

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**MÉTODOS ESTADÍSTICOS APLICADOS EN  
EL ANÁLISIS DE CARBÓN**

**POR**

**ING. FERNANDO FLORES ESCOBEDO**

**TESIS**

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACIÓN CON ESPECIALIDAD EN  
PRODUCCIÓN Y CALIDAD**

**SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L.**

**MAYO DEL 2000**

T.M.  
25853

M2  
FINE  
2000

F5

T.M.  
25853

M2  
FINE  
2000

F5

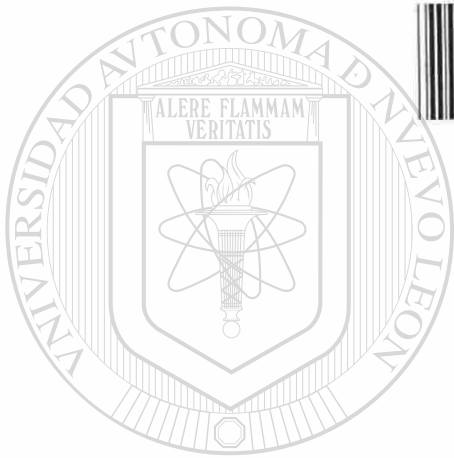
ANALISIS DE CARBON

ANALISIS DE CARBON

ANALISIS DE CARBON

ANALISIS DE CARBON

ANALISIS DE CARBON



1020130090

# UANL

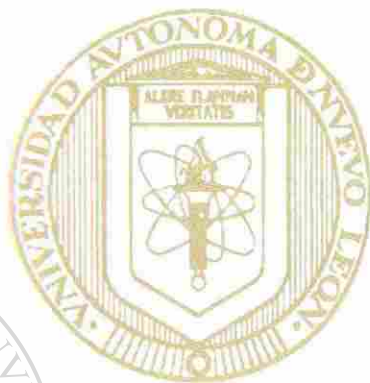
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**MÉTODOS ESTADÍSTICOS APLICADOS EN  
EL ANÁLISIS DE CARBÓN**

UANL

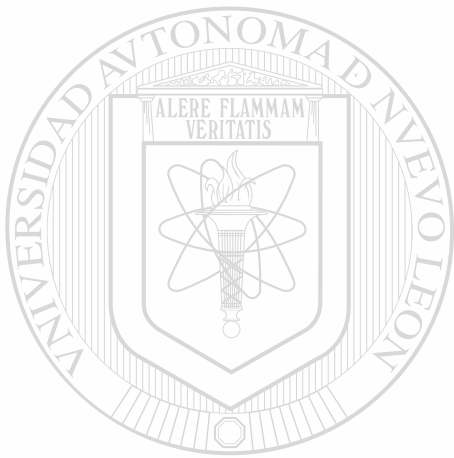
**POR**  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**ING. FERNANDO FLORES ESCOBEDO**  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**TESIS**  
**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA**  
**ADMINISTRACIÓN CON ESPECIALIDAD EN**  
**PRODUCCIÓN Y CALIDAD**

SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L.

MAYO DEL 2000



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

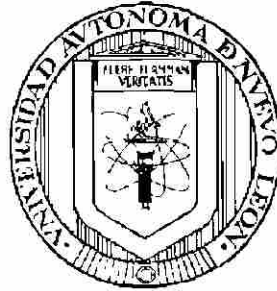
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**“METODOS ESTADISTICOS APLICADOS EN EL ANALISIS DE CARBON”**

**POR**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**ING. FERNANDO FLORES ESCOBEDO**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**TESIS**

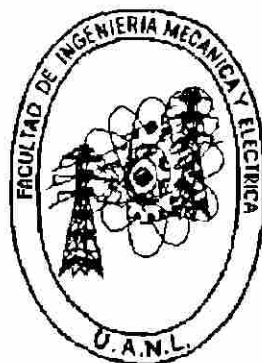
**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON  
A 15 DE MAYO DEL 2000**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**“METODOS ESTADISTICOS APLICADOS EN EL ANALISIS DE CARBON”**

**POR**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**ING. FERNANDO FLORES ESCOBEDO**

**TESIS**

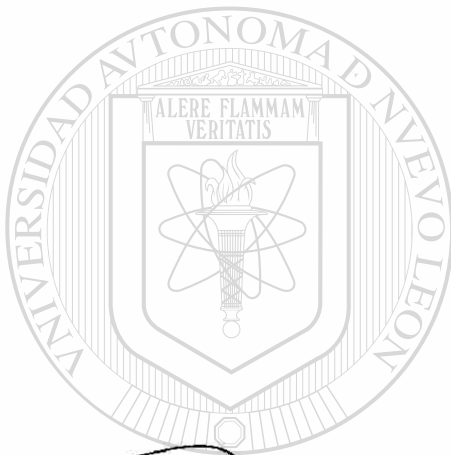
**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON**

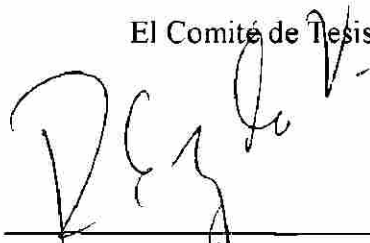
**A 15 DE MAYO DEL 2000**

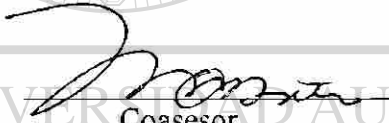
**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis **METODOS ESTADISTICOS APLICADOS EN EL ANALISIS DE CARBON** , realizada por el alumno Fernando Flores Escobedo, matricula 103655 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en **PRODUCCION Y CALIDAD**.




El Comité de Tesis

  
Asesor  
M.C. Roberto Elizondo Villarreal

  
Coasesor  
M.A. Matías A. Botello Treviño

  
Coasesor  
M.C. Roberto Villarreal Garza ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

  
Vº.Bo.  
M.C. Roberto Villarreal Garza  
División de Estudios de Post-grado

San Nicolás de los Garza, N. L. 15 de Mayo del 2000



# DEDICATORIA

A MI ESPOSA,

Q.F.B. Maricela Rodríguez de Flores,

Mi gran compañera, quien con su comprensión y cariño me apoya y me alienta siempre a continuar trazando y alcanzando nuevas metas.

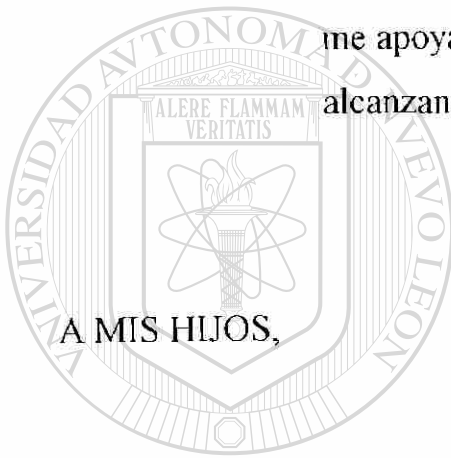
A MIS HIJOS,

Fernando

Maricela Eliana y

Emmanuel Eduardo,

Con amor y el deseo de que continúen su camino de formación educativa; con esfuerzo y dedicación lograrán sus objetivos.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# AGRADECIMIENTOS

A DIOS,

Por darme vida, salud y la oportunidad de lograr un deseo largo tiempo anhelado .



Fernando Flores García (+) , descanse en paz  
Zapopan Escobedo de Flores,

Quienes me enseñaron a no dejarme vencer ante la  
adversidad.

A MIS HERMANOS,

Elisa, Esperanza, Daniel Jesús y Rolando,  
Por su cariño y confianza siempre mostradas para  
conmigo.

# AGRADECIMIENTOS

A NUESTROS MAESTROS,

EN ESPECIAL AL ASESOR Y COASESORES DE ESTA  
TESIS,

M.C. ROBERTO ELIZONDO VILLARREAL

M.C. MATIAS A. BOTELLO TREVIÑO

M.C. ROBERTO VILLARREAL GARZA

Quienes dedicaron su tiempo y esfuerzo en la aplicación de una Cultura de Calidad y Mejoramiento Continuo, así como a la utilización de los métodos requeridos para la optimización de los recursos.

A LOS COMPAÑEROS DE ESTUDIOS,

Por su buena disponibilidad y apertura al diálogo, así como sus muestras de amistad y apoyo.

---

AL ING. JOSE MARIA FRAUSTRO SILLER

Por su confianza y el apoyo brindado para la realización de éste <sup>®</sup> postgrado.

A LA LIC. MARIA DEL CARMEN RUIZ ESPARZA y a sus colaboradoras

LIC. AURORA BUSTILLO GARFIAS

LIC. ERIKA RODRIGUEZ

Por sus atenciones y apoyo.

AL SR. JOSE ANGEL RAMIREZ RAMON,

Propietario de la Empresa Minera " El Botín" ,  
por su confianza, atenciones y facilidades otorgadas para la  
realización de este tema de tesis.

AL ING. MARIO MURILLO PLACENCIA,

Por sus sugerencias y observaciones en el desarrollo de la  
presente tesis.

A LOS COMPAÑEROS DE TRABAJO,

En especial a María de Lourdes, Claudia Elena y Alan Omar,  
por el tiempo y dedicación que me brindaron en la elaboración  
de este trabajo.



UANL  
A TODOS, GRACIAS

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# PROLOGO

Es difícil pensar que en los tiempos actuales los métodos estadísticos no se estén aplicando en todas las disciplinas del conocimiento, aún cuando estos sean métodos con alto grado de aproximación.

El trabajo que se presenta relaciona lo técnico, desde el punto de vista del análisis químico con las situaciones predecibles estadísticamente.

Es frecuente que dos o más variables pudieran presentar una variación simultánea y no independiente unas de las otras.

El análisis de regresión presentado en este caso, busca establecer la relación existente entre esa dos variables consideradas. Este análisis es útil para hacer predicciones conociendo una de las variables.

Desde tiempo atrás, he dedicado parte del ejercicio profesional a la asesoría en muestreo y análisis del carbón mineral que ha representado parte importante en el desarrollo industrial regional y nacional.

Los maestros que nos han impartido cátedra en el postgrado, sembraron la semilla de la investigación para el logro del mejoramiento de la calidad, con lo anterior se nos motivó a la utilización de herramientas propias para tal objetivo, motivo por el cual les estoy plenamente agradecido

El análisis presentado en esta tesis, es una herramienta útil para el mejoramiento de la calidad y de una manera práctica será un apoyo en la toma de decisiones.

# INDICE

<b>1. Introducción</b>	1
1.1 Objetivo	1
1.2 Justificación	1
1.3 Planteamiento del Problema	1
1.4 Definición de Hipótesis	2
1.5 Límites del Estudio	2
1.6 Metodología	2
1.7 Revisión Bibliográfica	3
<b>2. Yacimientos Carboníferos</b>	4
2.1 Origen	4
2.2 Historia del Carbon Mineral en Mexico	6
2.3 El Carbón en el Estado de Coahuila	6
<b>3. Generalidades sobre el Carbón</b>	8
3.1 Propiedades	8
3.1.1 Propiedades Físicas	8
3.1.2 Propiedades Químicas	9
3.1.2.1 Análisis Inmediato y Análisis Elemental	9
3.2 Constitución Química	10
3.3 Almacenamiento	12
3.3.1 Antracita	12
3.3.2 Hulla bituminosa.	12
3.3.3 Almacenamiento del carbón al pie de la mina.	13
3.3.4 Almacenamiento ventilado	13
3.3.5 Deterioro durante el almacenamiento.	13
3.3.6 Hulla subbituminosa y lignito.	13
3.4 Principales minas de producción de la region carbonifera.	14
<b>4. Clasificación y Utilización del Carbón</b>	15
4.1 Clasificación	15
4.2 Clasificación por Análisis Inmediato.	16

4.3	Clasificación del Carbón por rango según la U. S. Geological Survey	17
4.4	Clasificación del Carbón por tamaños.	19
4.5	Utilización del Carbón.	20
<b>5.</b>	<b>Métodos Estadísticos.</b>	<b>22</b>
5.1	Papel de los Métodos Estadísticos en la Administración de los Procesos.	22
5.1.1	Como obtener información.	22
5.1.2	Como sacar conclusiones de la información numérica.	24
5.1.3	Como manejar la incertidumbre.	24
5.1.4	Muestreo	26
5.1.5	Como analizar relaciones.	26
5.1.6	Predicción.	27
5.1.7	Toma de decisiones en un entorno de incertidumbre	27
5.1.8	Como resumir la información numérica.	28
5.2	Antecedentes	29
5.3	Como se elabora un diagrama de dispersión	30
5.4	Como leer los diagramas de dispersión.	31
5.5	Modelo de regresión lineal.	36
5.6	Estimación de las líneas de regresión por mínimos cuadrados.	37
<b>6.</b>	<b>Recopilación de Resultados de Análisis Químicos.</b>	<b>47</b>
<b>7.</b>	<b>Aplicación de Métodos Estadísticos en el Análisis del Carbón.</b>	<b>53</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones.</b>	<b>62</b>
	<b>Bibliografía</b>	<b>63</b>
	<b>Glosario</b>	<b>64</b>

# SINTESIS

El presente trabajo utiliza los métodos de Regresión Lineal Simple y Correlación, aplicando mínimos cuadrados.

Se parte de dos variables aleatorias  $x$  y  $y$ , las cuales fueron obtenidas de información recopilada del Análisis de Carbon efectuado a la Empresa Minera "EL BOTIN", desde Septiembre de 1998 a Junio de 1999; los análisis y reportes fueron realizados en los laboratorios de la Empresa Grupo Acerero del Norte.

El uso de estos métodos puede dar un pronóstico de resultados muy aproximados a la realidad.

Con el apoyo de equipo de computo y la hoja electrónica Excel, el desarrollo del trabajo se hace de una manera muy rápida. En este caso, se explican primeramente algunos ejemplos aplicando los métodos citados y posteriormente se resuelven las relaciones consideradas con la información recopilada.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





## **1. INTRODUCCION.**

### **1.1. OBJETIVO.**

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental la aplicación de Métodos Estadísticos en el Análisis de Carbón. En este caso, se trata de la utilización de Regresión Lineal Simple con el Método de Mínimos Cuadrados. Se busca a partir de información recopilada pronosticar resultados posteriores, cuya aproximación sea de utilidad, para toma de decisiones que tiendan al mejoramiento de la calidad.

### **1.2 JUSTIFICACION.**

El avance de la computación permite en la actualidad la aplicación de la estadística en todos los campos.

Cabe hacer notar que el costo del equipo especializado para análisis de laboratorio es de alto costo y de difícil alcance para pequeños productores de carbón, lo que representa una razón importante para la utilización de los métodos estadísticos.

En el caso del Análisis de Carbón, se ha recopilado información de resultados de las diferentes áreas explotadas, pero la aplicación estadística ha sido mínima, sobre todo, en el caso de los pequeños y medianos productores de carbón, por lo que considero importante el presente trabajo, que espero sea una herramienta útil en la toma de decisiones.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La pequeña empresa, en este caso, productores de carbón, requieren tener una información rápida de los resultados aproximados en el Análisis Químico de su producto, de ser posible antes de su transportación por el comprador. Por lo anterior, consideramos que un método efectivo pudiera ser la utilización de la Regresión Lineal Simple, considerando dos variables, para ello, las más importantes a considerar son: Ceniza-Poder Calorífico; Ceniza- Azufre.

La determinación de la ceniza es relativamente sencilla, de modo que haciendo este análisis y considerando información recopilada, nuestra tarea se avocó a pronosticar resultados del Poder Calorífico y del Azufre.

#### **1.4 DEFINICION DE HIPOTESIS.**

En este tema de estudio, se está partiendo de la hipótesis de que las variables a considerar ( $x$ ,  $y$ ), se comportarán de una manera lineal simple. O sea, considerando una sola variable de regresión independiente ( $x$ ), y una sola variable aleatoria dependiente ( $y$ ).

#### **1.5 LIMITES DEL ESTUDIO.**

Partiendo de la hipótesis anterior y la experiencia en muestreo y análisis de carbón, los límites de este estudio son:

- La consideración expuesta de dos variables,  $x$  y  $y$ .
- El comportamiento del carbón para áreas de explotación, esto significa que, para cada área se debe hacer un estudio diferente.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

#### **1.6 METODOLOGIA.**

##### **DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

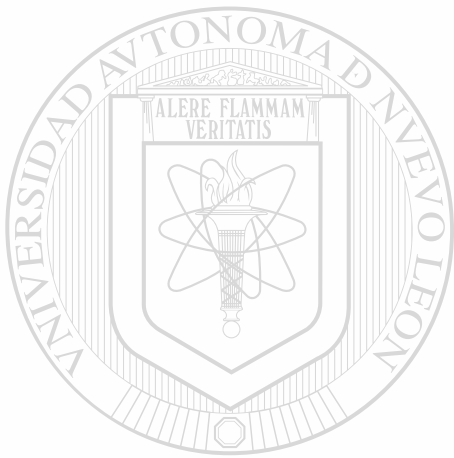
La empresa Minera El Botín propiedad del señor José Angel Ramírez Ramón, que se dedica a la explotación de carbón, ha otorgado las facilidades necesarias, para la realización del presente trabajo.

Primeramente se fue recopilando la información de los resultados de los Análisis Químicos efectuados desde Septiembre de 1998 hasta Junio de 1999. Esta Información sirve de base para la aplicación de regresiones y correlaciones, obteniendo pronósticos de resultados.

Con lo anterior, al efectuar un análisis de ceniza del carbón del área de estudio, se podrán hacer pronósticos según lo obtenido.

## 1.7 REVISION BIBLIOGRAFICA.

En libros citados en la bibliografía del presente trabajo, se tienen ejemplos y ejercicios, en los que se consideran dos variables  $(x,y)$ , que sirven de base para las relaciones efectuadas en el presente caso.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 2. YACIMIENTOS CARBONIFEROS.

### 2.1 ORIGEN.

El carbón mineral es un combustible sólido, por lo general estratificado, que tuvo su origen en la acumulación y el enterramiento de vegetación parcialmente descompuesta en épocas geológicas pretéritas.

Por efecto de la presión y la temperatura, la materia vegetal de esos depósitos se fue descomponiendo lentamente en el curso de largos periodos geológicos, y se convirtió en carbón.

La composición y las propiedades químicas y físicas de las diferentes plantas originan diferencias en el tipo de carbón.

Por el grado de carbonización se distinguen las especies de la serie natural, turba, lignito, hulla subbituminosa, hulla bituminosa y antracita.

Los yacimientos de carbón más antiguos, de pequeño volumen, se consideran de una antigüedad aproximada de 300 millones de años. Considerando la tierra en su conjunto, la época carbonífera (yacimientos misisipienses y pensilvanienses de una antigüedad aproximada de 200 a 300 millones de años), es la más importante para el carbón de rango elevado, mientras que los yacimientos del cretáceo superior y el terciario (de una antigüedad aproximada de 1 a 70 millones de años), contiene casi toda la hulla subbituminosa y el lignito.

La época geológica no determina necesariamente el rango de un yacimiento de carbón; por ejemplo, algunos yacimientos muy antiguos que no han sido sometidos a altas presiones o a una temperatura elevada tienen un rango bajo.

Se considera que la formación del carbón de piedra tuvo lugar debido a que los bosques quedaron sepultados bajo la superficie de las aguas, y por esta causa, durante millones de años permanecieron aislados del contacto con el aire. Las estructuras desaparecieron de forma incompleta.

Dentro de las diferentes formas de carbón mineral, el lignito es el de más bajo contenido en carbono y geológicamente hablando es el más reciente. La hulla constituye la más importante reserva de carbón en la tierra. El carbón fósil más antiguo, la antracita, puede alcanzar hasta el 95% de carbono.

La hulla vetuada, que forma la mayor parte del carbón mineral que se consume en todo el mundo, ha sido formada de materias vegetales acumuladas en turberas. Las condiciones variaron entre ciertos límites dando como resultado cambios en la naturaleza de la turba.

Desde 1825 ha sido aceptado el origen vegetal del carbón, basado en diversos aspectos, tales como depósito de agua dulce o salada, restos de vegetales transportados, depósitos lacustres y crecimientos de vegetación "in situ". Por lo tanto, la relación que guarda un depósito de carbón con respecto a la fuente de origen de la materia orgánica vegetal, permite clasificarlos como autóctonos o alóctonos. El concepto moderno sobre la génesis del carbón, es que se originó en pantanos; pasando previamente por una fase de turba.

El carbón está formado por materiales primarios tales como vegetales de pantanos en los cuales se forma la turba. Las raíces y tocones (restos de troncos) que se encuentran en las arcillas situadas debajo de los mantos de carbón indican que la vegetación creció y se acumuló "in situ". Tuvo lugar un desarrollo exuberante de vegetación constituida principalmente por helechos, licopodios y fanerógamas, junto con coníferas y otras plantas. Los helechos parecían árboles, los juncos alcanzaban hasta 26 m de altura y los licopodios (en la antigüedad pequeños arbustos), llegaron a tener altura hasta de 30 m.

Raíces arqueadas y bulbosas señalan la presencia de árboles acuáticos. La evolución térmica de la materia orgánica original fue producida principalmente por la sustancia de la cuenca.

El carbón es una roca sedimentaria combustible sólida, no cristalina, opaca, con coloración de café a negro y un peso específico de 1.0 a 1.80 gr/cm<sup>3</sup>. A diferencia de las rocas sedimentarias comunes que se encuentran formadas por minerales, el carbón se encuentra formado en su mayoría por macerales, los cuales son equivalentes a los minerales en las rocas y se pueden distinguir ópticamente por su comportamiento en la luz transmitida y reflejada.

## 2.2 HISTORIA DEL CARBON MINERAL EN MEXICO.

La historia del carbón mineral en México se divide fundamentalmente en dos épocas: antes y después del movimiento revolucionario de 1910. Su existencia en la región de Sabinas es conocida desde 1850; pero fue hasta 1866 cuando el Ing. Jacobo Küchler, presentó la primera descripción fisiográfica, refiriéndose al área de San Felipe el Hondo. Como mineral primario, el carbón ha contribuido al desarrollo industrial del país siendo notable durante la última década del siglo pasado, con el movimiento de locomotoras en los ferrocarriles. Su empleo se acentúa hacia 1910, cuando influye en el desarrollo de la industria siderúrgica, con el establecimiento de fundiciones de metales no ferrosos y producción de vapor en diversas industrias.

En la época post-revolucionaria, principalmente en el período 1910 – 1930, el carbón fue desplazado por el uso del petróleo; sin embargo, siguió siendo factor indispensable en las industrias siderúrgicas y minero metalúrgica.

A partir de 1954 se instalaron en el país plantas coquizadoras de capacidad suficiente para recuperar hasta el 85% de los subproductos de carbón.

## 2.3 EL CARBON EN EL ESTADO DE COAHUILA.

La existencia del carbón como yacimiento mineral es conocida en Coahuila desde 1850, año en el cual se inició su explotación a nivel local en la región de Sabinas. Desde entonces ha contribuido de manera muy importante al desarrollo económico del estado, siendo notable en su historia el período comprendido entre 1930 a 1959 tiempo en que la industria siderúrgica estatal recibió un gran impulso con la apertura de la planta fundidora de Altos Hornos de México en Monclova.

El C.R.M., ha realizado trabajos de exploración constantes a partir de 1958 bajo distintos programas. Su objetivo es actualizar la cuantificación de reservas minables en las principales subcuencas de la región carbonífera. Esta región se localiza en el centro-norte del estado, comprendiendo los municipios de Sabinas, San Juan de Sabinas, Melchor Múzquiz, Progreso y Juárez.

La región cuenta con una infraestructura minera importante, con plantas lavadoras y coquizadoras, bien comunicadas por carreteras federales y estatales, además del ferrocarril Saltillo-Piedras Negras que extiende sus vías hasta los principales centros mineros.

En la región carbonífera afloran rocas cuya edad varía desde el cretácico inferior a reciente. Las formaciones sedimentarias más importantes, económicamente, son las llamadas Olmos y San Miguel del cretácico superior.

La historia geológica del carbón se inicia en el Cenomaniano con la formación de los sistemas deltaicos, ambiente propicio para la formación de la roca sedimentaria combustible, no cristalina, opaca, de color café a negro y densidad de 1.0 a 1.8 gr/m<sup>3</sup> constituida por macerales como vitrinita, inertinita y exinita.

En base a estudios de análisis de carbón y de acuerdo a la clasificación del U. S. Geological Survey, el carbón de la región de Sabinas es considerado como bituminoso, de volatilidad media baja y fácilmente coquizable.

Las principales estructuras sinclinales que se alojan en los mantos de carbón en la región carbonífera de Sabinas son: Sabinas – Lampacitos, Las Adjuntas, Las Esperanzas, San Patricio, Monclova, San Salvador y el Gavilán, comprendidos en una superficie de 6,877 Km<sup>2</sup>.

La estimación de reservas de carbón mineral “in situ” efectuada por el C. R. M., en 1993, se basa en los parámetros y criterios adoptados por el U. S. Geological Survey.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 3. GENERALIDADES SOBRE EL CARBON.

Los trozos de carbon son color negro o negro pardo. El color, el lustre, la textura, varian según el tipo, el rango y el grado o calidad.

El carbón se compone principalmente de carbono, hidrógeno y oxígeno, con cantidades menores de nitrógeno y azufre, y cantidades variables de humedad e impurezas minerales.

El estudio del modo de formación del carbón mineral, su microestructura y sus reacciones químicas indican que es una mezcla de componentes.

La composición depende del grado de alteración bioquímica de los ingredientes de las plantas a las que debe su origen, de su ascenso en rango a consecuencia de la presión y la temperatura y de las impurezas minerales depositadas en el pantano original de turba o posteriormente.

Los datos más usados para describir y evaluar los carbones minerales son: el tamaño de los trozos; el poder calorífico (Kilocal./Kg.); análisis inmediato (humedad, materia volátil, carbón fijo y cenizas); azufre, temperatura de reblandecimiento de las cenizas; propiedades de aglutinación y coquificación en los carbones bituminosos; el análisis elemental (carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y cenizas).

---

#### 3.1 PROPIEDADES.

Las propiedades del carbón mineral varían mucho según la especie, el tipo y la calidad o grado

##### 3.1.1 PROPIEDADES FISICAS.

Color, lustre, raya, textura, fractura, dureza y densidad

a) Color y Lustre. Los carbones ligníticos en trozos tienen color pardo o negro pardusco, mientras que los carbones de orden superior son negros.

Las hullas subbituminosas y bituminosas son de color negro pardusco cuando están finamente pulverizadas.

b) La raya . Al marcarse sobre porcelana no vidriada es de color amarillo a pardo para el lignito y las hullas subbituminosas; de color pardusco a negro para la hullas bituminosas



y de color negro para la antracita, en secciones muy delgadas casi todos los carbones minerales tienen un color amarillo o rojizo, el examen microscópico revela abundantes restos de plantas.

c) Las superficies. Pueden carecer de lustre o tenerlo sedoso satinado, y las laminas obtenidas de un trozo de la hulla bituminosa pueden variar mucho en este aspecto. El tipo, la especie y la calidad del carbón afectan su lustre.

d) La textura. Varía desde el caracter terroso y fibroso del lignito no consolidado hasta el producto final de la meta-antracita.

e) La dureza. Aumenta hasta un máximo de 3 en la escala de Mohs para la antracita más dura. Los carbones de transición entre la hulla bituminosa y la antracita manifiestan cierta tendencia a la fractura.

f) Densidad. La densidad aumenta con la antigüedad del carbón; los carbones recién extraídos de la mina con mucha humedad suelen tener mayor densidad en igualdad de otras variables

### 3.1.2 PROPIEDADES QUIMICAS.

#### 3.1.2.1 Análisis inmediato y análisis elemental.

El análisis inmediato (determinación de la humedad, materia volátil, carbono fijo y cenizas) y la determinación del poder calorífico (Kcal./Kg.), son las pruebas más frecuentes hechas a los carbones. A menudo se determinan también el contenido de azufre y el índice de expansión libre

El análisis elemental (carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, azufre y cenizas) tiene ciertos usos, pero se emplea con menos frecuencia.

El contenido natural de humedad de un carbón guarda estrecha relación con su antigüedad. La humedad contiene 11.1% de hidrógeno y 88.9% de oxígeno, de modo que influye en el análisis elemental.

La materia volátil se mide por la pérdida de peso que resulta de calentar rápidamente el carbón hasta 950°C. En carbones más antiguos la cifra de materia volátil baja rápidamente desde 30% poco más o menos, hasta un mínimo de unas pocas unidades por ciento en la antracita.

El carbono fijo es el coque seco, exento de cenizas, o sea, la materia carbonizada que queda después de determinar la materia volátil.

Consiste principalmente en carbono con pequeñas cantidades de hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y azufre. El porcentaje de carbono aumenta con la antigüedad del carbon mineral.

La potencia calorífica ( Kcal./Kg.), alcanza un máximo en las hullas bituminosas más antiguas. Sobre la base de carbon húmedo y exento de materia volátil tiene 7780 Kcal./Kg., o más, algunas variedades tienen más de 8330 Kcal/Kg.

Sobre la misma base, casi todas las hullas bituminosas con contenido medio y bajo de materia volátil y las semiantracitas tienen más de 8330 Kcal./Kg.. La antracita y la meta-antracita rinden algo menos en virtud de su bajo contenido de hidrogeno.

### 3.2 CONSTITUCION QUIMICA.

El carbón consta principalmente de estructuras cíclicas, tridimensionales, condensadas, de peso molecular elevado, en las cuales predominan los anillos de seis miembros.

Las proporciones y las estructuras originales de los compuestos alifáticos, heterocíclicos y carbocíclicos presente en los restos de las plantas fueron alteradas por procesos biológicos en las toberas y dieron una mezcla rica en materia húmica.

Después de ser enterrados esos compuestos, altamente oxigenados, sufrieron un condensación creciente con pérdida de agua y de dióxido de carbono a consecuencia de enorme presión y temperaturas moderadas en el transcurso de muy largas épocas.

El resultado es una mezcla cuya composición depende de la antigüedad del carbón.

El esqueleto químico característico es una estructura polinuclear condensada de anillos de carbono.

El carbón no es un hidrocarburo, pues contiene oxígeno orgánico, azufre y nitrógeno.

El oxígeno existe en el carbón en diversas formas.

Puede haber hidróxidos, carbonilos y carboxilos, especialmente en los carbones menos antiguos. La última fase de condensación en la cual es retenido el oxígeno se cree que son los éteres cíclicos ( anillos heterocíclicos de carbón-oxígeno) y éteres lineales ( dos

unidades cíclicas unidas por oxígeno). El agua del carbón contribuye, por supuesto, a los porcentajes indicados de oxígeno e hidrógeno.

El hidrógeno en el carbón seco, incluso en los carbones más antiguos, excede de las proporciones correspondientes a estructuras completamente aromáticas. El hidrógeno se presenta de una manera predominante en las estructuras de anillo saturadas (alíciclicas) o parcialmente saturadas (olefinicas).

El carbono aumenta con la antigüedad. El porcentaje de carbono en estructuras complejas de anillos condensados aumentan también con la antigüedad del carbon.

El azufre orgánico está en formas desconocidas. Su origen se relaciona con el ácido sulfhídrico producido en la putrefacción de las plantas. El azufre orgánico en el carbon parece estar uniformemente distribuido, ya que tiende a presentarse en porcentajes semejantes en la mayoría de los extractos y los residuos de extracción de un carbon dado. El porcentaje de azufre orgánico varía entre los límites 0.3 y 3%, pero a veces es mayor.

El nitrógeno es el único elemento del carbón que esta exclusivamente en combinacion orgánica. La cantidad puede variar entre una pequeña fracción de 1% y aproximadamente 3%, pero la cantidad oscila entre 1 y 2% sobre la base de carbón seco y exento de cenizas, hay pruebas de que gran parte del nitrógeno del carbón esté en enlaces heterocíclicos en moléculas grandes.

Cenizas.

Puesto que el carbon es un depósito sedimentario y ha sufrido la infiltración de las aguas subterráneas con depósitos de minerales secundarios, contiene invariablemente ciertas impurezas minerales. Esas impurezas quedan como residuo después de quemado el carbon y son las cenizas. El contenido medio de cenizas de todo el espesor de una capa de carbón suele ser por lo menos de 2 a 3 %, incluso para los carbones muy puros, y es de 10% o más. En algunas minas de la Región Carbonífera, las cenizas varían de 16 a 38%.

La explotación selectiva y los procedimientos de lavado de carbón pueden contribuir con bastante eficiencia a eliminar bandas concentradas o impurezas libres, pero no son eficaces para eliminar las cenizas inherentes, esto es, las partículas minerales finamente dispuestas en el carbón.

Existe una variación considerable en la composición química de las cenizas de los carbones minerales, que dependen no sólo de los minerales residuales procedentes de las plantas, sino también de la cantidad de sedimentos terrosos aportados por las aguas a la turba y de los minerales secundarios depositados después.

La temperatura de reblandecimiento de las cenizas de los carbones esta comprendida entre los minerales secundarios depositados despues.

La temperatura de reblandecimiento de las cenizas de los carbones está comprendida entre los 1038 y 1705°C.

### 3.3. ALMACENAMIENTO.

Raras veces se amontona el carbón en las minas. Los consumidores industriales suelen mantener una reserva para uno o dos meses y ese carbon puede estar almacenado durante seis meses, tal vez un año, antes de usarlo. El carbón almacenado absorbe oxígeno del aire lentamente con elevación de temperatura. Cuanto mas bajo es el rango del carbón y cuanto mas pequeños son los trozos, tanto mayor es la tendencia a calentarse y arder espontáneamente.

#### 3.3.1 Antracita.

El almacenamiento de la antracita, en cualquier cantidad, no presenta de ordinario ningún problema, siempre que reciba una cantidad considerable de calor de fuente externa y que se impida el acceso a ella de sustancias extrañas.

#### 3.3.2 Hulla bituminosa

Método del montón comprimido. Es el almacenamiento en capas comprimidas de la hulla bituminosa cribada con un tamaño máximo de unos 4 cm. y con tamaños menores hasta la criba número 10 y polvo. El carbón se amontona en pequeñas pilas para reducir la segregación; después se nivela y se aglomera. El espesor recomendado para las capas aglomeradas varia entre 15 y 90 cm., según las condiciones locales. Los costados de la pila no deben de ser demasiados inclinados y deben apretarse muy bien. El éxito de este metodo, muy empleado, esta en excluir la circulación del aire. Se han obtenido buenos resultados en la extinción de incendios en carbón mal almacenado nivelando bien y comprimiéndolo con fino para cerrar la entrada de aire.

### 3.3.3 Almacenamiento del carbón al pie de la mina.

Es difícil obtener una buena distribución de tamaños y un relleno adecuado con el carbón tal como sale de la mina.

Este carbón es a menudo quebrantado antes de almacenarlo y se criba dividiéndolo en trozos y menudos, que se almacenan por separado. Puede ponerse también en capas compactas y ocluir los conductos de aire con una gruesa capa apretada de polvo de carbon cubierta con otra capa de cribado más grueso para reducir las pérdidas de polvo por el viento. Se han ideado diversos métodos para vigilar la temperatura en los montones de carbón almacenado y para hacer frente a la situación si la temperatura se aproxima al punto peligroso.

### 3.3.4 Almacenamiento ventilado.

La hulla bituminosa de doble cribado, si se mantiene exenta de finos y se evita la fragmentación, puede almacenarse en montones de tamaño moderado. En este caso, el movimiento libre del aire a través del montón se lleva el calor que se desarrolle.

### 3.3.5 Deterioro durante el almacenamiento.

La pérdida de poder calorífico de la hulla bituminosa por oxidación lenta suele ser insignificante y pocas veces llega al 2% en uno o dos años. La cantidad de coque y el rendimiento de subproductos es afectado por el almacenamiento en malas condiciones, pero puede evitarse empleando el método del montón comprimido.

### 3.3.6 Hulla subbituminosa y lignito.

Hay que poner mucho cuidado en el almacenamiento de los carbones de rango inferior, porque son los más propensos a la combustión espontánea. Estos carbones con contenido de humedad elevado tienden a desmenuzarse durante el almacenamiento si se secan y se mojan alternativamente. Las empresas que usan grandes cantidades de hulla bituminosa o subbituminosa de bajo rango y lignito almacenan a veces sus reservas bajo el agua en pozos de concreto. Esto impide eficazmente que se deteriore el carbón, pero resulta bastante costoso y tiene algunos inconvenientes. Se han obtenido excelentes resultados almacenando esos carbones en capas compactas en un pozo de tierra o concreto abierto y sin agua; la pérdida de poder calorífico no excedió de 1.5% en un año.

La cantidad limitada de aire que penetre desde la parte superior el pozo es suficiente para producir la combustión espontánea.

### 3.4 PRINCIPALES MINAS DE PRODUCCION DE LA REGION CARBONIFERA.

La siguiente tabla presenta en orden de importancia las compañías mineras carboníferas que han venido operando en la cuenca carbonífera.

EMPRESA	CARBON LAVADO TON/MES MILES	COQUE TON/MES MILES	PORCENTAJE DE PRODUCCION BASE C. T. U.
GRUPO ACERERO DEL NORTE	155	108.00	73.10
GRUPO INDUSTRIAL MINERA MEXICO S.A.	5	3.60	2.70
MINERALES INDUSTRIALIZADOS S.A.	1	0.30	6.75
CARBONIFERA SAN PATRICIO S.A.	6	4.30	2.25
ALVARO JAIME TAMAYO			2.25
OTROS IMPORTANTES			6.20
TOTAL MENSUAL	167	116.20	100.00

## 4. CLASIFICACION Y UTILIZACION DEL CARBON.

### 4.1 CLASIFICACION.

Las definiciones de los tipos de carbón resultan de diferencias en las proporciones de los ingredientes vegetales primitivos y son como sigue:

#### a) Hulla común vetuada.

Esta es la variedad ordinaria de hulla bituminosa y subbituminosa, consta de una serie de capas o lentes que alternan irregularmente de:

- 1) material negro homogéneo con lustre brillante;
- 2) material estriado, menos brillante, de color negro grisáceo, por lo general con lustre sedoso, y
- 3) capas generalmente más delgadas de partículas blandas, pulverulentas y fibrosas de hulla semejante al carbón vegetal. La diferencia de lustre en las vetas es mayor en la hulla bituminosa que en la subbituminosa.

#### b) Hulla esquistosa.

Esta es una variedad de hulla bituminosa o subbituminosa de color negro grisáceo, mate, estructura compacta, que contiene a menudo vetas irregulares delgadas con lustre vítreo. Es sonora para percusión, dura y tenaz, y se rompe con fractura irregular, rugosa, a veces astillada. Arde fácilmente y no se hincha cuando se calienta.

#### c) Ampelita

Hulla grasa de llama brillante. Es una variedad de hulla bituminosa o subbituminosa de textura uniforme, compacta, de grano fino y sin vetas. Tiene color gris tirando a negro, lustre grasiento y fractura concoidea. No se aglomera por el calor, produce un porcentaje elevado de materia volátil, se inflama fácilmente y arde con llama luminosa despidiendo mucho humo.

#### d) Bogue

Esta es una variedad de hulla bituminosa que se parece bastante a la anterior por su aspecto y por su comportamiento en la combustión. Se caracteriza por un porcentaje elevado de restos de algas y materia volátil. Por destilación produce alquitran y aceite.

Los carbones que poseen los caracteres de los diversos tipos descritos pueden identificarse fácilmente, pero hay también carbones de un carácter intermedio, por

ejemplo, el semiesquistoso. Un estrato de carbón puede componerse por entero de un solo tipo, pero es muy común que un solo estrato contenga capas de dos o tres tipos a consecuencia de condiciones cambiantes en la turba original.

#### **4.2 CLASIFICACION POR ANALISIS INMEDIATO.**

Generalmente para fines de clasificación del carbón mineral, se emplean los parámetros establecidos por la Sociedad Americana para Pruebas de Materiales (ASTM), los cuales se basan en el carbón fijo (CF), materia volátil (MV), así como en el factor de expansión. También se basan en la determinación del poder calorífico, el % de cenizas y el contenido de azufre.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





<sup>A</sup> Esta clasificación no incluye algunos carbones, principalmente variedades no bandeadas, las cuales tienen propiedades físicas y químicas fuera de lo común y están en los límites del carbón fijo o valor calorífico de alta volatilidad rango bituminoso y sub-bituminoso. Todos estos carbones pueden contener menos de 48% de carbono fijo en base seca, libre de materia mineral o valor calorífico mayor a 15,500 unidades térmicas británicas (BTU) por libra en base húmeda libre de materia mineral.

<sup>B</sup> Humedad referida al carbón que contiene la humedad natural inherente, pero que no incluye agua visible en la superficie.

<sup>C</sup> Si es aglomerable, clasifica en la clase bituminoso de volatilidad baja.

<sup>D</sup> Carbones que tienen 69% o más de carbón fijo en base seca, libre de materia mineral, deberían de ser clasificados de acuerdo al carbono fijo sin considerar valor calorífico

<sup>E</sup> Es reconocido que existen variedades que son no-aglomerables en estos grupos de la clase bituminoso.

1 ASTM (Sociedad Americana para Pruebas de Materiales)

Sistema de clasificación del carbón

U.S. Geological Survey

Fuente: Gordon H. Wood, Jr., Thomas M. Kehn, M Devereux Carter and William C Culbertson.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Con base en la clasificación de carbón por rango de la U. S Geological Survey , el carbon mineral de las subcuencas carboníferas de Coahuila corresponde a la siguiente clasificación.

Areas	Clasificación
Subcuenca de Sabinas, Saltillito, Lampacitos, Las Esperanzas, Las Adjuntas, Monclova y San Patricio.	Carbón bituminoso de volatilidad media a baja

Lo anterior, es de acuerdo a los análisis químicos realizados a muestras de carbón todo uno y carbón lavado recolectadas en los barrenos de exploración y en el interior de las minas de la subcuenca de Sabinas.

En cuanto a las características físicas de aglomeración, el carbón de las subcuencas de la region carbonifera presenta excelentes cualidades para su transformación a coque (carbon siderúrgico ).

El carbón de la cuenca carbonifera aún cuando es coquizable, se mezcla en pequeña proporción con el carbon de Río Escondido, para ser utilizado en las plantas carboeléctricas.

Normalmente el carbón de la región carbonifera es utilizado para la producción de coque el cual se utiliza posteriormente como agente reductor en la fabricación del arrabio en la planta de Altos Hornos de Mexico, en Monclova, Coahuila, mientras que el de Río Escondido es utilizado para generar energía eléctrica en las carboeléctricas de Nava, Coahuila. Cada carbón es empleado de acuerdo a sus características y calidad.

#### 4.4 CLASIFICACION DEL CARBON POR TAMAÑOS.

El carbón puede ser embarcado tal como sale de la mina o puede ser cribado y clasificado en dos o más tamaños, con alguna trituración si fuera necesaria para satisfacer las necesidades del mercado. Para la mayoría de los usos es importante el tamaño del carbón, tanto con respecto a su manipulación como a su comportamiento en el horno

Cualquiera que sea la clase de cribas empleadas para la clasificación comercial, las designaciones normales por tamaño se basan en las pruebas con cribas de agujeros redondos hasta 3/8 de pulgada (9.5 mm) de diámetro, y con cribas de tela metálica de abertura cuadrada para los tamaños más pequeños.

El carbón se produce en multitud de tamaños según las especificaciones de los consumidores y los esfuerzos realizados por los productores para adaptar su artículo a las condiciones del mercado.

Los distintos tamaños cribados obtenidos de carbón tal como sale de la mina pueden dar un análisis bastante distinto por las diferencias en los caracteres físicos de las capas y por la diversa manera en que se presentan las impurezas minerales.

#### 4.5 UTILIZACION DEL CARBON.

El carbón es uno de los productos más útiles que extraemos de la tierra. Su contenido energético es notable y la forma más sencilla de distribuirlo es la de transformarlo en energía eléctrica. Aproximadamente la tercera parte de todo el carbón extraído se transporta a las centrales térmicas, donde se utiliza como combustible para las calderas de vapor. El vapor pone en movimiento, mediante turbinas, los generadores eléctricos.

Casi la mitad de la energía eléctrica mundial se obtiene a partir del carbón.

El carbón también es utilizado en reacciones a temperatura elevada, para procesos metalúrgicos y para la cocción de productos cerámicos.

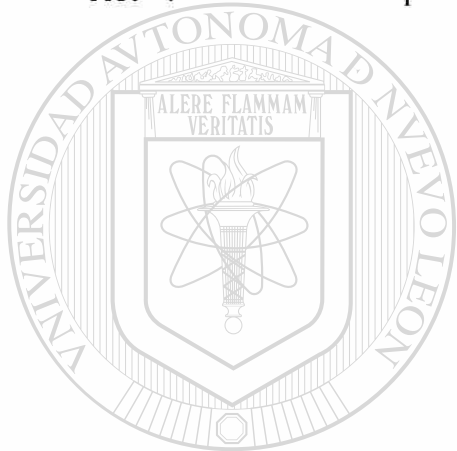
Uno de los empleos más importantes del carbón es la producción del coque, ya que en ella se producen además derivados como el gas de hulla, amoníaco, alquitrán e hidrocarburos del mismo, de los cuales se derivan un gran número de compuestos químicos.

El carbón se consume en un tonelaje mayor que ninguna otra mercancía producida por el hombre. Es también una de las principales mercancías mundiales tanto en valor monetario como en importancia general. Es el combustible más empleado por las centrales eléctricas, por los hornos industriales y para la fusión de metales. Es también la materia prima para la fabricación de miles de productos químicos que tienen usos

importantes en casi todos los campos de la tecnología. No obstante sus múltiples aplicaciones, el carbón es una de las mercancías mas baratas en todo el mundo

En nuestro país, el carbón térmico tiene hoy en día una gran demanda para mantener las plantas carboeléctricas ubicadas en el norte del estado de Coahuila, y el carbon coquizable tiene su mayor demanda para la fundición de fierro en la planta siderúrgica ubicada en Monclova, Coahuila.

En poco tiempo se establecerá otra planta carboeléctrica en el sur del país, la cual requerirá carbón de exportación, ya que su ubicación geográfica hace incosteable surtirla con carbón de la región carbonífera de Coahuila, donde se encuentran el 95% de las reservas de carbón en el país.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## 5. METODOS ESTADISTICOS.

### 5.1 PAPEL DE LOS METODOS ESTADISTICOS EN LA ADMINISTRACION DE LOS PROCESOS .

Los métodos estadísticos proporcionan un medio eficaz para desarrollar una nueva tecnología y controlar la calidad en los procesos. Muchas empresas importantes han estado tratando de usar activamente los métodos estadísticos y algunas han dedicado parte de su tiempo a educación interna sobre este tema. El conocimiento de los métodos estadísticos se ha convertido en parte normal de la capacitación de un ingeniero, pero el conocimiento de los métodos estadísticos no proporciona inmediatamente la habilidad para usarlos. La habilidad para analizar las cosas desde el punto de vista estadístico es más importante que los métodos individuales. Además, necesitamos ser francos para reconocer los problemas y las variables, y recoger información sobre ellos. Hay que subrayar que lo importante no es solamente el conocimiento de los métodos estadísticos como tales, sino más bien la actitud mental hacia su utilización.

---

#### 5.1.1 COMO OBTENER INFORMACION.

La información es una guía para nuestras acciones. A partir de la información conocemos los hechos pertinentes y adoptamos acciones apropiadas basadas en esos hechos. Antes de recoger la información, es importante determinar qué se va a hacer con ella.

En el control de la calidad, los objetivos de la recolección de información son:

- 1) El control y el monitoreo del proceso de producción.
- 2) El análisis de lo que no se ajusta a las normas.
- 3) La inspección.

Cualquier recolección de información debe tener un propósito específico y ser seguida por acciones.

Una vez que se define el objetivo de la recolección de información, también se determinan los tipos de comparación que se necesitan, y esto a su vez identifica el tipo de datos que se deben recoger. Si la comparación muestra una clara diferencia, una medida remedial que elimine esa diferencia reducirá también la variación en el proceso.

Esta división de un grupo en varios subgrupos con base en ciertos factores, se llama estratificación. La estratificación es muy importante, y es necesario que su aplicación se convierta en un hábito de pensamiento en todo tipo de situaciones.

Suponga que usted quiere saber la relación entre la calidad de un ingrediente y la dureza del producto. En un caso como éste, cuando usted quiere saber si hay una relación entre los valores de dos características, los datos tienen que estar disponibles por pares. Si los datos se recogen por pares, se pueden analizar usando un diagrama de dispersión, que se explicará más adelante.

Una vez que se han recogido los datos, diferentes clases de métodos estadísticos pueden ser utilizados para analizarlos, de modo que se conviertan en fuente de información. Cuando se recogen datos es importante organizarlos adecuadamente para facilitar su procesamiento posterior. En primer lugar, el origen de los datos debe registrarse claramente. Los datos cuyo origen no se conoce con claridad se

---

convierten en información inútil. Con frecuencia, se obtiene poca información útil a pesar de haber gastado tiempo reuniendo datos sobre alguna característica de calidad.

En segundo lugar, los datos deben registrarse de tal manera que puedan utilizarse fácilmente; por el hecho de que con frecuencia los datos se utilizan posteriormente para cálculos estadísticos.

Si se llega a la conclusión de que es necesario reunir información, es esencial que el objetivo sea claro y que se obtengan datos que reflejen los hechos con claridad. Además de estos requisitos, en situaciones reales es importante que los datos se recojan en forma clara y fácil de usar.

### 5.1.2 COMO SACAR CONCLUSIONES DE LA INFORMACION NUMERICA.

Cualquier administrador, trabajando en un entorno de negocios, requiere toda la información disponible sobre las características de dicho entorno. En la era moderna, gracias en parte a la capacidad de almacenamiento masivo de información de los sistemas informáticos, gran parte de la información disponible es cuantitativa. Por ejemplo, puede ser necesario asimilar los movimientos de los tipos de interés, oferta de dinero o desempleo. Se hacen estudios de mercado para determinar la demanda de productos. Un auditor debe ocuparse del número y la importancia de los errores contables. Un director de personal puede utilizar los resultados de una prueba de aptitud, para complementar la información subjetiva de los candidatos a un empleo.

La lista es interminable.

Las características comunes de estos ejemplos son que la información que se va a utilizar es numérica, y que presentada en forma de lista de datos, es virtualmente imposible de aprovechar en su totalidad. El trabajo estadístico consiste en extraer y sintetizar las características fundamentales de una recolección grande de datos numéricos. Un objetivo es el de intentar que la información tenga sentido, resumiéndola de tal forma que pueda obtenerse una idea general a primera vista, sin perder demasiada información.

En el análisis y síntesis de datos numéricos se ven envueltas muchas cuestiones. El método más apropiado dependerá de la naturaleza de los datos y de cómo se van a utilizar los resultados. En algunas circunstancias, será conveniente utilizar la artillería pesada de las técnicas formales. En otras ocasiones, un estudio sencillo o un gráfico serán suficientes, este tipo de estudio en cualquier caso puede servir de punto de partida para análisis más profundos.

### 5.1.3 COMO MANEJAR LA INCERTIDUMBRE.

“La estadística es la ciencia de la incertidumbre”. En estadística, no trabajamos con preguntas del tipo ¿que es?, sino con preguntas como ¿de que podría ser?, ¿que es probable que sea?. Consideremos las siguientes afirmaciones:

“El precio de la acción de IBM dentro de seis meses será más alto que hoy”



“Si el déficit en el presupuesto federal es tan alto como se ha previsto, los tipos de interés permanecerán altos el resto del año”.

“Si hacemos una oferta de este nivel, será más baja que la de nuestros competidores y nos aseguraremos el contrato”.

“La mejor opción para mejorar la situación de este producto en el mercado de acciones es la de realizar una campaña publicitaria dirigida a jóvenes entre 18 y 25 años de edad”.

Cada una de las afirmaciones anteriores contiene un lenguaje que da una sensación de falsa seguridad. En el momento en que se realizaron, no había forma de estar seguro de su veracidad. Aunque un analista pueda pensar que el desarrollo de los próximos meses va a ser tal que las acciones de IBM subirán en ese periodo, no puede tener la certeza de que así sea. Luego, desde un punto de vista semántico, las frases anteriores deberían modificarse, por ejemplo como se indica a continuación:

“El precio de la acción de IBM dentro de seis meses será posiblemente más alto que hoy”.

“Si hacemos una oferta de este nivel, es probable que sea más baja que la de nuestros competidores y nos aseguremos el contrato”.

No obstante, nuestra preocupación por la incertidumbre no es solamente semántica.

Todo lo que hemos hecho hasta ahora, es sustituir afirmaciones precisas que no podíamos garantizar, por otras innecesariamente vagas. Después de todo, ¿qué queremos decir con “es probable”? Las frases, una vez modificadas, pueden interpretarse como que es más fácil que los sucesos de interés se cumplan frente a que no lo hagan. Pero, ¿cuánto más fácil? El español es un lenguaje rico en palabras que denotan incertidumbre, y algunas de ellas sugieren una escala desde lo imposible hasta lo seguro. Aun así, el lenguaje no es suficiente para dar una descripción satisfactoria del grado de incertidumbre asociado a un suceso. Necesitamos una estructura más formal con este fin.

#### 5.1.4 MUESTREO.

Antes de introducir un nuevo producto en el mercado se analizará un pequeño subconjunto, o muestra de los individuos de la población y los resultados que se obtengan, se basarán en la información obtenida de la muestra.

La técnica de muestreo en grandes poblaciones se utiliza habitualmente en el campo de la administración de empresas. También una auditoría de contabilidad se basará en una muestra de todas las cuentas.

Cuando tenemos información sobre una muestra de la población, es relativamente fácil resumir los datos muestrales. No obstante, el muestreo es solamente un medio, no un fin en sí mismo. El objetivo no es llegar a conclusiones sobre la muestra, sino sobre la población a la que pertenece dicha muestra. De esta forma, un problema importante que se le presenta a un estadístico es decidir hasta qué punto es posible generalizar los resultados obtenidos en una muestra de toda la población.

Por supuesto, si tomamos una muestra, no podemos conocer con precisión las características de la población. Todavía quedará cierta incertidumbre; por tanto, al hacer cierta inferencia sobre la población basándose en una muestra, cualquier conclusión que se obtenga tendrá que ser expresada con lenguaje de incertidumbre.

---

#### 5.1.5 COMO ANALIZAR RELACIONES.

La teoría económica nos dice que, a igualdad del resto de factores, un incremento en el precio conllevará un descenso en la demanda. No obstante, esta teoría es puramente cualitativa. No nos dice en cuánto descenderá la demanda. Las teorías basadas en el conocimiento subjetivo son muy útiles para sugerir los factores que influyen en las cantidades de interés, como la demanda en este caso. Para ir más allá, debemos obtener información cuantitativa que informe de cómo la demanda ha respondido a cambios en el precio en el pasado. Basaríamos, entonces, nuestras conclusiones, en la premisa de que lo que ocurrió en el pasado se repetirá, probablemente, después de la subida de precios propuesta.

### 5.1.6 PREDICCIÓN.

El deseo de predecir el futuro es una característica inherente al ser humano. No obstante, la necesidad de hacer predicciones confiables en los negocios va más allá de la curiosidad. Las decisiones de inversión deben tomarse mucho antes de que un nuevo producto salga al mercado, por tanto, es muy deseable tener predicciones sobre cómo será la situación del mercado en el futuro próximo. Para productos ya establecidos, hacer predicciones sobre las ventas a corto plazo es importante para establecer los niveles óptimos de acumulación de existencias y producción. Para tomar una decisión sobre aumentar o no el nivel de pasivo de una empresa, es importante predecir los tipos de interés en el futuro. Para formular una política económica razonable, los gobiernos necesitan predicciones sobre cuál sería el producto interior bruto, el desempleo y la inflación bajo varias políticas diferentes.

Básicamente, las predicciones de valores futuros suelen obtenerse a partir del descubrimiento de regularidades en el comportamiento en el pasado. Por esta razón, es necesario disponer de datos sobre el comportamiento, tanto de la variable a predecir, como de otras variables relacionadas. El análisis de esta información puede sugerir tendencias en el futuro.

---

### 5.1.7 TOMA DE DECISIONES EN UN ENTORNO DE INCERTIDUMBRE.

En cualquier tipo de negocio, deben tomarse constantemente decisiones en un entorno en el que la persona que debe decidir no conoce con seguridad el comportamiento futuro de los factores que podrían afectar al resultado que se obtendrá bajo varias opciones posibles a considerar.

En los negocios, en el momento de decidir entre diferentes opciones, resultan de vital importancia las técnicas para tratar la incertidumbre.

Existen una serie de técnicas útiles a la hora de analizar información numérica. Su objetivo es ayudar a comprender los entornos con incertidumbre, de forma que puedan tomarse mejores decisiones. Hay que hacer hincapié, no obstante en que estas técnicas son únicamente herramientas útiles para el administrador. No pretenden ser sustitutos de la familiaridad con el entorno que se consigue con años de trabajo y experiencia, sino más bien ayudas para agudizar dicha familiaridad. Por tanto, a

pesar de que un análisis técnico profundo de la información numérica será, en ocasiones, de mucho valor, no se aprovecha al máximo sino que se utiliza en combinación con la experiencia que se obtiene de estudiar las características del entorno en que se trabaja. De hecho, los métodos estadísticos resultan de mayor utilidad en la gestión cuando se combinan con la experiencia en el entorno de los negocios.

#### **5.1.8 COMO RESUMIR LA INFORMACION NUMERICA.**

En nuestros días, cuestiones tales como la situación de la bolsa, la tasa de inflación de precios o la opinión del electorado sobre un candidato a presidente nos incumbe a todos. Para poder entender la evolución de estos temas, debe manejarse e interpretar una gran cantidad de información numérica.

Las memorias anuales de las grandes compañías resultan difíciles de asimilar por su enorme cantidad de información acerca de diversos aspectos organizativos. El uso de ordenadores es, en gran parte, responsable de esta tendencia. Los avances informáticos en el terreno del cálculo han posibilitado el almacenamiento, recuperación y análisis de cantidades de información que resultaban impensables hace tan solo unos años. Parece evidente que estamos obligados, cada vez más, a pensar en las implicaciones numéricas de cualquier tema de interés. Muchas personas contemplan este fenómeno, que constituye un recurso laboral para los estadísticos, con miedo y confusión; algunas incluso con irritación.

Necesitamos dar sentido a toda esta información numérica. Por supuesto, cada uno es libre de interpretar los números como quiera, del mismo modo que es libre de llevar a cabo su propio diagnóstico. Sin embargo, la tarea de dar sentido a la información numérica no es trivial. ¿Qué debemos hacer cuando nos enfrentamos a un gran conjunto de datos? El objetivo de un estadístico es resumir la información sucintamente, poniendo de relieve las características más importantes de los datos numéricos, de forma que se consiga una idea clara y exacta. Es decir, debemos reducir la información lo máximo posible, pero teniendo cuidado de que una reducción excesiva no nos lleve a omitir características importantes. Son muchas las

ciencias que necesitan hacer análisis numéricos y, en cada caso, llegar a conclusiones válidas constituye todo un arte.

Nuestro objetivo es hacer una revisión de los métodos empleados para resumir y analizar la información numérica. Algunas técnicas a las que nos referimos tienen como finalidad la obtención de medidas numéricas que resuman la información, mientras que otras tienen carácter gráfico. Todas ellas poseen atractivos, pero pueden también tener inconvenientes en aplicaciones particulares. Por desgracia no existe un método único para analizar datos. De hecho, la forma adecuada de enfrentarse a los datos es, en cada caso, un problema específico, que depende de las características de los datos y del objetivo del análisis.

Por definición, la población es el conjunto completo de la información numérica sobre una característica particular en la que el investigador está interesado.

La muestra es un subconjunto de los valores poblacionales observados.

## 5.2 ANTECEDENTES

Es un hecho cada vez más comúnmente aceptado que vivimos rodeados de números. Resulta imposible leer el periódico o escuchar las noticias sin tener que dirigir el impacto de frases como “La Bolsa de Valores cayó seis puntos en la sesión de hoy” ó “ El 40% del electorado al candidato tal”.

Para entender la evolución de estos temas deben manejarse e interpretarse una gran cantidad de información.

En este trabajo se considera la información que servirá de base para buscar alguna forma funcional que relacione dos variables. Cabe considerar que en la práctica, frecuentemente es necesario estudiar la relación de correspondencia de dos variables.

Para estudiar la relación entre dos variables tales como la presión y la temperatura, puede utilizarse un diagrama de dispersión.

### 5.3 ¿CÓMO SE ELABORA UN DIAGRAMA DE DISPERSIÓN?

Para elaborar un diagrama de dispersión se procede de la siguiente manera.

#### Paso 1

Reúna pares de datos (x, y), cuyas relaciones usted quiere estudiar, y organice esa información en una tabla. Es deseable tener al menos 30 pares de datos.

#### Paso 2

Encuentre los valores mínimos y máximos para x y y. Decida las escalas que va a usar en los ejes horizontales y verticales de manera que ambas longitudes sean aproximadamente iguales, lo cual hará que el diagrama sea más fácil de leer. Trate de mantener el número de divisiones en cada eje entre 3 y 10 y use números redondos para facilitar la lectura. Cuando las dos variables sean un factor y una característica de calidad, use el eje horizontal x para el factor y el eje vertical y para la característica de calidad.

#### Paso 3

Registre los datos en el gráfico, cuando se obtengan los mismos valores en diferentes observaciones, muestre este punto.

#### Paso 4

Registre todos los aspectos que puedan ser de utilidad. Cerciórese de que se incluyan todos los ítems siguientes de manera que cualquier persona que hizo el diagrama, pueda comprenderlo fácilmente; considere:

- a) Título del diagrama.
- b) Período de tiempo.
- c) Número de pares de datos.
- d) Título y unidades de cada eje.

#### 5.4 COMO LEER LOS DIAGRAMAS DE DISPERSION.

Así como es posible captar la forma de la distribución en un histograma, también es posible leer la distribución general de los pares de datos a partir de un diagrama de dispersión. Al hacerlo, lo primero es examinar si hay o no hay puntos muy apartados en el diagrama. Puede generalmente suponerse que estos puntos apartados del grupo principal, (figura 5.4.1), son los resultados de errores de medición o de registro de los datos, o fueron causados por algún cambio en las condiciones de operación. Es necesario excluir estos puntos del análisis correlacional. Sin embargo, en lugar de despreciar completamente estos puntos, usted debe dar la debida atención a la causa de esas irregularidades porque con frecuencia se obtiene información muy útil averiguando por qué ocurre.

Hay muchos tipos de formas de dispersión, y algunas formas típicas se dan desde la figura 5.4.2 hasta la figura 5.4.7. En las figuras 5.4.2 y 5.4.3,  $y$  crece con  $x$ ; esto es una correlación positiva. También, como la figura 5.4.2 muestra esta tendencia de una manera muy pronunciada, se dice que es una correlación positiva fuerte. Las figuras 5.4.5 y 5.4.6 muestran lo opuesto a una correlación positiva, pues a medida que  $x$  aumenta,  $y$  disminuye; esto se llama una correlación negativa. La figura 5.4.5 muestra una correlación negativa fuerte. La figura 5.4.4 muestra el caso en el que  $x$  y  $y$  no tiene ninguna relación particular, y por eso decimos que no hay correlación. En la figura 5.4.7, hay una correlación parcialmente positiva y parcialmente negativa,

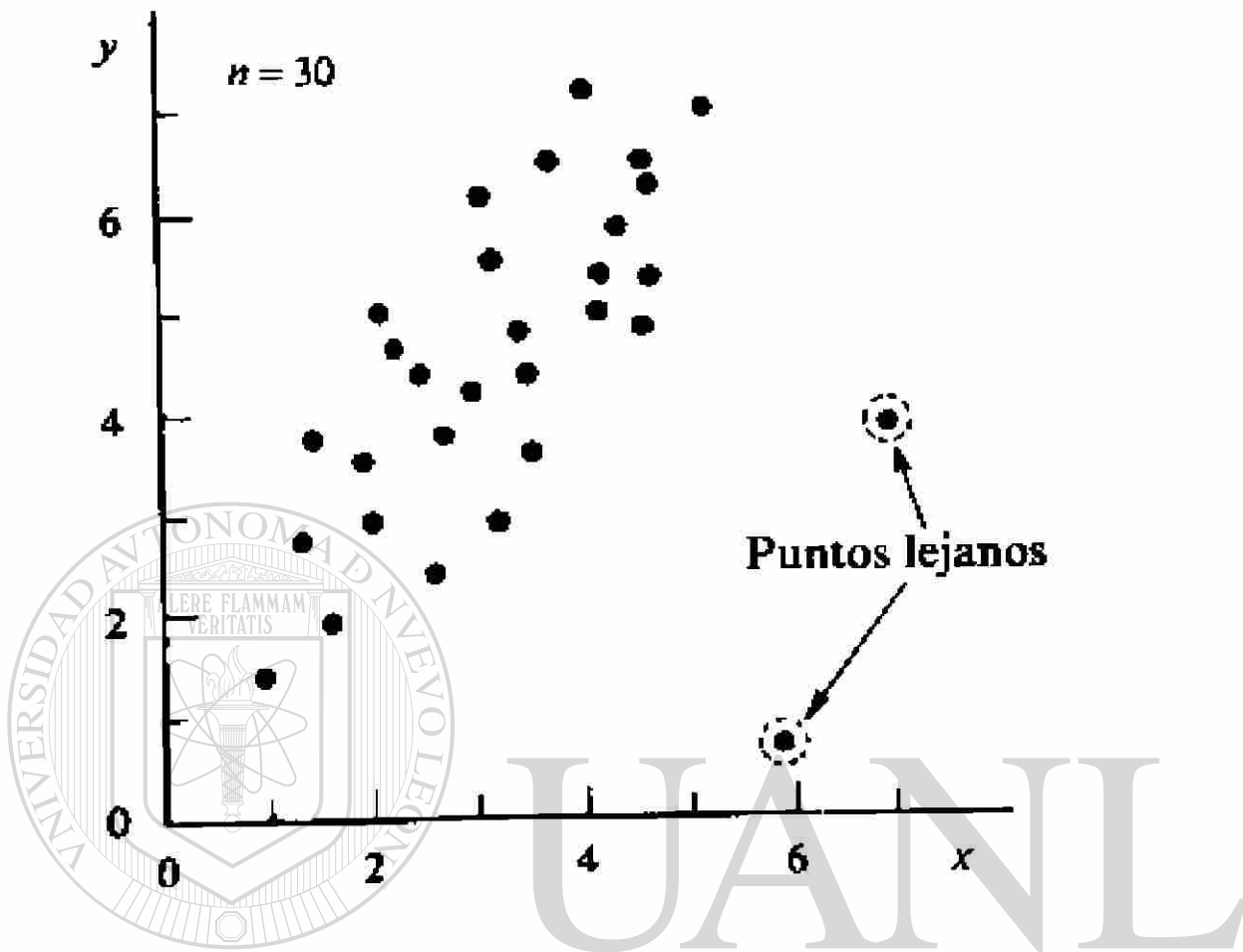


Figura 5.4.1 Puntos lejanos

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



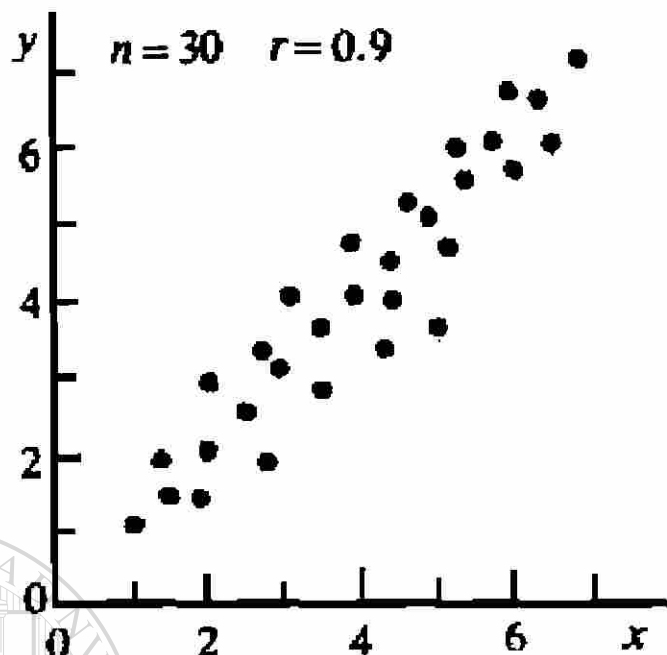


Figura 5.4.2 Correlación positiva

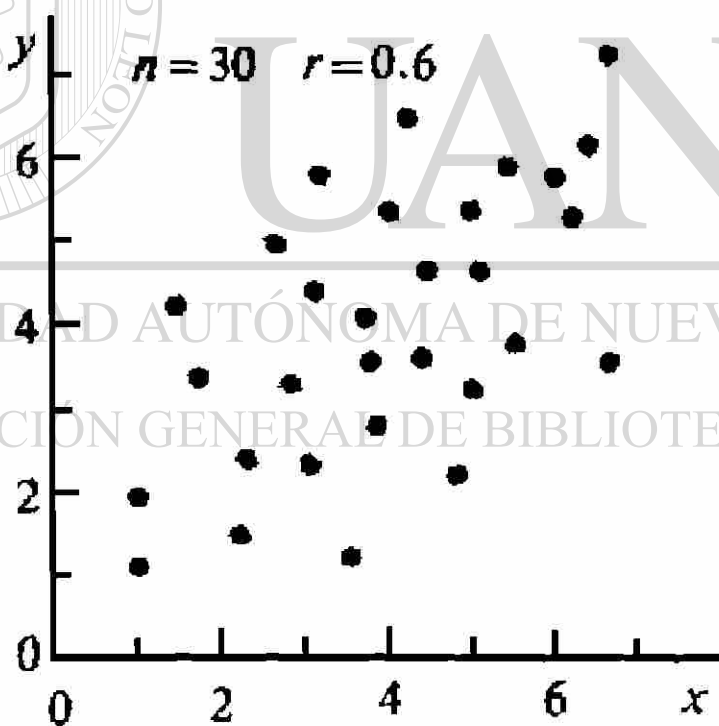


Figura 5.4.3 Puede haber correlación positiva

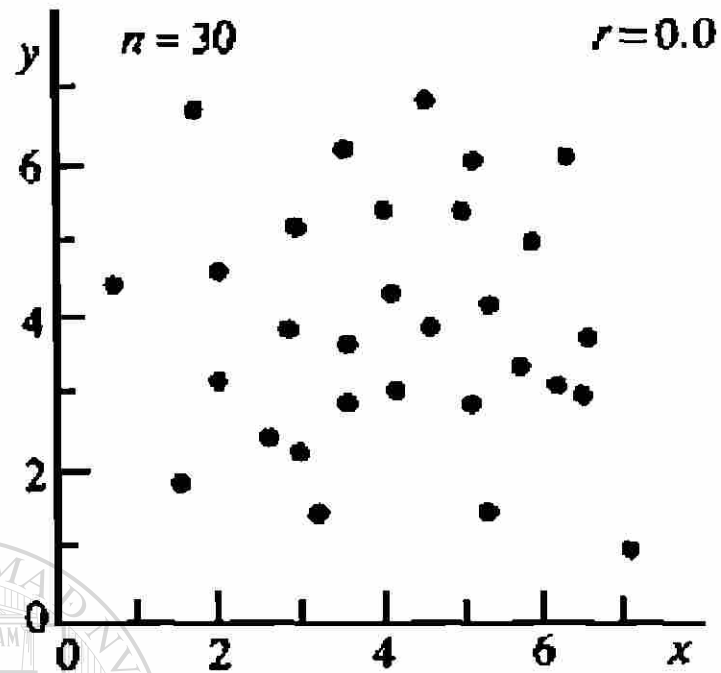


Figura 5.4.4 No hay correlación

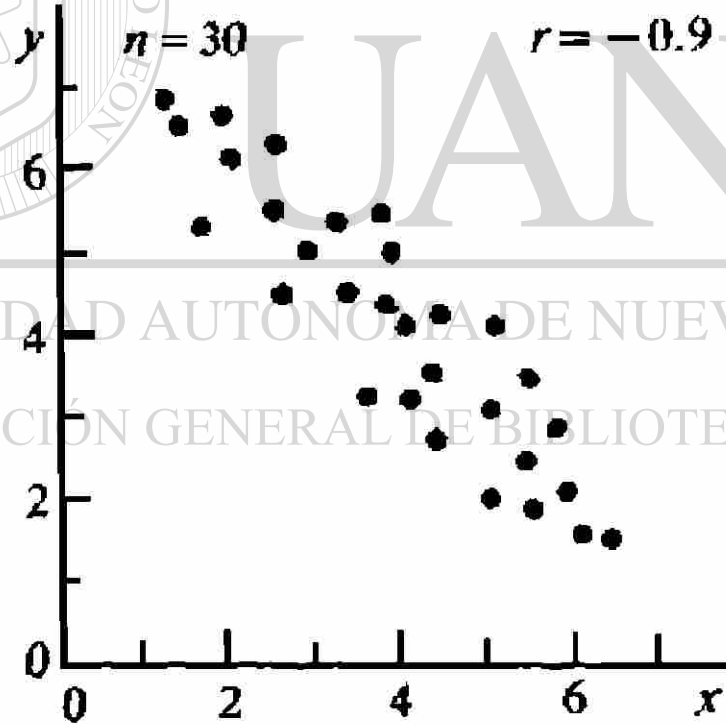


Figura 5.4.5 Correlación negativa

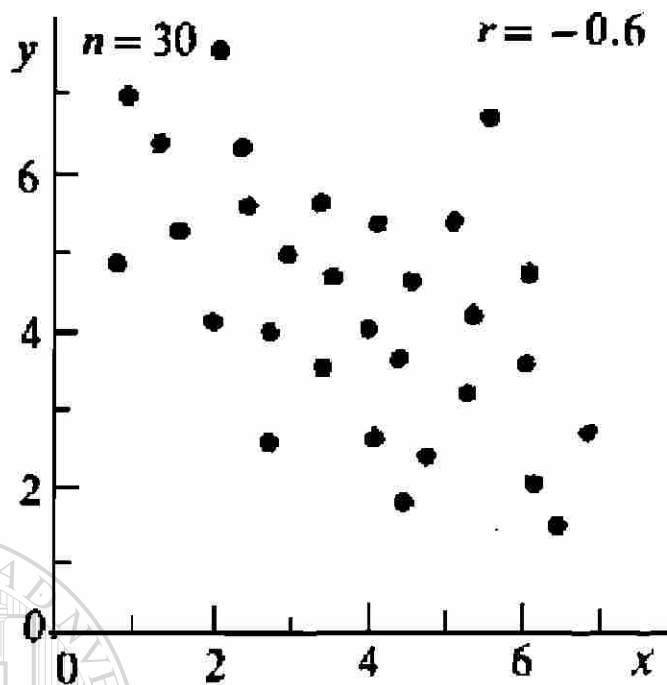


Figura 5.4.6 Puede haber correlacion negativa

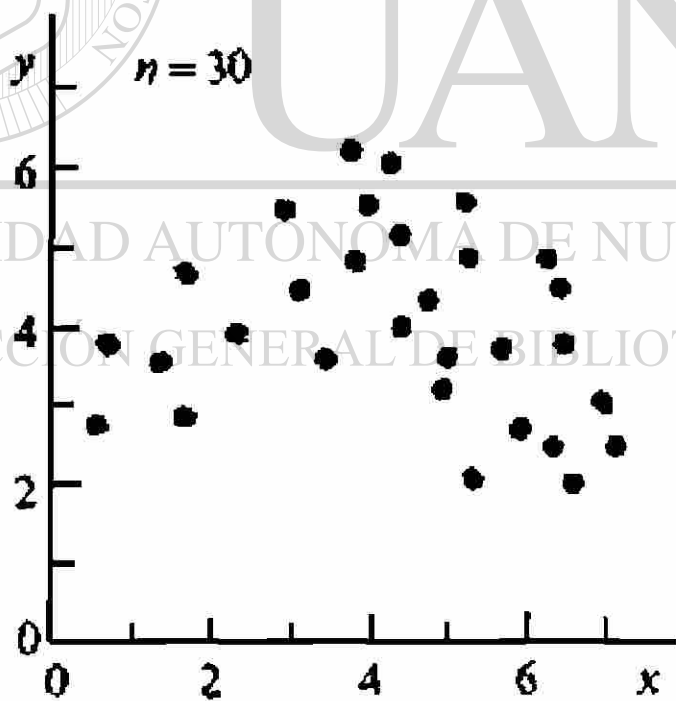


Figura 5.4.7 Correlación parcialmente positiva y parcialmente negativa

### 5.5 MODELO DE REGRESION LINEAL.

Para estudiar las relaciones entre  $x$  y  $y$  es importante hacer primero un diagrama de dispersión. El objetivo del análisis de regresión es encontrar un modelo para esta relación, sin embargo, para comprender la fuerza de la relación en términos cuantitativos, es útil calcular el coeficiente de correlación según la siguiente definición:

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx) S(yy)}}$$

donde,

$$S(xx) = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n}$$

$$S(yy) = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}{n}$$

$$S(xy) = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

$$= \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)}{n}$$

$r$  puede ser representada por:

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

“n” es el número de pares de datos, y  $S(xy)$  se es la covarianza. El coeficiente de correlación,  $r$ , se encuentra en el rango  $-1 \leq r \leq 1$ . Si el valor absoluto de  $r$  es mayor que 1, claramente ha ocurrido un error de cálculo, y debe calcularse de nuevo. En el caso de una correlación positiva fuerte como en la figura 5.4.2, se obtiene un valor cercano a +1, e igualmente, con una correlación negativa fuerte como en la figura 5.4.5 se obtiene un valor cercano a -1. Es decir, cuando  $r$  está cerca de 1, indica una correlación fuerte entre  $x$  y  $y$ , y cuando  $r$  está cerca de 0, indica una correlación débil. Además, cuando  $r = 1$ , los datos aparecerán en línea recta. Si usted recuerda esto, y adquiere el hábito de estimar el valor de  $r$  a partir del diagrama de dispersión, podrá verificar errores de cálculo.

## 5.6 ESTIMACION DE LAS LINEAS DE REGRESION POR MINIMOS CUADRADOS

Sea  $(x_i, y_i)$  ( $1 \leq i \leq n$ ) un conjunto de  $n$  pares de datos observados. Sea  $\hat{\alpha}$  y  $\hat{\beta}$  el valor estimado de  $\alpha$  y  $\beta$  y sea  $e_i$  el residuo entre  $y_i$  y  $\hat{\alpha} + \hat{\beta} x_i$ , es decir

$$e_i = y_i - (\hat{\alpha} + \hat{\beta} x_i) \quad (1 \leq i \leq n), \text{ como se indica en la figura 5.6.1}$$

Por medio del Método de los Mínimos Cuadrados, se obtienen  $\alpha$  y  $\beta$  como los valores

que minimizan  $\sum_{i=1}^n e_i^2$ , o sea, la suma de los residuos. La suma de los cuadrados de los

residuos alrededor de la línea de regresión se representa por SSE. De aquí que se encontrarán  $\alpha$  y  $\beta$  con objeto de minimizar:

$$SSE = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i)^2$$

Diferenciando SSE con respecto a  $\alpha$  y  $\beta$ , se tiene:

$$\frac{\partial (SSE)}{\partial \alpha} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i)$$

$$\frac{\partial (\text{SSE})}{\partial \beta} = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha - \beta x_i)x_i$$

Al igualar las derivadas parciales a cero y reacomodar los términos, se obtienen las ecuaciones siguientes (llamadas ecuaciones normales)

$$n\alpha + \beta \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i$$

$$\alpha \sum_{i=1}^n x_i + \beta \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i$$

Las cuales se pueden resolver simultáneamente para dar las fórmulas de cálculo de  $\alpha$  y  $\beta$ .

$$\beta = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - \beta \sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

®

Para este método se tienen los pasos siguientes:

Paso 1

Obtenga  $x$  y  $y$  de los datos

Paso 2

Calcule  $S(xx)$  y  $S(yy)$

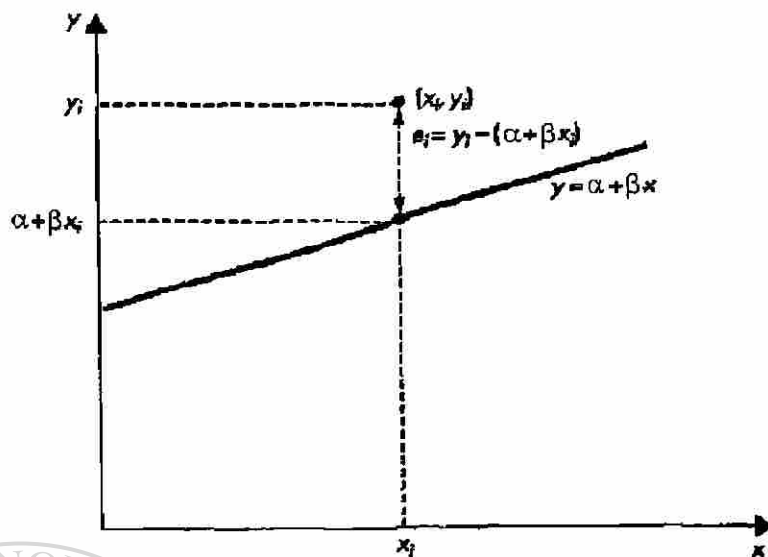


Figura 5.6.1

Paso 3

Se obtiene  $\beta$  de

$$\hat{\beta} = \frac{S(xy)}{S(xx)}$$

Y  $\alpha$  se obtiene de

$$\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta}\bar{x}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  obtenidos en estos pasos hacen la suma de los cuadrados de los residuos mínima.

Ahora, utilizando los datos de la tabla 5.6.a, calculemos la línea de regresión

Presión del aire (Kg/cm <sup>2</sup> )	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
Ancho de la pared (mm)	4.62	4.12	3.21	2.86	1.83
	4.50	3.88	3.05	2.53	2.02
	4.43	4.01	3.16	2.71	2.24
	4.81	3.67	3.30	2.62	1.95

Tabla 5.6.a

Paso 1

$$x = (8.0 + 8.5 + 9.0 + 9.5 + 10.0) \times 4/20 = 9.00$$

$$y = (4.62 + 4.50 + \dots + 1.95) / 20 = 3.276$$

Paso 2

$$S(xx) = \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n = 1630 - 180^2 / 20 = 10.0$$

$$S(xy) = \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i) / n \\ = 576.88 - 180 \times 65.52 / 20 = -12.8$$

Paso 3

$$\beta = 12.8 / 10.0 = -1.28$$

$$\alpha = 3.276 - (-1.28) \times 9.00 = 14.80$$

De esta manera, la línea de regresión se expresa por  $y = 14.80 - 1.28x$ . Es decir, por cada  $\text{Kgf/cm}^2$  que aumente la presión del aire, el espesor de la pared disminuye en 1.28 mm <sup>®</sup>

La figura 5.6.2 muestra la línea de regresión antes calculada. La mayoría de los puntos en el diagrama de dispersión deben distribuirse alrededor de la línea de regresión, porque puede haber un error de cálculo y deben verificarse los pasos.



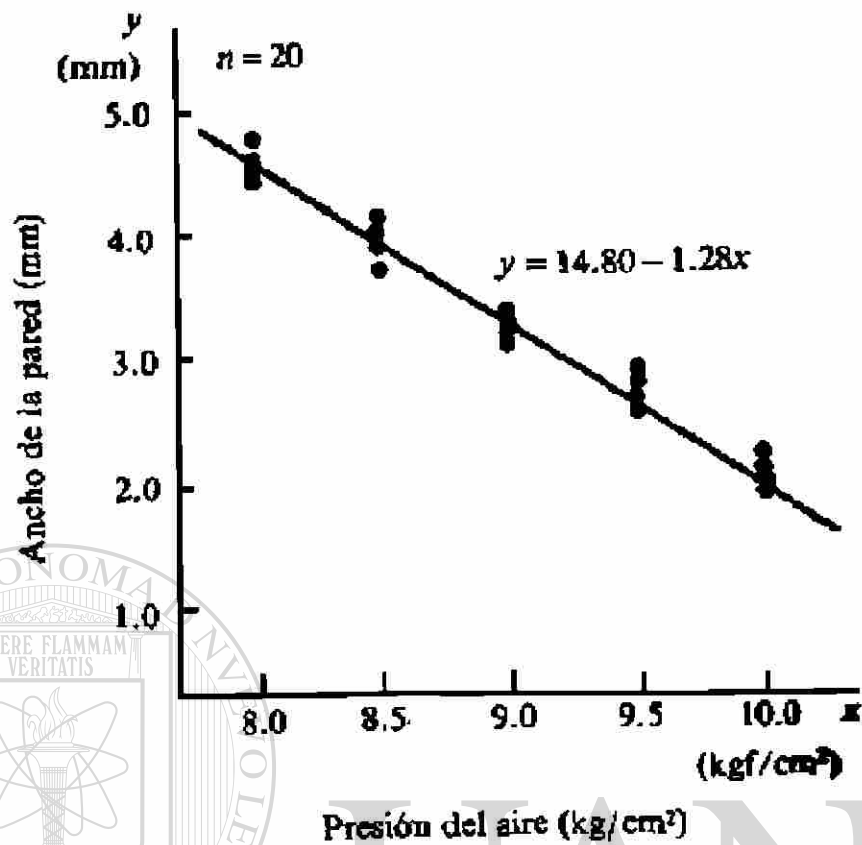


Figura 5.6.2

### Problema

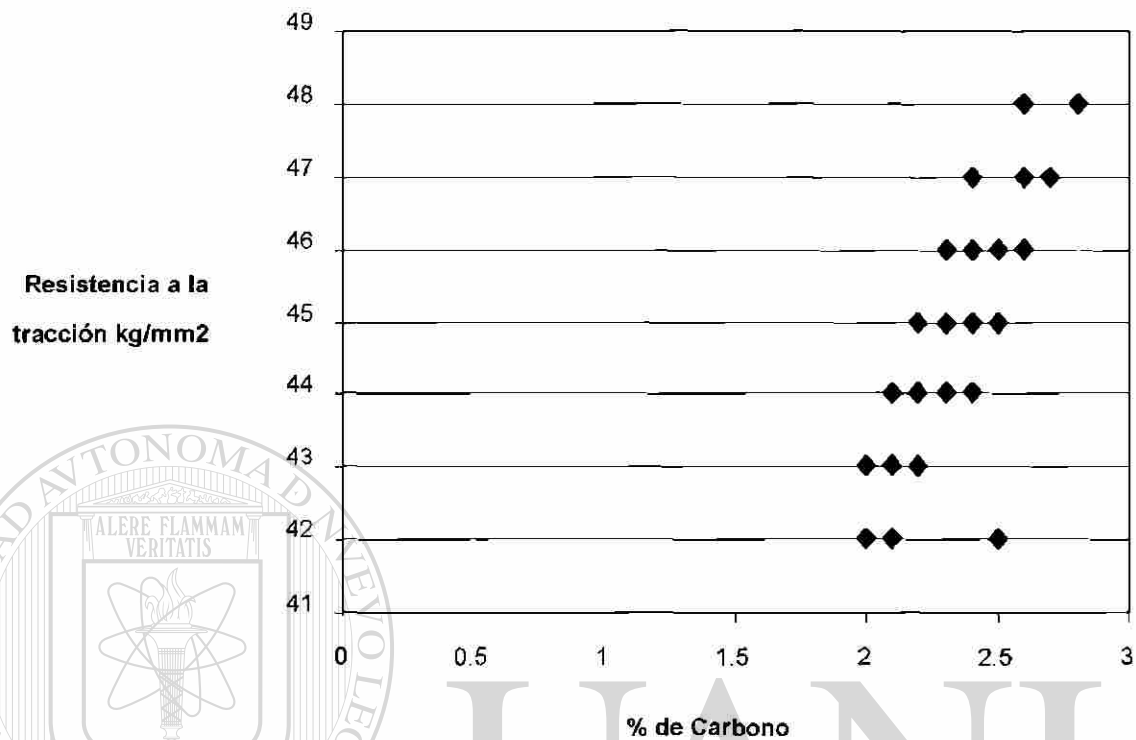
Los datos a continuación muestran el contenido de carbono  $x$  (%) y la resistencia a la tracción  $y$  ( $\text{Kg/mm}^2$ ), de un cierto acero.

- 1) Elabore un diagrama de dispersión e interprételo.
- 2) Obtenga el coeficiente de correlación  $r$ .
- 3) Obtenga una línea de regresión que estime la resistencia a la tracción, y a partir del contenido de carbono  $x$ .

No.	$x$ (%)	$y$ ( $\text{Kg/mm}^2$ )
1	2.0	43
2	2.4	46
3	2.2	45
4	2.3	44
5	2.5	45
6	2.8	48
7	2.2	43
8	2.7	47
9	2.4	44
10	2.3	45
11	2.0	42
12	2.2	44
13	2.6	47
14	2.1	44
15	2.5	46
16	2.7	47
17	2.1	42
18	2.6	48
19	2.4	45
20	2.1	43
21	2.3	45
22	2.2	43
23	2.3	46
24	2.4	47
25	2.3	44
26	2.4	45
27	2.6	46
28	2.5	42
29	2.6	46
30	2.4	46

1)

### Diagrama de dispersión



El gráfico presenta una correlación positiva indicando que a mayor cantidad del porcentaje de carbono hay una mayor resistencia a la tracción.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



2) Para determinar  $r$  hay que calcular primeramente  $x^2$ ,  $y^2$  y  $xy$  como se efectúa a continuación.

Numero	x	y	$x^2$	$y^2$	xy
1	2.0	43	4.00	1849	86.0
2	2.4	46	5.76	2116	110.4
3	2.2	45	4.84	2025	99.0
4	2.3	44	5.29	1936	101.2
5	2.5	45	6.25	2025	112.5
6	2.8	48	7.84	2304	134.4
7	2.2	43	4.84	1849	94.6
8	2.7	47	7.29	2209	126.9
9	2.4	44	5.76	1936	105.6
10	2.3	45	5.29	2025	103.5
11	2.0	42	4.00	1764	84.0
12	2.2	44	4.84	1936	96.8
13	2.6	47	6.76	2209	122.2
14	2.1	44	4.41	1936	92.4
15	2.5	46	6.25	2116	115.0
16	2.7	47	7.29	2209	126.9
17	2.1	42	4.41	1764	88.2
18	2.6	48	6.76	2304	124.8
19	2.4	45	5.76	2025	108.0
20	2.1	43	4.41	1849	90.3
21	2.3	45	5.29	2025	103.5
22	2.2	43	4.84	1849	94.6
23	2.3	46	5.29	2116	105.8
24	2.4	47	5.76	2209	112.8
25	2.3	44	5.29	1936	101.2
26	2.4	45	5.76	2025	108.0
27	2.6	46	6.76	2116	119.6
28	2.5	42	6.25	1764	105.0
29	2.6	46	6.76	2116	119.6
30	2.4	46	5.76	2116	110.4
	71.1	1348	169.81	60658	3203.2

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx) S(yy)}}$$

$$S(xy) = \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)}{n}$$

$$= 3203.2 - \frac{(71.1)(1348)}{30}$$

$$= 8.44$$

$$S(xx) = \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)^2}{n} = 169.81 - \frac{(71.1)(71.1)}{30} = 1.303$$

$$S(yy) = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i\right)^2}{n} = 60658 - \frac{(1348)(1348)}{30} = 87.87$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

$$r = \frac{8.44}{\sqrt{(1.303)(87.87)}}$$

$$r = 0.789$$

3) Se obtiene  $\bar{x}$  y  $\bar{y}$  de los datos

$$\bar{x} = 71.1 / 30 = 2.37$$

$$\bar{y} = 1348 / 30 = 44.93$$

Con los valores de  $S(\mathbf{xx}) = 1.303$  y  $S(\mathbf{xy}) = 8.44$  se determina  $\beta$ ,

$$\beta = S(\mathbf{xy}) / S(\mathbf{xx}) = 8.44 / 1.303 = 6.48$$

Con este valor se obtiene  $\alpha$  de la ecuación:

$$\alpha = \bar{y} - \beta \bar{x} = 44.93 - (6.48)(2.37) = 29.57$$

La línea de regresión se expresa por  $y = 29.57 + 6.48 x$



# UANL

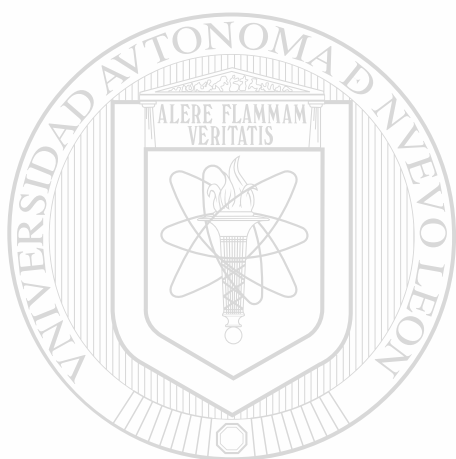
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## 6. RECOPIACION DE RESULTADOS DE ANALISIS QUIMICOS.

La información de los análisis químicos del carbón y los reportes respectivos, se fueron recopilando desde Septiembre de 1998 a Junio de 1999, todo ello fue transcrito y se desglosa a continuación.



# UANL

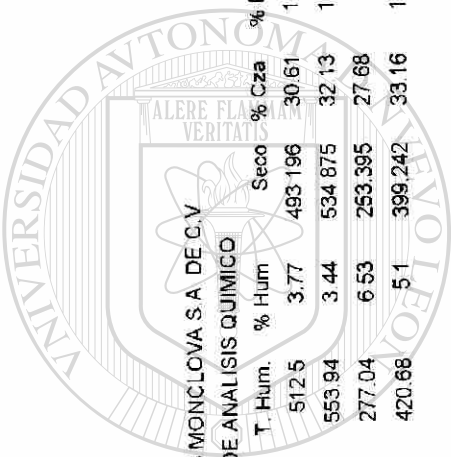
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

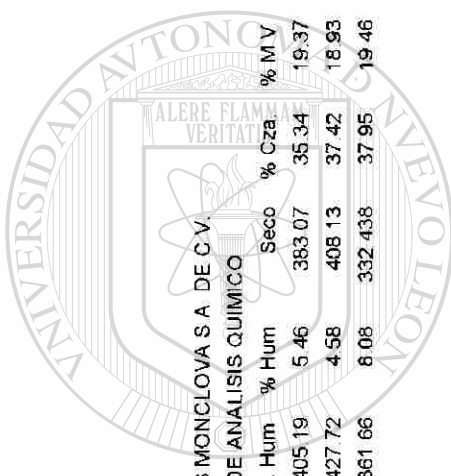
MINERALES MONCLOVA S.A. DE C.V. REPORTE DE ANALISIS QUIMICO												
FECHA	No Prov	Proveedor	Destino	T. Hum.	% Hum.	Seco	% Cza	% M V	F.S.I	% S	K Cal/Kg	SD2
03/09/98	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	512.5	3.77	493.196	30.61	19.94	6.5	1.54	5861	2.92
10/09/98	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	553.94	3.44	534.875	32.13	19.77	5.5	1.53	5592	3.04
17/09/98	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	277.04	6.53	253.395	27.68	20.4	4.5	1.77	6113	3.22
24/09/98	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	420.68	5.1	399.242	33.16	19.79	5	1.47	5630	2.9
T ACUM	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	1764.16	4.73	1,680.71	31.26	19.92	5.52	1.55	5759	3
01/10/98	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	396.94	4.14	380.498	39.16	18.93	4	1.51	4801	3.49
08/10/98	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	317.07	4.03	304.294	34.22	19.65	6.5	1.57	5471	3.19
15/10/98	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	492.37	4.33	471.072	36.67	19.65	7.5	1.28	5055	2.81
22/10/98	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	424.04	5.27	397.433	34.05	20.01	7	1.41	5439	2.88
29/10/98	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	446.43	4.51	426.295	34.82	20.08	6.5	1.5	5416	3.08
T ACUM	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	2076.85	4.68	1989.592	35.85	19.68	6.36	1.44	5226	3.07





MINERALES MONCLOVA S.A. DE C.V.  
 REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

FECHA	No Prov.	Proveedor	Destino	T. Hum	% Hum	Seco	% Cza	% M.V	F S I	% S	K Cal/Kg	SO2
05/11/98	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL Botin)	Florida	405.19	5.46	383.07	35.34	19.37	7.5	1.73	5176	3.71
12/11/98	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL Botin)	Florida	427.72	4.58	408.13	37.42	18.93	6.5	1.63	5101	3.54
29/11/98	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL Botin)	Florida	361.66	8.08	332.438	37.95	19.46	6	1.54	5381	3.18
T.Acum	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL Botin)	Florida	1,194.57	5.94	1,123.64	36.98	19.24	6.69	1.64	5209	3.49
03/12/98	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL Botin)	Florida	395.86	4.16	379.402	36.49	20.13	6	1.57	5202	3.35
10/12/98	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL Botin)	Florida	359.92	4.42	344.012	40.72	21.15	6.5	1.55	4733	3.64
17/12/98	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL Botin)	Florida	413.32	3.72	397.945	36.36	20.01	5.5	1.44	5184	3.09
24/12/98	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL Botin)	Florida	331.94	3.56	320.057	36.72	19.03	7.5	7.72	5242	3.65
T.Acum	101574	JOSE A. RAMIREZ R (EL Botin)	Florida	1,501.04	3.97	1,441.416	37.51	20.1	6.31	1.56	5094	3.41



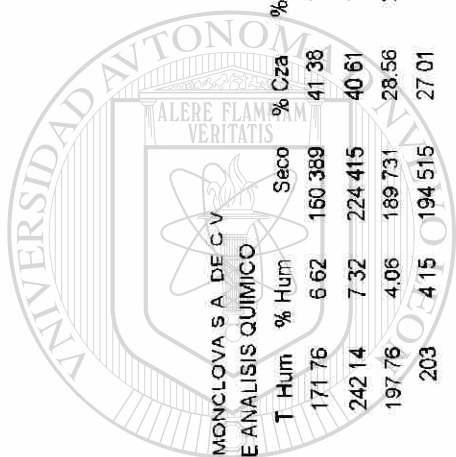
UNANIL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FECHA	No. Prov	Proveedor	Destino	T Hum	% Hum	Seco	% Cza	% M/V	F S I	% S	K Cal/Kg	SO2
MINERALES MONCLOVA S A DE CV												
REPORTE DE ANALISIS QUIMICO												
07/01/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	171.76	6.62	160.389	41.38	18.49	5.5	1.68	4704	3.97
14/01/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	242.14	7.32	224.415	40.61	18.84	5	1.26	4737	3
21/01/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	197.76	4.06	189.731	28.56	20.54	7.5	1.47	5894	2.72
28/01/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	203	4.15	194.515	27.01	18.38	7	1.72	6174	3.1
T Acum.	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	814.66	5.6	769.05	34.36	19.07	6.23	1.52	5404	3.16
04/02/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	251.24	7.12	233.352	29.73	19.92	7.5	1.65	5856	3.13
11/02/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	173.72	4.18	166.469	24.3	22.74	8	1.38	6533	2.35
18/02/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	229	3.14	221.809	29.61	21.87	7.5	1.38	5895	2.6
25/02/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	219.52	3.38	211.099	30.42	20.55	9	1.62	5797	3.11
T. Acum	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	873.582	4.45	832.729	28.79	21.19	7.38	1.52	5888	2.83

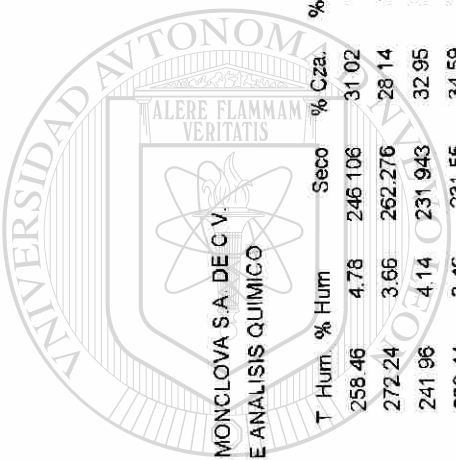


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



MINERALES MONCLOVA S.A. DE C.V.  
 REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

FECHA	No Prov	Proveedor	Destino	T Hum.	% Hum	Seco	% Cza.	% M V	F.S.I.	% S	K Ca//Kg	SO2
04/03/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	258.46	4.78	246.106	31.02	19.99	8	1.6	5739	3.1
11/03/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	272.24	3.66	262.276	28.14	20.62	8.5	1.89	6091	3.45
25/03/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	241.96	4.14	231.943	32.95	20.02	7.5	1.56	5617	3.09
31/03/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	239.44	3.46	231.55	34.59	20.65	7	1.37	5423	2.81
T Acum	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	1,012.10	4.01	971.48	31.55	20.32	7.78	1.61	5730	3.12
08/04/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	277.04	3.44	267.51	31.78	19.9	6.5	1.43	5792	2.75
15/04/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	247.8	3.44	239.276	40.98	18.52	5	1.23	4649	2.94
22/04/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	238.84	3.7	230.003	36.57	19.54	7	1.44	5127	3.12
29/04/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	177.32	3.66	170.83	34.15	18.88	6	1.37	5509	2.76
T Acum	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	941	3.55	907.619	35.87	19.25	6.14	1.37	5269	2.9



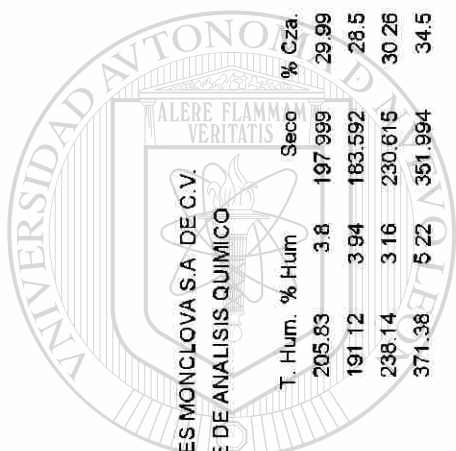
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE FARMACIAS Y BOTICAS

1020130090

MINERALES MONCLOVA S.A. DE C.V.  
 REPORTE DE ANALISIS QUIMICO

FECHA	No Prov	Proveedor	Destino	T. Hum.	% Hum	Seco	% Cza.	% M.V.	F S.I.	% S	K Cal/Kg	SO2
06/05/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	205.83	3.8	197.999	29.99	19.92	8	1.6	58.28	3.05
13/05/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	191.12	3.94	183.592	28.5	21.63	7	1.64	6011	3.03
20/05/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	238.14	3.16	230.615	30.26	20.38	8	1.47	5724	2.89
27/05/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	371.38	5.22	351.994	34.5	19.84	8	1.87	5188	4
T. Acum.	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	1,006.46	4.2	964.2	31.43	20.33	7.81	1.68	5604	3.36
03/06/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	219.8	3.56	211.962	31.24	19.83	7	2.19	5612	4.34
10/06/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	220.02	3.48	212.363	33.5	19.84	7.5	1.64	5569	3.27
17/06/99	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	310.24	3.4	299.692	31.24	19.83	7	2.19	5612	4.84
T. Acum.	101574	JOSE A RAMIREZ R (EL BOTIN)	FLORIDA	750.06	3.47	724.03	32.24	19.96	7.29	1.84	5544	3.67



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## 7. APLICACIÓN DE METODOS ESTADISTICOS EN EL ANALISIS DE CARBON

De la información recopilada se obtiene una base de datos que se anexa en la siguiente tabla.

Tabla 7.1 Base de Datos

	Fecha	% Cza	K Cal/Kg	%S	% MV	FSI
1	3-Sep-'98	30.61	5,861	1.54	19.94	6.5
2	10-Sep-'98	32.13	5,592	1.53	19.77	5.5
3	17-Sep-'98	27.68	6,113	1.77	20.40	4.5
4	24-Sep-'98	33.16	5,630	1.47	19.79	5.0
5	1-Oct-'98	39.16	4,801	1.51	18.93	4.0
6	8-Oct-'98	34.22	5,471	1.57	19.65	6.5
7	15-Oct-'98	36.67	5,055	1.28	19.65	7.5
8	22-Oct-'98	34.05	5,439	1.41	20.01	7.0
9	29-Oct-'98	34.82	5,416	1.50	20.08	6.5
10	5-Nov-'98	35.34	5,176	1.73	19.37	7.5
11	12-Nov-'98	37.42	5,101	1.63	18.93	6.5
12	29-Nov-'98	37.95	5381	1.54	19.46	6
13	3-Dic-'98	36.49	5,202	1.57	20.13	6.0
14	10-Dic-'98	40.72	4,733	1.55	21.15	6.5
15	17-Dic-'98	36.36	5,184	1.44	20.01	5.5
16	24-Dic-'98	36.72	5,242	1.48	19.03	7.5
17	7-Ene-'99	41.38	4,704	1.68	18.49	5.5
18	14-Ene-'99	40.61	4,737	1.26	18.84	5.0
19	21-Ene-'99	28.56	5,994	1.47	20.54	7.5
20	28-Ene-'99	27.01	6,174	1.72	18.38	7.0
21	4-Feb-'99	29.73	5,856	1.65	19.92	7.5
22	11-Feb-'99	24.30	6,533	1.38	22.74	8.0
23	18-Feb-'99	29.61	5,895	1.38	21.87	7.5
24	25-Feb-'99	30.42	5,797	1.62	20.55	9.0
25	4-Mar-'99	31.02	5,739	1.60	19.99	8.0
26	11-Mar-'99	28.14	6,091	1.89	20.62	8.5
27	25-Mar-'99	32.95	5,617	1.56	20.02	7.5
28	31-Mar-'99	34.59	5,423	1.37	20.65	7.0
29	8-Abr-'99	31.78	5,792	1.43	19.90	6.5
30	15-Abr-'99	40.98	4,649	1.23	18.52	5.0
31	22-Abr-'99	36.57	5,127	1.44	19.54	7.0
32	29-Abr-'99	34.15	5,509	1.37	18.88	6.0
33	6-May-'99	29.99	5,828	1.60	19.92	8.0
34	13-May-'99	28.50	6,011	1.64	21.63	7.0
35	20-May-'99	30.26	5,724	1.47	20.38	8.0
36	27-May-'99	34.50	5,188	1.87	19.84	8.0
37	3-Jun-'99	31.24	5,612	2.19	19.83	7.0
38	10-Jun-'99	33.50	5,569	1.64	19.84	7.5
39	17-Jun-'99	31.24	5,612	2.19	19.83	7.0

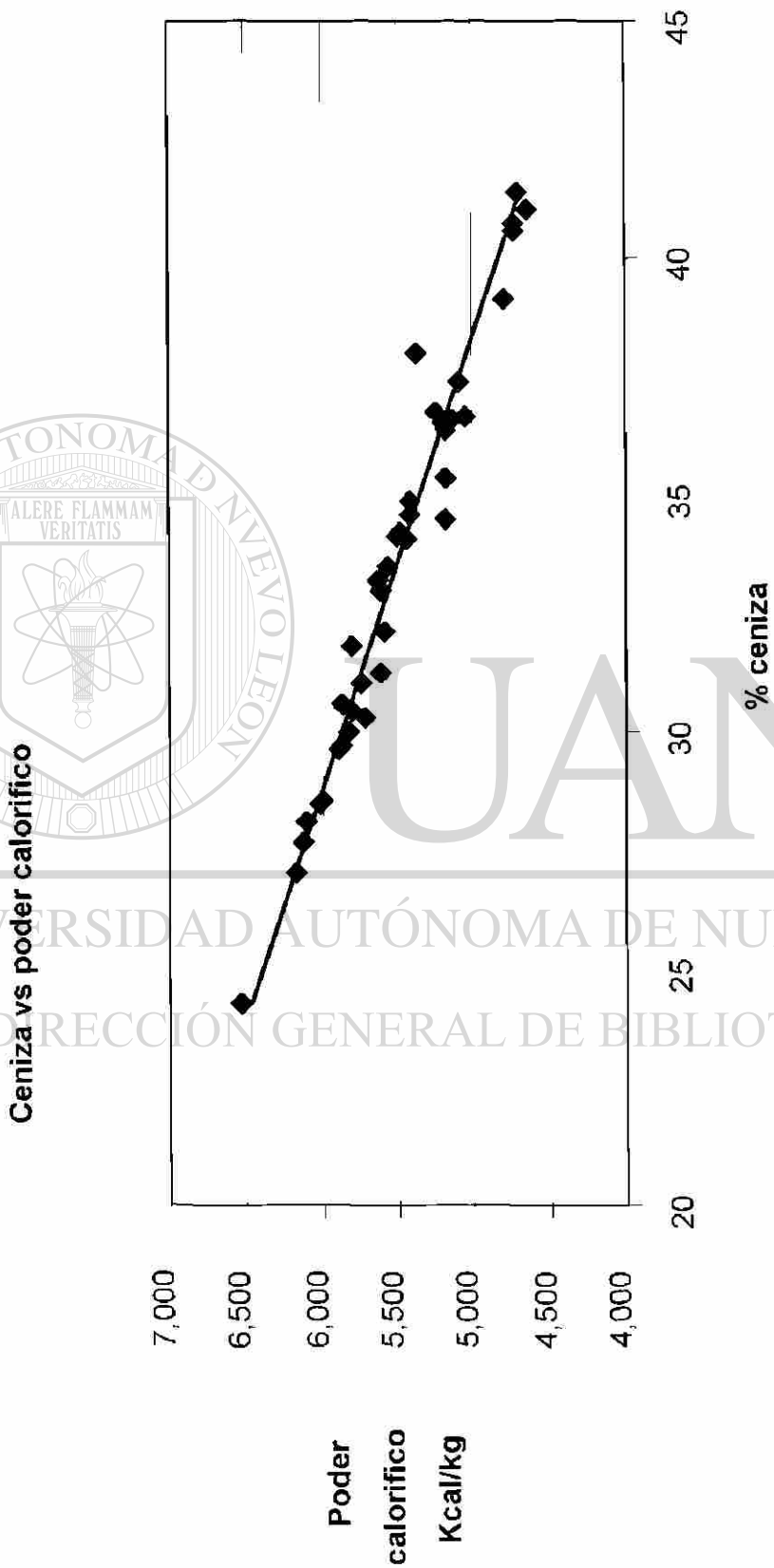
Con esta base de datos y utilizando la hoja electrónica Excel, se aplica la regresión lineal por mínimos cuadrados a través de una computadora. Se considerará como variable independiente el % de Ceniza y se irán considerando como variables dependientes en el orden en que aparecen en la base de datos, el poder calorífico kcal/kg, el % de azufre, la materia volátil y el índice de expansión.

	Fecha	% Cza	Datos	
			Originales	y= - 104 1x+8984.2 Pronostico
1	3-Sep-'98	30.61	5,861	5798
2	10-Sep-'98	32.13	5,592	5639
3	17-Sep-'98	27.68	6,113	6103
4	24-Sep-'98	33.16	5,630	5532
5	1-Oct-'98	39.16	4,801	4908
6	8-Oct-'98	34.22	5,471	5422
7	15-Oct-'98	36.67	5,055	5167
8	22-Oct-'98	34.05	5,439	5440
9	29-Oct-'98	34.82	5,416	5359
10	5-Nov-'98	35.34	5,176	5305
11	12-Nov-'98	37.42	5,101	5089
12	29-Nov-'98	37.95	5381	5034
13	3-Dic-'98	36.49	5,202	5186
14	10-Dic-'98	40.72	4,733	4745
15	17-Dic-'98	36.36	5,184	5199
16	24-Dic-'98	36.72	5,242	5162
17	7-Ene-'99	41.38	4,704	4677
18	14-Ene-'99	40.61	4,737	4757
19	21-Ene-'99	28.56	5,994	6011
20	28-Ene-'99	27.01	6,174	6172
21	4-Feb-'99	29.73	5,856	5889
22	11-Feb-'99	24.30	6,533	6455
23	18-Feb-'99	29.61	5,895	5902
24	25-Feb-'99	30.42	5,797	5817
25	4-Mar-'99	31.02	5,739	5755
26	11-Mar-'99	28.14	6,091	6055
27	25-Mar-'99	32.95	5,617	5554
28	31-Mar-'99	34.59	5,423	5383
29	8-Abr-'99	31.78	5,792	5676
30	15-Abr-'99	40.98	4,649	4718
31	22-Abr-'99	36.57	5,127	5177
32	29-Abr-'99	34.15	5,509	5429
33	6-May-'99	29.99	5,828	5862
34	13-May-'99	28.50	6,011	6017
35	20-May-'99	30.26	5,724	5834
36	27-May-'99	34.50	5,188	5393
37	3-Jun-'99	31.24	5,612	5732
38	10-Jun-'99	33.50	5,569	5497
39	17-Jun-'99	31.24	5,612	5732

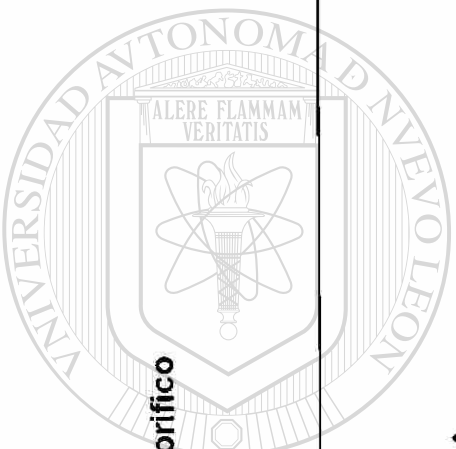
Factor de Correlación 0.9577

Correlación **Muy buena**

Pronostico **Aceptable**



El gráfico nos muestra una línea de regresión negativa, y nos da un valor de r muy cercano a la unidad. Por lo anterior el pronóstico es muy aproximado a la realidad.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

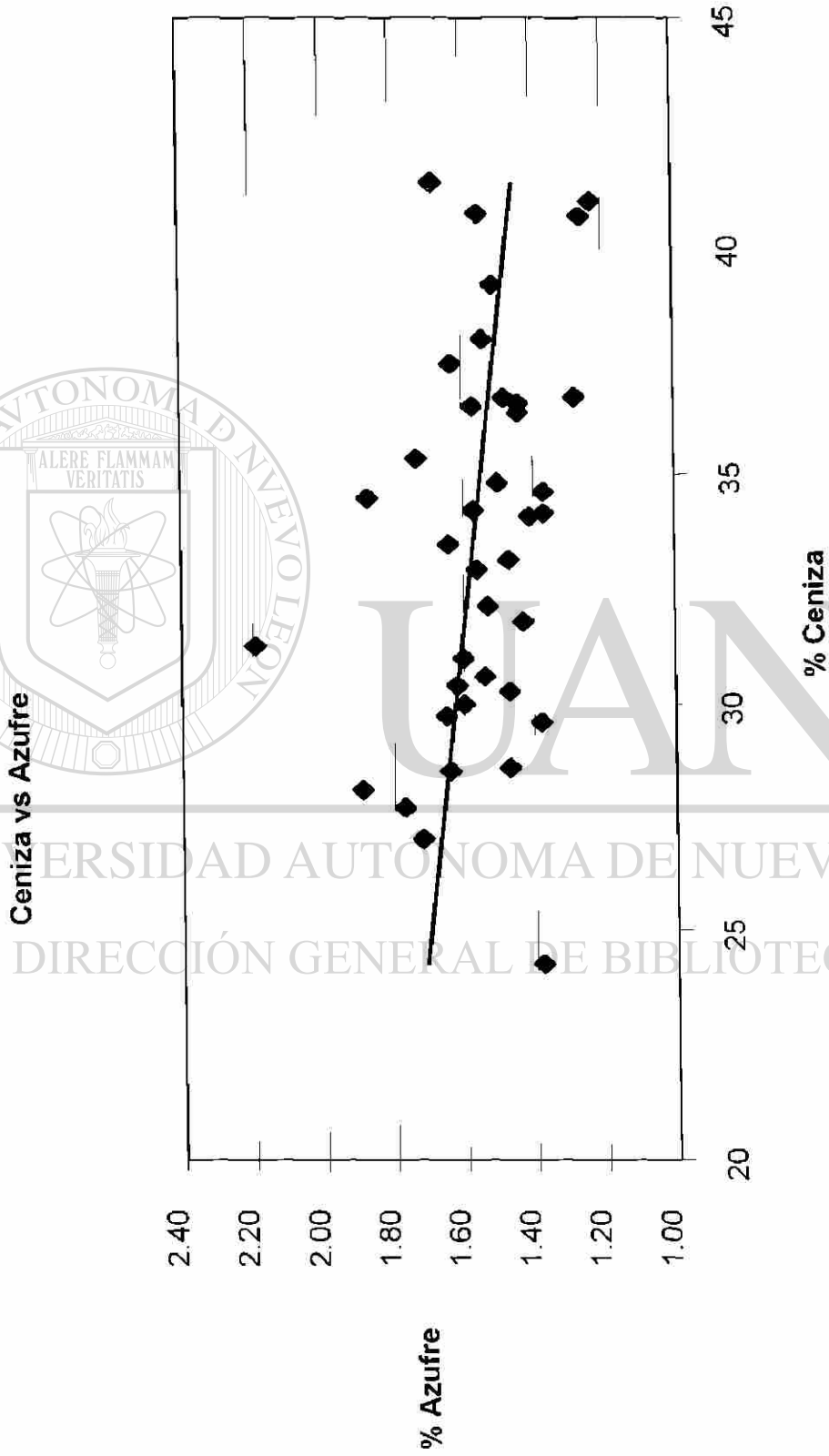
UANL

®

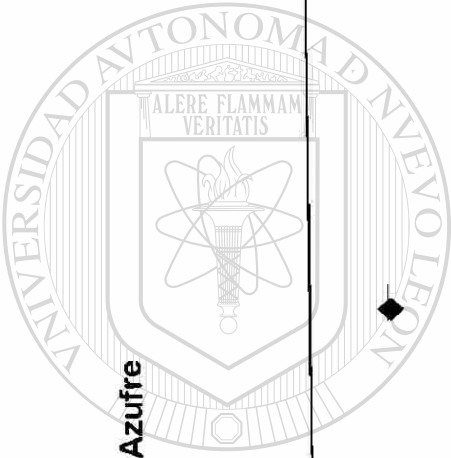
Se efectua el mismo procedimiento con las demás variables.

Mes	% Cza	Datos		
		Originales	y=- 0.015x+2.0696 Pronóstico	
1	3-Sep-'98	30.61	1.54	1.61
2	10-Sep-'98	32.13	1.53	1.59
3	17-Sep-'98	27.68	1.77	1.65
4	24-Sep-'98	33.16	1.47	1.57
5	1-Oct-'98	39.16	1.51	1.48
6	8-Oct-'98	34.22	1.57	1.56
7	15-Oct-'98	36.67	1.28	1.52
8	22-Oct-'98	34.05	1.41	1.56
9	29-Oct-'98	34.82	1.50	1.55
10	5-Nov-'98	35.34	1.73	1.54
11	12-Nov-'98	37.42	1.63	1.51
12	29-Nov-'98	37.95	1.54	1.50
13	3-Dic-'98	36.49	1.57	1.52
14	10-Dic-'98	40.72	1.55	1.46
15	17-Dic-'98	36.36	1.44	1.52
16	24-Dic-'98	36.72	1.48	1.52
17	7-Ene-'99	41.38	1.68	1.45
18	14-Ene-'99	40.61	1.26	1.46
19	21-Ene-'99	28.56	1.47	1.64
20	28-Ene-'99	27.01	1.72	1.66
21	4-Feb-'99	29.73	1.65	1.62
22	11-Feb-'99	24.30	1.38	1.71
23	18-Feb-'99	29.61	1.38	1.63
24	25-Feb-'99	30.42	1.62	1.61
25	4-Mar-'99	31.02	1.60	1.60
26	11-Mar-'99	28.14	1.89	1.65
27	25-Mar-'99	32.95	1.56	1.58
28	31-Mar-'99	34.59	1.37	1.55
29	8-Abr-'99	31.78	1.43	1.59
30	15-Abr-'99	40.98	1.23	1.45
31	22-Abr-'99	36.57	1.44	1.52
32	29-Abr-'99	34.15	1.37	1.56
33	6-May-'99	29.99	1.60	1.62
34	13-May-'99	28.50	1.64	1.64
35	20-May-'99	30.26	1.47	1.62
36	27-May-'99	34.50	1.87	1.55
37	3-Jun-'99	31.24	2.19	1.60
38	10-Jun-'99	33.50	1.64	1.57
39	17-Jun-'99	31.24	2.19	1.60
Factor de Correlación		0.0909		
Correlación		Muy mal		
Pronostico		No aceptable		



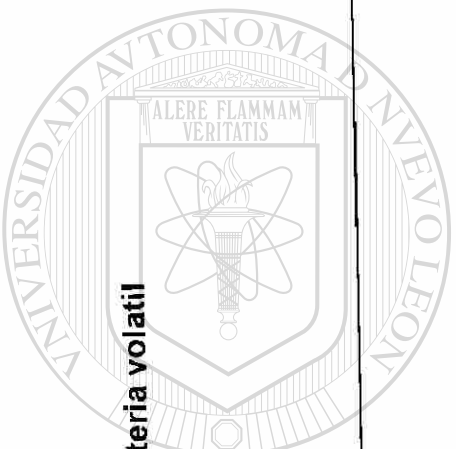


El gráfico nos muestra una correlación prácticamente nula.

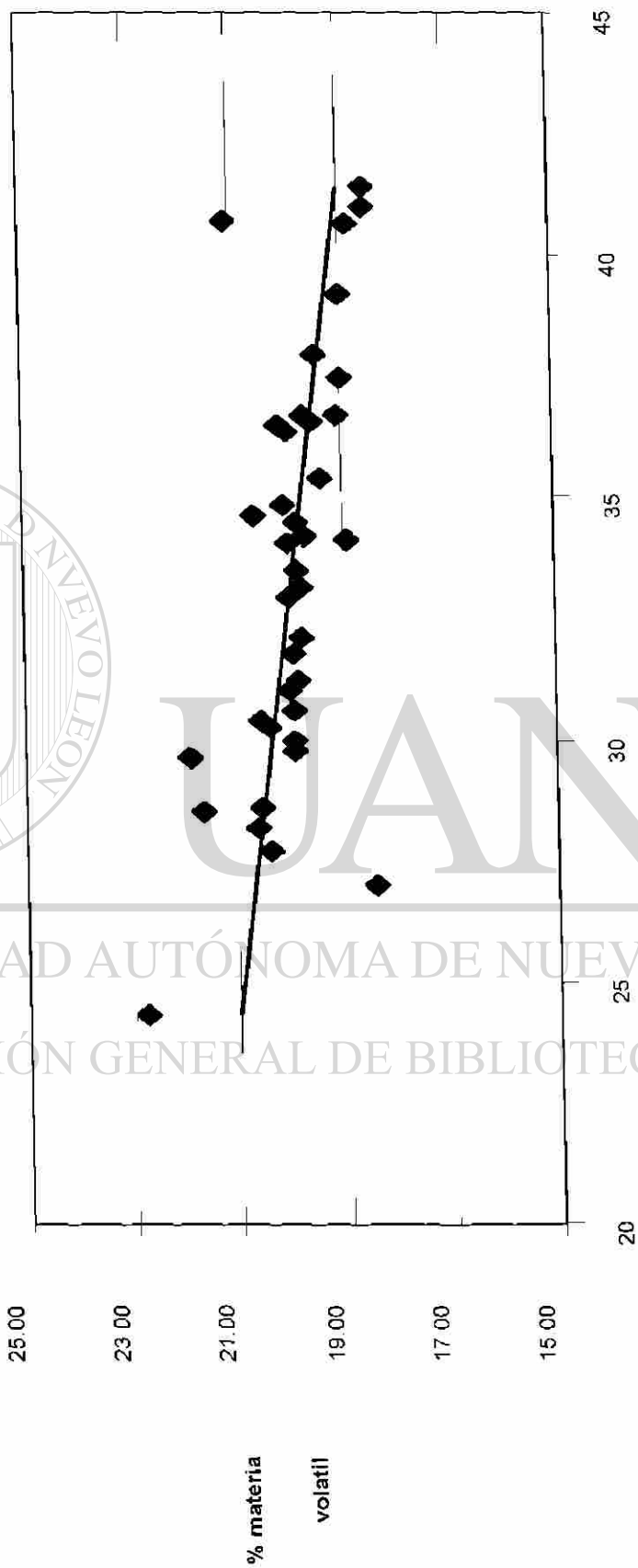


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Mes	% Cza	Datos	
		Originales % M.V	$y=-0.1213x+23.979$ Pronóstico
1 3-Sep-'98	30.61	19.94	20.27
2 10-Sep-'98	32.13	19.77	20.08
3 17-Sep-'98	27.68	20.40	20.62
4 24-Sep-'98	33.16	19.79	19.96
5 1-Oct-'98	39.16	18.93	19.23
6 8-Oct-'98	34.22	19.65	19.83
7 15-Oct-'98	36.67	19.65	19.53
8 22-Oct-'98	34.05	20.01	19.85
9 29-Oct-'98	34.82	20.08	19.76
10 5-Nov-'98	35.34	19.37	19.69
11 12-Nov-'98	37.42	18.93	19.44
12 29-Nov-'98	37.95	19.46	19.38
13 3-Dic-'98	36.49	20.13	19.55
14 10-Dic-'98	40.72	21.15	19.04
15 17-Dic-'98	36.36	20.01	19.57
16 24-Dic-'98	36.72	19.03	19.52
17 7-Ene-'99	41.38	18.49	18.96
18 14-Ene-'99	40.61	18.84	19.05
19 21-Ene-'99	28.56	20.54	20.51
20 28-Ene-'99	27.01	18.38	20.70
21 4-Feb-'99	29.73	19.92	20.37
22 11-Feb-'99	24.30	22.74	21.03
23 18-Feb-'99	29.61	21.87	20.39
24 25-Feb-'99	30.42	20.55	20.29
25 4-Mar-'99	31.02	19.99	20.22
26 11-Mar-'99	28.14	20.62	20.57
27 25-Mar-'99	32.95	20.02	19.98
28 31-Mar-'99	34.59	20.65	19.78
29 8-Abr-'99	31.78	19.90	20.12
30 15-Abr-'99	40.98	18.52	19.01
31 22-Abr-'99	36.57	19.54	19.54
32 29-Abr-'99	34.15	18.88	19.84
33 6-May-'99	29.99	19.92	20.34
34 13-May-'99	28.50	21.63	20.52
35 20-May-'99	30.26	20.38	20.31
36 27-May-'99	34.50	19.84	19.79
37 3-Jun-'99	31.24	19.83	20.19
38 10-Jun-'99	33.50	19.84	19.92
39 17-Jun-'99	31.24	19.83	20.19
Factor de Correlación		0.3217	
Correlación		Muy Mal	
Pronostico		No aceptable	



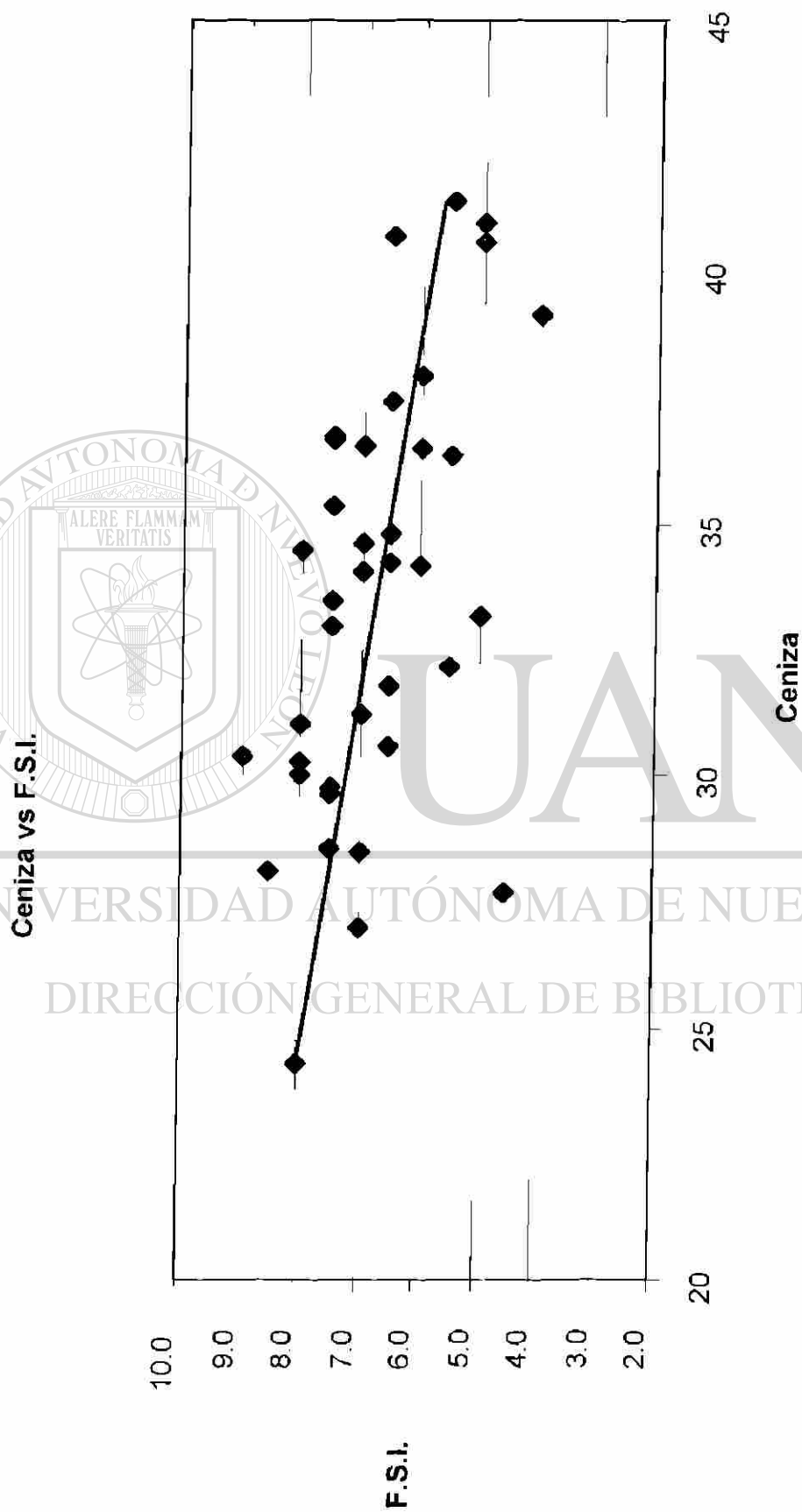
Ceniza vs Materia volátil



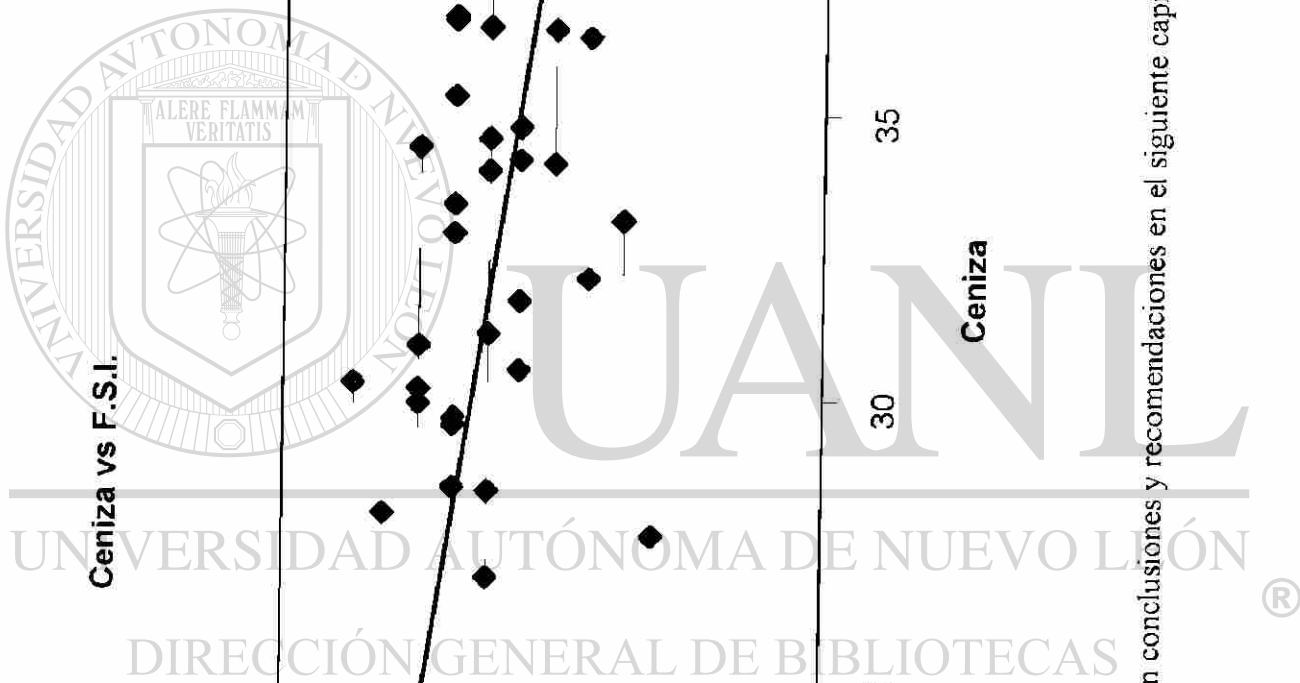
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Mes	% Cza	Datos		
		Originales	y=- 0.1364x+11.321 Pronóstico	
		F.S.I		
1	3-Sep-'98	30.61	6.5	7.15
2	10-Sep-'98	32.13	5.5	6.94
3	17-Sep-'98	27.68	4.5	7.55
4	24-Sep-'98	33.16	5.0	6.80
5	1-Oct-'98	39.16	4.0	5.98
6	8-Oct-'98	34.22	6.5	6.65
7	15-Oct-'98	36.67	7.5	6.32
8	22-Oct-'98	34.05	7.0	6.68
9	29-Oct-'98	34.82	6.5	6.57
10	5-Nov-'98	35.34	7.5	6.50
11	12-Nov-'98	37.42	6.5	6.22
12	29-Nov-'98	37.95	6	6.14
13	3-Dic-'98	36.49	6.0	6.34
14	10-Dic-'98	40.72	6.5	5.77
15	17-Dic-'98	36.36	5.5	6.36
16	24-Dic-'98	36.72	7.5	6.31
17	7-Ene-'99	41.38	5.5	5.68
18	14-Ene-'99	40.61	5.0	5.78
19	21-Ene-'99	28.56	7.5	7.43
20	28-Ene-'99	27.01	7.0	7.64
21	4-Feb-'99	29.73	7.5	7.27
22	11-Feb-'99	24.30	8.0	8.01
23	18-Feb-'99	29.61	7.5	7.28
24	25-Feb-'99	30.42	9.0	7.17
25	4-Mar-'99	31.02	8.0	7.09
26	11-Mar-'99	28.14	8.5	7.48
27	25-Mar-'99	32.95	7.5	6.83
28	31-Mar-'99	34.59	7.0	6.60
29	8-Abr-'99	31.78	6.5	6.99
30	15-Abr-'99	40.98	5.0	5.73
31	22-Abr-'99	36.57	7.0	6.33
32	29-Abr-'99	34.15	6.0	6.66
33	6-May-'99	29.99	8.0	7.23
34	13-May-'99	28.50	7.0	7.43
35	20-May-'99	30.26	8.0	7.19
36	27-May-'99	34.50	8.0	6.62
37	3-Jun-'99	31.24	7.0	7.06
38	10-Jun-'99	33.50	7.5	6.75
39	17-Jun-'99	31.24	7.0	7.06
Factor de Correlación		0.2537		
Correlación		Muy mal		
Pronostico		No aceptable		



Se anexan conclusiones y recomendaciones en el siguiente capítulo.



## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aún cuando se plantea la consideración inicial de las variables Ceniza - Poder calorífico y Ceniza - Azufre, se hicieron las determinaciones, Ceniza - Índice de expansión (FSI) y Ceniza - materia volátil (MV).

Solamente se obtuvo una correlación altamente aceptable en la consideración % Ceniza (x) contra el % del Poder Calorífico, Kcal/Kg (y), lo cual nos indica que para el tipo de carbon en estudio, es de una aproximación muy buena la determinada por Regresión Lineal con Minimos Cuadrados. Lo anterior resulta muy útil ya que no se requiere de un calorímetro que es de alto costo para la obtención de resultados muy cerca de los reales.

Cabe considerar que los resultados obtenidos son indicativos de un área determinada de explotación de carbon y que cada área será sujeta a un estudio particular.

Analizando el grafico obtenido de el % de ceniza contra el % del poder calorífico, Kcal/kg, vemos que se tiene una correlación negativa, indicándonos esto que a mayor cantidad de ceniza es menor el poder calorífico y viceversa . O sea, si desea incrementar el poder calorífico, se recomienda reducir la ceniza, que pudiera lograrse mediante limpieza manual o realizando cribados para eliminar tamaños con alto contenido de ceniza, todo esto aumentaría la calidad en el carbón y por ende las utilidades..

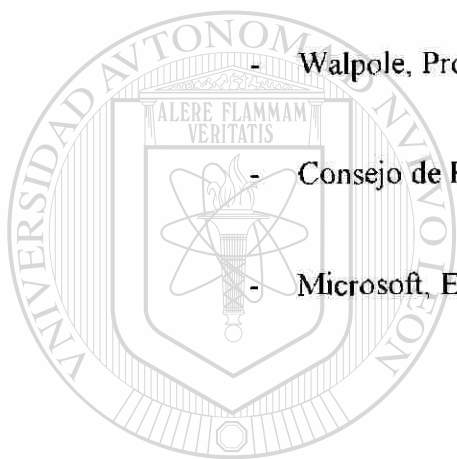
---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## BIBLIOGRAFIA

- Grant, Control Estadístico de Calidad, Ed. CECSA, 1999
- Kume, Herramienta Estadísticas para el Mejoramiento de la Calidad, Ed. NORMA, 1993
- Newbold, Estadística para los Negocios y la Economía, Ed. Prentice Hall, 1997
- Walpole, Probabilidad y Estadística, Ed. Mc Graw Hill, 1997
- Consejo de Recursos Minerales, Ediciones del CRM, 1993
- Microsoft, Enciclopedia ENCARTA, 1999.



# UANL

---

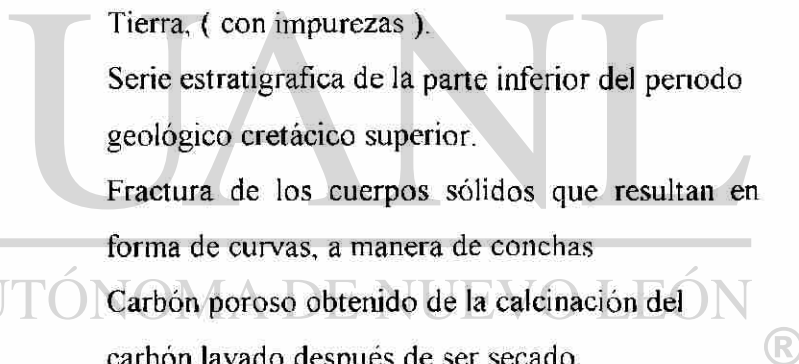
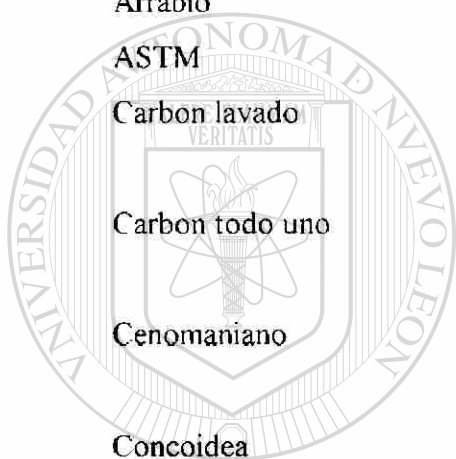
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## GLOSARIO

Alifático	Compuesto organico constituido por cadenas abiertas.
Alóctono	Planta que no es oriunda del lugar donde crece.
Antracita	Carbón fósil seco que arde con dificultad y da poca llama.
Aromáticos	Conjunto de compuestos cíclicos formados por el benceno y numerosos derivados.
Arrabio	Hierro colado, hierro de primera fusión.
ASTM	Sociedad Americana para Pruebas de Materiales
Carbon lavado	Carbón que después de ser extraído , se le eliminan impurezas por medio del agua.
Carbon todo uno	Es el carbón tal como se extrae del interior de la Tierra, ( con impurezas ).
Cenomaniano	Serie estratigrafica de la parte inferior del periodo geológico cretácico superior.
Concoidea	Fractura de los cuerpos sólidos que resultan en forma de curvas, a manera de conchas
Coque	Carbón poroso obtenido de la calcinación del carbón lavado después de ser secado.
Correlación	Relación reciproca
Fisiografica	Relativo a la descripción de la tierra y de los fenómenos que en ella se producen.
FSI	Free Sueling Index ( Índice de expansión libre) Prueba efectuada al carbon
Hulla	Carbón fósil llamado normalmente carbón de piedra.
In Situ	En el mismo lugar.
Items	Cada uno de los elementos de que consta un conjunto de información.



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



Lignito

Macerales

Sedimentario

Turba

U.S. Geological Survey

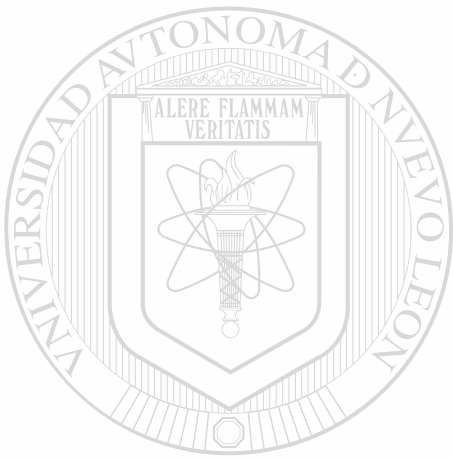
Carbón fósil combustible.

Constituyentes básicos del carbón, que equivalen al mineral de las rocas cristalinas

Progresión lenta de un depósito.

Combustible fósil formado por materias vegetales carbonizadas.

Departamento de Investigación Geológica de los Estados Unidos de América.



UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# **RESUMEN AUTOBIOGRAFICO**

**ING. FERNANDO FLORES ESCOBEDO**

**El autor de la presente tesis, titulada "Métodos Estadísticos Aplicados en Análisis de Carbón", aspira a obtener el grado de Maestro en Ciencias de la Administración en la Especialidad de Producción y Calidad.**

**Nace el 13 de Junio de 1952 en el entonces mineral de Nueva Rosita, Coahuila, su nombre, Fernando Flores Escobedo, hijo de Fernando Flores García (+) y la Sra. Zapopán Escobedo de Flores.**

**Estudia la carrera de Ingeniero Químico en la Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de Coahuila, de 1970 a 1975; labora en la empresa Industrial Minera México, S. A., de 1975 - 1979 como supervisor de operación y asistente de superintendente en la Planta de Preparación de Carbón. Desde 1978 a la fecha, es catedrático en la Escuela de Minería y Metalurgia de la Universidad Autónoma de Coahuila.**

**De 1980 a 1981 realiza estudios de Especialización en Procesos Siderúrgicos en la Universidad Nacional Autónoma de México y en el Instituto Politécnico Nacional, (México, D. F.).**

**Es maestro de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Coahuila desde Marzo de 1982 a la fecha.**

**Es asesor de pequeños productores de Carbón de 1984 a 1986 en muestreo y análisis de carbón, labor que continúa ejerciendo eventualmente.**

**De 1986 a 1993, es director de la Escuela de Minería y Metalurgia de la Universidad Autónoma de Coahuila en la ciudad de Nueva Rosita, Coahuila.**

**De 1993 a la fecha funge como Secretario Administrativo de la misma escuela.**

