

GEOESTADISTICA

DISEÑO Y PLANIFICACION

1.-Contenido global del curso y fundamentación de la inserción de la materia en el diseño curricular vigente, en relación a su articulación con otras asignaturas.

Como Consecuencia del desarrollo científico que la Geología y la Geoquímica han alcanzado en la actualidad y de la orientación impresa a muchas de sus investigaciones más relevantes, la metodología estadística llega a cumplir un papel muchas veces decisivo en la evaluación de los resultados experimentales y en la elaboración de sus conclusiones finales. Y esta verdad no solamente es dada en los estudios concernientes con aspectos puramente científicos, sino también con aquellos esencialmente prácticos.

Esta significativa importancia de la estadística surge como consecuencia de una necesidad metodológica, muchas veces imprescindible, y que se vincula con las características especiales que rodean a los estudios que se desarrollan en el campo de las ciencias de la Tierra. Esta disciplina científica difiere de otras ciencias experimentales, en que la mayoría de los datos geológicos que se obtienen son incompletos. Este conjunto de valores representa una población que es el resultado de procesos naturales no controlables ni observables directamente por el investigador, y que, por añadidura, muchas veces ha sufrido transformaciones posteriores, especialmente debidas a fenómenos de meteorización química. Bajo estas circunstancias el geólogo puede recurrir a la Estadística Inductiva, la que posibilitará la elaboración de inferencias que no son directamente discernibles de la información incompleta que ha podido recoger.

Muchos ejemplos pueden darse en los que se destaca la importancia y utilidad de esta disciplina científica: Uno de los aspectos esenciales que compete al estudio de la Geoquímica se refiere a la definición de modelos de distribución de los elementos químicos en las distintas geoesferas, y la Estadística puede ser empleada aquí como una herramienta muy eficaz para la dilucidación de muchos interrogantes; el comportamiento de un elemento durante la formación de intrusiones multifásicas, puede ser estudiado a través de la obtención y comparación de su contenido medio en las diferentes fases intrusivas; tanto en Geología como en Geoquímica no pocas veces se tropieza con la necesidad de analizar posibles relaciones entre los atributos físicos o composicionales que caracterizan a materiales determinados tales como rocas, minerales, sedimentos, suelos, aguas, etc. A este respecto los análisis de regresión y correlación permiten extraer conclusiones seguras sobre la posibilidad de la existencia de vinculaciones funcionales o simplemente correlacionales, entre los parámetros involucrados en el estudio.

2.- Metas y objetivos generales que se espera alcance el alumno al finalizar toda la materia, y específicos en cada unidad temática.

Esta asignatura tiene como meta fundamental el desarrollo de los principales métodos estadísticos (univariantes y multivariantes) empleados en el campo de las investigaciones básicas y aplicadas que hacen al quehacer geológico y geoquímico. De este modo el alumno que complete toda la materia tendrá pleno conocimiento del contenido teórico y la metodología básica que debe emplearse en los capítulos incluidos en el programa.

Importante es destacar que en la resolución de los problemas correspondientes a los distintos capítulos, se hace empleo de programas estadísticos de computación, de modo tal que el alumno, además de emplear las calculadoras científicas convencionales, adquiere conocimientos básicos de la metodología computacional.



3.- Contenidos de la materia presentados en unidades temáticas y fundamentación de la selección de los mismos.

PROGRAMA ANALITICO

SEMESTRE I

I.- Estadística Univariante.

Capítulo 1.- Revisión de los conceptos fundamentales de la teoría de la probabilidad (I)

Variables aleatorias, universo, muestra. Distribución de variables continuas y discretas; la distribución binomial y de Poisson: ejemplos geológicos. Representación gráfica de la distribución continua. Distintas formas de curvas de frecuencia. Concepto de densidad de probabilidad y de función de distribución acumulativa.

Capítulo 2.- Revisión de los conceptos fundamentales de la teoría de la probabilidad (II).

Estadísticos o estimadores: medidas de posición (media, mediana, moda), de dispersión (varianza, desviación típica, coeficiente de variación), de asimetría y de curtosis.

Concepto de exactitud y de precisión. Curva normal tipificada o estandarizada. Tablas de distribución normal. Distribución de las medias aritméticas: error típico.

Capítulo 3.- Teoría de las muestras pequeñas.

Funciones de distribución t , F y χ^2 . Definiciones y formulaciones matemáticas. Representaciones gráficas. Empleo de las tablas de valores. Límites de confianza: expresiones de cálculo para un valor dado de la media poblacional y de la desviación típica.

Capítulo 4.- Hipótesis estadística univariante (I).

Hipótesis planteada y alternativa. Pruebas de hipótesis sobre varianzas y sobre promedios. Comparación de medias de dos poblaciones. Diferentes casos: tamaños de muestras y varianzas iguales y diferentes. Concepto de desviación típica de las diferencias.

Capítulo 5.- Hipótesis estadística univariante (II).

Hipótesis planteada y alternativa. Comparación de medias y de varianzas de más de dos poblaciones: análisis de varianza monofactorial (ANOVA). Concepto de varianza "dentro de las muestras" (error experimental) y "entre muestras". Prueba de Tukey y de Bartlett. Análisis de varianza de dos vías con o sin replicaciones.

Capítulo 6.- Regresión.

Relación funcional entre variables. Curva de ajuste. Clasificación: lineal y curvilínea. Diagramas de dispersión. Determinaciones del coeficiente y de la ecuación de regresión. Método de los cuadrados mínimos. Características del coeficiente de regresión. Pruebas de significación. Regresión lineal múltiple.

Capítulo 7.- Correlación.

Concepto de correlación: asociación no-funcional entre variables. Determinación y características del coeficiente de correlación simple. Coeficiente de correlación múltiple y coeficiente de correlación parcial. Cálculos.

Capítulo 8.- Distribución de frecuencias (I).



Tipos de distribución de variables continuas: normal, lognormal y polimodal. Representaciones gráficas. Características generales. Pruebas estadísticas de determinación del tipo de distribución de frecuencias.

Capítulo 9.- Distribución de frecuencias (II).

La distribución lognormal. Símbolos de parámetros y estimadores en escala aritmética y logarítmica. Grado de eficiencia de la media en escala aritmética para estimar la media poblacional. Prueba de la igualdad de dos contenidos medios: aplicación de la prueba t de "Student". Estudio de correlación y regresión simple en poblaciones de distribución lognormal.

SEMESTRE II

II.- Estadística multivariante.

Capítulo 1.- Algebra matricial (I).

Definiciones de vectores y matrices. Operaciones con vectores: suma, resta y multiplicación: Producto mayor y menor; momentos. Longitud de un vector y distancias entre dos vectores. Operaciones con matrices: adición y sustracción; multiplicación. Momento del producto menor y del producto mayor. Matriz ortogonal y ortonormal. Producto de matrices y vectores. Ecuaciones simultáneas: su resolución por inversión y por determinantes (Regla de Cramer).

Capítulo 2.- Algebra matricial (II).

Matrices especiales: Matriz de datos; matriz de desviaciones; matriz de covarianza; matriz de resultados estandarizados y matriz de correlación.

Concepto de rango. Método de determinación: Procedimiento "Eigen". Definición, propiedades y cálculo de los valores y vectores característicos. Ecuación característica.

Capítulo 3.- Hipótesis estadística multivariante. Caso de dos poblaciones.

Prueba de una hipótesis estadística. Hipótesis planteada y alternativa; hipótesis nula. Prueba de una y dos colas; nivel de significación. Prueba de T^2 de Hotelling en la comparación de medias poblacionales. Análisis individual de las características. Análisis de la homogeneidad de las varianzas (prueba de Bartlett).

Capítulo 4.- Hipótesis estadística multivariante. Caso de más de dos poblaciones.

Análisis de varianza multivariante (MANOVA). Empleo de matrices de datos. Concepto de gran centroide. Diferencia "entre muestras" y "dentro de muestras". Prueba de significación y de homogeneidad de varianzas. Análisis individual de las variables.

Capítulo 5.- Análisis discriminante. Caso de dos poblaciones.

Definiciones y alcances. Concepto de distancia. Expresión de D^2 (distancia de Mahalanobis). Prueba de significación. Funciones de índices discriminantes. Representación gráfica y selección de características.

Capítulo 6.- Análisis discriminante múltiple. Caso de más de dos poblaciones.

Aplicación del concepto de estructura "Eigen" para el cálculo del rango de una matriz. Matriz de componentes discriminantes y de coordenadas discriminantes. Prueba de significación. Representación gráfica.



Capítulo 7.- Análisis de agrupamiento

Definiciones y alcances. Concepto de índice de similitud; ejemplos. Clasificación metodológica. Técnica del grupo "par". Dendrogramas. Medida de la distorsión: matriz y coeficiente de correlación cofenéticos.

Capítulo 8.- Análisis factorial (I).

Definiciones y alcances. Significados geológicos y clasificación. Modelo de modo-R: análisis de componentes principales (ACP): cálculo de las matrices de coordenadas. Representación gráfica.

Capítulo 9.- Análisis factorial (II).

Análisis factorial (AF): modelo matemático. Análisis de factores principales (AFP): procedimiento de cálculo. Matriz de covarianza y de correlación; cálculo de los valores y vectores "Eigen"; matriz de cargas y de marcas: significación. Rotación de los ejes-factores: método Varimax. Ejemplos de interés geológico. Interpretación de los resultados.

Capítulo 10.- Análisis factorial (III).

Modelo de modo-Q: matriz de similitud, de cargas y de marcas. Procedimiento de cálculo de los parámetros "Eigen". Rotación Varimax. Ejemplos de interés geológico. Interpretación de los resultados.

FUNDAMENTACION.

El Semestre I comprende el desarrollo de capítulos esenciales de la Estadística Univariante. Parte de este contenido ya ha sido desarrollado en la asignatura Estadística perteneciente al segundo año de las carreras de Geología y Geoquímica. En Geoestadística se incluyen nuevos temas y se completan otros, presentando ejemplos geológicos y geoquímicos más desarrollados, aprovechando el avance de conocimientos que caracteriza a los alumnos a esta altura de su carrera.

El Semestre II incluye temas fundamentales de la Estadística Multivariante: Hipótesis Estadística y Análisis Discriminante aplicados a dos poblaciones y más de dos poblaciones; Análisis de Agrupamiento y Análisis Factorial, dividido este último en tres capítulos: análisis de componentes principales; análisis de factores principales y análisis de modo-Q. Se completa el estudio con el desarrollo básico, simple y fácilmente comprensible de un capítulo dedicado al álgebra matricial. Se ha encontrado necesario incluir este tema considerando que la estadística multivariante exige el conocimiento de ciertas operaciones matemáticas basadas en el empleo de matrices.

4.- Contenidos a desarrollar, según unidades temáticas, en teóricos, T.P. y otras modalidades llevadas a cabo por la cátedra: seminarios, salidas de campo, visitas, monografías, trabajos de investigación, etc.

Los contenidos a desarrollar por la cátedra según unidades temáticas, están explícitamente incluidos en el apartado anterior en donde se ha presentado el programa analítico de la materia Geoestadística. A este programa teórico es necesario agregarle el contenido de los trabajos prácticos, que se presenta seguidamente:

CURSO DE TRABAJOS PRACTICOS

SEMESTRE I



Trabajo práctico Nº 1. - Formas de presentación estadística de datos numéricos.

Ejercicios aplicados al manejo de funciones de distribución continua y discreta. Representaciones gráficas: histogramas; funciones de densidad y de distribución acumulativa. Empleo del papel probabilístico para los diagramas de frecuencias acumuladas. Cálculos de medias, medianas, modas, varianzas, desviaciones típicas, desviación estándar relativa, coeficiente de asimetría y de curtosis.

Trabajo práctico Nº 2.- Curva normal tipificada.

Empleo de la curva normal Z. Uso de las tablas de densidad de probabilidad y de distribución acumulativa. Distribución de las medias aritméticas. Cálculo del error típico. Resolución de ejercicios aplicados a temas de distribución de componentes químicos en distintos medios geológicos, empleando calculadoras y programas estadísticos de computación.

Trabajo práctico Nº 3.- Teoría de las muestras pequeñas.

Manejo de las tablas de las funciones de distribución t, F y χ^2 . Cálculo de los límites de confianza de la media poblacional y de la desviación típica.

Trabajo práctico Nº 4.- Hipótesis estadística univariante (I).

Ejercicios aplicados a resolver pruebas de hipótesis sobre varianzas y sobre promedios. Empleo de las funciones t, F y χ^2 . Cálculo de las desviaciones típicas de las diferencias de medias. Ejemplos geológicos. Empleo de calculadora y programa de computación.

Trabajo práctico Nº 5.- Hipótesis estadística univariante (II).

Ejercicios numéricos aplicados al análisis de varianza monofactorial (ANOVA) y bifactorial. Cálculo de las varianzas "dentro" de las muestras y "entre" las muestras. Prueba de Tukey.

Trabajo práctico Nº 6.- Regresión.

Ejercicios aplicados a la determinación del coeficiente de regresión lineal a problemas de interés geológico y geoquímico, con manejo de variables físicas y químicas. Ecuación de regresión. Prueba de significación. Expresión gráfica de la línea de regresión.

Trabajo práctico Nº 7.- Correlación.

Cálculos del coeficiente de correlación simple, múltiple y parcial. Pruebas de significación. Empleo de tablas de valores límites y prueba de hipótesis nula.

Trabajo práctico Nº 8.- Tipos de distribución de variables continuas (I).

Pruebas estadísticas destinadas a determinar el tipo de distribución: diagramas de frecuencias acumuladas; método basado en el cálculo de los coeficientes de asimetría y curtosis. Empleo del criterio χ^2 . Ejemplos numéricos de interés geológico.

Trabajo práctico Nº 9.- Tipos de distribución de variables continuas (II).

Ejercicios aplicados al manejo de la distribución lognormal. Cálculo de la media y de la varianza de la muestra. Empleo de los estadísticos y parámetros en escala logarítmica. Aplicación de la prueba de la igualdad de dos contenidos medios. Ejemplos de interés geológico y geoquímico.



SEMESTRE II

Trabajo práctico Nº 1.- Algebra matricial (I).

Operaciones con vectores y matrices: suma, resta y multiplicación. Cálculo de la longitud de un vector y de la distancia entre dos vectores. Operaciones de multiplicación de vectores con matrices. Inversión y determinantes. Resolución de sistemas de ecuaciones simultáneas.

Trabajo práctico Nº 2.- Algebra matricial (II).

Ejercicios básicos de determinación de los valores y vectores "Eigen" de una matriz de varianza-covarianza y de correlación. Ecuación característica. Representación vectorial. Empleo de programa de cálculos por computación.

Trabajo práctico Nº 3.- Hipótesis estadística multivariante (I)

Resolución de problemas referentes a la comparación de medias de dos poblaciones multivariantes. Empleo del estadístico T^2 de Hotelling. Análisis individual de las características con ejemplos de interés geológico y geoquímico y empleo de programa estadístico de computación.

Trabajo práctico Nº 4.- Hipótesis estadística multivariante (II).

Desarrollo matemático de la metodología del MANOVA. Cálculo de matrices y del gran centroide. Ejercicios con prueba de significación. Prueba de Tukey en caso de hipótesis nula rechazada. Empleo de programa de cálculos por computación.

Trabajo práctico Nº 5.- Análisis discriminante (I).

Ejercicios numéricos aplicados al análisis discriminante para dos poblaciones. Empleo del concepto de la distancia de Mahalanobis (D^2). Cálculo de la matriz de covarianza. Prueba de significación. Desarrollo de funciones discriminantes y representación gráfica. Selección de características. Ejemplos.

Trabajo práctico Nº 6.- Análisis discriminante (II).

Aplicación de la metodología "Eigen" para el cálculo de las matrices de componentes discriminantes y de las coordenadas discriminantes en sistemas constituidos por más de dos poblaciones. Representaciones gráficas y empleo de programa de cálculo por computación.

Trabajo práctico Nº 7.- Análisis de agrupamiento.

Resolución de problemas aplicando matrices de similitud. Construcción de dendrogramas. manejo de matrices de correlación. Empleo de la técnica del grupo "par". Medidas de distorsión. Cálculos de matrices cofenéticas.

Trabajo práctico Nº 8.- Análisis factorial (I).

Problemas relativos a la aplicación del análisis de componentes principales: matriz de vectores "Eigen" y de coordenadas de componentes. Ejemplos de interés geológico y geoquímico. Empleo de programa de computación para la resolución de los cálculos.

Trabajo práctico Nº 9.- Análisis factorial (II).

Análisis de factores principales de modo-R. Ejercicios numéricos con aplicaciones geológicas. Estudio de los parámetros y su significación. Rotación Varimax.

Trabajo práctico Nº 10.- Análisis factorial (III).

Análisis de factores principales de modo-Q: cálculo de la matriz de similitud y de los parámetros característicos. Matriz de cargas y de marcas. Estudio del significado de los elementos de estas matrices con ejemplos concretos. Rotación de los ejes-factores. Aplicación de programa de computación.



Trabajo práctico Nº 11.- Seminario.

Clases especiales a cargo de los alumnos en las que desarrollarán temas vinculados con el programa de la materia seleccionados previamente, y que tienen por finalidad profundizar en el conocimiento de los tópicos de la asignatura.

5.- Metodología a utilizar en las diferentes actividades de la materia y su fundamentación.

El contenido de cada capítulo ha sido diseñado de manera tal que cada uno de ellos pueda completarse en una clase. Esta comprende el desarrollo de los aspectos teóricos del tema, con aproximadamente dos a tres horas de duración, prosiguiendo seguidamente, con el trabajo práctico correspondiente, el cual emplea de una a dos para su resolución. En total cada capítulo ocupa para su desarrollo integral (teórico y práctico) alrededor de cuatro horas.

6.- Formas y tipo de evaluación.

Para aprobar la cursada el alumno deberá completar todos los trabajos prácticos que se desarrollan en el curso lectivo, pudiendo recuperar hasta el 20 % de los mismos. Su evaluación se basa en la toma de dos pruebas parciales orales. Las mismas se llevan a cabo al finalizar cada semestre. El alumno tendrá dos oportunidades para aprobarlas, y consiste en la resolución de problemas tipo, de contenidos semejantes a los resueltos en las clases de trabajos prácticos.

El examen final comprende una prueba oral en la que se indagará especialmente respecto de las bases teóricas que se requieren para el conocimiento del tema seleccionado.

7.- Bibliografía a utilizar.

DAVIS, J.C. , 1973, 1ª edic.; 1986, 2ª edic., "Statistics and Data Analysis in Geology". John Wiley and Sons, Inc., New York.

GRIFFITHS, J.C., 1967, "Scientific Method in Analysis of Sediments". Mc Graw Hill Book Co., New York.

KOCH, Jr., G.S. y LINK, R.F., 1970, "Statistical Analysis of Geological Data". Vol. 1 y 2. John Wiley and Sons, Inc. New York.

JORESKOG, K.G. KLOVAN, J.E. y REYMENT, R.A., 1976, "Geological Factor Analysis". Elsevier Sci. Publishing Comp. New York.

KRUMBEIN, W.C. y GRAYBILL, F.A. , 1965, "An Introduction to Statistical Models in Geology". Mc Graw Hill Co. New York.

LE MAITRE, R.W., 1982, "Numerical Petrology". Elsevier, Amsterdam.

Mc CAMMON, R.B. (editor), 1975, "Concepts in Geostatistics". Springer Verlag, New York.

MERODIO, J.C. , 1985, "Métodos Estadísticos en Geología". Asoc. Geol. Argent. Serie Nº 13, Buenos Aires.

MILLER, R.L. y KAHN, J.S., 1962, "Statistical Analysis in Geological Sciences". John Wiley and Sons, New York.

SNEDECOR, G.W. y COCHRAN, W.G., 1971, "Métodos Estadísticos". C.E.C.S.A., México.



Spiegel, M.R., 1970, "Estadística". Mc Graw Hill, México.

8.- Duración de la materia y cronograma con la distribución del tiempo para cada actividad y responsables de cada una.

La materia está incluida en el régimen de cursada anual, dividida en dos semestres. En el primer semestre se dictan los temas correspondientes a Estadística Univariante, y en el segundo semestre, los de Estadística Multivariante.

El horario de la cátedra es el siguiente:

Clases teóricas

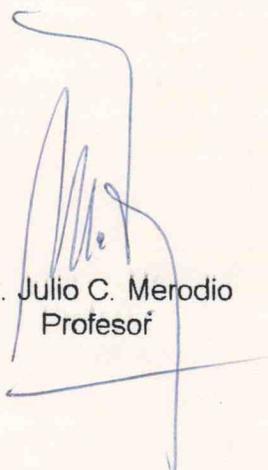
Jueves de 8.00 a 10.00 horas.

Clases de trabajos prácticos

Jueves de 10.00 a 12.00 horas

El responsable de la materia es el Dr. Julio César Merodio, designado Profesor ad-honorem, el cual se ocupa del dictado de las clases teóricas y del desarrollo de los trabajos prácticos.

La Plata, 8 de febrero de 1996.



Dr. Julio C. Merodio
Profesor



GEOESTADISTICA

DISEÑO COMPENDIADO

1.- Síntesis de metas y objetivos de la materia.

Esta asignatura tiene como meta fundamental el desarrollo de los principales métodos estadísticos (univariantes y multivariantes) empleados en el campo de las investigaciones básicas y aplicadas que hacen al quehacer geológico y geoquímico. De este modo el alumno que complete toda la materia tendrá pleno conocimiento del contenido teórico y la metodología básica que debe emplearse en los capítulos incluidos en el programa.

Importante es destacar que en la resolución de los problemas correspondientes a los distintos capítulos, se hace empleo de programas estadísticos de computación, de modo tal que el alumno, además de emplear las calculadoras científicas convencionales, adquiere conocimientos básicos de la metodología computacional.

2.- Síntesis de los contenidos de la materia y de las unidades temáticas.

PROGRAMA ANALITICO

SEMESTRE I

I.- Estadística Univariante.

Capítulo 1.- Revisión de los conceptos fundamentales de la teoría de la probabilidad (I)

Variables aleatorias, universo, muestra. Distribución de variables continuas y discretas; la distribución binomial y de Poisson: ejemplos geológicos. Representación gráfica de la distribución continua. Distintas formas de curvas de frecuencia. Concepto de densidad de probabilidad.

Capítulo 2.- Revisión de los conceptos fundamentales de la teoría de la probabilidad (II).

Estadísticos o estimadores: medidas de posición (media, mediana, moda), de dispersión (varianza, desviación típica, coeficiente de variación), de asimetría y de curtosis.

Concepto de exactitud y de precisión. Curva normal tipificada o estandarizada. Tablas de distribución normal. Distribución de las medias aritméticas: error típico.

Capítulo 3.- Teoría de las muestras pequeñas.

Funciones de distribución t , F y χ^2 . Definiciones y formulaciones matemáticas. Representaciones gráficas. Empleo de las tablas de valores. Límites de confianza: expresiones de cálculo para un valor dado de la media poblacional y de la desviación típica.

Capítulo 4.- Hipótesis estadística univariante (I).

Hipótesis planteada y alternativa. Pruebas de hipótesis sobre varianzas y sobre promedios. Comparación de medias de dos poblaciones. Diferentes casos: tamaños de muestras y varianzas iguales y diferentes. Concepto de desviación típica de las diferencias.

Capítulo 5.- Hipótesis estadística univariante (II).

Hipótesis planteada y alternativa. Comparación de medias y de varianzas de más de dos poblaciones: análisis de varianza monofactorial (ANOVA). Concepto de varianza "dentro de las muestras" (error experimental) y "entre muestras". Prueba de Tukey y de Bartlett. Análisis de varianza de dos vías con o sin replicaciones.



Capítulo 6.- Regresión.

Relación funcional entre variables. Curva de ajuste. Clasificación: lineal y curvilínea. Diagramas de dispersión. Determinaciones del coeficiente y de la ecuación de regresión. Método de los cuadrados mínimos. Características del coeficiente de regresión. Pruebas de significación. Regresión lineal múltiple.

Capítulo 7.- Correlación.

Concepto de correlación: asociación no-funcional entre variables. Determinación y características del coeficiente de correlación simple. Coeficiente de correlación múltiple y coeficiente de correlación parcial.

Capítulo 8.- Distribución de frecuencias (I).

Tipos de distribución de variables continuas: normal, lognormal y polimodal. Representaciones gráficas. Características generales. Pruebas estadísticas de determinación del tipo de distribución de frecuencias.

Capítulo 9.- Distribución de frecuencias (II).

La distribución lognormal. Símbolos de parámetros y estimadores en escala aritmética y logarítmica. Grado de eficiencia de la media en escala aritmética para estimar la media poblacional. Prueba de la igualdad de dos contenidos medios: aplicación de la prueba t de "Student". Estudio de correlación y regresión simple en poblaciones de distribución lognormal.

SEMESTRE II

II.- Estadística multivariante.

Capítulo 1.- Álgebra matricial (I).

Definiciones de vectores y matrices. Operaciones con vectores: suma, resta y multiplicación: Producto mayor y menor; momentos. Longitud de un vector y distancias entre dos vectores. Operaciones con matrices: adición y sustracción; multiplicación. Momento del producto menor y del producto mayor. Matriz ortogonal y ortonormal. Producto de matrices y vectores. Ecuaciones simultáneas: su resolución por inversión y por determinantes (Regla de Cramer).

Capítulo 2.- Álgebra matricial (II).

Matrices especiales: Matriz de datos; matriz de desviaciones; matriz de covarianza; matriz de resultados estandarizados y matriz de correlación.

Concepto de rango. Método de determinación: Procedimiento "Eigen". Definición, propiedades y cálculo de los valores y vectores característicos. Ecuación característica.

Capítulo 3.- Hipótesis estadística multivariante. Caso de dos poblaciones.

Prueba de una hipótesis estadística. Hipótesis planteada y alternativa; hipótesis nula. Prueba de una y dos colas; nivel de significación. Prueba de T^2 de Hotelling en la comparación de medias poblacionales. Análisis individual de las características. Análisis de la homogeneidad de las varianzas (prueba de Bartlett).

Capítulo 4.- Hipótesis estadística multivariante. Caso de más de dos poblaciones.

Análisis de varianza multivariante (MANOVA). Empleo de matrices de datos. Concepto de gran centroide. Diferencia "entre muestras" y "dentro de muestras". Prueba de significación y de homogeneidad de varianzas. Análisis individual de las variables.



Capítulo 5.- Análisis discriminante. Caso de dos poblaciones.

Definiciones y alcances. Concepto de distancia. Expresión de D^2 (distancia de Mahalanobis). Prueba de significación. Funciones de índices discriminantes. Representación gráfica y selección de características.

Capítulo 6.- Análisis discriminante múltiple. Caso de más de dos poblaciones.

Aplicación del concepto de estructura "Eigen" para el cálculo del rango de una matriz. Matriz de componentes discriminantes y de coordenadas discriminantes. Prueba de significación. Representación gráfica.

Capítulo 7.- Análisis de agrupamiento

Definiciones y alcances. Concepto de índice de similitud; ejemplos. Clasificación metodológica. Técnica del grupo "par". Dendrogramas. Medida de la distorsión: matriz y coeficiente de correlación canónicos.

Capítulo 8.- Análisis factorial (I).

Definiciones y alcances. Significados geológicos y clasificación. Modelo de modo-R: análisis de componentes principales (ACP): cálculo de las matrices de coordenadas. Representación gráfica.

Capítulo 9.- Análisis factorial (II).

Análisis factorial (AF): modelo matemático. Análisis de factores principales (AFP): procedimiento de cálculo. Matriz de covarianza y de correlación; cálculo de los valores y vectores "Eigen"; matriz de cargas y de marcas: significación. Rotación de los ejes-factores: método Varimax. Ejemplos de interés geológico. Interpretación de los resultados.

Capítulo 10.- Análisis factorial (III).

Modelo de modo-Q: matriz de similitud, de cargas y de marcas. Procedimiento de cálculo de los parámetros "Eigen". Rotación Varimax. Ejemplos de interés geológico. Interpretación de los resultados.

CURSO DE TRABAJOS PRACTICOS

SEMESTRE I

Trabajo práctico Nº 1. - Formas de presentación estadística de datos numéricos.

Ejercicios aplicados al manejo de funciones de distribución continua y discreta. Representaciones gráficas: histogramas; funciones de densidad y de distribución acumulativa. Empleo del papel probabilístico para los diagramas de frecuencias acumuladas. Cálculos de medias, medianas, modas, varianzas, desviaciones típicas, desviación estándar relativa, coeficiente de asimetría y de curtosis.

Trabajo práctico Nº 2.- Curva normal tipificada.

Empleo de la curva normal Z. Uso de las tablas de densidad de probabilidad y de distribución acumulativa. Distribución de las medias aritméticas. Cálculo del error típico. Resolución de ejercicios aplicados a temas de distribución de componentes químicos en distintos medios geológicos, empleando calculadoras y programas estadísticos de computación.

Trabajo práctico Nº 3.- Teoría de las muestras pequeñas.

Manejo de las tablas de las funciones de distribución t, F y χ^2 . Cálculo de los límites de confianza de la media poblacional y de la desviación típica.



Trabajo práctico N° 4.- Hipótesis estadística univariante (I).

Ejercicios aplicados a resolver pruebas de hipótesis sobre varianzas y sobre promedios. Empleo de las funciones t , F y χ^2 . Cálculo de las desviaciones típicas de las diferencias de medias. Ejemplos geológicos. Empleo de calculadora y programa de computación.

Trabajo práctico N° 5.- Hipótesis estadística univariante (II).

Ejercicios numéricos aplicados al análisis de varianza monofactorial (ANOVA) y bifactorial. Cálculo de las varianzas "dentro" de las muestras y "entre" las muestras. Prueba de Tukey.

Trabajo práctico N° 6.- Regresión.

Ejercicios aplicados a la determinación del coeficiente de regresión lineal a problemas de interés geológico y geoquímico, con manejo de variables físicas y químicas. Ecuación de regresión. Prueba de significación. Expresión gráfica de la línea de regresión.

Trabajo práctico N° 7.- Correlación.

Cálculos del coeficiente de correlación simple, múltiple y parcial. Pruebas de significación. Empleo de tablas de valores límites y prueba de hipótesis nula.

Trabajo práctico N° 8.- Tipos de distribución de variables continuas (I).

Pruebas estadísticas destinadas a determinar el tipo de distribución: diagramas de frecuencias acumuladas; método basado en el cálculo de los coeficientes de asimetría y curtosis. Empleo del criterio χ^2 . Ejemplos numéricos de interés geológico.

Trabajo práctico N° 9.- Tipos de distribución de variables continuas (II).

Ejercicios aplicados al manejo de la distribución lognormal. Cálculo de la media y de la varianza de la muestra. Empleo de los estadísticos y parámetros en escala logarítmica. Aplicación de la prueba de la igualdad de dos contenidos medios. Ejemplos de interés geológico y geoquímico.

SEMESTRE II

Trabajo práctico N° 1.- Álgebra matricial (I).

Operaciones con vectores y matrices: suma, resta y multiplicación. Cálculo de la longitud de un vector y de la distancia entre dos vectores. Operaciones de multiplicación de vectores con matrices. Inversión y determinantes. Resolución de sistemas de ecuaciones simultáneas.

Trabajo práctico N° 2.- Álgebra matricial (II).

Ejercicios básicos de determinación de los valores y vectores "Eigen" de una matriz de varianza-covarianza y de correlación. Ecuación característica. Representación vectorial. Empleo de programa de cálculos por computación.

Trabajo práctico N° 3.- Hipótesis estadística multivariante (I)

Resolución de problemas referentes a la comparación de medias de dos poblaciones multivariantes. Empleo del estadístico T^2 de Hotelling. Análisis individual de las características con ejemplos de interés geológico y geoquímico y empleo de programa estadístico de computación.



Trabajo práctico N° 4.- Hipótesis estadística multivariante (II).

Desarrollo matemático de la metodología del MANOVA. Cálculo de matrices y del gran centroide. Ejercicios con prueba de significación. Prueba de Tukey en caso de hipótesis nula rechazada. Empleo de programa de cálculos por computación.

Trabajo práctico N° 5.- Análisis discriminante (I).

Ejercicios numéricos aplicados al análisis discriminante para dos poblaciones. Empleo del concepto de la distancia de Mahalanobis (D^2). Cálculo de la matriz de covarianza. Prueba de significación. Desarrollo de funciones discriminantes y representación gráfica. Selección de características. Ejemplos.

Trabajo práctico N° 6.- Análisis discriminante (II).

Aplicación de la metodología "Eigen" para el cálculo de las matrices de componentes discriminantes y de las coordenadas discriminantes en sistemas constituidos por más de dos poblaciones. Representaciones gráficas y empleo de programa de cálculo por computación.

Trabajo práctico N° 7.- Análisis de agrupamiento.

Resolución de problemas aplicando matrices de similitud. Construcción de dendrogramas. manejo de matrices de correlación. Empleo de la técnica del grupo "par". Medidas de distorsión. Cálculos de matrices cofenéticas.

Trabajo práctico N° 8.- Análisis factorial (I).

Problemas relativos a la aplicación del análisis de componentes principales: matriz de vectores "Eigen" y de coordenadas de componentes. Ejemplos de interés geológico y geoquímico. Empleo de programa de computación para la resolución de los cálculos.

Trabajo práctico N° 9.- Análisis factorial (II).

Análisis de factores principales de modo-R. Ejercicios numéricos con aplicaciones geológicas. Estudio de los parámetros y su significación. Rotación Varimax.

Trabajo práctico N° 10.- Análisis factorial (III).

Análisis de factores principales de modo-Q: cálculo de la matriz de similitud y de los parámetros característicos. Matriz de cargas y de marcas. Estudio del significado de los elementos de estas matrices con ejemplos concretos. Rotación de los ejes-factores. Aplicación de programa de computación.

Trabajo práctico N° 11.- Seminario.

Clases especiales a cargo de los alumnos en las que desarrollarán temas vinculados con el programa de la materia seleccionados previamente, y que tienen por finalidad profundizar en el conocimiento de los tópicos de la asignatura.

3.- Requerimiento para aprobar la materia.

Para aprobar la cursada el alumno deberá completar todos los trabajos prácticos que se desarrollan en el curso lectivo, pudiendo recuperar hasta el 20 % de los mismos. Su evaluación se basa en la toma de dos pruebas parciales orales. Las mismas se llevan a cabo al finalizar cada semestre. El alumno tendrá dos oportunidades para aprobarlas, y consiste en la resolución de problemas tipo, de contenidos semejantes a los resueltos en las clases de trabajos prácticos.

El examen final comprende una prueba oral en la que se indagará especialmente respecto de las bases teóricas que se requieren para el conocimiento del tema seleccionado.



4.- Metodología de la enseñanza y evaluación.

El contenido de cada capítulo ha sido diseñado de manera tal que cada uno de ellos pueda completarse en una clase. Esta comprende el desarrollo de los aspectos teóricos del tema, con aproximadamente dos a tres horas de duración, prosiguiendo seguidamente, con el trabajo práctico correspondiente, el cual emplea de una a dos para su resolución. En total cada capítulo ocupa para su desarrollo integral (teórico y práctico) alrededor de cuatro horas. La norma seguida por la cátedra para la evaluación está incluida en el apartado anterior.

5.- Duración de la materia.

La materia está incluida en el régimen de cursada anual, dividida en dos semestres. En el primer semestre se dictan los temas correspondientes a Estadística Univariante, y en el segundo semestre, los de Estadística Multivariante.

El horario de la cátedra es el siguiente:

Clases teóricas

Jueves de 8.00 a 10.00 horas.

Clases de trabajos prácticos

Jueves de 10.00 a 12.00 horas

El responsable de la materia es el Dr. Julio César Merodio, designado Profesor ad-honorem, el cual se ocupa del dictado de las clases teóricas y del desarrollo de los trabajos prácticos.

6.- Porcentaje de tiempo distribuido en las distintas actividades de la materia.

Entre el 50 y 60 % del tiempo empleado por la cátedra para el dictado de la materia, es requerido para el desarrollo de los aspectos teóricos. La proporción restante se emplea en los trabajos prácticos y sus evaluaciones correspondientes.

Las fechas de evaluaciones son las siguientes:

Semestre I (Estadística Univariante): Mes de julio, antes de las vacaciones de invierno.

Semestre II (Estadística multivariante): al finalizar el curso (normalmente fines del mes de octubre).

La presentación de la clase especial de seminario se realizará en el mes de octubre, al completarse el curso teórico y práctico.

7.- Bibliografía esencial y/o materiales para cursar.

Inexistente

8.- Bibliografía opcional.

DAVIS, J.C. , 1973, 1ª edic.; 1986, 2ª edic., "Statistics and Data Analysis in Geology". John Wiley and Sons, Inc., New York.

GRIFFITHS, J.C., 1967, "Scientific Method in Analysis of Sediments". Mc Graw Hill Book Co., New York.

KOCH, Jr., G.S. y LINK, R.F., 1970, "Statistical Analysis of Geological Data". Vol. 1 y 2. John Wiley and Sons, Inc. New York.

JORESKOG, K.G. KLOVAN, J.E. y REYMENT, R.A., 1976, "Geological Factor Analysis". Elsevier Sci. Publishing Comp. New York.

KRUMBEIN, W.C. y GRAYBILL, F.A. , 1965, "An Introduction to Statistical Models in Geology". Mc Graw Hill Co. New York.

LE MAITRE, R.W., 1982, "Numerical Petrology". Elsevier, Amsterdam.

Mc CAMMON, R.B. (editor), 1975, "Concepts in Geostatistics". Springer Verlag, New York.



MERODIO, J.C. , 1985, "Métodos Estadísticos en Geología". Asoc. Geolog. Argent. Serie Nº 13, Buenos Aires.

MILLER, R.L. y KAHN, J.S., 1962, "Statistical Analysis in Geological Sciences". John Wiley and Sons, New York.

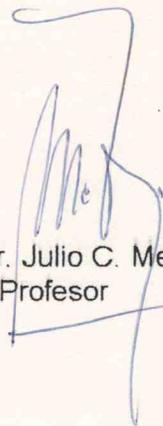
SNEDECOR, G.W. y COCHRAN, W.G., 1971, "Métodos Estadísticos". C.E.C.S.A., México.

SPIEGEL, M.R., 1970, "Estadística". Mc Graw Hill, México.

9.- Equipo docente de la cátedra: nombre, apellido y cargo.

El responsable de la materia es el Dr. Julio César Merodio, designado Profesor ad-honorem, el cual se ocupa del dictado de las clases teóricas y del desarrollo de los trabajos prácticos.

La Plata, 8 de febrero de 1996.



Dr. Julio C. Merodio
Profesor