

CARTA DESCRIPTIVA (FORMATO MODELO EDUCATIVO UACJ VISIÓN 2020)

I. Identificadores de la asignatura			
Instituto:	IIT	Modalidad:	Presencial
Departamento:	Ingeniería Civil y Ambiental	Créditos:	8
Materia:	Diseño de Experimentos Ambientales	Carácter:	Obligatoria
Programa:	Licenciatura en Ingeniería Ambiental	Tipo:	Curso
Clave:	ICA 980900		
Nivel:	Posgrado		
Horas:	64	Teoría: 100	Práctica: 0

II. Ubicación	
Antecedentes: Probabilidad y Estadística	Clave CBE 100696
Consecuente: Ninguna	

III. Antecedentes
Conocimientos: Deberá comprender las aplicaciones probabilísticas y estadísticas al diseño de experimentos ambientales.
Habilidades: Aplicación de los métodos probabilísticos y estadísticos tradicionales a problemáticas ambientales interactuantes con el desarrollo, en contextos naturales o sociales, y aplicado al diseño de experimentos. Capacidad para trabajar individualmente y en equipo.
Actitudes y valores: Concientización hacia el cuidado y protección ambiental.

IV. Propósitos Generales

En términos generales, el diseño experimental está relacionado con el diseño de cualquier información donde existe la presencia de variación (ruido o error experimental). El diseño (estadístico) de experimentos es un procedimiento para planear ensayos de tal manera que, los datos obtenidos puedan ser analizados y depurados de ruido experimental para dar resultados confiables y conclusiones objetivas válidas. Así, cuando estamos hablando de datos generados de un experimento, es necesario tomar tiempo y esfuerzos para organizar el experimento, para asegurar que el tipo de data es apropiado y está disponible para responder a las preguntas de interés, lo más claramente posible y eficiente.

Ronald A. Fisher (“Diseño de Experimentos”, 1935) ideó una metodología para el diseño de experimentos, los cuales se enlistan a continuación: Comparación, aleatoriedad, diseño completamente aleatorizados, bloqueo, ortogonalidad y experimentos factoriales.

1. El propósito fundamental del curso es introducir al estudiante en los fundamentos teóricos de diseños experimentales orientados a problemas ambientales en los ámbitos de agua, aire, suelos, etc.
2. El curso contempla el diseño experimental de aplicaciones probabilísticas y estadísticas para resolver los aspectos más relevantes de la problemática ambiental, de lo local a lo global, así como del pensamiento científico y político generado por esta preocupación.
3. Otro propósito es el de reforzar el aprendizaje mediante pequeñas investigaciones de campo basadas en problemas reales.
4. Se le recomienda al estudiante dedicar cuando menos 2 horas de estudio por cada hora de lectura.

V. Compromisos formativos

Al final del curso, el alumno habrá adquirido lo siguiente:

Intelectual: Tener conocimientos de las áreas aplicadas a diseños de experimentos para poder analizar y comprender el concepto de diseños experimentales estadísticos en aplicaciones clásicas y problemas de la ingeniería ambiental en las áreas de agua, aire, suelos, ruido, etc.

Humano: Adquirirá un pensamiento crítico ambiental.

Social: Adquirirá un pensamiento crítico ambiental.

Profesional: Deberá ser capaz de identificar y analizar una situación dada, y de proponer alternativas de solución. Manejará programas de cómputo como el Minitab y el Excel para la solución de agua potable y su tratamiento, agua residual y su tratamiento, manejo de la calidad del aire, leyes a temas relacionados con la ingeniería del ambiente en las áreas de impacto ambiental y litigación, y así sucesivamente. Aplicaciones de la estadística para resolver problemas a los recursos del agua, hidrología, contaminación del aire, etc. Para el final del curso el grupo deberá elaborar un diagnóstico o un plan ambiental, sustentado en la aplicación de las metodologías para el diseño de experimentos.

VI. Condiciones de operación

Espacio: Aula, laboratorio de cómputo

Laboratorio:	Laboratorio de cómputo	Mobiliario:	Mesas, sillas, pizarrón, proyector, pantalla, equipo de cómputo
Población:	1- 15		
Material de uso frecuente:	A) Proyector, computadora y pantalla de proyección		
Condiciones especiales:	Se requiere software Minitab en cada una de las máquinas del alumno.		

VII. Contenidos y tiempos estimados		
Temas	Contenidos	Actividades
1. Introducción.	1.1 Presentación del encuadre de la materia. 1.2 Introducción al diseño de experimentos.	<ul style="list-style-type: none"> Entrega del programa de clase, discusión de los criterios de evaluación y las reglas del curso. Presentaciones de lecturas sobre estos temas usando proyecciones y suministrando al estudiante copias de todo el material presentado.
2. Diseño experimental. 2 sesiones (4 horas)	2.1 Definición de experimento. 2.2 Definición de diseño experimental 2.3 Explicación del término señal/ruido en diseños experimentales con aplicaciones a la ingeniería ambiental. 2.4 Etapas del diseño experimental.	<ul style="list-style-type: none"> Uso extensivo de programas de cómputo como el Minitab y Excel. Se preponderan las aplicaciones de diseños experimentales a problemas de ingeniería ambiental, con el objeto de que el estudiante vea cómo se pueden generar resultados más precisos y confiables. <p>Primer examen parcial.</p>
3. Estadística descriptiva y probabilidad. 3 sesiones (6 hrs)	3.1. Definición de población y muestra. 3.2. Medidas de tendencia central y de variabilidad. 3.3. Métodos gráficos y tabulares. 3.4. Variables aleatorias continuas y discretas. 3.5. Aplicaciones de diseños experimentales. 3.6. Aplicaciones de métodos tabulares y gráficos.	<p>Segundo examen parcial.</p> <p>Uso muy extensivo de programas de cómputo como el Minitab y el Excel.. Investigación online y en biblioteca Aplicaciones a problemas de usos del agua, contaminación del aire, tierra, suelos, ruido. Elaboración de tareas y proyectos de investigación. Es obligatoria la exposición y la participación en los debates de los temas. Aplicaciones de estadísticas descriptivas para resolver problemas</p>

<p>4. Funciones de probabilidad discreta.</p> <p>2 sesiones (4 hrs)</p>	<p>4.1. Binomial. 4.2. Poisson. 4.3. Geométrica. 4.4. Hipergeométrica. 4.5. Binomial negativa.</p>	<p>de ingeniería ambiental y recursos del agua y del aire. Presentaciones de lecciones sobre temas de probabilidad usando proyecciones y suministrando al estudiante copias de todo el material presentado.</p>
<p>5. Funciones de probabilidad continua.</p> <p>4 sesiones (8 hrs)</p>	<p>5.1. Pruebas de bondad de ajuste (Anderson-Darling). 5.2. Prueba de Ji cuadrada, prueba de Kolmogorov-Smirnoff. 5.3. Determinación del nivel de confianza usado (95% o 99%) y sus correspondientes niveles críticos usados de $Z_{\alpha/2}$. 5.4. Error estándar del estadístico. 5.5. Comparación y discusión de métodos manuales y computacionales.</p>	<p>Tercer examen parcial.</p> <p>Uso extensivo del programa de cómputo Minitab para la resolución de problemas aplicados a la ingeniería ambiental usando funciones de probabilidad discreta.</p>
<p>6. Concepto del teorema del límite central.</p> <p>1 sesión (2 hrs)</p>	<p>6.1. Definición del límite central. 6.2. Intervalos de confianza</p>	<p>Uso muy extensivo del programa de computo Minitab y Excel. Aplicaciones para tecnologías de agua, y manejo de la calidad del aire. Se resalta la aplicación de gráficas de probabilidad usando como ejemplos, la distribución normal, lognormal, Weibull, Gamma, exponencial, etc. Todo esto con el objeto de mitigar el problema del ruido experimental que puede ocurrir cuando se calculan probabilidades con una distribución que no es adecuada. También se enfatizan las aplicaciones de diseños experimentales grafico-matemáticos y de pruebas de bondad de ajuste como la prueba de Ji cuadrada, prueba de Kolmogorov-Smirnoff, etc., son útiles para determinar si una distribución en particular ajusta mejor a los datos para mejorar la calidad de la variable de respuesta..</p>
<p>7. Estimación estadística</p> <p>2 sesiones (4 hrs)</p>	<p>7.1. Pruebas de hipótesis. 7.2. Colección de la muestra aleatoria de datos. ($n \geq 30$ casos o $n \leq 30$ casos). 7.3. Identificación de la distribución de probabilidad que mejor ajuste los datos. 7.4. Identificación de la relación de causa y efecto entre la variable de entrada o independiente y la variable de salida o de respuesta. 7.5. Identificación del ruido experimental y su eliminación. 7.6. Establecimiento de la hipótesis alternativa (la más importante) y la hipótesis nula y el tipo de prueba de hipótesis (unilateral o bilateral). 7.7. Teoría de muestreo grande usando la distribución normal (para una media μ, para dos medias μ, para muestras pareadas, para la</p>	<p>Uso muy extensivo del programa de computo Minitab y Excel. Aplicaciones para tecnologías de agua, y manejo de la calidad del aire. Se resalta la aplicación de gráficas de probabilidad usando como ejemplos, la distribución normal, lognormal, Weibull, Gamma, exponencial, etc. Todo esto con el objeto de mitigar el problema del ruido experimental que puede ocurrir cuando se calculan probabilidades con una distribución que no es adecuada. También se enfatizan las aplicaciones de diseños experimentales grafico-matemáticos y de pruebas de bondad de ajuste como la prueba de Ji cuadrada, prueba de Kolmogorov-Smirnoff, etc., son útiles para determinar si una distribución en particular ajusta mejor a los datos para mejorar la calidad de la variable de respuesta..</p>

<p>8. Análisis de varianza (ANOVA). 2 sesiones (6 hrs)</p>	<p>desviación estándar, para una o dos proporciones, etc.).</p> <p>7.8. Pruebas de hipótesis usando la teoría de muestreo pequeño aplicando la distribución de t de estudiante (para hacer pruebas de hipótesis para una media μ, para dos medias, etc.). R</p> <p>7.9. Regla de decisión en la prueba de hipótesis.</p> <p>7.10. Toma de decisiones y conclusiones apropiadas, basándose en el criterio e interpretación del valor de probabilidad p.</p> <p>8.1. Introducción.</p> <p>8.2. Aplicaciones de diseño experimental a problemas de análisis de varianza en ingeniería ambiental.</p> <p>8.3. Clases de modelos de ANOVA (de una, dos, tres clasificaciones).</p> <p>8.4. Análisis de varianza unilateral o de un sentido.</p> <p>8.5. Procedimientos para evaluar la calidad del modelo de ANOVA seleccionado.</p> <p>8.6. Análisis de varianza de diseño de bloque completamente aleatorizado (para aliviar la varianza y por ende, el ruido).</p> <p>8.7. Efectos fijos en análisis de varianza de un sentido o de una clasificación.</p> <p>8.8. Experimentos factoriales: Análisis de varianza en dos factores o dos clasificaciones.</p> <p>8.9. ANOVA de tres sentidos. Diseño completamente aleatorizado (Efectos fijos).</p> <p>8.10. Estudio de las interacciones entre las variables. Procedimientos para evaluar la calidad del modelo de ANOVA seleccionado.</p>	<p>Presentaciones de lecciones sobre temas de probabilidad usando proyecciones y suministrando al estudiante copias de todo el material presentado. Uso extensivo del programa de computo Minitab. Aplicaciones a recursos del agua y del aire. Impacto ambiental. Se demostrara como la aplicación del teorema del límite central puede eliminar el ruido por medio de hacer repeticiones.</p> <p>Cuarto examen parcial.</p> <p>Aplicaciones a sistemas unitarios, recursos del agua y del aire. Impacto ambiental. Aplicaciones a la ingeniería ambiental en aplicaciones de agua, aire y suelos. Uso extensivo del Minitab.</p> <p>Proyecto de investigación.</p> <p>Examen final (La fecha en que sea asignado).</p>
--	--	--

<p>9. Regresión lineal simple, múltiple y polinomial. 4 sesiones (8 hrs)</p>	<p>9.1. Introducción al análisis de regresión. 9.2. Aplicaciones de diseños experimentales a problemas de regresión en ingeniería ambiental. 9.3. Regresión lineal simple. 9.4. Ecuaciones para derivar el valor del intercepto en la ordenada a y la pendiente b de la curva o línea de regresión, manualmente. 9.5. Cálculos para determinar el coeficiente de determinación R^2 muestral que estima a ρ^2, el coeficiente de determinación poblacional. 9.6. Tipos de correlación lineal. 9.7. Intervalo de confianza para el coeficiente poblacional β componente de la línea de regresión $\mu Y X = \alpha + \beta X$, estimado por b, la pendiente de la línea. 9.8. Regresión y correlación lineal múltiple. 9.9. Modelo de regresión múltiple generalizado. 9.10. Regresión polinomial. 9.11. Modelo polinomial poblacional de tercer orden ($k = 3$), o cúbico con una variable independiente. 9.12. Evaluación de los modelos de regresión polinomiales. 9.13. Análisis gráficos, para la evaluación subjetiva del modelo de regresión. 9.14. Análisis de gráficos para diagnosticar colinialidad. 9.15. Prueba de <u>heteroscedasticidad y homoscedasticidad</u>. 9.16. Metodología para mitigar valores altos de VIFs causantes de colinealidad (y, por consecuencia, de ruido) en problemas de regresión polinomial cuadrática o cúbica. 9.17. Centrado de valores de X para controlar la multicolinealidad y consecuentemente, del control del ruido experimental. 9.18. Autocorrelación espacial. Índice de Moran.</p>	<p>Aplicaciones a sistemas unitarios de tratamiento de aguas residuales para medir la eficiencia de los mismos, una vez que se identifiquen las fuentes de ruido. Aplicaciones a recursos del agua y del aire. Medición de la eficiencia de equipo de control para partículas y gases atmosféricos. Aplicaciones a la ingeniería ambiental en el ámbito de agua, aire y suelos. Uso extensivo del Minitab.</p> <p>Aplicaciones de diseño experimental a problemas de análisis de varianza en ingeniería ambiental en problemas de usos del agua y de difusión atmosférica. Uso muy extensivo de programas de cómputo como el Minitab y el Excel.</p>
--	--	--

VIII. Metodología y estrategias didácticas

Metodología Institucional: (Seleccionar)

- a) Elaboración de investigaciones.
- b) Elaboración de reportes de artículos en lengua inglesa, actuales y relevantes, y la aplicación de diseños experimentales.

Estrategias del Modelo UACJ Visión 2020 recomendadas para el curso: (Seleccionar)

- a) aproximación empírica a la realidad
- b) búsqueda, organización y recuperación de información
- c) comunicación horizontal
- d) descubrimiento
- e) elección, decisión
- f) evaluación
- g) investigación
- h) meta cognitivas
- i) planeación, previsión y anticipación
- j) significación generalización

IX. Criterios de evaluación y acreditación

a) Institucionales de acreditación:

Acreditación mínima de 80% de clases programadas

Calificación ordinaria mínima de 7.0

Realizar presentaciones orales, si esto viene al caso.

Participar con el equipo para la realización de una investigación y entregar el reporte final.

Guardar una estricta ética profesional y personal. No se admitirán llegadas tardes ni pláticas que nos estén relacionadas con las lecturas o temas dados en la clase.

Es muy crítico el comportamiento disciplinario del alumno y de respeto al maestro. De no cumplirse con esta ética profesional, humana y moral, se dará de baja al alumno.

a) Evaluación del curso

La evaluación del curso se determinará con base en los siguientes porcentajes:

Exámenes parciales	70%
Examen final	30%
Total	100 %

X. Bibliografía

- <http://www.monografias.com/trabajos10/cuasi/cuasi.shtml#ixzz3fWQydehm>
- Devore J. L. *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias* (2001).
- Montgomery et al. (1996) *Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería*.
- NIST/MATECH e-Handbook of Statistical Methods. <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>.
- Schwarz, C. J. (2011). Sampling, Regression, Experimental Design and Analysis for Environmental Scientists, biologists and resource managers.
- Walpole, Myers, Myers. *Probabilidad y Estadística para Ingenieros*. PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA, S. A. MEXICO.
- <http://www.stat.yale.edu/courses/1977-98/101/expdes.htm>.
- <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pri/section1/pri11.htm>.
- Robert, O. K. *Diseño de Experimentos: Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones*. 2nd. ed. México, Thomson. 2001.
- Montgomery, D. C. *Diseño y Análisis de Experimentos*. 2nd ed. México, Limusa. 2008
- <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/865423.pdf>
- Boring, E. C: The nature and history of experimental control,. *Amer. J. Psychol.*, 67, 573-589 (1954)
- Montgomery C. Douglas. *Diseño y Análisis de Experimentos*. Segunda Edición. LIMUSA WILEY.
- Gutiérrez, H y De La Vara R. "Análisis y Diseño de Experimentos". Segunda Edición. Mc Graw Hill
- http://www.academia.edu/7624093/An%C3%A1lisis_y_dise%C3%B1o_de_experimentos (2014).
- http://www.udc.es/dep/mate/estadistica2/indice_gral.html (2014)

X. Perfil deseable del docente

Con experiencia en teoría de las ciencias ambientales y en gestión y planeación ambiental. PTC doctorado y con perfil PROMEP.

XI. Institucionalización

Responsable del Departamento: Mtro. Víctor Hernández Jacobo.

Coordinador/a del Programa: Mtro. Ernestor Esparza Sánchez.

Fecha de elaboración: Junio de 2016.

Elaboró: Dr. Héctor Quevedo Urías, Dra. Edith Flores Tavizón, Dra. Michel Yadira Montelongo Flores, Mtro. Enrique Guillermo Recio González, Dr. Jorge Salas Plata Mendoza, Mtro. Ernestor Esparza Sánchez.

Fecha de rediseño: No aplica

Rediseño: No aplica