer click utilizando un puntero.

Un archivo de Microsoft Excel consta de un libro que contiene una o más hojas. Una hoja es como una hoja grande de contabilidad, con filas y columnas que se cruzan para formar celdas que guardan datos. Los datos pueden ser números o texto que pueden introducir fórmulas que calculan valores basados en referencias a otros números del libro.

La hoja de Microsoft Excel tiene una longitud de 16.384 filas y un ancho de 256 columnas.

www.bdigital.ula.ve

HTML

HTML o HyperText Markup Language, es un lenguaje simple utilizado para crear documentos de hipertexto para WWW (World Wide Web). No es un lenguaje de descripción de página como Postscript; HTML no permite definir de forma estricta la apariencia de una página, aunque una utilización algo desviada hace que se utilice en ocasiones como un lenguaje de presentación. Además, la presentación de la página es muy dependiente del browser (o programa navegador) utilizado: el mismo documento no produce el mismo resultado en la pantalla si se visualiza con un browser en modo línea, Mosaic o Netscape, o sea, HTML se limita a describir la estructura y el contenido de un documento, y no el formato de la página y su apariencia.

Una de las claves del éxito de WWW, aparte de lo atractivo de su presentación es sin duda, su organización y coherencia. Todos los documentos WWW comparten un mismo aspecto y una única interfaz, lo que facilita enormemente su manejo por parte de cualquier persona. Esto es posible porque el lenguaje HTML, en que están escritos los documentos, no solo permite establecer hiperenlaces entre diferentes documentos, sino que es un "lenguaje de descripción de página" independiente de la plataforma en que se utilice. Es decir un documento HTML contiene toda la información necesaria sobre su aspecto y su interacción con el usuario, y es luego el browser que utilicemos el responsable de asegurar que el documento tenga un aspecto coherente, independientemente del tipo de estación de trabajo desde donde estemos efectuando la consulta.

Su simplicidad es tal que no es necesario utilizar un editor particular. Su gran permisividad exige rigor y atención en la estructura de documentos con el fin de que éstos se visualicen correctamente al margen del contexto y el browser utilizado.

Por tanto, como hemos visto, HTML es un lenguaje muy sencillo que nos permite preparar documentos Web insertando en el texto de los mismos una serie de marcas (tags) que controlan los diferentes aspectos de la presentación y comportamiento de sus elementos.

CAPITULO 3

MARCO METODOLOGICO

Consideraciones Generales

En toda investigación científica se hace necesario que los hechos estudiados, así como las relaciones que se establecen entre estos, los resultados obtenidos y además de los nuevos conocimientos que es posible situar, reúnan las condiciones de factibilidad y objetividad, para lo cual se requiere delimitar los procedimientos de orden metodológico, a través de los cuales se intenta dar a conocer el objeto de la investigación.

El marco metodológico del presente proyecto donde se propone el "Análisis de Variables Climatológicas para el pronóstico del tiempo", se detalla en la sección 3.2 a través de un fluograma que describe paso a paso el

conjunto de métodos y técnicas empleados desde el proceso de recolección de datos requeridos en la investigación hasta la construcción y validación de los modelos obtenidos, los cuales se automatizaron bajo la figura de la página Web.

3.1 Tipo de Análisis

Para la realización de análisis estadístico en datos climáticos, deben de considerarse una serie de cuestiones, entre las cuales están:

¿Cuál es el propósito del Análisis?

El análisis estadístico debe ser, descriptivo o investigativo.

El análisis *descriptivo* está encaminado únicamente a documentar aspectos particulares de las variaciones presentadas en la serie de datos. Los índices calculados incluirán la media y la varianza (o la desviación estándar). También se notará la ocurrencia de ciclos y tendencias.

El análisis *investigativo* se dirige a verificar hipótesis predefinidas. Las hipótesis deben tener a priori una sólida base científica.

Teniendo estas 2 definiciones se puede decir que nuestro análisis es una combinación de los 2, es tanto descriptivo porque se documentará todo acerca de la base de datos, media, varianza, normalidad, etc. Como también es investigativo porque se realizaron entrevistas en la facultad de geografía para tener conocimiento de cómo se comportaban las variables climáticas que se estudiaron y entonces poder ser corroboradas en las curvas de predicción obtenidas mediante la regresión.

3.2 Diseño de la Investigación (metodología paso a paso, “step by step”

El diseño de la investigación se sustentó en los enfoques presentados por mi tutor el prof. Dante Conti y mi persona. La estrategia que se adoptó para responder a la tesis planteada y a los objetivos establecidos en la investigación fue la siguiente:

www.bdigital.ula.ve

RECOLECCION Y ANÁLISIS DE DATOS

Se obtiene la base de datos de la estación climatológica de “Santa Rosa” en la Hechicera, como primera medida se realiza un análisis de los datos para verificar que sean homogéneos.

HOMOGENEIDAD

Las influencias no climáticas o también llamadas inhomogeneidades pueden afectar o afectan las observaciones climáticas. Por esto se empezó por evaluar la calidad de las observaciones. Se partió de la base que cualquiera variación en un elemento climático es homogénea si las variaciones son solo causadas por fluctuaciones en el tiempo y el clima. Entonces se analizaron los siguientes aspectos:

- Cambios en instrumentos, exposición y técnicas de medición.
- Cambios en la ubicación de la estación.
- Cambios en las horas de observación y métodos usados para calcular los promedios diarios.
- Cambios en el ambiente de la estación, particularmente urbanización.

Para evaluar la homogeneidad se recurrió a las 3 fuentes principales de información: las variaciones evidentes del registro mismo; la historia de la estación; y los datos de estaciones cercanas. Se realizaron exámenes visuales y análisis estadísticos de los registros de la estación para ver si se revelaba alguna evidencia de cambios sistemáticos o inusuales comportamientos que sugieren inhomogeneidad (No homogeneidad en la data).

Con frecuencia estas inhomogeneidades pueden ser difíciles de detectar y es necesaria otra evidencia para confirmar su presencia. Una fuente de evidencia es la historia de la estación, referida como metadata. La historia de la estación debe indicar los detalles de cualquier cambio de ubicación de la estación, cambios en el instrumental o cambios en el horario y naturaleza de la observación.

En el caso de los datos obtenidos se observó que no había ninguna influencia no climática significativa que los afectaría en gran medida, solo

errores de transcripción que fueron solucionados comparando la base de datos con los registros manuales de la estación climatológica.

Una vez que se han recolectado y corregido por las inhomogeneidades se necesitará analizar los datos climatológicos. El objetivo del análisis estadístico es identificar el comportamiento sistemático en un conjunto de datos. Para empezar el análisis descriptivo de los datos climatológicos se empieza con comprobar la distribución empírica de probabilidades de las variables bajo estudio. En este proyecto se estableció la hipótesis nula de normalidad en las distribuciones.

NORMALIDAD

Después de la comprobar la homogeneidad de la base de datos, se procede a la comprobación de que cada una de las diferentes variables están normalmente distribuidas.

Para ello se procedió a utilizar la herramienta SPSS, se dividieron cada una de las variables y se tomaron cada una por año, y se le aplicó el test de bondad de ajuste bajo su versión de Kolmogorov-Smirnov. Los pasos a seguir para realizar este paso se muestra a continuación así como los resultados que arroja el programa. Se presenta el procedimiento a seguir, así como el resultado en interfaz y los cuadros representativos.

Procedimiento en SPSS:

- Se abre un archivo de SPSS con los datos de una de las Variables.
- Buscar la opción Analyze (Análisis)
- Se va a la opción de Nonparametric Tests (test no paramétrico)
- Señalar 1-Sample K-S

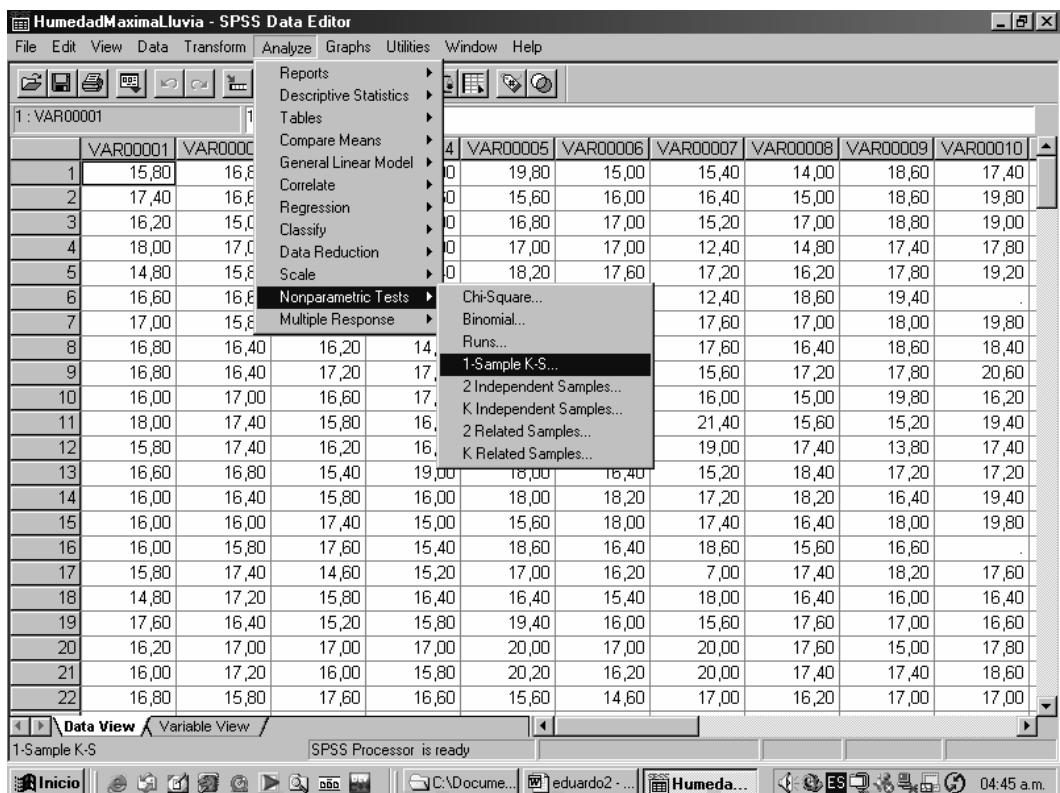


Figura 2

- Se procede a señalar la variable en estudio, así como el tipo de distribución a estudiar.

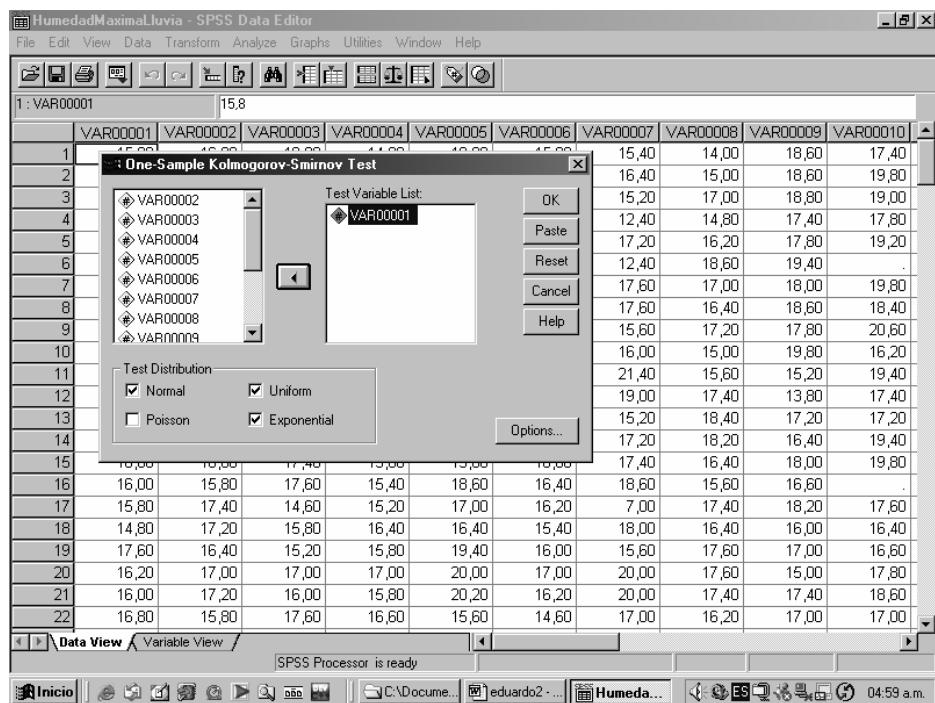


Figura 3

- Luego se arroja el resultado de la siguiente manera. Se analiza y se toma la decisión si esta distribuida Normalmente.

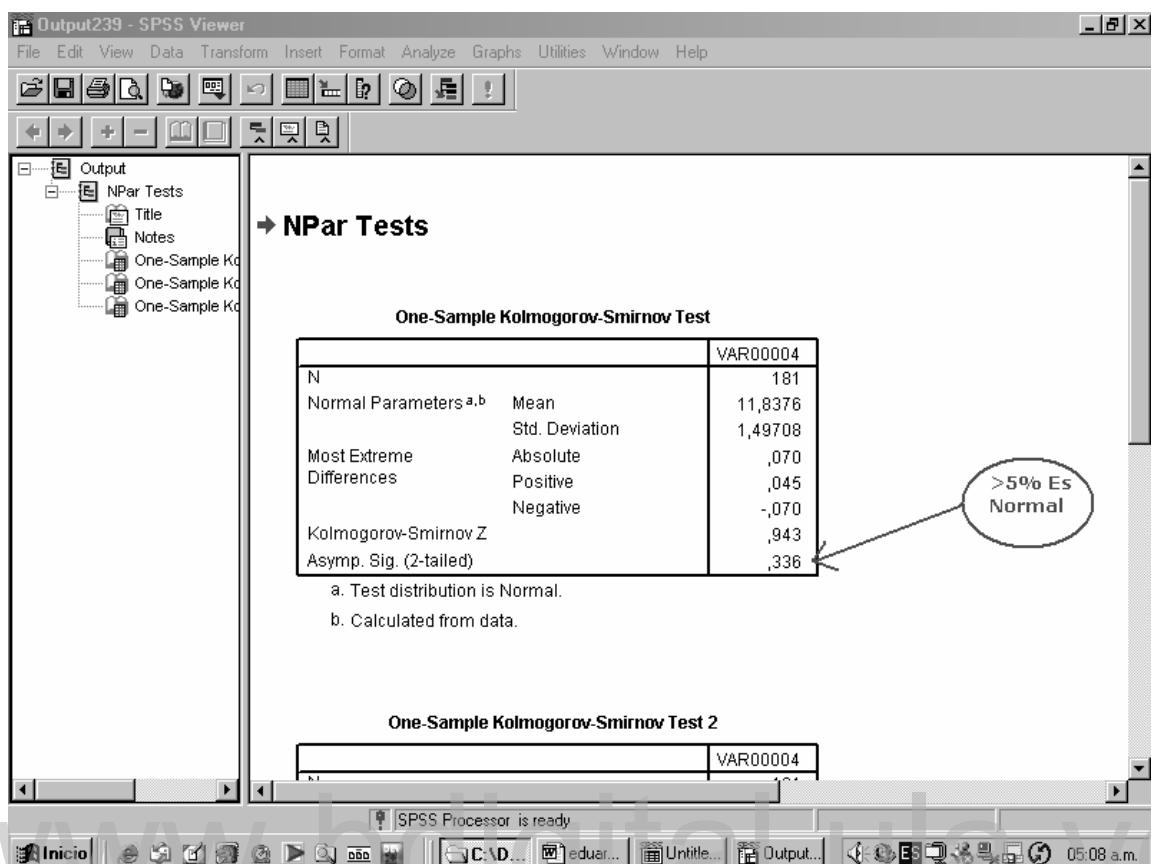


Figura 4

Luego de realizar estos pasos para cada una de las variables, para cada uno de los años desde 1974 hasta el 2001, luego a las que no se les observó Normalidad absoluta, se dividieron los datos en Periodos de Lluvia y de Sequía, y se procedió a realizar el test, y se comprobó que cada una de las variables están Normalmente Distribuidas. Para todos los datos se realizaron cuadros de la siguiente manera (se mostrara uno y el resto estarán contenidos en los anexos de la tesis):

Temperatura Máxima

Cuadro 1

Output	Año	Promedio	α_i	Decisión
28	1974	20,89	0,001	No
29	1975	20,85	0	No
30	1976	21,23	0,173	Si
31	1977	22,12	0,44	Si
32	1978	21,46	0,055	Si
33	1979	21,63	0,069	Si
34	1980	22,22	0,652	Si
35	1981	21,60	0,056	Si
36	1982	21,67	0,349	Si
37	1983	22,71	0,357	Si
38	1984	21,56	0,232	Si
39	1985	21,16	0,086	Si
40	1986	21,57	0,247	Si
41	1987	22,86	0,425	Si
42	1988	21,93	0,067	Si
43	1989	21,76	0,013	No
44	1990	22,05	0,128	Si
45	1991	22,15	0,352	Si
46	1992	22,54	0,021	Si
47	1993	22,47	0,34	Si
48	1994	22,01	0,221	Si
49	1996	21,93	0,001	No
50	1997	20,03	0	No
51	1998	22,64	0	No
52	1999	22,89	0,076	Si
54	2000	22,85	0,027	Si
55	2001	23,73	0,078	Si

Posteriormente se recurrió a la realización en SPSS de Histogramas, para la verificación grafica de la distribución Normal de las Variables.

HISTOGRAMAS

- En SPSS se va al menu GRAPHS, y luego a HISTOGRAM

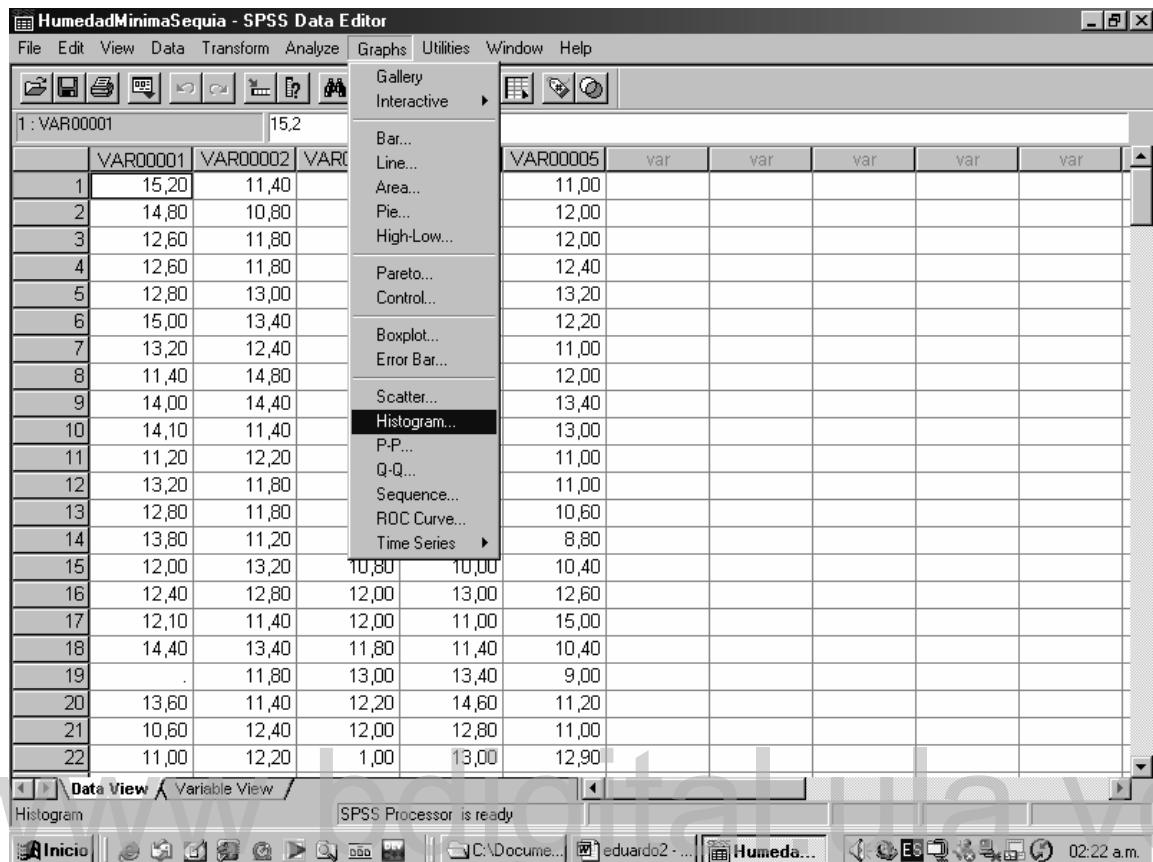


Figura 5

- Luego aparecerá un menú donde se debe seleccionar la variable a la que se le va a realizar el Histograma y se seleccionará la opción “Display Normal Curve”

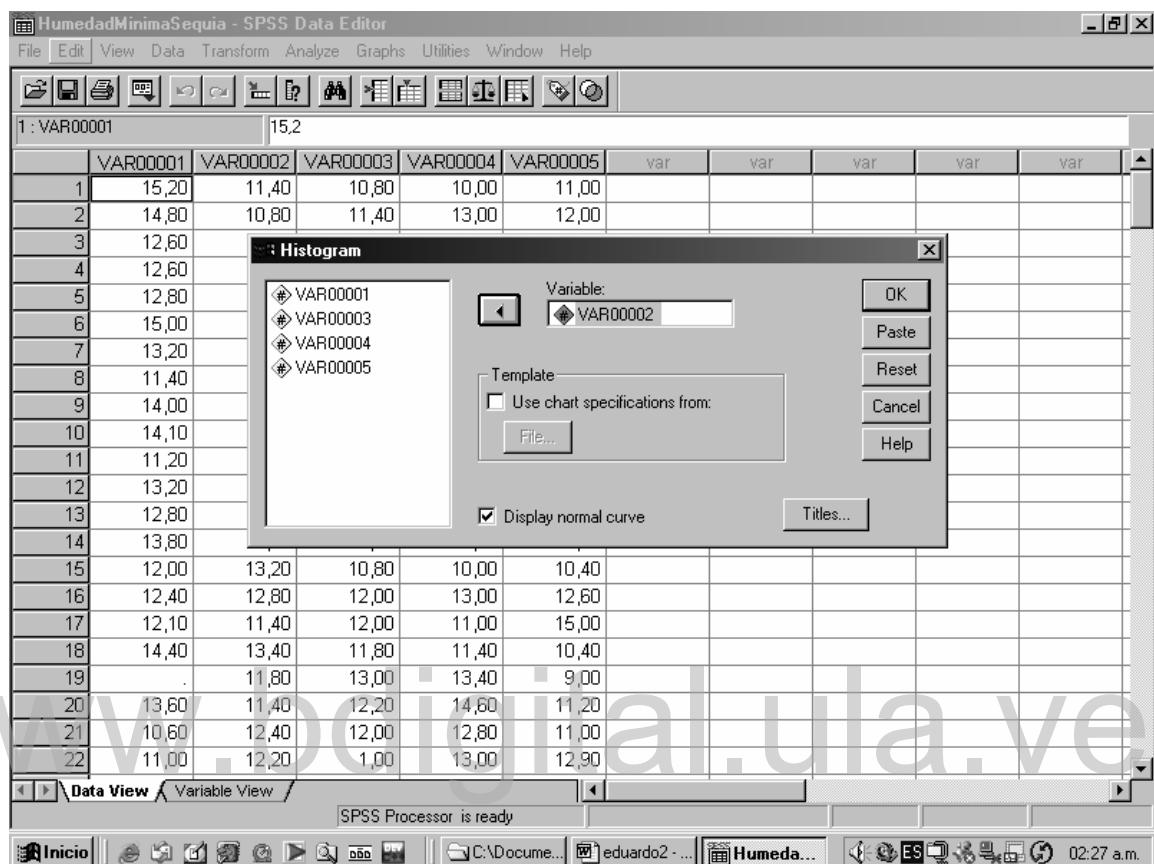


Figura 6

- Luego el SPSS nos dará el resultado de la siguiente manera

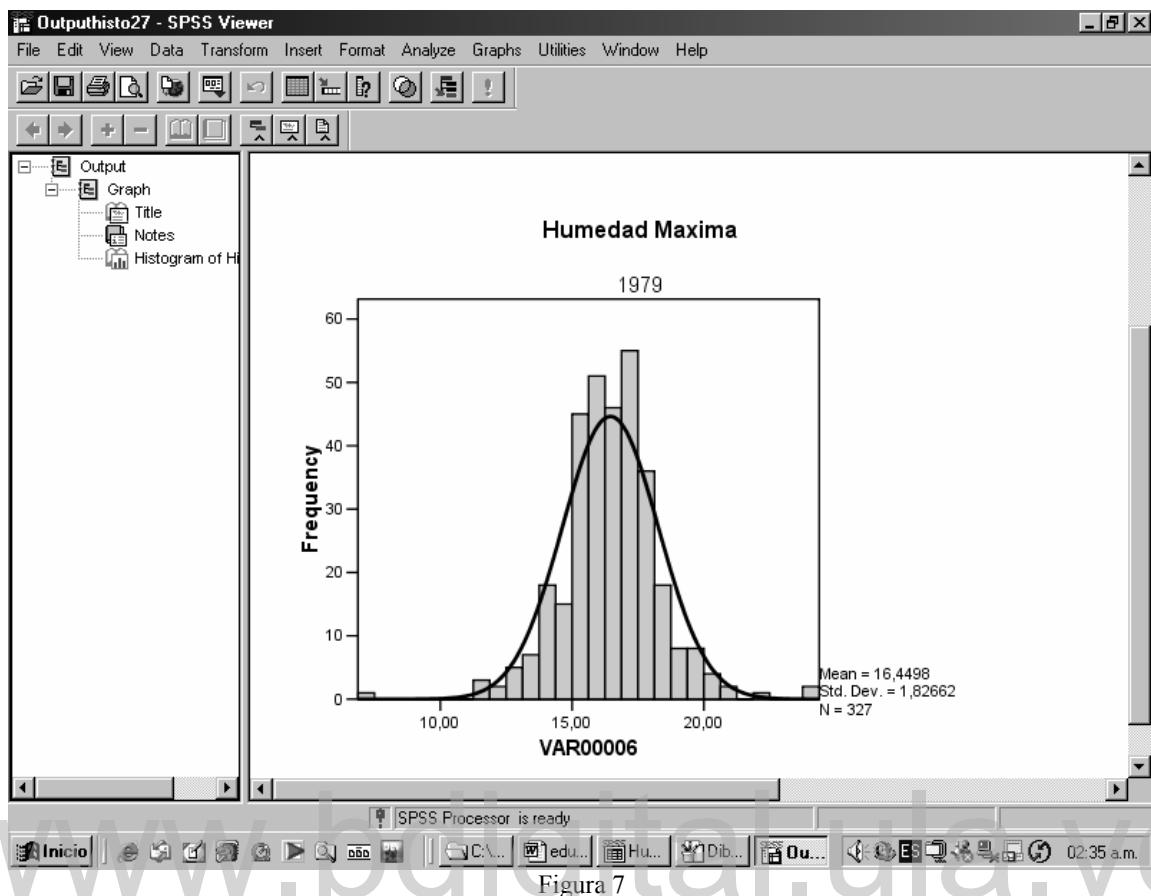


Figura 7

En las siguientes tablas se muestran algunos de los resultados obtenidos por los histogramas:

Cuadro 2

Nombre de la Variable	Año	Normalidad	Promedio	Desviación estándar
Temperatura Máxima	1997	NO	20,30	4,17
Temperatura Máxima	1998	SI	22,64	2,50
Temperatura Máxima	1999	SI	22,89	2,09
Temperatura Máxima	2000	SI	22,85	2,14
Temperatura Máxima	2001	SI	23,73	1,89
Evaporación	1994	SI	3,74	1,40
Evaporación	1996	SI	3,75	1,44
Evaporación	1997	SI	4,85	4,07
Evaporación	2000	NO	4,33	3,52
Evaporación	2001	NO	5,65	8,60
Humedad Máxima	1981	SI	16,41	1,76

Humedad Máxima	1982	SI	16,84	2,14
Humedad Máxima	1983	NO	17,79	6,13
Humedad Máxima	2000	SI	96,08	3,03
Humedad Máxima	2001	NO	94,05	4,72
Humedad Mínima	1981	SI	14,41	1,51
Humedad Mínima	1982	SI	16,64	1,86
Humedad Mínima	1983	SI	14,70	1,78
Humedad Mínima	2000	NO	74,27	17,27
Humedad Mínima	2001	NO	79,84	13,29
Insolación	2000	SI	4,83	2,63
Insolación	2001	SI	5,89	2,35
Radiación	2000	NO	428,88	291,41
Radiación	2001	SI	493,05	254,56

Luego de verificar la Normalidad de los Datos para cada una de las variables desde el año 1974 hasta el 2001 se procede al Análisis de Datos con las técnicas descritas anteriormente en el capítulo 2.

PROMEDIO MOVIL

Para esta técnica de análisis estadístico se procede a utilizar el paquete Microsoft Excel, y se realiza de la siguiente manera:

Se va a la opción Herramientas- Análisis de Datos

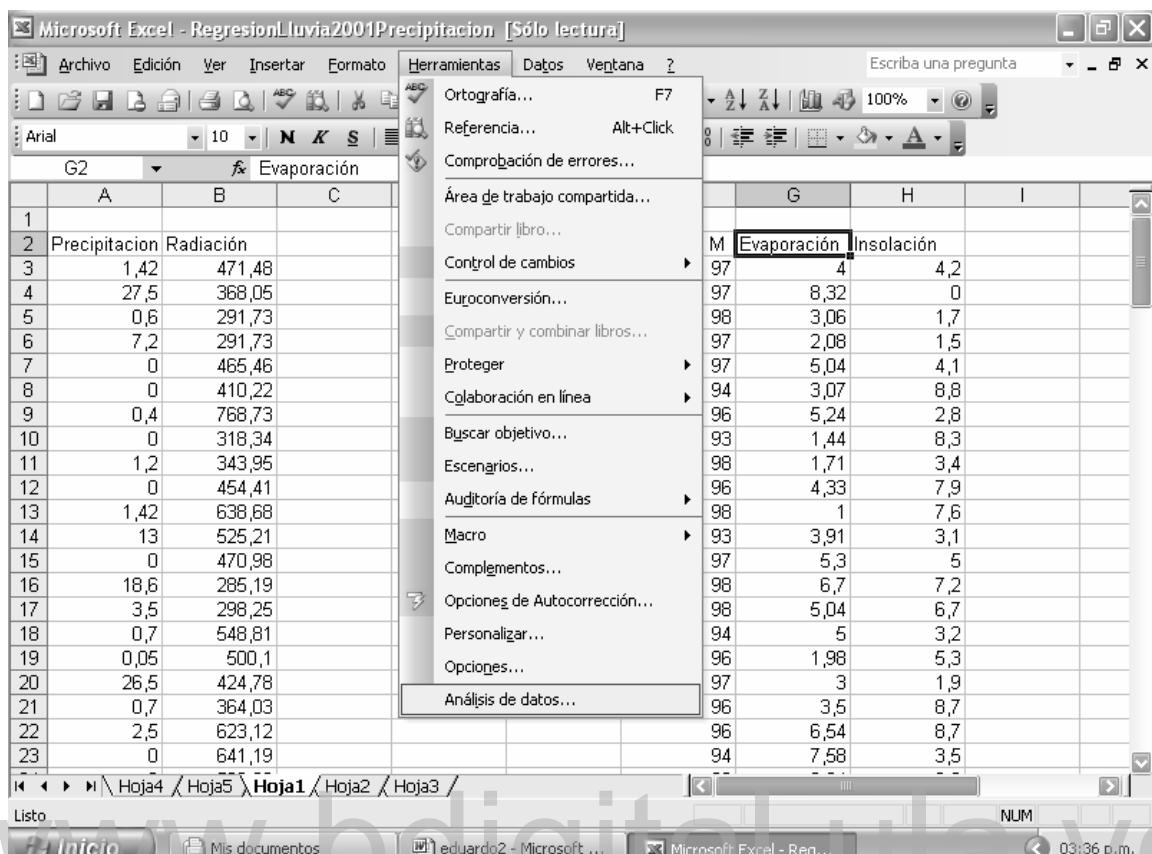


Figura 8

Luego de realizar este paso, se obtiene una serie de funciones para analizar, donde se escogerá la media móvil.

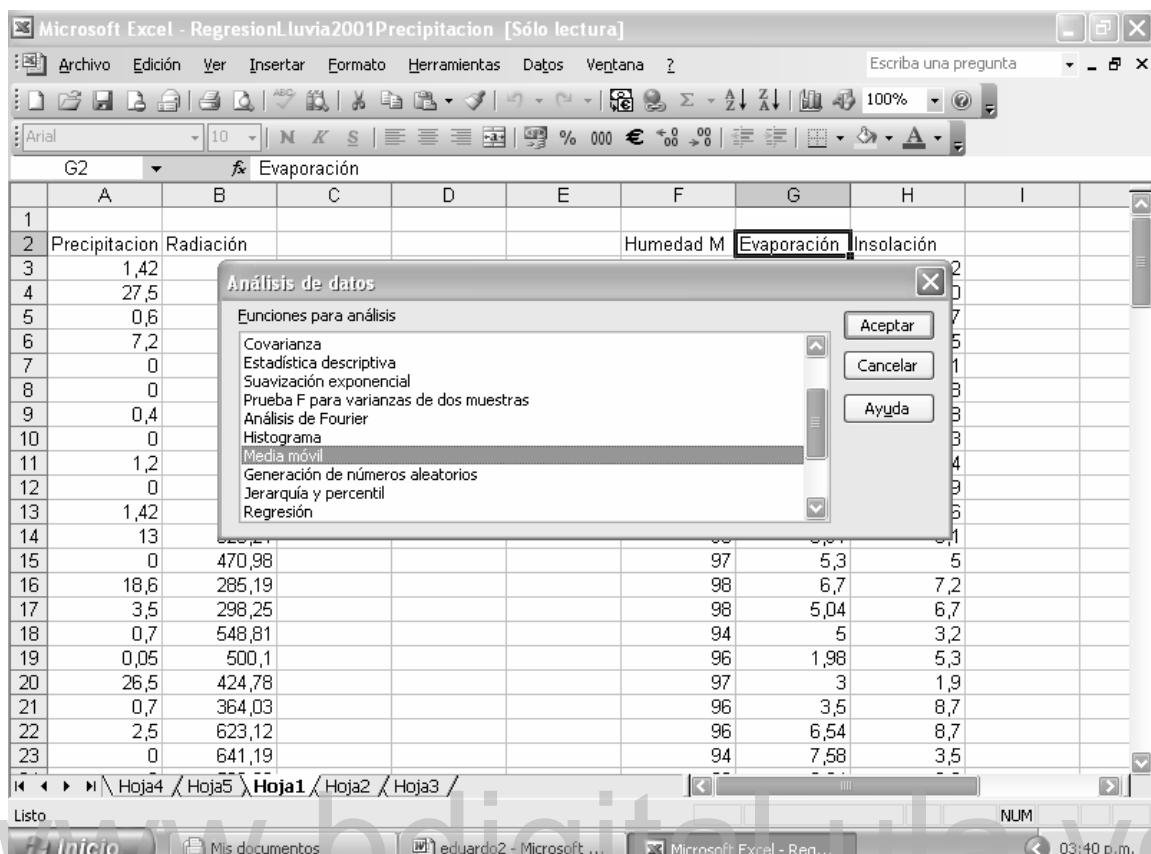


Figura 9

Luego se tendrán que introducir los rangos de entradas, que es la variable que estamos analizando en ese momento, y el rango de salida que no es más que la columna donde queremos que salga nuestra predicción, así como se deberá marcar las opciones crear gráfico y error típico para el análisis del mismo.

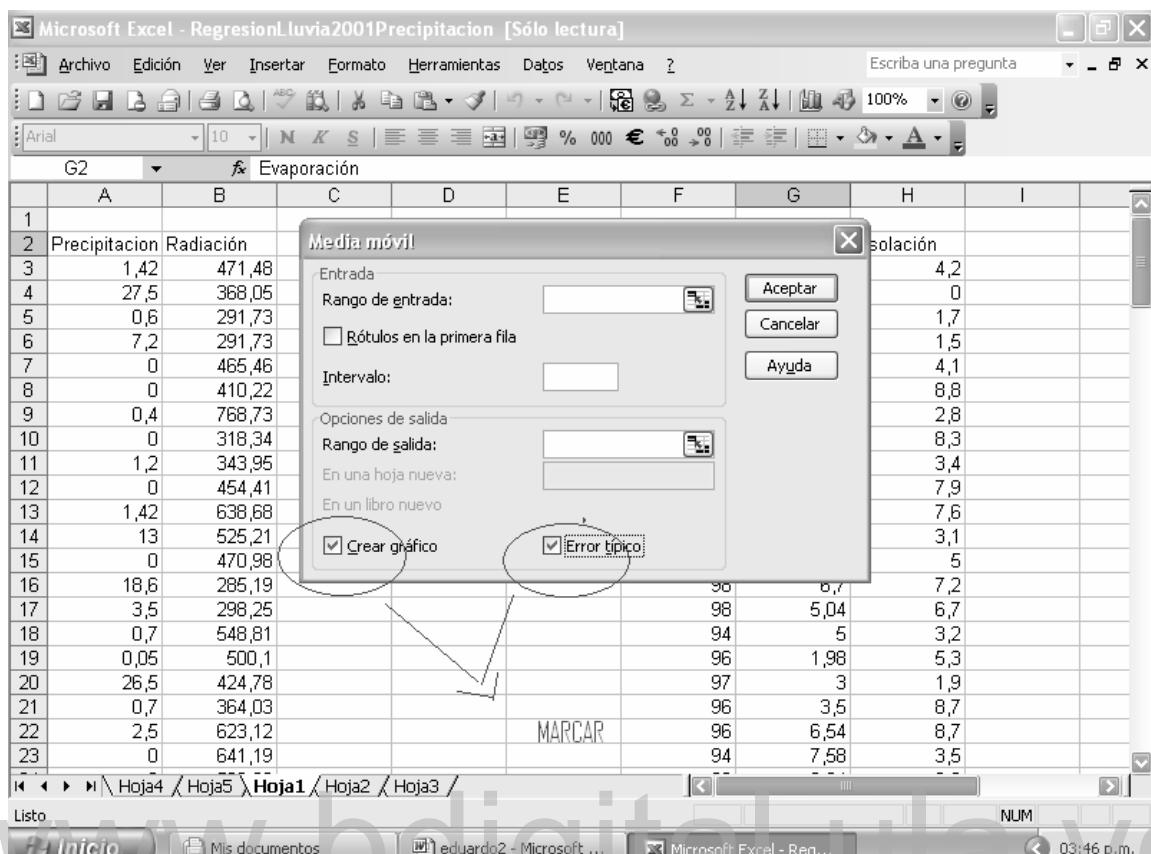


Figura 10

Luego se obtiene los resultados y se procede a su análisis, que es ver con detenimiento el grafico con los valores reales comparándolos con los valores pronósticos generados por el programa. También se procedió a ver la calidad de los valores del pronóstico observando los errores que nos genera el sistema.

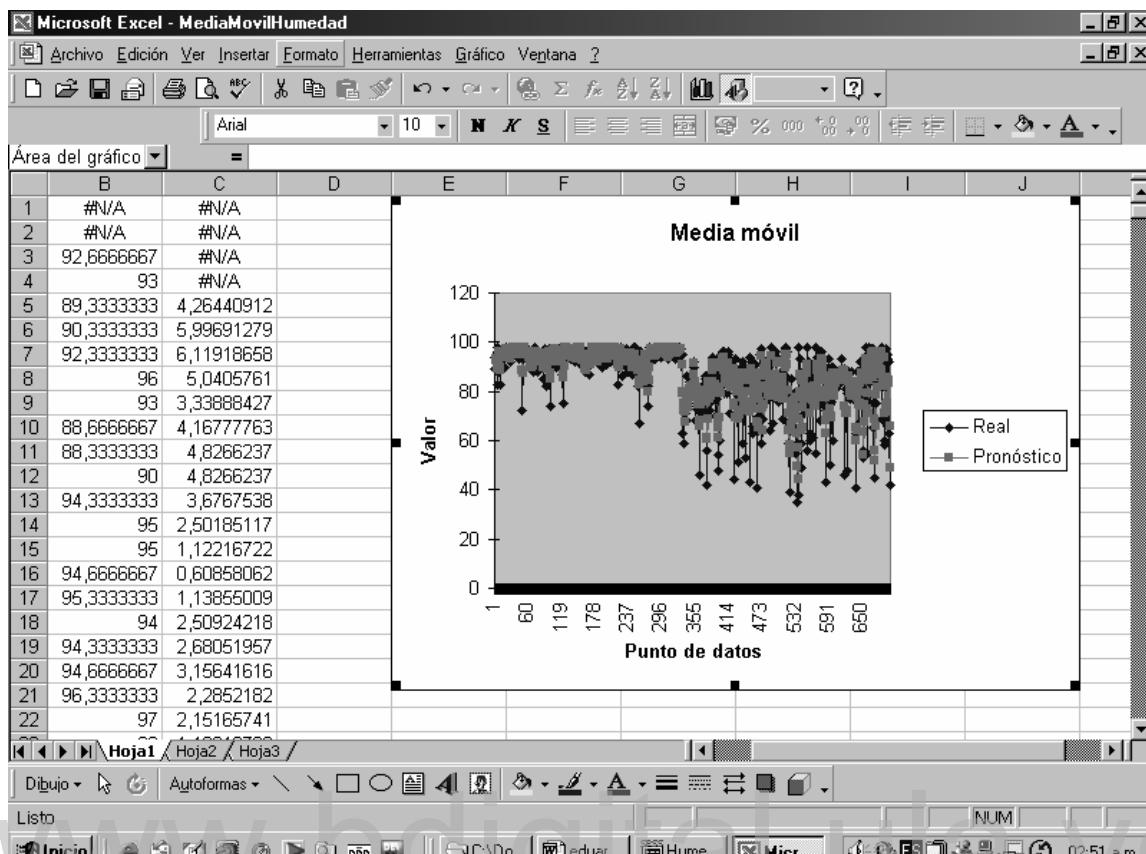


Figura 11

SUAVIZACION EXPONENCIAL

Siguiendo el trabajo con el Microsoft Excel se procedió a realizar la suavización exponencial de la siguiente manera:

Se realiza el mismo paso que para la media móvil, solo que en las diferentes opciones de funciones de análisis se va a utilizar es la de suavización exponencial de la siguiente manera como se muestra en el grafico.

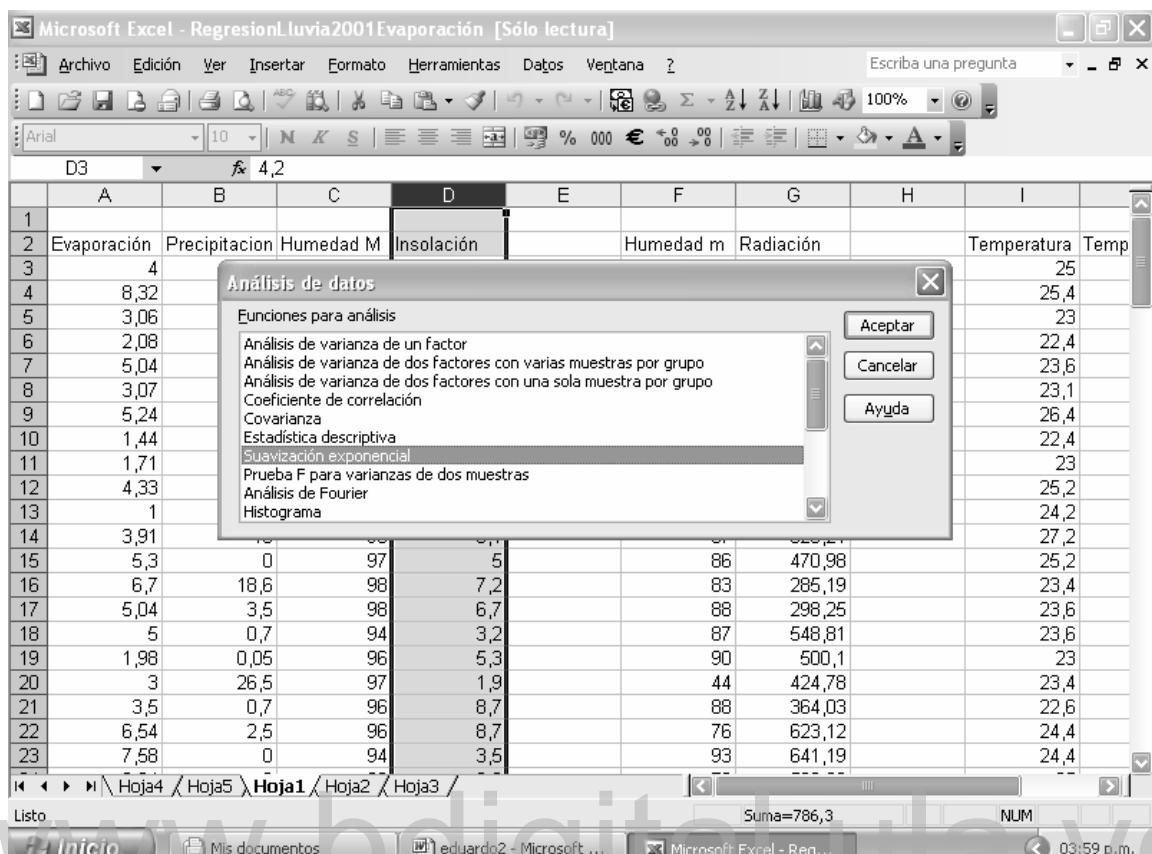


Figura 12

Luego se procede a la introducción de los datos, donde los rangos de entrada serán los valores de la variable que queremos analizar, y el factor de suavización que fueron tomados: 0,1 ; 0,5 ; 0,9 . El rango de salida será la columna donde queremos que salga el pronóstico, además de que tenemos que señalar la parte de crear grafico, y los errores. La página se muestra a continuación:

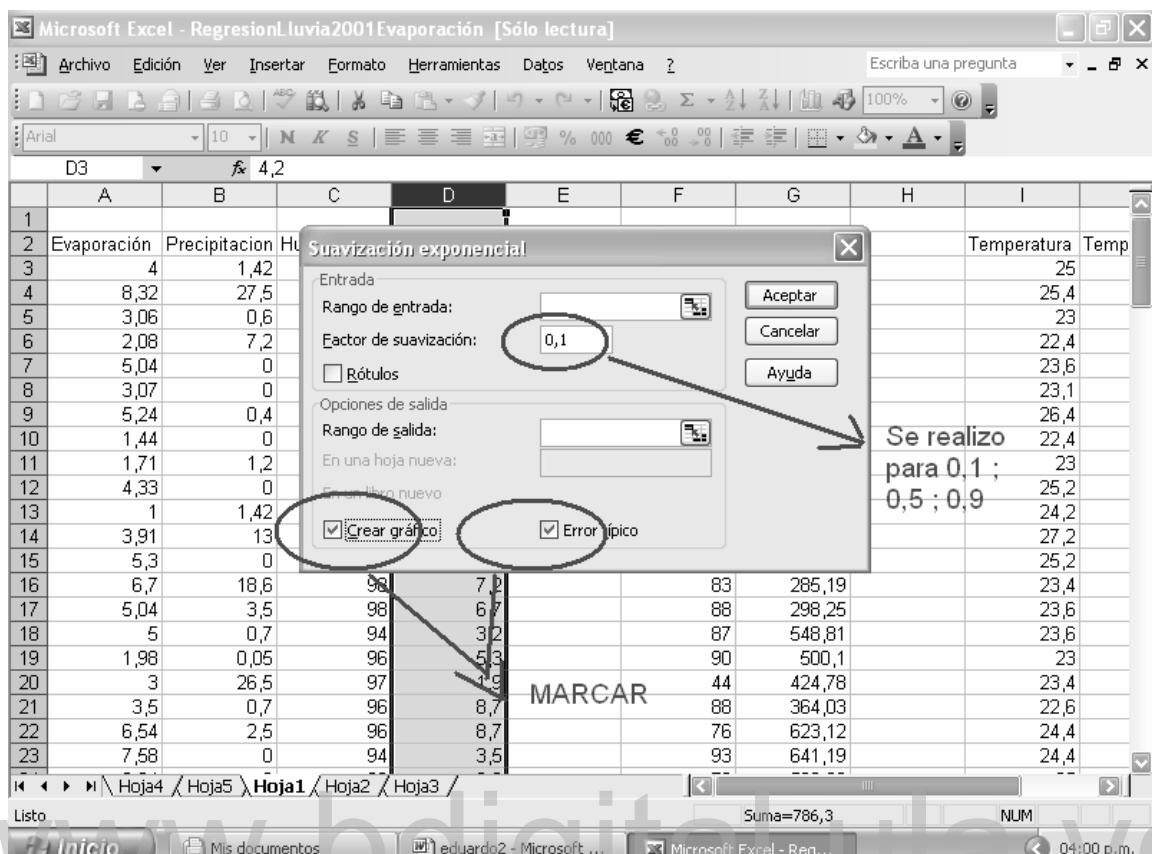


Figura 13

Luego se obtendrá el resultado y se analizara de la siguiente manera, primero comparar cada una de las curvas de pronósticos con los valores reales y ver que tan buena es la aproximación. Se noto que las curvas que se obtuvieron con el factor de suavización de 0,1 fueron las que mejor se comportaron en comparación con los datos reales.

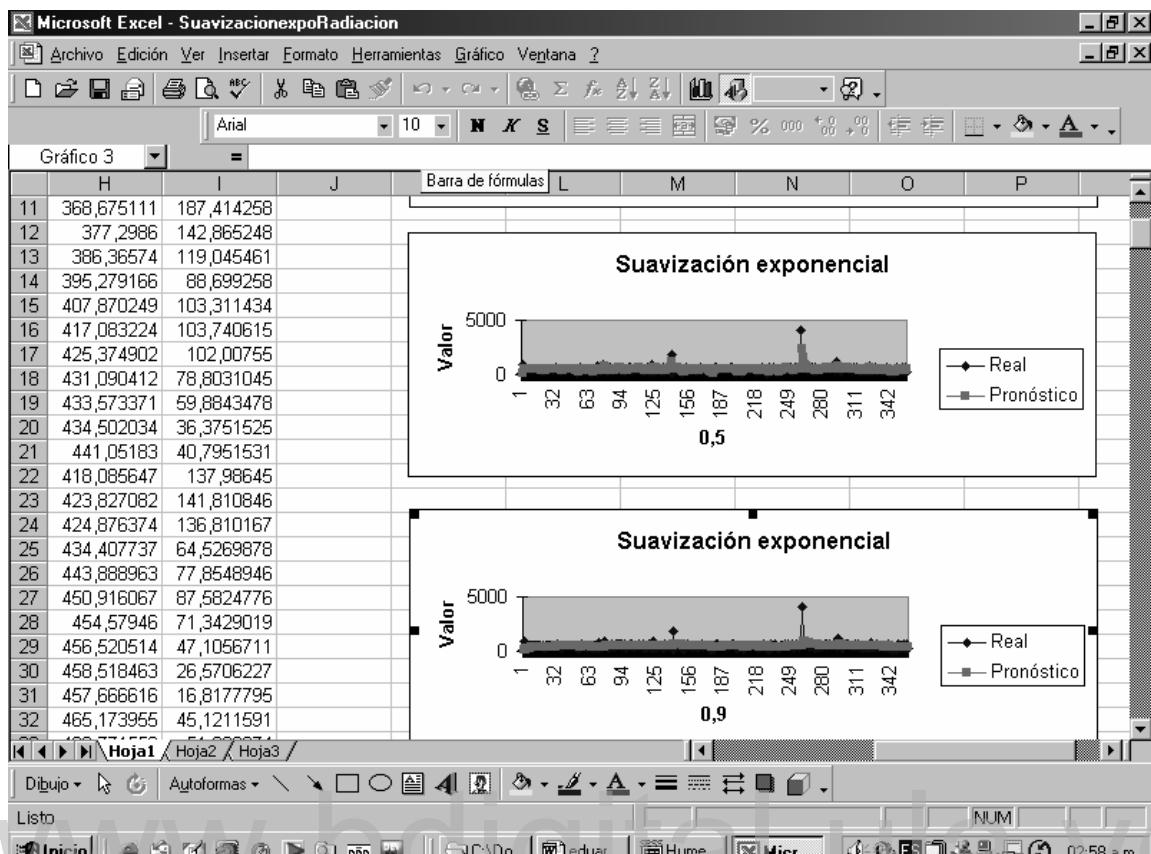


Figura 14

REGRESIÓN

Continuando con el análisis estadístico de los datos se decidió la aplicación de la regresión lineal mediante la utilización de la herramienta de Microsoft Excel y el soporte de SPSS. Partiendo con la idea de obtener curvas predictoras para las diferentes variables en estudio en la tesis, se partió tomando como variable dependiente a una cualquiera y las demás como variables independientes o predictoras de ella, así se realizó para cada una de las variables, y se procedió a realizar la regresión como se muestran los pasos de la siguiente manera.

Se empieza con los mismos pasos realizados en la media móvil y la suavización exponencial solo que a la hora de escoger la función en el análisis de los datos será la regresión como se muestra a continuación:

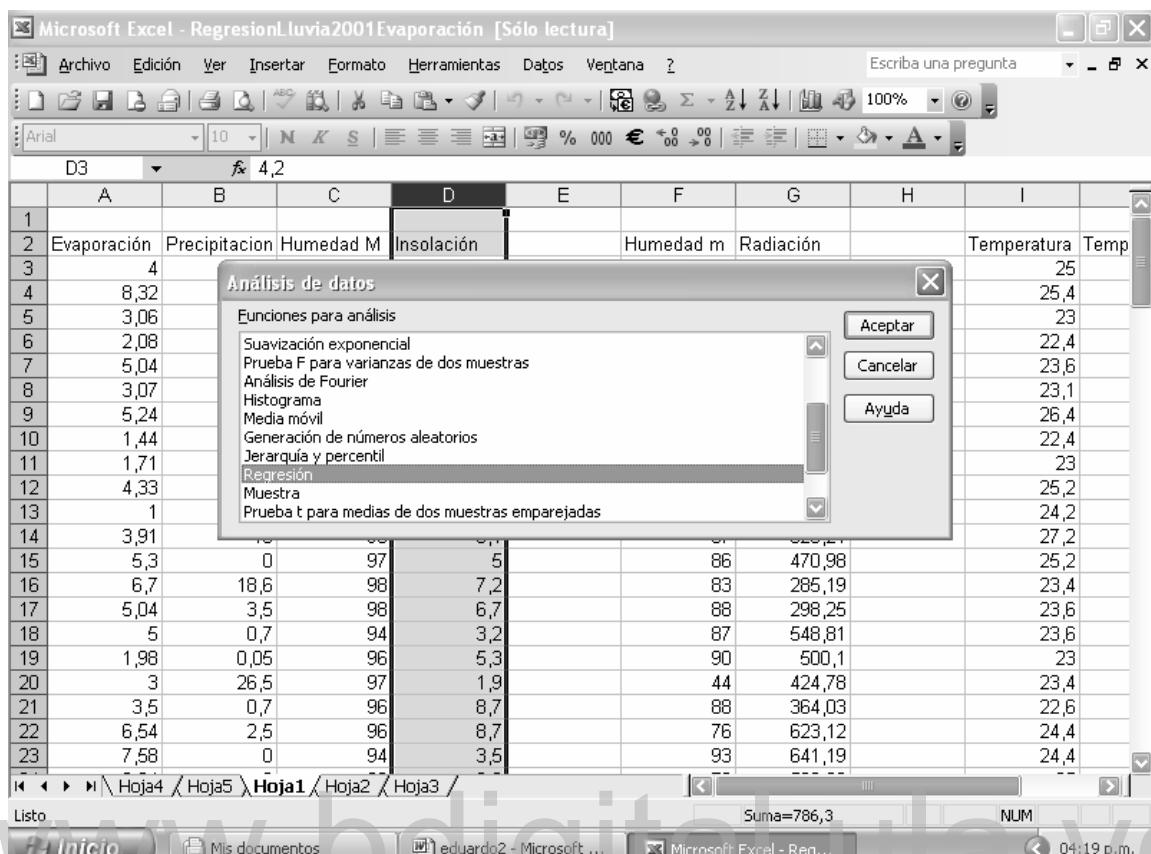


Figura 15

En este paso se procede a introducir el rango de valores de la variable dependiente así como de las variables independientes, se utiliza un nivel de confianza del 95%, se marcaran las opciones de residuos, residuos estándares, grafico de residuales, así como el grafico de probabilidad normal, para verificar el éxito de la regresión (en cuanto a la suposición inicial de normalidad en los residuos, la cual es necesaria para aplicar la regresión lineal). Además se garantiza ausencia de multicolinealidad (correlación entre variables independientes en un modelo), ya que las pruebas de correlación parcial y múltiple (Correlación de Pearson) arrojaron conclusiones de ausencia de relación directa entre pares de variables.

En esta primera corrida se empieza por descartar los valores que tengan errores estándares mayores de 3 o menores de -3, para eliminar cualquier posible dato fantasma (valores aberrantes) que se encuentre en la regresión.

Después de realizado este paso se procede, a realizar las pruebas de **Análisis de Varianza** con las pruebas F para todo el modelo y la prueba T para cada uno de los coeficientes arrojados en la regresión. De manera resumida se

tiene: si el valor critico de F, así como también la probabilidad asociada a cada variable independiente (prueba T – Valor crítico de T), es $<5\%$ (nivel de confianza trabajado en esta investigación del 95%) se rechaza la hipótesis planteada en el análisis de varianza ANOVA, es decir los términos de la regresión son iguales a cero. Al rechazar esta hipótesis se establece que los parámetros de la regresión son distintos de cero y señalan la presencia de la variable para obtener la curva de pronóstico. Las que no pasen este criterio salen automáticamente del modelo, y se vuelve a aplicar la regresión con las variables que entran en el nuevo modelo solamente.

Aquí se muestra un resultado:

Microsoft Excel - RegresionLluvia2001Evaporación [Sólo lectura]

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Media cuadrática de los cuadrados restantes	F	Valor critico de F
Regresión	7	1033,36814	147,62402	5,56658994
Residuos	124	3288,49666	26,5196505	
Total	131	4321,8048		

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	33,8811981	20,9651525	1,6160721	0,10862016	-7,61471082	75,3771069	-7,61471082	75,3771069
Variable X 1	0,39549735	0,06915508	5,71899299	7,5691E-08	-0,25062805	SI ENTRA EN EL NUEVO MODELO	-0,53237461	2
Variable X 2	-0,13309513	0,43300268	-0,30737714	0,75907197	-0,3981267	NO	2	0,72393847
Variable X 3	-0,47557029	0,57173067	-0,83180825	0,40711619	-1,667185	NO	3	0,65604485
Variable X 4	-0,31864059	0,14487701	-2,19938685	0,02970473	-0,6053927	SI	7	-0,03188841
Variable X 5	0,06541126	0,04472335	1,46257505	0,14611366	-0,0231037	NO	8	0,1539313
Variable X 6	0,00062945	0,0041176	0,15286783	0,87875138	-0,0075204	NO	3	0,00877933
Variable X 7	0,48438892	0,23870819	2,0292095	0,04457774	-0,8119125	SI	6	0,95685929

Figura 16

Como segundo paso en la regresión lineal se chequeó el **comportamiento de los residuos** para garantizar Normalidad y esperanza o media con un valor cero. Además, se graficaron los residuos contra los valores pronosticados para la variable “y” o de salida (dependiente) en cada uno de los casos para así garantizar la varianza constante del error, la cual es otra condición necesaria

para la validez de la curva obtenida. En este mismo paso, y aprovechando las bondades de SPSS y Excel se verificó el análisis de los residuos contra cada una de las variables presentes en el modelo a los fines de corroborar algún efecto omitido de alguna variable y poder así ajustar algún efecto polinomial dentro de la curva obtenida.

Como tercer paso, se chequeó la varianza (*desviación estándar y error típico*) de los resultados a nivel del modelo completo y de cada uno de los coeficientes o parámetros obtenidos en la regresión. Este paso fue vital para crear modelos estables y de poca dispersión.

Finalmente y para reoptimizar los modelos, se procedió a verificar que no existiese niveles de correlación (autocorrelación) entre los residuos estándares afectados por ciclos de tiempo o relación secuencial. Esta prueba se estableció con la estadística de **Durbin – Watson**, y se comprobó que en gran parte de los modelos se verificaba tal situación. Este percance se resolvió eliminando la correlación mediante el algoritmo de Cochrane y Orcutt, tomado de – *Canavos, George. Probabilidad y Estadística. McGraw Hill. 1era Edición. México 1988.*

La aplicación de este algoritmo mejoró sustancialmente los resultados, obteniendo errores típicos inferiores a 1 y curvas de ajuste lineales en todas las variables de gran acierto en los pronósticos.

Estos 4 pasos se realizaron en las variables bajo estudio, creando 8 modelos de regresión lineal múltiple en la mayoría de los casos y que toman como base el año 2001 para el pronóstico para series posteriores. Además, las curvas de predicción establecieron márgenes de error muy inferiores a los presentados por las series de tiempo tratadas con media móvil y suavización exponencial. Esto dio pie para tomar la decisión de automatizar únicamente el criterio o los modelos obtenidos con la regresión.

3.3 RESULTADOS – Modelos:

Modelos para el año 2001 (Período de Lluvias)

Leyenda:

Radiación: R

Temperatura Máxima: TM

Temperatura Mínima: Tm

Humedad Máxima: HM

Humedad Mínima: Hm.

Precipitación: P

Insolación: I

Evaporación: E

Radiación:

$$y = -525,26313 + 45,089923 * TM$$

Insolación:

$$y = 16,022432 - 0,09962 * P - 0,0340906 * Hm - 0,613905 * Tm + 0,06494815 * E$$

Evaporación:

$$y = 15,8535 + 0,317168 * P - 0,224212 * HM + 0,284840 * I$$

Humedad Mínima:

$$y = -114,4330 + 1,586659 * TM + 3,438926 * Tm + 1,253135 * HM$$

Humedad Máxima:

$$y = 100,11078 + 0,124388 * P - 0,968724 * TM + 0,117382 * Hm - 0,119294 * E$$

Temperatura Mínima:

$$y = 19,03168 + 0,02418 * Tm - 0,428686 * TM - 0,163525 * I$$

Temperatura Máxima:

$$y = 32,2739 + 0,004847 * R - 0,740859 * Tm - 0,140739 * HM + 0,0,03279 * Hm$$

Precipitación:

$$y = -31,534021 + 0,360251 * HM + 0,486245 * E - 0,803786 * I$$

Modelos para el año 2001 (Período de Sequía)

Evaporación: No ahí suficiente información – el modelo no fue concluyente.

Humedad Máxima:

$$Y = 94,8928 + 0,427687 * Tm - 0,367728 * TM + 0,050341 * Hm$$

Humedad Mínima:

$$Y = -103,1921 + 1,8637 * HM + 1,995527 * Tm$$

Temperatura Máxima:

$$Y = 28,9278 - 0,147075 * HM + 0,310173 * Tm$$

Temperatura Mínima:

$$Y = -248,5186 + 4,489531 * HM + 3,1272 * TM$$

Precipitación:

$$Y = 11,153237 - 0,01829 * R$$

Insolación:

No ahí suficiente información

Radiación:

$$Y = 465,4744 - 4,233357*P$$

Finalmente, se realizaron diferentes entrevistas a expertos en el tema de clima para que analizaran nuestras curvas y la respuesta fue muy satisfactoria las cuales en más de un 90% cumplían con las leyes climáticas. Es decir, los modelos reflejan las suposiciones iniciales que sirvieron de marco teórico para el uso de la herramienta de regresión lineal.

3.4 ENTREVISTAS

Según Cerdá, H. (1991), la entrevista “es una conversación que tiene un propósito muy definido y se da en función del tema que se investiga. En general se plantea como un proceso de transacción de dar y recibir información, de pregunta – respuesta, de emisor – receptor, hasta alcanzar los objetivos que se propongan los investigadores. Por medio de la entrevista se obtiene toda aquella información que no se obtiene por la observación”(p259)

Se empezó realizando una entrevista al Ing. Ramón E. Jaimes, profesor de la facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de los Andes, Miembro del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP) y persona encargada de la estación climatológica y por medio del cual obtuvimos la base de datos. Por medio de dicha entrevista se pudo conocer todo lo relacionado a la estación climatológica y las variables climáticas.

Luego se entrevistó a la Ing. Hidrometeorologista María Isabel Rojas Polanco (UCV) profesora de la Escuela de Geografía de la Universidad de Los Andes, con la finalidad de validar las curvas ☐revictoria, así como darle confiabilidad al trabajo realizado. La ingeniera corroboró las curvas y le dio validez a las diferentes funciones que se obtuvieron mediante la regresión.

Después de haber verificado las curvas predictorias se procedió a elaborar la página Web dinámica para el pronóstico del tiempo (variables bajo estudio. Esta página se soportó en el lenguaje Java Script y Html.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO 4

PAGINA WEB DINAMICA: “PRONOSTICO DEL TIEMPO Y VARIABLES CLIMATOLOGICAS”

Después de haber verificado las curvas Predictorias se procedió a la implementación de las mismas en un sistema de información web, que esta compuesto de una página web dinámica con una interfaz amigable, las características de la misma y el respectivo procedimiento de instalación se muestran a continuación:

- Requerimientos mínimos para los PC donde se desea correr la pagina: Cualquier maquina que posee algún navegador web: Internet Explorer, mozilla, etc.
- Copiar la carpeta TESIS en el disco duro del computador donde se quiere ver la pagina.
- Abrir la carpeta TESIS.
- Ejecutar el archivo Index.html
- Ya con nuestra página abierta procedemos a explicar las características de la misma así como cada función de sus menús.
- El menú principal de la pagina se muestra a continuación: consta de el titulo de la tesis, con un imagen climática, así como se muestran los diferentes menús que consta la pagina:

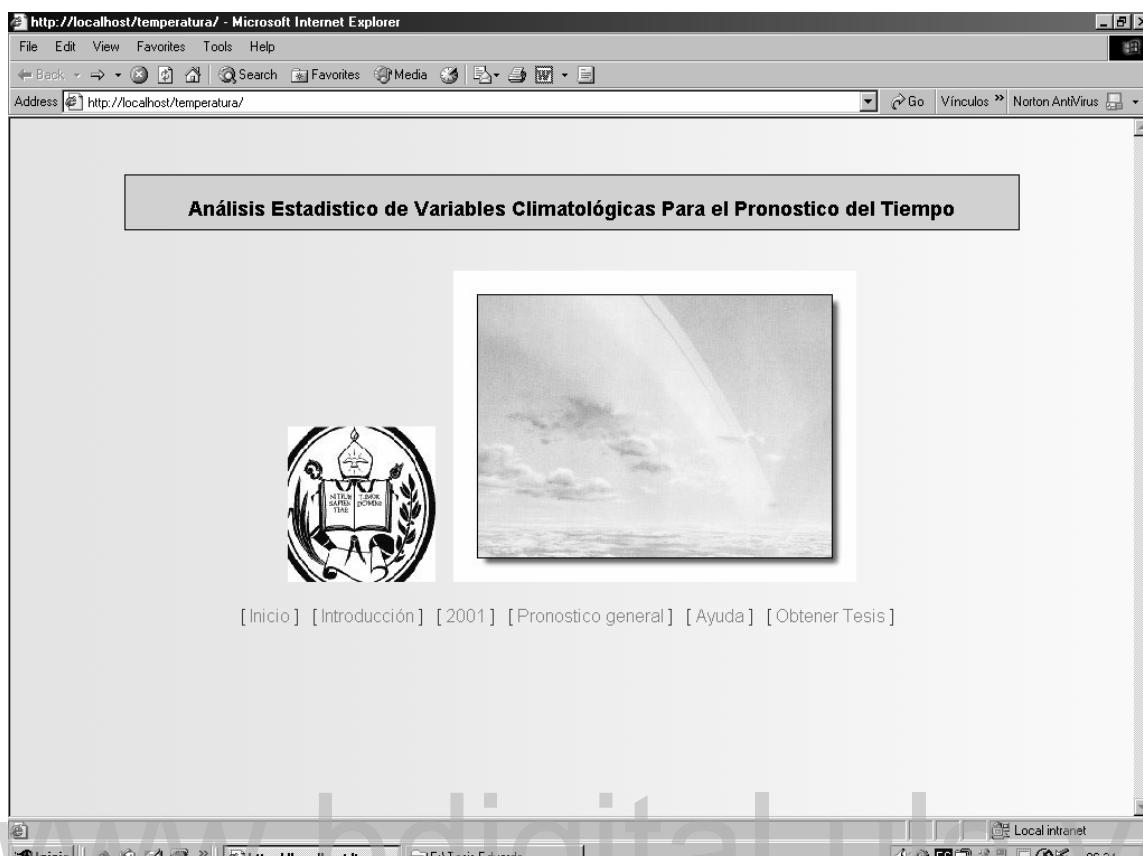


Figura 17

Como se puede ver se muestra la pagina principal o también llamada pagina índice (index) en la que se encuentra un menú horizontal que funciona para acceder a todas las características y funciones de la pagina, este menú principal se mostrara en cada una de las paginas para tener acceso a cualquier característica en el instante que lo deseé. Las características principales de cada uno de los menús de la página principal se muestran a continuación:

[Inicio] = Nos mostrara la página principal desde cualquier otra función de la página en la que nos encontremos.

[Introducción] = Suministrara información relacionada con la tesis de grado así como de la página web.

[2001] = Esta función nos permitirá realizar pronósticos de las variables climatológicas para cada una de ellas singularmente.

[Pronostico General] = Permitirá al usuario predecir el valor de todas las variables climatológicas de una sola consulta.

[Ayuda] = Este menú será una guía para el usuario en cada una de las páginas donde se encuentre.

[Obtener Tesis] = Esta función permitirá obtener el documento completo de la tesis en formato Word.

Ya teniendo las características principales de cada uno de los menús de la página, se mostrarán las diferentes interfaces con sus características: Para empezar se muestra el menú [Introducción] donde se dan las características de la tesis y la página, su interfaz es la siguiente:

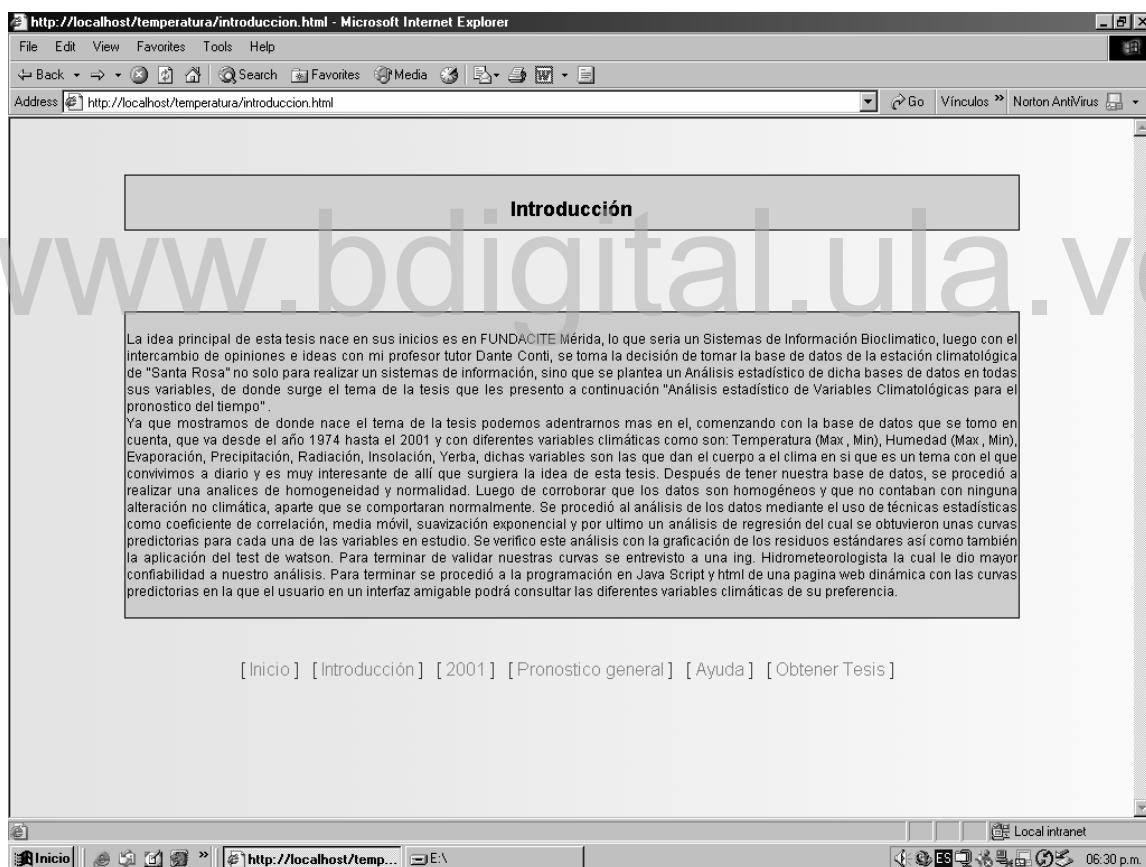


Figura 18

En el menú [2001] aparecerá una interfaz en la cual el usuario elegirá la variable que desea consultar así como el periodo (lluvia o sequía) de su preferencia, el usuario deberá señalar su escogencia y introducir los datos que se le pidan por pantalla y así obtendrá el resultado de su consulta. La interfaz de este menú se muestra a continuación:

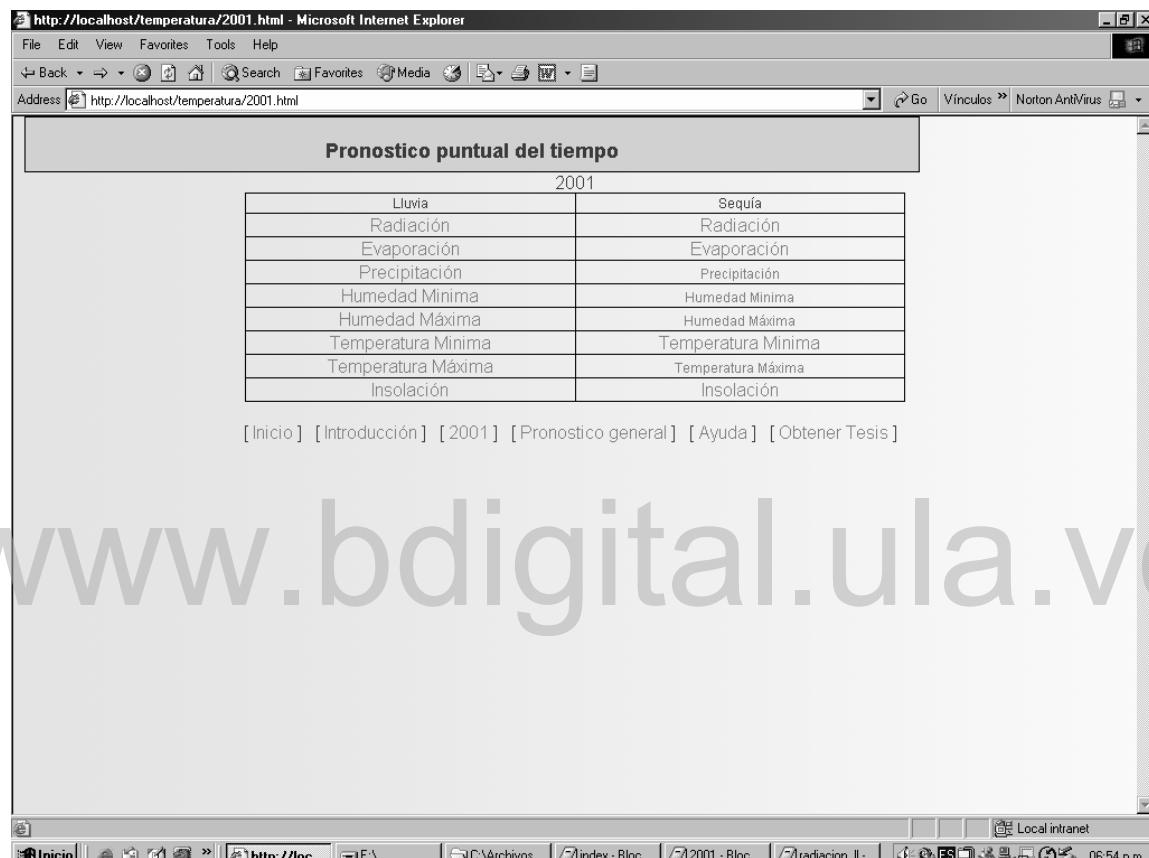


Figura 19

El menú [Pronostico General] el usuario deberá introducir por pantalla cada uno de los valores de las variables climatológicas estudiadas. La interfaz de dicho menú es la siguiente:

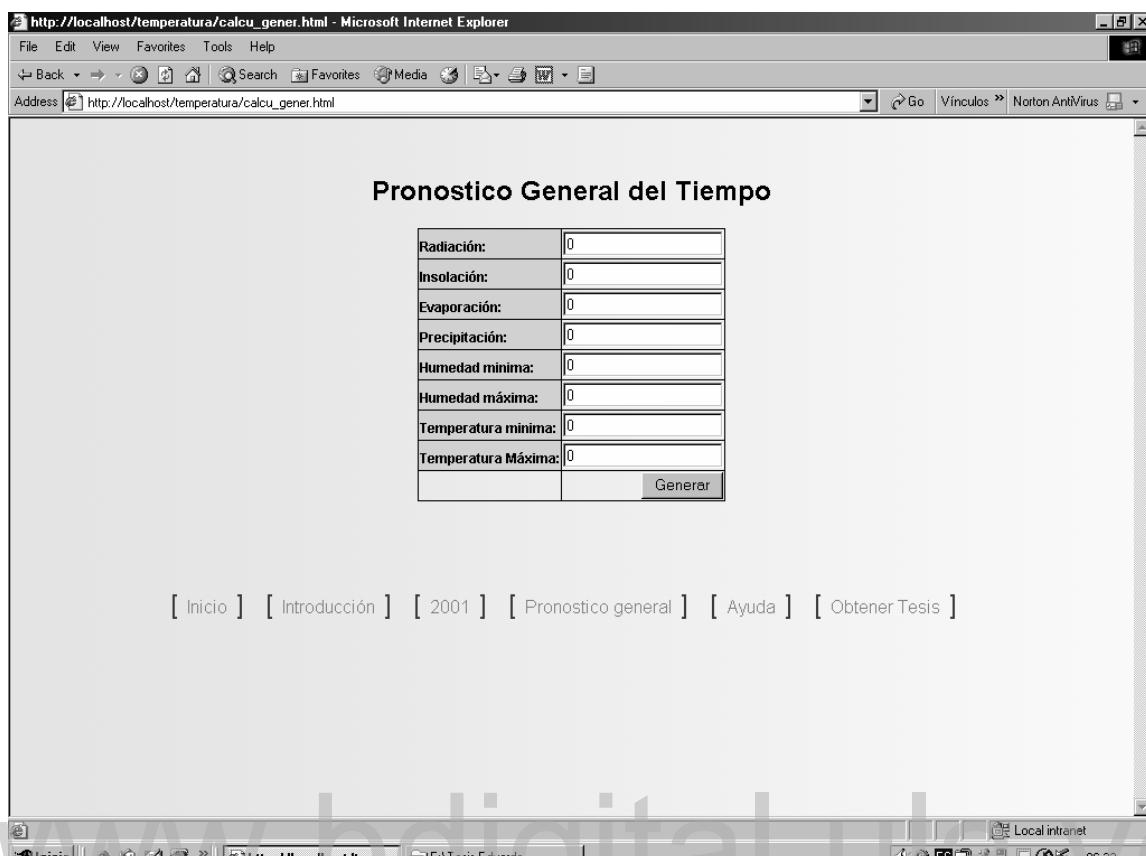


Figura 20

Después de introducir los datos, se procederá a señalar el botón Generar, y se obtendrán los valores de cada una da las variables para los periodos de Sequia y Lluvia. La interfaz es la siguiente:

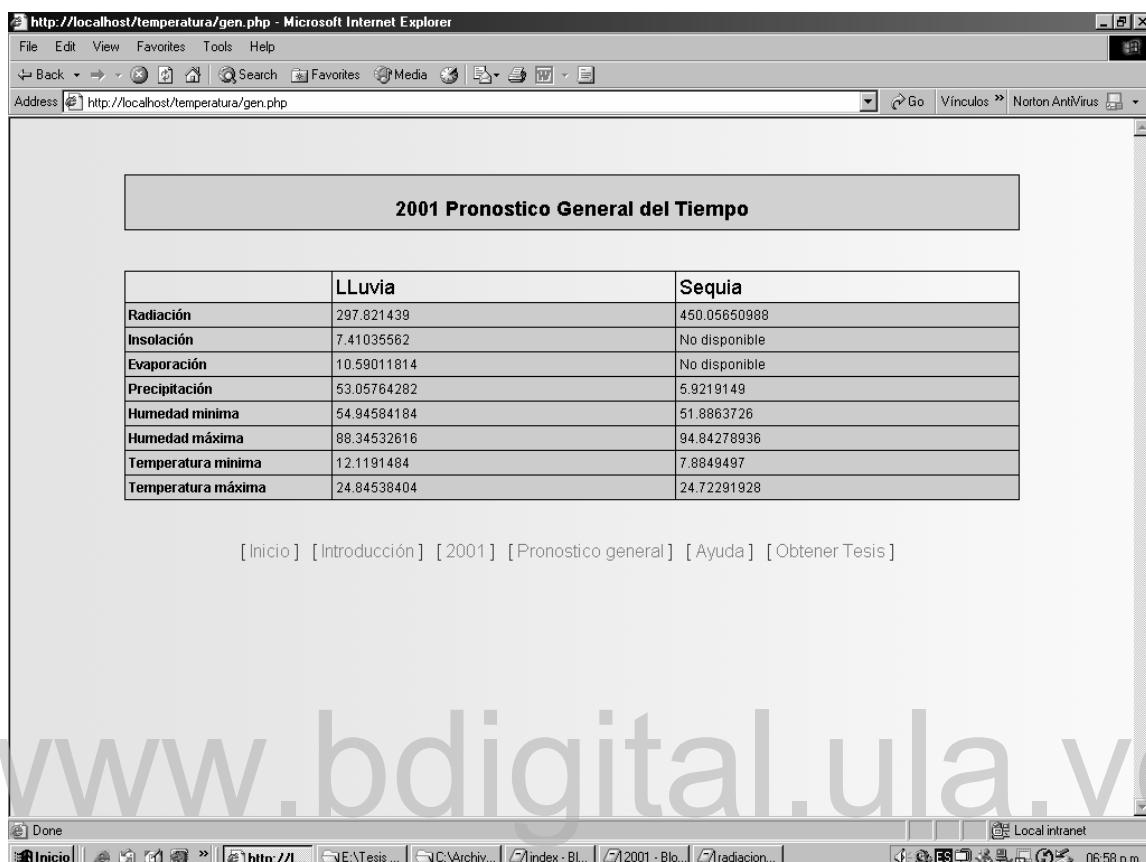


Figura 21

El menú [Ayuda] dará la información necesaria en las diferentes páginas para que el usuario tenga una colaboración para cualquier característica de la página que no entienda. Tendrá una interfaz de la siguiente manera, con la información de conveniencia para la pagina en que se encuentre en esos momentos el usuario.



Figura 22

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Una vez realizado el análisis e implementación de la base de datos climatológica de “Santa Rosa” podemos presentar las siguientes conclusiones:

Se deben realizar análisis de homogeneidad para bases de datos climáticas ya que se presentan varias anomalías a la hora de transcribir los datos, cambios en los equipos de medición, cambio de la estación, etc. También se debe verificar normalidad en los datos ya que es importante para la serie de técnicas para análisis estadístico de datos que se presentaron.

Se observó que de las diferentes técnicas utilizadas para el análisis de datos la regresión fue la que realizó la mejor aproximación por encima de la media móvil y suavización exponencial ya que sus errores cuadráticos fueron pequeños.

Después de obtener las curvas predictorias se deben verificar mediante el análisis de normalidad de los residuos de la regresión lineal.

Para un periodo de reoptimización de los modelos obtenidos se deberá verificar que no existan niveles de correlación (autocorrelación) entre los residuos estándares. Para esta prueba se recomienda utilizar la estadística de **Durbin – Watson**.

Cuando se trabaja con temas climáticos que no se tiene completo dominio es bueno consultar a expertos y comprobar que el trabajo realizado es acorde con la realidad.

Es sumamente importante para la realización de cualquier sistema web el consultar con los posibles usuarios para determinar la interfaz y el tipo de menú más conveniente para ellos.

En una conclusión general podríamos decir que el trabajo realizado puede servir como base para futuros ensayos relacionados con el tema.

Recomendaciones

Se recomienda profundizar en el análisis estadístico con técnicas como Minería de Datos, teoría del caos, etc.

Incentivar el uso de paquetes estadísticos para el curso de Estocástica 2 y 3. Se propone que se cree un Lab. De Estocástica paralelo a la materia donde se trabajen los diferentes tópicos de la materia pero en los paquetes estadísticos (SPSS, Minitab, etc)

Se recomienda montar la pagina web en cualquier servidor de acceso publico de la ULA.

www.bdigital.ula.ve

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Canavos George. Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos. 1era Edición. Editorial McGraw Hill. México 1988.
- [2] Mendenhall, Scheaffer y Wackerly. Estadística Matemática con Aplicaciones. 2da Edición. Editorial Iberoamericano. México 1994.
- [3] Montgomery, Diseño Estadístico de Experimentos. Editorial McGraw Hill. México 1998.
- [4] Manual en línea de SPSS. Versión 11.0
- [5] Manual en linea de Minitab. Versión 10.0
- [6] Manual de Microsoft Excel. Ayuda del Software implementada dentro de Microsoft Office XP.
- [7] Debold Francis. Pronostico. Editorial Thomson. México 2000.
- [8] Taha Hamdy A. Investigación de Operaciones. Sexta Edición. México 1997.
- [9] http://www.igsap.map.es/cia/cartas/mma/Folleto_inm.pdf
- [10] <http://www.filob.uba.ar/contenidos/carreras/geografia/catedras/cambioclimatico/sitio/Unidad%203.pdf>
- [11] Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales y Ambientales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Divulgativo. Año 26 Nº 3 y 4. Julio-Diciembre 2001.
- [12] http://es.tldp.org/Manuales-LuCAS/manual_PHP/manual_PHP
- [13] <http://www.spss.com>

www.bdigital.ula.ve
ANEXO A

RESPUESTAS NORMALIDAD DEL TEST KOLGOMOROV-SMIRNOV EN SPSS

Evaporación:

OutPut	Año	Promedio	α_i	Decisión
68	1974	4,09	0,899	Si
69	1975	8,74	0,354	Si
70	1976	3,99	0,650	Si
71	1977	4,65	0,682	Si
72	1978	4,26	0,832	Si
73	1979	4,20	0,959	Si
74	1980	4,47	0,964	Si
75	1982	3,87	0,914	Si
76	1983	4,23	0,576	Si
77	1987	4,18	0,430	Si
78	1988	4,50	0,356	Si
79	1989	4,72	0	No
80	1990	4,18	0,430	Si
81	1991	4,29	0,594	Si
82	1992	4,41	0,109	Si
83	1993	4,22	0,638	Si
84	1994	3,74	0,785	Si
85	1996	3,75	0,485	Si
86	1997	4,85	0	No
87	2000	4,33	0	No
88	2001	5,65	0	No

Humedad Máxima

Output	Año	Promedio	α_i	Decisión
56	1974	15,49	0,025	No
57	1975	15,48	0,033	No
58	1976	15,13	0,002	No
59	1977	15,52	0,034	No
60	1978	15,70	0,029	No
61	1979	16,44	0,102	Si
62	1980	16,89	0,088	Si
63	1981	16,41	0,069	Si
64	1982	16,84	0,280	Si
65	1983	17,79	0	No
66	2000	96,08	0	No
67	2001	94,05	0	No

Humedad Minima

Output	Año	Promedio	α_i	Decisión
143	1974	13,67	0	No
144	1975	13,76	0	No
145	1976	13,47	0	No
146	1977	13,91	0	No
147	1978	14,61	0	No
148	1979	14,45	0	No
149	1980	14,21	0,052	Si
150	1981	14,41	0,049	No
151	1982	14,64	0	No
152	1983	14,70	0,003	No
153	2000	74,27	0	No
154	2001	79,84	0	No

Humedad Máxima (Lluvia)

Output	Año	Promedio	α_i	Decisión
206	1974	16,05	0,101	Si
207	1975	16,12	0,191	Si
208	1976	15,94	0,312	Si
209	1977	16,23	0,145	Si
210	1978	16,06	0,083	Si
211	1979	17,16	0,062	Si
212	1980	17,28	0,471	Si
213	1981	16,53	0,243	Si
214	1982	17,33	0,419	Si
215	1983	17,62	0,117	Si
216	2000	95,98	0	No
217	2001	93,48	0	No

Humedad Minima (Lluvia)

Output	Año	Promedio	α_i	Decisión
218	1974	14,17	0,001	No
219	1975	14,34	0	No
220	1976	14,15	0,167	Si
221	1977	14,81	0,268	Si
222	1978	14,70	0,069	Si
223	1979	14,98	0,025	No

224	1980	14,90	0,092	Si
225	1981	14,56	0,125	Si
226	1982	14,73	0,047	No
227	1983	15,90	0	No
228	2000	74,61	0	No
229	2001	81,51	0	No

Humedad Máxima (Sequía)

Output	Año	Promedio	α_i	Decisión
250	1974	14,98	0,062	Si
251	1975	14,82	0,416	Si
252	1976	14,33	0,413	Si
253	1977	14,81	0,274	Si
254	1978	15,18	0,208	Si
255	1979	15,65	0,063	Si
256	1980	16,55	0,032	No
257	1981	16,43	0,538	Si
258	1982	16,21	0,537	Si
259	1983	17,99	0	No

Humedad Mínima (Sequía)

Output	Año	Promedio	α_i	Decisión
260	1974	13,22	0,311	Si
261	1975	13,18	0,056	Si
262	1976	12,78	0,166	Si
263	1977	12,89	0,104	Si
264	1978	14,52	0	No

Temperatura Máxima

Output	Año	Promedio	α_i	Decisión
28	1974	20,89	0,001	No
29	1975	20,85	0	No
30	1976	21,23	0,173	Si
31	1977	22,12	0,44	Si
32	1978	21,46	0,055	Si
33	1979	21,63	0,069	Si
34	1980	22,22	0,652	Si
35	1981	21,60	0,056	Si
36	1982	21,67	0,349	Si
37	1983	22,71	0,357	Si
38	1984	21,56	0,232	Si
39	1985	21,16	0,086	Si
40	1986	21,57	0,247	Si
41	1987	22,86	0,425	Si
42	1988	21,93	0,067	Si
43	1989	21,76	0,013	No
44	1990	22,05	0,128	Si
45	1991	22,15	0,352	Si
46	1992	22,54	0,021	Si
47	1993	22,47	0,34	Si
48	1994	22,01	0,221	Si
49	1996	21,93	0,001	No
50	1997	20,03	0	No
51	1998	22,64	0	No
52	1999	22,89	0,076	Si
54	2000	22,85	0,027	Si
55	2001	23,73	0,078	Si

Temperatura Mínima (Lluvia)

OutPut	Año	Promedio	α_i	Decisión
155	1974	12,36	0,009	No
156	1975	12,37	0,120	Si
157	1976	12,70	0,028	No
158	1977	13,02	0,135	Si
159	1978	12,82	0,199	Si
160	1979	13,28	0,056	Si
161	1980	13,28	0,260	Si
162	1981	14,69	0,002	No
163	1982	12,75	0,073	Si
164	1983	13,04	0,01	No
165	1984	12,25	0,341	Si
166	1985	12,33	0,664	Si
167	1986	12,23	0,224	Si
168	1987	13,23	0,121	Si
169	1988	12,81	0,181	Si

170	1989	12,33	0,089	Si
171	1990	12,73	0,069	Si
172	1991	12,68	0,079	Si
173	1992	12,73	0,178	Si
174	1993	12,93	0,560	Si
175	1994	12,70	0,239	Si
176	1996	12,61	0,320	Si
177	1997	13,53	0	No
178	1998	13,27	0,007	No
179	1999	12,10	0,180	Si
180	2000	11,89	0	No
181	2001	12,36	0,033	No

Temperatura Mínima (Sequía)

OutPut	Año	Promedio	α_i	Decisión
236	1974	11,46	0,140	Si
237	1975	11,77	0,062	Si
238	1976	11,42	0,064	Si
239	1977	11,83	0,336	Si
240	1978	12,27	0,070	Si
241	1979	12,22	0,041	No
242	1980	12,12	0,215	Si
243	1981	13,38	0,072	Si
244	1982	12,41	0,681	Si
245	1983	12,49	0,231	Si
246	1984	11,41	0,520	Si
247	1985	11,28	0,137	Si
248	1986	11,44	0,127	Si
249	1987	12,24	0,403	Si

Yerba (Lluvia)

OutPut	Año	Promedio	α_i	Decisión
182	1974	10,87	0,174	Si
183	1975	10,94	0,075	Si
184	1976	11,48	0,09	Si
185	1977	11,62	0,101	Si
186	1978	12,32	0,171	Si
187	1979	13,59	0	No
188	1980	13,39	0	No
189	1981	18,67	0	No
190	1982	12,40	0,054	Si
191	1983	12,38	0,083	Si
192	1986	12,15	0,365	Si
193	1987	14,16	0	No
194	1988	13,36	0,274	Si
195	1989	12,50	0,289	Si

196	1990	12,77	0,089	Si
197	1991	12,57	0,055	Si
198	1992	12,59	0,044	No
199	1993	12,49	0,125	Si
200	1994	12,78	0,194	Si
201	1997	13,90	0	No

Insolación:

OutPut	Año	Promedio	α_i	Decisión
202	2001	5,84	0,26	Si
203	2000	5,01	0,068	Si

Radiación:

OutPut	Año	Promedio	α_i	Decisión
204	2001	534,16	0	No
205	2000	431,71	0	Si

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

TABLAS DE CORRELACIONES

2001	TM	Tm	HM	Hm	E	P	I	R
TM	X	0.011	0.046	-0.032	-0.028	0.014	0.102	0.092
Tm		X	-0.122	0.405	0.003	0.174	-0.368	-0.07
HM			X	-0.127	-0.06	-0.0002	0.102	-0.005
Hm				X	-0.054	0.1477	-0.344	-0.125
E					X	-0.001	0.0205	0.1373
P						X	-0.197	-0.068
I							X	0.1275
R								X

2000	TM	Tm	HM	Hm	E	P	I	R
TM	X	0.024	0.1217	-0.064	-0.029	-0.084	0.100	0.076
Tm		X	0.021	0.2315	0.044	-0.005	0.078	0.026
HM			X	0.035	0.033	0.006	-0.009	0.022
Hm				X	-0.089	0.064	0.064	-0.064
E					X	0.007	-0.017	-0.014
P						X	0.017	-0.075
I							X	-0.014
R								X

1997	TM	Tm	E	P	Y
TM	X	0.034	-0.183	0.100	0.206
Tm		X	-0.009	-0.002	0.674
E			X	0.002	0.034
P				X	0.033
Y					X

1983	TM	Tm	HM	Hm	E	P	Y
TM	X	0.075	0.048	0.054	-0.055	0.043	-0.044
Tm		X	-0.025	0.426	-0.077	0.151	0.551
HM			X	0.180	0.004	-0.032	-0.034
Hm				X	-0.114	0.108	0.442
E					X	-0.008	-0.128
P						X	0.152
Y							X

1982	TM	Tm	HM	Hm	E	P	Y
TM	X	0.043	0.183	0.051	0.040	-0.184	-0.182
Tm		X	0.099	0.184	-0.102	0.146	0.070

HM			X	0.579	0.047	0.002	-0.028
Hm				X	0.136	0.041	0.080
E					X	-0.051	-0.057
P						X	0.132
Y							X

1981	TM	Tm	HM	Hm	E	P	Y
TM	X	0.004	-0.004	-0.062	X	-0.175	-0.041
Tm		X	-0.105	0.218	X	0.277	0.076
HM			X	-0.043	X	-0.096	0.057
Hm				X	X	0.025	0.243
E					X	X	X
P						X	-0.043
Y							X

1980	TM	Tm	HM	Hm	E	P	Y
TM	X	0.140	0.096	0.007	-0.065	0.025	-0.101
Tm		X	0.186	0.240	-0.071	0.172	0.115
HM			X	0.254	0.007	0.174	0.115
Hm				X	-0.043	0.055	0.019
E					X	-0.073	-0.044
P						X	-0.005
Y							X

www.bdigital.ula.ve

CODIGO FUENTE PAGINA WEB PARA EL PRONOSTICO DEL TIEMPO

Pagina Principal (Index)

```
<html>

<link rel='stylesheet' href='css/_style.css' type='text/css'>

<head>
<style type="text/css"><!--
body {background-color: #ffffff; color: #000000;}
body, td, th, h1, h2 {font-family: sans-serif;}
pre {margin: 0px; font-family: monospace;}
a:link {color: #000099; text-decoration: none;}
a:hover {text-decoration: underline;}
table {border-collapse: collapse;}
.center {text-align: center;}
.center table { margin-left: auto; margin-right: auto; text-align: left;}
.center th { text-align: center; !important }
td, th { border: 1px solid #000000; font-size: 75%; vertical-align: baseline;}
h1 {font-size: 150%;}
h2 {font-size: 125%;}
.p {text-align: left;}
.e {background-color: #ccccff; font-weight: bold;}
.h {background-color: #9999cc; font-weight: bold;}
.v {background-color: #cccccc;}
i {color: #666666;}

hr {width: 600px; align: center; background-color: #cccccc; border: 0px; height: 1px;}
//--></style>
</head>

<body background='gp_fondo.gif' borderwidth=0 leftmargin=10 topmargin=50>

<center>

<table border=0 width=800><tr><td height=50 class='e'
align='center'><br><h1>An&aacute;isis Estadistico
```

```

de Variables Climatol&acute;icas Para el Pronostico del
Tiempo</td></tr></table>
<br><br><img src='ula.jpg'>&nbsp;&nbsp;&nbsp;<img
src='clima.jpg'><br><br>
<font class='normal'>[ <a href='index.html' class='rigth'>Inicio</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='introduccion.html' class='rigth'>Introducci&acute;n</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='2001.html' class='rigth'>2001</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='anterior.html' class='rigth'>A&ntilde;os Anteriores</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='calcu_gener.html' class='rigth'>Pronostico general</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='ayuda.html' class='rigth'>Ayuda</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='obtener.html' class='rigth'>Obtener Tesis</a> ]&nbsp;&nbsp;</font>
</body>
</html>

```

Menú Introducción:

```

<html>

<link rel='stylesheet' href='css/_style.css' type='text/css'>
<head>
<style type="text/css"><!--
body {background-color: #ffffff; color: #000000;}
body, td, th, h1, h2 {font-family: sans-serif;}
pre {margin: 0px; font-family: monospace;}
a:link {color: #000099; text-decoration: none;}
a:hover {text-decoration: underline;}
table {border-collapse: collapse;}
.center {text-align: center;}
.center table { margin-left: auto; margin-right: auto; text-align: left;}
.center th { text-align: center; !important }
td, th { border: 1px solid #000000; font-size: 75%; vertical-align: baseline;}
h1 {font-size: 150%;}
h2 {font-size: 125%;}
.p {text-align: left;}
.e {background-color: #ccccff; font-weight: bold;}
.h {background-color: #9999cc; font-weight: bold;}
.v {background-color: #cccccc;}
i {color: #666666;}

hr {width: 600px; align: center; background-color: #cccccc; border: 0px; height:
1px;}
//--></style>

```

</head>

<body background='gp_fondo.gif' borderwidth=0 leftmargin=10 topmargin=50>

<center>

<table border=0 width=800><tr><td height=50 class='e'
align='center'>
<h1>Introducción</td></tr></table>

<table border=0 width=800 class=normal><tr>class='v'<td class='v'><font
color='Black'>

La idea principal de esta tesis nace en sus inicios es en FUNDACITE
Mérida, lo que seria un Sistemas de

Información Bioclimatico, luego con el intercambio de opiniones e ideas con
mi profesor tutor Dante Conti, se toma

la decisión de tomar la base de datos de la estación climatológica de “Santa
Rosa” no solo para realizar un

sistemas de información, sino que se plantea un Análisis estadístico de
dicha bases de datos en todas sus variables,

de donde surge el tema de la tesis que les presento a continuación “Análisis
estadístico de Variables Climatológicas
para el pronostico del tiempo” .

Ya que mostramos de donde nace el tema de la tesis podemos adentrarnos
mas en el, comenzando con la base de

datos que se tomo en cuenta, que va desde el año 1974 hasta el 2001 y
con diferentes variables

climáticas como son: Temperatura (Max , Min), Humedad (Max , Min),
Evaporación, Precipitación,

Radiación, Insolación, Yerba, dichas variables son las que dan el cuerpo a
el clima en si que es un

tema con el que convivimos a diario y es muy interesante de allí que
surgiera la idea de esta tesis.

Después de tener nuestra base de datos, se procedió a realizar una
analices de homogeneidad y normalidad.

Luego de corroborar que los datos son homogéneos y que no contaban con
ninguna alteración no climática,

aparte que se comportaran normalmente. Se procedió al análisis de los
datos mediante el uso de técnicas

estadísticas como coeficiente de correlación, media móvil, suavización
exponencial y por ultimo un

análisis de regresión del cual se obtuvieron unas curvas predictorias para
cada una de las variables

en estudio. Se verificó este análisis con la graficación de los residuos estándares así como también la aplicación del test de Watson. Para terminar de validar nuestras curvas se entrevistó a una ingeniería hidrometeorologista la cual le dio mayor confiabilidad a nuestro análisis. Para terminar se procedió a la programación en Java Script y HTML de una página web dinámica con las curvas predictorias en la que el usuario en un interfaz amigable podrá consultar las diferentes variables climáticas de su preferencia.

</td></tr></table>


```
<font class='normal'>[ <a href='index.html' class='rigth'>Inicio</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='introduccion.html' class='rigth'>Introducción</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='2001.html' class='rigth'>2001</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='anterior.html' class='rigth'>Años Anteriores</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='calcu_gener.html' class='rigth'>Pronóstico general</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='ayuda.html' class='rigth'>Ayuda</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='obtener.html' class='rigth'>Obtener Tesis</a> ]&nbsp;&nbsp;</font>
</body>
</html>
```

www.bdigital.ula.ve

Menú 2001

```
<html>
<link rel='stylesheet' href='css/_style.css' type='text/css'>
<body background='gp_fondo.gif' borderwidth=0 leftmargin=10 topmargin=0
class='normal'>

<table width=100%><tr><td><center>
  <font color='#0B458F' Size='6'>Estadísticas del Tiempo</center>
</td></tr></table><br>

<table width=100% border=0><tr><td width=20%>
  <img src=link.gif>&nbsp;&nbsp;<a href="introduccion.html"
class="rigth">Introducción</a><br>
  <img src=link.gif>&nbsp;&nbsp;<a href="2001.html" class="rigth">2001</a><br>
  <img src=link.gif>&nbsp;&nbsp;<a href="anterior.html" class="rigth">Años
Anteriores</a><br>
  <img src=link.gif>&nbsp;&nbsp;<a href="ayuda.html"
class="rigth">Ayuda</a><br>
  <img src=link.gif>&nbsp;&nbsp;<a href="tesis.html" class="rigth">Obtener
Tesis</a><br>
</td><td width=80%><center>Años Anteriores
```

```

<table border=0 width='60%'><tr><td width=30% align=center>Lluvia</td><td width=30% align=center>Sequ&iacute;a</td></tr>

<tr><td align=center><a href="2001/radiacion_ll.html" class="rigth">Radiaci&ocute;n</a></td><td align=center><a href="2001/radiacion_sq.html" class="rigth">Radiaci&ocute;n</a></td></tr>
<tr><td align=center><a href="2001/ev_ll.html" class="rigth">Evaporaci&ocute;n</a></td><td align=center><a href="2001/ev_sq.html" class="rigth">Evaporaci&ocute;n</a></td></tr>
<tr><td align=center><a href="2001/pre_ll.html" class="rigth">Precipitaci&ocute;n</a></td><td align=center><a href="2001/pre_sq.html" class="rigth">Precipitaci&ocute;n</a></td></tr>
<tr><td align=center><a href="2001/hm_ll.html" class="rigth">Humedad Minima</a></td><td align=center><a href="2001/hm_sq.html" class="rigth">Humedad Minima</a></td></tr>
<tr><td align=center><a href="2001/hm_max_ll.html" class="rigth">Humedad M&aacute;xima</a></td><td align=center><a href="2001/hm_max_sq.html" class="rigth">Humedad M&aacute;xima</a></td></tr>
<tr><td align=center><a href="2001/tmin_ll.html" class="rigth">Temperatura Minima</a></td><td align=center><a href="2001/tmin_sq.html" class="rigth">Temperatura Minima</a></td></tr>
<tr><td align=center><a href="2001/tm_ll.html" class="rigth">Temperatura M&aacute;xima</a></td><td align=center><a href="2001/tm_sq.html" class="rigth">Temperatura M&aacute;xima</a></td></tr>
<tr><td align=center><a href="2001/in_ll.html" class="rigth">Insolaci&ocute;n</a></td><td align=center><a href="2001/in_sq.html" class="rigth">Insolaci&ocute;n</a></td></tr>

</table>
</td></tr></table><br>

</body>
</html>

```

Código Curvas previctorias

```

<!--

var nav4 = window.Event ? true : false;
function acceptNum(evt){
    // NOTE: Backspace = 8, Enter = 13, '0' = 48, '9' = 57
    var key = nav4 ? evt.which : evt.keyCode;
    return (key <= 13 || (key >= 48 && key <= 57));
}

function radiacion(TM){
    y = -587.645699 + (44.2733569 * TM);
    alert(y);
}

function insolacion(P, Hm, Tm, E){
    y = 16.0722318 - 0.09671773*P - 0.03442731*Hm - 0.5899406*Tm +
0.06570593*E;
    alert(y);
}

function evaporacion(P, HM, I){
    y = 25.6637266 + 0.39592561*P - 0.26808104*HM + 0.47891723*I;
    alert(y);
}

function humedad_min(TM, Tm, HM){
    y = -121.867675 + (1.66524819*TM) + (3.47988722*Tm) +
(1.27187383*HM);
    alert(y);
}

function humedad_max(P, TM, Hm, E){
    y = 109.505503 + 0.13415609*P - 1.0351837*TM + 0.12399048*Hm -
0.1241409*E;
    alert(y);
}

function temperatura_min(Tm, TM, I){
    y = 20.0670598 + 0.0191342*Tm - 0.34378627*TM - 0.13017964*I;
    alert(y);
}

function temperatura_max(R, Tm, HM, Hm){
    y = 36.4479318 + 0.00329828*R - 0.50400703*Tm - 0.09574518*HM +
0.02231334*Hm;
    alert(y);
}

```

```

}

function precipitacion(HM, E, I){
    y = 28.3392219 + 0.36668483*HM + 0.52672179*E - 0.88301398*I;
    alert(y);
}

//-->

```

Menú Pronostico General

```

<html>

<body>
<center><H1> Pronostico General del Tiempo<br>
<form action="gen.php" name="frmpronostico" method="Post">
    <table border=0>
        <tr><td>Radiaci&ocute;n:</td><td><input type="text" value=0
name=R></td></tr>
        <tr><td>Insolaci&ocute;n:</td><td><input type="text" value=0
name=I></td></tr>
        <tr><td>Evaporaci&ocute;n:</td><td><input type="text" value=0
name=E></td></tr>
        <tr><td>Precipitaci&ocute;n:</td><td><input type="text" value=0
name=P></td></tr>
        <tr><td>Humedad minima:</td><td><input type="text" value=0
name=Hm></td></tr>
        <tr><td>Humedad m&aacute;xima:</td><td><input type="text" value=0
name=HM></td></tr>
        <tr><td>Temperatura minima:</td><td><input type="text" value=0
name=Tm></td></tr>
        <tr><td>Temperatura M&aacute;xima:</td><td><input type="text" value=0
name=TM></td></tr>
        <tr><td></td><td align="right"><input type="Submit" Value="Generar"
></td></tr>
    </table>
</form>

</body>
</html>

```

```

<html>

<link rel='stylesheet' href='css/_style.css' type='text/css'>
<style type="text/css"><!--
body {background-color: #ffffff; color: #000000;}
body, td, th, h1, h2 {font-family: sans-serif;}
pre {margin: 0px; font-family: monospace;}
a:link {color: #000099; text-decoration: none;}
a:hover {text-decoration: underline;}
table {border-collapse: collapse;}
.center {text-align: center;}
.center table { margin-left: auto; margin-right: auto; text-align: left;}
.center th { text-align: center; !important }
td, th { border: 1px solid #000000; font-size: 75%; vertical-align: baseline;}
h1 {font-size: 150%;}
h2 {font-size: 125%;}
.p {text-align: left;}
.e {background-color: #ccccff; font-weight: bold;}
.h {background-color: #9999cc; font-weight: bold;}
.v {background-color: #cccccc;}
i {color: #666666;}
img {float: right; border: 0px;}
hr {width: 600px; align: center; background-color: #cccccc; border: 0px; height: 1px;}
//--></style>

```

```
<?php
```

```

$radiacion_ll = -587.645699 + (44.2733569 * $_POST['TM']);
$radiacion_sq = 469.161118 - 4.77615203* $_POST['P'];
$insolacion_ll = 16.0722318 - 0.09671773* $_POST['P'] - 0.03442731*
$_POST['Hm'] - 0.5899406* $_POST['Tm'] + 0.06570593* $_POST['E'];
$insolacion_sq = "No disponible";
$evaporacion_ll = 25.6637266 + 0.39592561 * $_POST['P'] - 0.26808104 *
$_POST['HM'] + 0.47891723*$_POST['I'];
$evaporacion_sq = "No disponible";
$precipitacion_ll = 28.3392219 + 0.36668483 * $_POST['HM'] +
0.52672179*$_POST['E'] - 0.88301398*$_POST['I'];
$precipitacion_sq = 11.3246239 - (0.01800903 * $_POST['R']);
$humin_ll = -121.867675 + (1.66524819* $_POST['TM']) + (3.47988722*
$_POST['Tm']) + (1.27187383* $_POST['HM']);
$humin_sq = -118.510684 + 1.84797346 * $_POST['HM'] + 1.87993165 *
$_POST['Tm'];

```

```

$humax_ll = 109.505503 + 0.13415609* $_POST['P'] - 1.0351837* $_POST['TM']
+ 0.12399048* $_POST['Hm'] - 0.1241409* $_POST['E'];
$humax_sq = 94.645902 + (0.30914703 * $_POST['Tm']) - (0.3020234 *
$_POST['TM']) + (0.05055182 * $_POST['Hm']);
$temin_ll = 20.0670598 + 0.0191342 * $_POST['Tm'] - 0.34378627 *
$_POST['TM'] - 0.13017964 * $_POST['I'];
$temin_sq = -11.3749359 + 0.18537369* $_POST['HM'] + 0.22149952*
$_POST['TM'];
$temax_ll = 36.4479318 + 0.00329828* $_POST['R'] - 0.50400703* $_POST['Tm']
- 0.09574518* $_POST['HM'] + 0.02231334* $_POST['Hm'];
$temax_sq = 30.7589012 - 0.10698278* $_POST['HM'] + 0.21022004 *
$_POST['Tm'];

```

```

$tabla = "<center><table border=0 width=800><tr><td height=50 class='e'
align='center'><br><h1>2001 Pronostico General del Tiempo</td></tr></table>";
$tabla = $tabla. "<br><br><table border=0 width=800 cellpadding=3>";
$tabla = $tabla . "<tr><td></td><td width=300><font size=4>LLuvia</td><td
width=300><font size=4>Sequia</td></tr>";
$tabla = $tabla . "<tr><td class='e'>Radiaci&ocute;n</td><td class='v'>" .
$radiacion_ll . "</td><td class='v'>" . $radiacion_sq . "</td></tr>";
$tabla = $tabla . "<tr><td class='e'>Insolaci&ocute;n</td><td class='v'>" .
$insolacion_ll . "</td><td class='v'>" . $insolacion_sq . "</td></tr>";
$tabla = $tabla . "<tr><td class='e'>Evaporaci&ocute;n</td><td class='v'>" .
$evaporacion_ll . "</td><td class='v'>" . $evaporacion_sq . "</td></tr>";
$tabla = $tabla . "<tr><td class='e'>Precipitaci&ocute;n</td><td class='v'>" .
$precipitacion_ll . "</td><td class='v'>" . $precipitacion_sq . "</td></tr>";
$tabla = $tabla . "<tr><td class='e'>Humedad minima</td><td class='v'>" .
$humin_ll . "</td><td class='v'>" . $humin_sq . "</td></tr>";
$tabla = $tabla . "<tr><td class='e'>Humedad m&aacute;xima</td><td class='v'>" .
$humax_ll . "</td><td class='v'>" . $humax_sq . "</td></tr>";
$tabla = $tabla . "<tr><td class='e'>Temperatura minima</td><td class='v'>" .
$temin_ll . "</td><td class='v'>" . $temin_sq . "</td></tr>";
$tabla = $tabla . "<tr><td class='e'>Temperatura m&aacute;xima</td><td
class='v'>" . $temax_ll . "</td><td class='v'>" . $temax_sq . "</td></tr>";
$tabla = $tabla . "</table>";

```

```
echo $tabla;
```

```
?>
```

```
<body background='gp_fondo.gif' borderwidth=0 leftmargin=10 topmargin=50>
```

```

<br><br><font class='normal'>[ <a href='index.html' class='rigth'>Inicio</a>
]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='introduccion.html' class='rigth'>Introducci&oacute;n</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='2001.html' class='rigth'>2001</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='anterior.html' class='rigth'>A&ntilde;os Anteriores</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='calcu_gener.html' class='rigth'>Pronostico general</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='ayuda.html' class='rigth'>Ayuda</a> ]&nbsp;&nbsp;
[ <a href='obtener.html' class='rigth'>Obtener Tesis</a> ]&nbsp;&nbsp;
</body>
</html>

```

Estilo

```

<style>
body
{
    font-family: Arial;
    font-weight: normal;
    font-size: 24pt;
}
.normal
{
    color:#0B458F;
    font-family: Arial;
    font-size: 16t;
    font-style: normal;
    line-height: normal;
    font-weight: normal;
    text-align: justify;
}
A.rigth:link
{
    color:#808080;
    text-decoration:none;
    font-size: 12t;
    font-weight: normal;
    font-family: Arial;
}
A.rigth:visited
{
    color:#808080;
    text-decoration:none;
    font-size: 12pt;
    font-weight: normal;
}

```

```
        font-family: Arial;  
    }  
A.rigth:hover  
{  
    color:#80808;  
    text-decoration:underline;  
    font-size: 12pt;  
    font-weight: normal;  
    font-family: Arial;  
}  
.letra  
{  
    color:#0B458F;  
    font-family: Arial;  
    font-size: 17pt;  
    font-style: normal;  
    line-height: normal;  
    font-weight: normal;  
    text-align: justify;  
}  
</style>
```

www.bdigital.ula.ve